

**PENJADWALAN PRODUKSI DENGAN METODE *CAMPBELL, DUDEK  
AND SMITH (CDS) DAN NAWAZ, ENSCORE AND HAM (NEH)*  
PADA *PLANT CASTING & MACHINING* DI PT XYZ**

**TUGAS AKHIR**

**Untuk Memenuhi Sebagian Syarat-Syarat Penyelesaian Program  
Studi Diploma IV Teknik Industri Otomotif  
Pada Politeknik STMI Jakarta**

**OLEH :**

**NAMA : FITRI YULIA**

**NIM : 1213001**



**POLITEKNIK STMI JAKARTA  
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI**

**2018**

**POLITEKNIK STMI JAKARTA**  
**KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI**

**TANDA PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING**

JUDUL TUGAS AKHIR :

PENJADWALAN PRODUKSI DENGAN METODE *CAMPBELL, DUDEK*  
*AND SMITH (CDS)* DAN *NAWAZ, ENSCORE AND HAM (NEH)*  
PADA *PLANT CASTING & MACHINING* DI PT XYZ

DISUSUN OLEH :

NAMA : FITRI YULIA  
NIM : 1213001  
PROGRAM STUDI : TEKNIK INDUSTRI OTOMOTIF

Telah Diperiksa Dan Disetujui Untuk Diajukan Dan  
Dipertahankan Dalam Ujian Tugas Akhir  
Politeknik STMI Jakarta

Jakarta, Januari 2018

Dosen Pembimbing



**Dr. Hendrastuti Hendro, M.T.**  
(NIP : 19541030.198903.2.001)

**POLITEKNIK STMI JAKARTA**  
**KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI**

**LEMBAR PENGESAHAN**

JUDUL TUGAS AKHIR :

PENJADWALAN PRODUKSI DENGAN METODE *CAMPBELL, DUDEK*  
*AND SMITH (CDS)* DAN *NAWAZ, ENSCORE AND HAM (NEH)*  
PADA *PLANT CASTING & MACHINING* DI PT XYZ

DISUSUN OLEH :

NAMA : FITRI YULIA  
NIM : 1213001  
PROGRAM STUDI : TEKNIK INDUSTRI OTOMOTIF

Telah diuji oleh Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Politeknik STMI Jakarta pada hari Selasa, tanggal 10 Juli 2018.

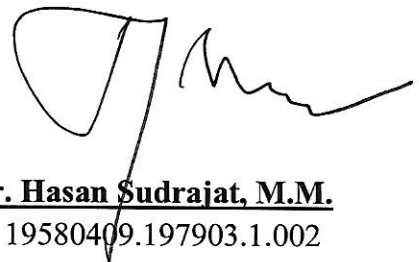
Jakarta, Juli 2018

Penguji 1,



**Ir. Suriadi A.S., M.Com.**  
NIP: 19581025.198503.1.006

Penguji 2,



**Dr. Ir. Hasan Sudrajat, M.M.**  
NIP: 19580409.197903.1.002

Penguji 3,



**Indah Kurnia Mahasih Lianny, S.T., M.T.**  
NIP: 19770803.200112.2.001

Penguji 4,



**Dr. Hendrastuti Hendro, SMI, M.T.**  
NIP: 19541030.198903.2.001



**LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

Nama : Fitri Yulia  
NIM : 1213001  
Judul Laporan TA : Penjadwalan Produksi dengan Metode Campbell, Dudek and Smith (CDS) dan Nawaz, Enscore and Ham (NEH) pada Plant Casting dan Machining di PT XYZ.  
Pembimbing : Dr. Hendrastuti Hendro, M.T.  
Asisten Pembimbing : -

| Tanggal    | BAB        | Keterangan                        | Paraf |
|------------|------------|-----------------------------------|-------|
| 25-10-2017 | -          | Konsul BAB I                      |       |
| 31-10-2017 | -          | Konsul Kerangka Pemecahan Masalah |       |
| 07-11-2017 | I          | Revisi                            |       |
| 14-11-2017 | I          | Revisi                            |       |
| 19-11-2017 | I, II, III | Revisi                            |       |
| 11-12-2017 | I, II      | ACC                               |       |
|            | III, IV    | Revisi                            |       |
| 18-12-2017 | III        | ACC                               |       |
|            | IV         | Revisi                            |       |
| 5-01-2018  | V          | Revisi                            |       |
| 8-01-2018  | V, VI      | ACC                               |       |
|            | VII        | Revisi                            |       |
| 12-01-2018 | V, VI      | Revisi                            |       |
| 17-01-2018 | V, VI      | Revisi                            |       |
| 18-01-2018 | V, VI      | ACC                               |       |

Mengetahui,  
Ka Prodi

Muhammad Agus, S.T., M.T.

NIP : 19700829.200212.1.001

Pembimbing

Dr. Hendrastuti Hendro, M.T.

NIP : 19541030.198903.2.001

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Fitri Yulia

NIM : 1213001

Berstatus sebagai mahasiswa jurusan Program Studi Teknik Industri Otomotif di Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian R.I. dengan ini menyatakan bahwa hasil karya Tugas Akhir yang telah saya buat dengan judul **“PENJADWALAN PRODUKSI DENGAN METODE CAMPBELL, DUDEK AND SMITH (CDS) DAN NAWAZ, ENSCORE AND HAM (NEH) PADA PLANT CASTING & MACHINING DI PT XYZ”**

- Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan literatur kuliah, survei lapangan, asistensi dengan Dosen Pembimbing, serta buku-buku maupun jurnal-jurnal ilmiah yang menjadi bahan acara yang tertera dalam referensi karya Tugas Akhir ini.
- Bukan merupakan hasil duplikasi karya tulis yang sudah diduplikasi atau pernah dipakai sebelumnya untuk mendapatkan gelar Sarjana di Universitas/Perguruan Tinggi lain, kecuali yang telah disebutkan sumbernya dan dicantumkan pada referensi karya Tugas Akhir ini.
- Bukan merupakan karya tulis hasil terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi karya Tugas Akhir ini.

Jika terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah saya nyatakan diatas, maka saya bersedia menerima sanksi atas apa yang telah saya lakukan sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Jakarta, Januari 2018

Yang Membuat Pernyataan

  
Fitri Yulia

## ABSTRAK

PT XYZ adalah perusahaan yang bergerak di bidang industri manufaktur yang memiliki beberapa pabrik, diantaranya pabrik *Plastic, Pressing & Casting* (PPC). Salah satu *Plant* di pabrik PPC adalah *Plant Casting & Machining* dengan produksi komponen *aluminium gravity casting*. Penjadwalan produksi yang selama ini diterapkan oleh bagian Produksi dilakukan dengan perhitungan yang sederhana. Masalah yang dialami perusahaan adalah penyusunan urutan produksi yang kurang tepat sehingga menyebabkan terjadinya keterlambatan penyelesaian pesanan. Berdasarkan hal tersebut maka tujuan penelitian ini adalah menentukan urutan produksi yang memiliki nilai *makespan* minimum dengan metode *Campbell, Dudek and Smith* (CDS) dan metode *Nawaz, Ensore and Ham* (NEH) dengan aturan *Shortest Processing Time* (SPT) dan aturan *Lowest Processing Time* (LPT). Penjadwalan dengan metode perusahaan menghasilkan *makespan* sebesar 32.017,42 menit dengan urutan *job* 3-4-1-2-5-6. Penjadwalan usulan pertama yaitu dengan metode *Campbell, Dudek and Smith* (CDS) menghasilkan *makespan* terkecil sebesar 31.092,38 menit dengan urutan *job* 4-5-1-2-6-3 yang diperoleh dari iterasi  $k_1$ ,  $k_2$ ,  $k_3$  dan  $k_4$ . Penjadwalan usulan kedua yaitu dengan metode *Nawaz, Ensore and Ham* (NEH) aturan *Shortest Processing Time* (SPT) menghasilkan *makespan* terkecil yaitu 28.491,53 menit dan *mean flowtime* 20.876,38 menit dengan urutan *job* 4-5-6-1-2-3, sedangkan dengan aturan *Lowest Processing Time* (LPT) menghasilkan *makespan* terkecil yaitu 28.491,53 menit dan *mean flowtime* 20.761,71 menit dengan urutan *job* 4-5-6-3-1-2. Jadi, metode penjadwalan yang paling optimal untuk diterapkan oleh PT XYZ adalah metode *Nawaz, Ensore and Ham* (NEH) dengan aturan *Lowest Processing Time* (LPT) karena dapat menghasilkan efisiensi *makespan* sebesar 11,01% dari metode yang diterapkan perusahaan dan memiliki nilai *mean flowtime* lebih kecil dari aturan *Shortest Processing Time* (SPT) dengan selisih waktu 114,67 menit.

Kata Kunci : Penjadwalan Produksi *Aluminium Gravity Casting*, *Makespan*, *Campbell, Dudek and Smith* (CDS), *Nawaz, Ensore and Ham* (NEH)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan nikmat dan lindungan-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan judul, **“Penjadwalan Produksi dengan Metode *Campbell, Dudek and Smith (CDS)* dan *Nawaz, Ensore and Ham (NEH)* pada *Plant Casting & Machining* di PT XYZ”**. Penyusun juga mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada kedua orang tua, Ibu Yurni dan Bapak Suhendri yang tak henti-hentinya berdoa dan memberikan motivasi untuk kemudahan dan kelancaran dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini.

Penyusunan laporan Tugas Akhir ini merupakan pemenuhan salah satu persyaratan akademis untuk menyelesaikan Program Studi Diploma IV di Politeknik STMI Kementerian Perindustrian Republik Indonesia, Program Studi Teknik Industri Otomotif (TIO). Tugas Akhir ini dimaksudkan agar mahasiswa dapat memahami masalah secara nyata pada perusahaan baik perusahaan industri maupun jasa serta mampu menerapkan ilmu yang sudah didapat selama di bangku kuliah.

Dalam proses penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, penyusun mendapatkan banyak bimbingan dan arahan serta informasi dari seluruh pihak yang terkait. Maka dari itu, penyusun ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya terutama kepada :

- Bapak Dr. Mustofa, S.T., M.T. selaku Direktur Politeknik STMI Jakarta, Kementerian Perindustrian RI.
- Bapak Dr. Ridzky Kramanandita, S.Kom., M.T. Selaku Pembantu Direktur I Bidang Akademik Politeknik STMI Jakarta, Kementerian Perindustrian RI.
- Bapak Muhamad Agus, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Otomotif yang telah memberikan dedikasinya mengurus mahasiswa/i Teknik Industri Otomotif.
- Ibu Dr. Hendrastuti Hendro, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing, yang telah membimbing, meluangkan waktu dan tenaga untuk memberikan petunjuk serta saran-saran dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir.

- Seluruh Staf Pengajar dan Administrasi Program Studi Teknik Industri Otomotif Politeknik STMI Jakarta, atas ilmu dan kerja sama yang telah diberikan selama penyusun mengikuti perkuliahan.
- Bapak Samyarto, ST, selaku Manajer Produksi PT XYZ yang telah mengizinkan penyusun melakukan kegiatan magang.
- Bapak Didik Winarko, ST, selaku Kepala Seksi bagian Perencanaan Produksi dan Pengendalian Persediaan (P4) sekaligus pembimbing lapangan yang telah memberikan masukan selama masa penelitian.
- Staf bagian P4 yaitu Pak Andi, Pak Eka, Pak M. Iqbal dan Pak Anggi yang telah memberikan bantuan data–data yang dibutuhkan selama masa penelitian.
- Staf Departemen Produksi pada bagian *Quality, Engineering, Maintenance* dan QHSE yang telah memberikan banyak ilmu selama masa magang.
- Sahabat karibku, Suci Prawita Asri, S.Ft yang selalu memberikan semangat kepada penyusun dalam membuat laporan Tugas Akhir ini.
- Aminda Adhadiyanti, Dede Widyasari dan Halimatul Hafshah, teman seperjuangan dan satu kostan selama menjalankan magang di PT XYZ yang selalu memberi semangat bagi penyusun.
- Kepada sahabat-sahabat IA21 angkatan 2013 jurusan Teknik Industri Otomotif yang telah memberikan semangat dan motivasi kepada penyusun.

Penyusun menyadari bahwa laporan ini masih memiliki kekurangan. Hal ini dikarenakan keterbatasan pengetahuan yang penyusun miliki. Oleh karena itu diharapkan kritik dan saran dari para pembaca agar laporan ini semakin sempurna. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan dapat menjadi sebuah pembelajaran penelitian berikutnya.

Jakarta, Januari 2018

**Penyusun**

## DAFTAR ISI

|                                                               | Halaman |
|---------------------------------------------------------------|---------|
| <b>Kata Pengantar .....</b>                                   | I       |
| <b>Daftar Isi .....</b>                                       | III     |
| <b>Daftar Tabel.....</b>                                      | VI      |
| <b>Daftar Gambar .....</b>                                    | X       |
| <b>Daftar Lampiran .....</b>                                  | XI      |
| <b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>                                | 1       |
| 1.1. Latar Belakang Masalah.....                              | 1       |
| 1.2. Perumusan Masalah .....                                  | 2       |
| 1.3. Tujuan Penelitian .....                                  | 2       |
| 1.4. Pembatasan Masalah .....                                 | 3       |
| 1.5. Manfaat Penelitian .....                                 | 3       |
| 1.6. Sistematika Penulisan .....                              | 4       |
| <b>BAB II LANDASAN TEORI .....</b>                            | 6       |
| 2.1. Penjadwalan Produksi .....                               | 6       |
| 2.1.1. Tujuan Penjadwalan Produksi.....                       | 7       |
| 2.1.2. Kriteria dalam Penjadwalan Produksi.....               | 7       |
| 2.1.3. Kriteria Pengukuran Kinerja Penjadwalan Produksi ..... | 9       |
| 2.1.4. Macam-macam Penjadwalan Produksi .....                 | 9       |
| 2.1.5. Aturan dalam Penentuan Urutan Penjadwalan Produksi ... | 11      |
| 2.2. Algoritma <i>Campbell, Dudek and Smith</i> (CDS).....    | 13      |
| 2.3. Algoritma <i>Nawaz, Ensore and Ham</i> (NEH).....        | 15      |
| 2.4. Perancangan dan Pengukuran Waktu Kerja .....             | 17      |
| 2.4.1. Perhitungan Statistik dalam Pengukuran Waktu.....      | 17      |
| 2.4.2. Pengukuran Waktu Normal.....                           | 20      |
| 2.4.3. Pengukuran Waktu Baku .....                            | 22      |
| 2.5. Penelitian Terdahulu .....                               | 23      |

|                                                              |           |
|--------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>                   | <b>26</b> |
| 3.1. Studi Pustaka.....                                      | 28        |
| 3.2. Perumusan Masalah .....                                 | 28        |
| 3.3. Tujuan Penelitian .....                                 | 28        |
| 3.4. Pengumpulan Data .....                                  | 28        |
| 3.5. Uji Validitas Data.....                                 | 30        |
| 3.6. Pengolahan Data.....                                    | 31        |
| 3.7. Analisis dan Pembahasan .....                           | 33        |
| 3.8. Kesimpulan dan Saran.....                               | 34        |
| <b>BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA .....</b>          | <b>35</b> |
| 4.1. Pengumpulan Data .....                                  | 35        |
| 4.1.1. Profil Perusahaan .....                               | 35        |
| 4.1.2. Visi dan Misi Perusahaan.....                         | 39        |
| 4.1.3. Kebijakan Sistem Manajemen Perusahaan .....           | 40        |
| 4.1.4. Struktur Organisasi dan Uraian Kerja Perusahaan.....  | 41        |
| 4.1.5. Tenaga Kerja.....                                     | 47        |
| 4.1.6. Sistem Jam Kerja .....                                | 48        |
| 4.1.7. Proses Produksi Komponen <i>Gravity Casting</i> ..... | 48        |
| 4.1.8. Rencana Jumlah Hari dan Jam Kerja .....               | 53        |
| 4.1.9. Rencana Produksi Bulan Februari 2017 .....            | 56        |
| 4.1.10. Stasiun Kerja.....                                   | 58        |
| 4.1.11. Pengukuran Waktu Siklus.....                         | 59        |
| 4.2. Pengolahan Data.....                                    | 70        |
| 4.2.1. Perhitungan Waktu Siklus ( $W_s$ ).....               | 70        |
| 4.2.2. Perhitungan Waktu Normal ( $W_n$ ).....               | 87        |
| 4.2.3. Perhitungan Waktu Baku ( $W_b$ ).....                 | 88        |
| 4.2.4. Perhitungan Kapasitas Produksi .....                  | 90        |
| 4.2.5. Penjadwalan dengan Metode CDS.....                    | 91        |
| 4.2.6. Penjadwalan dengan Metode NEH .....                   | 99        |

|                                                                                             |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....</b>                                                   | <b>115</b> |
| 5.1. Analisis Waktu Baku.....                                                               | 115        |
| 5.2. Analisis Kapasitas Produksi.....                                                       | 116        |
| 5.3. Analisis Penjadwalan dengan Metode Perusahaan dan Metode<br>Usulan .....               | 117        |
| 5.4. Analisis Perbandingan Penjadwalan Kondisi Awal Perusahaan<br>dengan Metode Usulan..... | 127        |
| <b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>                                                     | <b>129</b> |
| 6.1. Kesimpulan .....                                                                       | 129        |
| 6.2. Saran.....                                                                             | 130        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                                                                 | <b>XII</b> |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                     | Halaman |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Tabel 2.1. Iterasi Dua Mesin Algoritma CDS .....                                    | 14      |
| Tabel 2.2. Faktor Penyesuaian dengan Metode <i>Westinghouse</i> .....               | 21      |
| Tabel 2.3. Persentase Kelonggaran .....                                             | 22      |
| Tabel 4.1. Jumlah Tenaga Kerja <i>Plant Casting &amp; Machining</i> .....           | 47      |
| Tabel 4.2. Jam Kerja Karyawan <i>Plant Casting &amp; Machining</i> .....            | 48      |
| Tabel 4.3. Proses Produksi <i>Gravity Casting</i> .....                             | 49      |
| Tabel 4.4. Uraian Pekerjaan Proses <i>Casting</i> .....                             | 50      |
| Tabel 4.5. Uraian Pekerjaan Proses <i>Hammer</i> .....                              | 51      |
| Tabel 4.6. Uraian Pekerjaan Proses <i>Cutting Gate</i> .....                        | 51      |
| Tabel 4.7. Uraian Pekerjaan Proses <i>Burrtory</i> .....                            | 52      |
| Tabel 4.8. Uraian Pekerjaan Proses <i>Sand Blasting</i> .....                       | 52      |
| Tabel 4.9. Uraian Pekerjaan Proses <i>Machining</i> .....                           | 53      |
| Tabel 4.10. Waktu kerja efektif & non efektif pada jam kerja reguler .....          | 53      |
| Tabel 4.11. Waktu kerja efektif & non efektif pada jam kerja lembur .....           | 54      |
| Tabel 4.12. Rekapitulasi Jam Kerja Bulan Februari 2017 .....                        | 55      |
| Tabel 4.13. Permintaan & Waktu Penyerahan Produk Bulan Februari 2017 .....          | 58      |
| Tabel 4.14. Stasiun Kerja .....                                                     | 58      |
| Tabel 4.15. Pengukuran Waktu Siklus SK <i>Casting</i> .....                         | 60      |
| Tabel 4.16. Pengukuran Waktu Siklus SK <i>Hammer</i> .....                          | 61      |
| Tabel 4.17. Pengukuran Waktu Siklus SK <i>Cutting Gate</i> .....                    | 62      |
| Tabel 4.18. Pengukuran Waktu Siklus SK <i>Burrtory</i> .....                        | 63      |
| Tabel 4.19. Pengukuran Waktu Siklus SK <i>Sand Blasting</i> .....                   | 67      |
| Tabel 4.20. Pengukuran Waktu Siklus SK <i>Machining</i> .....                       | 68      |
| Tabel 4.21. Perhitungan Waktu Rata-rata Elemen Kerja 1 SK <i>Casting</i> .....      | 70      |
| Tabel 4.22. Rekapitulasi Waktu Siklus Rata-rata SK <i>Casting</i> .....             | 71      |
| Tabel 4.23. Perhitungan Waktu Rata-rata Elemen Kerja 1 SK <i>Hammer</i> .....       | 72      |
| Tabel 4.24. Rekapitulasi Waktu Siklus Rata-rata SK <i>Hammer</i> .....              | 72      |
| Tabel 4.25. Perhitungan Waktu Rata-rata Elemen Kerja 1 SK <i>Cutting Gate</i> ..... | 73      |

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 4.26. Rekapitulasi Waktu Siklus Rata-rata SK <i>Cutting Gate</i> .....         | 73 |
| Tabel 4.27. Perhitungan Waktu Rata-rata Elemen Kerja 1 SK <i>Burrtory</i> .....      | 74 |
| Tabel 4.28. Rekapitulasi Waktu Siklus Rata-rata SK <i>Burrtory</i> .....             | 75 |
| Tabel 4.29. Perhitungan Waktu Rata-rata Elemen Kerja 1 SK <i>Sand Blasting</i> ..... | 76 |
| Tabel 4.30. Rekapitulasi Waktu Siklus Rata-rata SK <i>Sand Blasting</i> .....        | 77 |
| Tabel 4.31. Perhitungan Waktu Rata-rata Elemen Kerja 1 SK <i>Machining</i> .....     | 77 |
| Tabel 4.32. Rekapitulasi Waktu Siklus Rata-rata SK <i>Machining</i> .....            | 78 |
| Tabel 4.33. Perhitungan Uji Kecukupan Data Elemen Kerja 1 SK <i>Casting</i> .....    | 82 |
| Tabel 4.34. Rekapitulasi Uji Validitas SK <i>Casting</i> .....                       | 83 |
| Tabel 4.35. Rekapitulasi Uji Validitas SK <i>Hammer</i> .....                        | 83 |
| Tabel 4.36. Rekapitulasi Uji Validitas SK <i>Cutting Gate</i> .....                  | 84 |
| Tabel 4.37. Rekapitulasi Uji Validitas SK <i>Burrtory</i> .....                      | 84 |
| Tabel 4.38. Rekapitulasi Uji Validitas SK <i>Sand Blasting</i> .....                 | 85 |
| Tabel 4.39. Rekapitulasi Uji Validitas SK <i>Machining</i> .....                     | 86 |
| Tabel 4.40. Rekapitulasi Waktu Siklus Komponen <i>Gravity Casting</i> .....          | 87 |
| Tabel 4.41. Perhitungan <i>Rating Factors</i> .....                                  | 87 |
| Tabel 4.42. Rekapitulasi Waktu Normal Komponen <i>Gravity Casting</i> .....          | 88 |
| Tabel 4.43. Faktor Kelonggaran ( <i>allowance</i> ) .....                            | 89 |
| Tabel 4.44. Waktu Baku Komponen <i>Gravity Casting</i> .....                         | 89 |
| Tabel 4.45. Jumlah Produksi Bulan Februari 2017.....                                 | 90 |
| Tabel 4.46. Kapasitas Produksi Bulan Februari 2017.....                              | 91 |
| Tabel 4.47. Iterasi Pertama CDS.....                                                 | 91 |
| Tabel 4.48. Total Waktu Iterasi Pertama CDS.....                                     | 92 |
| Tabel 4.49. Iterasi Kedua CDS .....                                                  | 96 |
| Tabel 4.50. Total Waktu Iterasi Kedua CDS .....                                      | 96 |
| Tabel 4.51. Iterasi Ketiga CDS .....                                                 | 97 |
| Tabel 4.52. Total Waktu Iterasi Ketiga CDS .....                                     | 97 |
| Tabel 4.53. Iterasi Keempat CDS .....                                                | 98 |
| Tabel 4.54. Total Waktu Iterasi Keempat CDS .....                                    | 98 |
| Tabel 4.55. Iterasi Kelima CDS .....                                                 | 98 |
| Tabel 4.56. Total Waktu Iterasi Kelima CDS .....                                     | 99 |

|                                                                              |     |
|------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabel 4.57. Nilai <i>Makespan</i> Setiap Iterasi .....                       | 99  |
| Tabel 4.58. Total Waktu Proses <i>Gravity Casting</i> .....                  | 99  |
| Tabel 4.59. Penjadwalan dengan urutan <i>job</i> 3 – 4 .....                 | 100 |
| Tabel 4.60. Penjadwalan dengan urutan <i>job</i> 4 – 3 .....                 | 100 |
| Tabel 4.61. Penjadwalan dengan urutan <i>job</i> 1 – 4 – 3 .....             | 101 |
| Tabel 4.62. Penjadwalan dengan urutan <i>job</i> 4 – 1 – 3 .....             | 101 |
| Tabel 4.63. Penjadwalan dengan urutan <i>job</i> 4 – 3 – 1 .....             | 101 |
| Tabel 4.64. Penjadwalan dengan urutan <i>job</i> 2 – 4 – 1 – 3 .....         | 102 |
| Tabel 4.65. Penjadwalan dengan urutan <i>job</i> 4 – 2 – 1 – 3 .....         | 102 |
| Tabel 4.66. Penjadwalan dengan urutan <i>job</i> 4 – 1 – 2 – 3 .....         | 102 |
| Tabel 4.67. Penjadwalan dengan urutan <i>job</i> 4 – 1 – 3 – 2 .....         | 103 |
| Tabel 4.68. Penjadwalan dengan urutan <i>job</i> 5 – 4 – 1 – 2 – 3 .....     | 103 |
| Tabel 4.69. Penjadwalan dengan urutan <i>job</i> 4 – 5 – 1 – 2 – 3 .....     | 103 |
| Tabel 4.70. Penjadwalan dengan urutan <i>job</i> 4 – 1 – 5 – 2 – 3 .....     | 104 |
| Tabel 4.71. Penjadwalan dengan urutan <i>job</i> 4 – 1 – 2 – 5 – 3 .....     | 104 |
| Tabel 4.72. Penjadwalan dengan urutan <i>job</i> 4 – 1 – 2 – 3 – 5 .....     | 104 |
| Tabel 4.73. Penjadwalan dengan urutan <i>job</i> 6 – 4 – 5 – 1 – 2 – 3 ..... | 105 |
| Tabel 4.74. Penjadwalan dengan urutan <i>job</i> 4 – 6 – 5 – 1 – 2 – 3 ..... | 105 |
| Tabel 4.75. Penjadwalan dengan urutan <i>job</i> 4 – 5 – 6 – 1 – 2 – 3 ..... | 106 |
| Tabel 4.76. Penjadwalan dengan urutan <i>job</i> 4 – 5 – 1 – 6 – 2 – 3 ..... | 106 |
| Tabel 4.77. Penjadwalan dengan urutan <i>job</i> 4 – 5 – 1 – 2 – 6 – 3 ..... | 106 |
| Tabel 4.78. Penjadwalan dengan urutan <i>job</i> 4 – 5 – 1 – 2 – 3 – 6 ..... | 107 |
| Tabel 4.79. Penjadwalan dengan urutan <i>job</i> 6 – 5 .....                 | 107 |
| Tabel 4.80. Penjadwalan dengan urutan <i>job</i> 5 – 6 .....                 | 108 |
| Tabel 4.81. Penjadwalan dengan urutan <i>job</i> 2 – 5 – 6 .....             | 108 |
| Tabel 4.82. Penjadwalan dengan urutan <i>job</i> 5 – 2 – 6 .....             | 108 |
| Tabel 4.83. Penjadwalan dengan urutan <i>job</i> 5 – 6 – 2 .....             | 109 |
| Tabel 4.84. Penjadwalan dengan urutan <i>job</i> 1 – 5 – 6 – 2 .....         | 109 |
| Tabel 4.85. Penjadwalan dengan urutan <i>job</i> 5 – 1 – 6 – 2 .....         | 109 |
| Tabel 4.86. Penjadwalan dengan urutan <i>job</i> 5 – 6 – 1 – 2 .....         | 110 |
| Tabel 4.87. Penjadwalan dengan urutan <i>job</i> 5 – 6 – 2 – 1 .....         | 110 |

|                                                                                           |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabel 4.88. Penjadwalan dengan urutan <i>job</i> 4 – 5 – 6 – 1 – 2 .....                  | 110 |
| Tabel 4.89. Penjadwalan dengan urutan <i>job</i> 5 – 4 – 6 – 1 – 2 .....                  | 111 |
| Tabel 4.90. Penjadwalan dengan urutan <i>job</i> 5 – 6 – 4 – 1 – 2 .....                  | 111 |
| Tabel 4.91. Penjadwalan dengan urutan <i>job</i> 5 – 6 – 1 – 4 – 2 .....                  | 111 |
| Tabel 4.92. Penjadwalan dengan urutan <i>job</i> 5 – 6 – 1 – 2 – 4 .....                  | 112 |
| Tabel 4.93. Penjadwalan dengan urutan <i>job</i> 3 – 4 – 5 – 6 – 1 – 2 .....              | 112 |
| Tabel 4.94. Penjadwalan dengan urutan <i>job</i> 4 – 3 – 5 – 6 – 1 – 2 .....              | 113 |
| Tabel 4.95. Penjadwalan dengan urutan <i>job</i> 4 – 5 – 3 – 6 – 1 – 2 .....              | 113 |
| Tabel 4.96. Penjadwalan dengan urutan <i>job</i> 4 – 5 – 6 – 3 – 1 – 2 .....              | 113 |
| Tabel 4.97. Penjadwalan dengan urutan <i>job</i> 4 – 5 – 6 – 1 – 3 – 2 .....              | 114 |
| Tabel 4.98. Penjadwalan dengan urutan <i>job</i> 4 – 5 – 6 – 1 – 2 – 3 .....              | 114 |
| Tabel 5.1. Waktu Proses Produksi Metode Perusahaan .....                                  | 117 |
| Tabel 5.2. Waktu Mulai Produksi Metode Perusahaan .....                                   | 117 |
| Tabel 5.3. Waktu Selesai Produksi Metode Perusahaan .....                                 | 118 |
| Tabel 5.4. Waktu Proses Produksi Metode CDS .....                                         | 120 |
| Tabel 5.5. Waktu Mulai Produksi Metode CDS .....                                          | 120 |
| Tabel 5.6. Waktu Selesai Produksi Metode CDS .....                                        | 121 |
| Tabel 5.7. Rekapitulasi Perhitungan NEH Aturan SPT .....                                  | 122 |
| Tabel 5.8. Waktu Proses Produksi Metode NEH aturan SPT .....                              | 123 |
| Tabel 5.9. Waktu Mulai Produksi Metode NEH aturan SPT .....                               | 123 |
| Tabel 5.10. Waktu Selesai Produksi Metode NEH aturan SPT .....                            | 124 |
| Tabel 5.11. Rekapitulasi Perhitungan NEH Aturan LPT .....                                 | 125 |
| Tabel 5.12. Waktu Proses Produksi Metode NEH aturan LPT .....                             | 125 |
| Tabel 5.13. Waktu Awal Produksi Metode NEH aturan LPT .....                               | 126 |
| Tabel 5.14. Waktu Selesai Produksi Metode NEH aturan LPT .....                            | 126 |
| Tabel 5.15. Perbandingan Penjadwalan Metode Perusahaan dengan Metode CDS<br>dan NEH ..... | 127 |
| Tabel 5.16. Jadwal Waktu Operasi Stasiun Kerja .....                                      | 128 |
| Tabel 5.17. Jadwal Waktu Operasi <i>Job</i> .....                                         | 128 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                               | Halaman |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Gambar 2.1. Pola Aliran Penjadwalan <i>Job Shop</i> .....                                     | 10      |
| Gambar 2.2. Pola Aliran Penjadwalan <i>Flow Shop</i> Murni.....                               | 10      |
| Gambar 2.3. Pola Aliran Penjadwalan <i>Flow Shop</i> Umum.....                                | 11      |
| Gambar 3.1. Kerangka Pemecahan Masalah.....                                                   | 27      |
| Gambar 4.1. Struktur Organisasi PT XYZ.....                                                   | 42      |
| Gambar 4.2. Struktur Organisasi Perencanaan Produksi dan Pengendalian<br>Persediaan (P4)..... | 45      |
| Gambar 4.3. <i>Pipe Intake</i> .....                                                          | 49      |
| Gambar 4.4. Proses Produksi <i>Gravity Casting</i> .....                                      | 49      |
| Gambar 4.5. Grafik Uji Kenormalan untuk Elemen Kerja 1 SK <i>Casting</i> .....                | 79      |
| Gambar 4.6. Grafik Uji Keseragaman WS Elemen Kerja 1 SK <i>Casting</i> .....                  | 81      |
| Gambar 5.1. <i>Gant Chart</i> Penjadwalan Metode Perusahaan.....                              | 118     |
| Gambar 5.2. <i>Gant Chart</i> Penjadwalan Metode CDS .....                                    | 121     |
| Gambar 5.3. <i>Gant Chart</i> Penjadwalan Metode NEH Aturan SPT.....                          | 124     |
| Gambar 5.4. <i>Gant Chart</i> Penjadwalan Metode NEH Aturan LPT .....                         | 126     |

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran A : Perhitungan Waktu Siklus Rata-rata

Lampiran B : Uji Validitas Data  
(Kecukupan, Kenormalan, dan Keseragaman)

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Industri otomotif di Indonesia berkembang sangat pesat. Hal ini dapat dilihat dari semakin banyaknya kendaraan bermotor yang memenuhi jalanan baik di DKI Jakarta maupun di provinsi lainnya. Meningkatnya jumlah permintaan kendaraan bermotor dengan tipe yang bervariasi, menyebabkan semakin tingginya kebutuhan akan komponen-komponen otomotif. Ini merupakan suatu peluang usaha bagi industri lainnya, baik kelas menengah maupun kelas atas, menjadi pemasok untuk memenuhi kebutuhan komponen-komponen produksi di industri otomotif. Persaingan di dunia usaha tidak hanya memperhatikan faktor mutu dan harga produk yang dihasilkan, tetapi juga memperhatikan faktor pengiriman (*delivery*). Ketiga faktor ini disebut sebagai QCD yaitu singkatan dari *quality*, *cost* dan *delivery* yang merupakan kebijakan perusahaan dalam memenangkan persaingan.

PT XYZ adalah perusahaan yang bergerak dalam bidang industri manufaktur yang memiliki beberapa pabrik, diantaranya pabrik *Plastic, Pressing & Casting* (PPC). Salah satu *Plant* di pabrik PPC adalah *Plant Casting & Machining*. *Plant* ini menghasilkan produk *aluminium gravity casting* dan *aluminium die casting* yang merupakan komponen otomotif dan komponen non otomotif dengan spesifikasi produk sesuai permintaan konsumen.

Sebagai salah satu pemasok industri otomotif di Indonesia, PT XYZ sering mengalami kesulitan dalam memenuhi permintaan konsumen secara tepat waktu. Masalah ketidaktepatan waktu pengiriman pesanan tersebut dikarenakan sistem penjadwalan produksi yang belum optimal. Selain itu, penetapan *due date* lebih sering dilakukan hanya berdasarkan intuisi dan perkiraan. Sehingga penyusunan urutan produksi yang kurang tepat dapat menjadi penyebab keterlambatan penyelesaian pesanan. Jika masalah ini tidak segera diatasi, maka resiko kehilangan pelanggan menjadi lebih besar karena kepuasan pelanggan menurun.

Oleh karena itu dilakukan penelitian tentang penjadwalan produksi yang dapat meminimalkan total waktu produksi sehingga keterlambatan pengiriman dapat dikurangi. Penelitian ini menggunakan metode *Campbell, Dudek and Smith* (CDS) dan metode *Nawaz, Ensore and Ham* (NEH) yang bertujuan menentukan urutan produksi optimal untuk meminimumkan *makespan* pada perusahaan.

## **1.2. Perumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang permasalahan di atas, rumusan permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini adalah:

1. Berapakah waktu proses masing-masing produk di setiap stasiun kerja ?
2. Berapakah kapasitas produksi yang dimiliki perusahaan dalam memenuhi pesanan konsumen?
3. Bagaimanakah penjadwalan produksi yang optimal sehingga dapat terhindar dari keterlambatan pengiriman?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Dari perumusan masalah yang sudah dijabarkan sebelumnya, maka dapat ditetapkan tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Menghitung waktu proses masing-masing produk sesuai dengan pesanan pelanggan.
2. Menghitung kapasitas produksi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pesanan.
3. Menentukan metode penjadwalan terbaik dengan metode *Campbell, Dudek and Smith* (CDS) dan metode *Nawaz, Ensore and Ham* (NEH) sehingga keterlambatan pengiriman dapat dihindari.

## **1.4. Pembatasan Masalah**

Mengingat luasnya bidang penelitian ini dan keterbatasan waktu yang tersedia, maka dalam penelitian ini diberikan batasan sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di PT XYZ pada *Plant Casting & Machining*.
2. Penjadwalan dilakukan terhadap pesanan komponen *gravity casting* yaitu *pipe intake*.
3. Data produksi diambil dari pemesanan bulan Februari 2017 dan tidak ada pesanan khusus sebagai prioritas untuk dikerjakan terlebih dahulu.
4. Efisiensi perusahaan ditetapkan sebesar 95%.
5. Waktu perpindahan atau waktu transportasi tidak diukur dalam penelitian ini dan hanya waktu proses pengerjaan komponen yang dilakukan pengukuran.
6. Proses produksi berjalan lancar tanpa ada *rework* maupun *repair* untuk memperbaiki kecacatan produk.
7. Bahan baku yang dibutuhkan selalu tersedia dengan kualitas yang baik dan tepat waktu.
8. Mesin dan *tools* dalam kondisi stabil, jenisnya sama dan siap untuk digunakan tanpa menunggu setingan.
9. Operator bekerja sesuai instruksi kerja yang ditetapkan perusahaan.

#### **1.5. Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat bagi semua pihak diantaranya sebagai berikut:

1. Dapat membantu perusahaan dalam meningkatkan efisiensi produksi dan meningkatkan kepuasan pelanggan.
2. Dapat menambah wawasan ilmu pengetahuan di bidang Teknik Industri Otomotif khususnya dalam penjadwalan produksi.
3. Dapat menambah informasi, ilmu, bahan pertimbangan dan perbandingan bagi penelitian selanjutnya secara lebih mendalam.

#### **1.6. Sistematika Penulisan**

Agar laporan ini tersusun secara sistematis dan mudah dipelajari, maka penulisan laporan tugas akhir ini disusun berdasarkan sistematika penulisan. Sistematika penulisan penelitian tugas akhir ini terdiri dari enam bab dengan perincian sebagai berikut:

**BAB I : PENDAHULUAN**

Bab ini menjelaskan gambaran umum dari penelitian berupa latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, pembatasan masalah, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

**BAB II : LANDASAN TEORI**

Bab ini berisi tentang penjelasan penjadwalan produksi dan penelitian terdahulu. Teori-teori tentang penjadwalan produksi diperoleh dari berbagai sumber seperti jurnal, literatur-literatur, buku, internet atau sumber lainnya guna mendukung pemecahan masalah yang dihadapi perusahaan.

**BAB III : METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan mengenai langkah-langkah yang dilakukan untuk memecahkan masalah secara berurutan dan sistematis mulai dari melakukan studi lapangan, studi pustaka, identifikasi masalah, tujuan penelitian yang ingin dicapai, pengumpulan data, pengolahan data, analisis masalah, usulan perbaikan, serta membuat kesimpulan dan saran.

**BAB IV : PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Bab ini berisi pengumpulan dan pengolahan data yang dibutuhkan untuk mencapai tujuan penelitian. Data yang diperoleh yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari pengambilan data langsung ke rantai produksi dan hasil wawancara dengan berbagai pihak yang berkaitan dengan proses produksi, serta data sekunder diperoleh dari dokumen dan data histori perusahaan yang dibutuhkan.

**BAB V : ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Analisis dilakukan terhadap hasil yang diperoleh, apakah dari pengolahan data sudah relevan, bisa diterapkan oleh perusahaan dan sesuai dengan tujuan penelitian yang diharapkan.

## BAB VI : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini terdiri dari kesimpulan dan saran. Kesimpulan diperoleh dari hasil penelitian yang dilakukan berdasarkan pengolahan data dan analisis masalah. Saran merupakan masukan-masukan yang dapat diterapkan perusahaan untuk perbaikan di masa yang akan datang.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1. Penjadwalan Produksi**

Penjadwalan produksi merupakan salah satu bentuk dari pengambilan keputusan yang memegang peranan penting baik di industri manufaktur maupun industri jasa. Dalam kondisi saat ini dimana kompetisi sudah demikian ketatnya, penjadwalan yang efektif menjadi hal yang diharuskan agar perusahaan dapat bertahan di pasaran.

Penjadwalan mempunyai definisi pengurutan atau pengerjaan secara menyeluruh dalam suatu lintasan produksi yang dikerjakan pada beberapa buah mesin. Masalah penjadwalan melibatkan pengerjaan beberapa komponen atau mesin yang sering disebut dengan istilah *job*. *Job* merupakan komposisi dari sejumlah elemen–elemen dasar yang disebut aktivitas atau operasi. Waktu proses merupakan aktivitas atau operasi yang membutuhkan alokasi sumber daya tertentu selama periode waktu tertentu. Penentuan alokasi sumber daya perusahaan (sumber daya manusia, sumber daya kapasitas dan peralatan produksi atau mesin–mesin serta waktu) ditujukan untuk mewujudkan sasaran penggunaan sumber daya secara efektif dan efisien sekaligus menghasilkan keluaran (*ouput*) yang tepat jumlah, tepat waktu dan tepat kualitas (Haming dan Nurmajudin, 2007).

Ginting (2009) mengutip pendapat Baker (1974) bahwa penjadwalan sebagai proses pengalokasian sumber daya untuk memilih sekumpulan tugas dalam waktu tertentu. Penjadwalan dalam sebuah lintasan produksi dapat dibedakan menjadi empat keadaan:

1. Mesin yang digunakan merupakan proses dengan mesin tunggal atau proses dengan mesin majemuk.
2. Pola aliran proses dapat berupa aliran identik atau sembarang.
3. Pola kedatangan pekerjaan dapat bersifat statis atau dinamis.
4. Sifat informasi yang diterima dapat bersifat deterministik atau stokastik.

Salah satu masalah yang cukup penting dalam sistem produksi adalah bagaimana melakukan pengaturan dan penjadwalan pekerjaan (*job*) agar pesanan dapat selesai dan sesuai dengan keinginan konsumen. Di samping itu sumber-sumber daya yang tersedia dapat dimanfaatkan seoptimal mungkin. Salah satu usaha untuk mencapai tujuan diatas adalah melakukan penjadwalan proses produksi yang baik dengan mengurangi waktu menganggur (*idle time*) pada unit-unit produksi dan meminimumkan barang yang sedang dalam proses (*work in process*). Dari definisi diatas maka terdapat dua elemen penting dalam proses penjadwalan yaitu urutan (*sequence*) *job* yang memberikan solusi optimal dan pengalokasian sumber daya (*resources*). Pekerjaan (*job order*) yang diterima diuraikan dalam bentuk kebutuhan sumber daya, waktu proses, waktu mulai dan waktu berakhirnya proses (Ginting, 2009).

#### **2.1.1. Tujuan Penjadwalan Produksi**

Ginting (2009) mengidentifikasi beberapa tujuan dari aktivitas penjadwalan yaitu sebagai berikut:

1. Meningkatkan penggunaan sumber daya atau mengurangi waktu tunggu, sehingga total waktu proses dapat berkurang dan produktivitas meningkat.
2. Mengurangi persediaan barang setengah jadi atau mengurangi sejumlah pekerjaan yang menunggu dalam antrian ketika sumber daya yang ada masih mengerjakan tugas yang lain. Teori Baker mengatakan, jika aliran kerja suatu jadwal konstan, maka antrian yang mengurangi rata-rata persediaan barang setengah jadi.
3. Mengurangi beberapa keterlambatan pada pekerjaan yang mempunyai batas waktu penyelesaian sehingga meminimasi *penalty cost* (biaya keterlambatan).
4. Membantu pengambilan keputusan mengenai perencanaan kapasitas pabrik dan jenis kapasitas yang dibutuhkan sehingga penambahan biaya yang mahal dapat dihindarkan.

#### **2.1.2. Kriteria dalam Penjadwalan Produksi**

Proses penjadwalan produksi memerlukan informasi-informasi dasar untuk setiap *order* (Ginting, 2009) yaitu:

1. *Processing time ( $t_i$ )*

Merupakan perkiraan waktu penyelesaian satu pekerjaan. Perkiraan waktu ini meliputi juga perkiraan waktu *set up* yang dibutuhkan.

2. *Due date ( $d_i$ )*

Merupakan waktu maksimal yang dapat diterima untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut. Kelebihan dari waktu yang ditetapkan merupakan suatu keterlambatan.

3. *Lateness ( $L_i$ )*

Merupakan penyimpangan antara waktu penyelesaian pekerjaan dengan batas waktu. Suatu pekerjaan akan mempunyai kelambatan positif jika diselesaikan sesudah batas waktu dan kelambatan negatif jika diselesaikan sebelum batas waktu.

4. *Tardiness ( $T_i$ )*

Merupakan ukuran waktu kelambatan positif. Jika pekerjaan diselesaikan lebih cepat dari batas waktu yang ditetapkan.

5. *Slack ( $Sl_i$ )*

Merupakan ukuran yang digunakan untuk melihat selisih waktu antara waktu proses dengan batas waktu yang sudah ditetapkan. *Slack* dapat dihitung dengan persamaan  $Sl_i = d_i - t_i$ .

6. *Completion Time ( $C_i$ )*

Merupakan rentang waktu antara saat pekerjaan dimulai ( $t = 0$ ), sampai dengan pekerjaan itu selesai.

7. *Flow Time ( $F_i$ )*

Merupakan rentang waktu antara saat pekerjaan dapat dimulai dan saat pekerjaan selesai. *Flow time* sama dengan waktu proses ditambah waktu tunggu sebelum pekerjaan diproses.

8. *Makespan (M)*

Total waktu penyelesaian pekerjaan-pekerjaan mulai dari urutan pertama yang dikerjakan pada mesin atau *work center* pertama sampai kepada urutan pekerjaan terakhir pada mesin.

## 9. Heuristic

Prosedur penyelesaian suatu masalah atau aturan ibu jari (*rule of thumb*) yang ditunjukkan untuk memproduksi hasil yang baik tetapi tidak menjamin hasil yang optimal.

### 2.1.3. Kriteria Pengukuran Kinerja Penjadwalan Produksi

Penjadwalan produksi umumnya dievaluasi dengan menghitung secara keseluruhan (agregat) dengan mengumpulkan informasi tentang semua *job*. Ukuran performansi penjadwalan biasanya merupakan fungsi dari sejumlah *completion time* dalam sebuah jadwal produksi. Ukuran performansi agregat yang bisa digunakan (Ginting, 2009) adalah:

1. *Mean Flow Time* :  $\bar{F} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n F_i$
2. *Mean Lateness* :  $\bar{L} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n L_i$
3. *Mean Tardiness* :  $\bar{T} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n T_i$
4. *Maximum Flow Time* :  $F_{\max} = \max_{1 \leq i \leq n} \{F_i\}$
5. *Maximum Tardiness* :  $T_{\max} = \max_{1 \leq i \leq n} \{T_i\}$
6. *Number of Tardy Job* :  $N_T = \sum_{i=1}^n \delta(T_i)$

dimana  $\delta(x) = 1$ , jika  $x > 0$

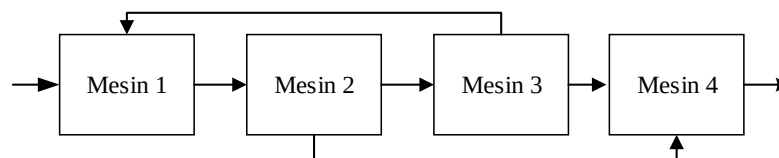
$\delta(x) = 0$ , lainnya

### 2.1.4. Macam-macam Penjadwalan Produksi

Penjadwalan secara garis besar dapat dibedakan dalam penjadwalan untuk *job shop* dan *flow shop*. Permasalahan yang membedakan antara *job shop* dan *flow shop* adalah pola aliran kerja yang tidak memiliki tahapan-tahapan proses yang sama. Penjadwalan produksi memiliki dua tipe yaitu sebagai berikut (Nasution, 2003):

### 1. Penjadwalan Produksi Tipe *Job Shop*

Yaitu proses pengurutan untuk lintasan produk yang tidak beraturan. Secara umum penjadwalan *job shop* dikenal dengan sekumpulan mesin-mesin dan sekumpulan pekerjaan yang akan dijadwalkan. Penjadwalan *job shop* adalah pola alir dari  $n$  *job* melalui  $m$  mesin dengan pola alir sembarang. Selain itu penjadwalan *job shop* dapat berarti setiap *job* dapat dijadwalkan pada satu atau beberapa mesin yang mempunyai pemrosesan sama atau berbeda. Dapat dilihat pada Gambar 2.1.



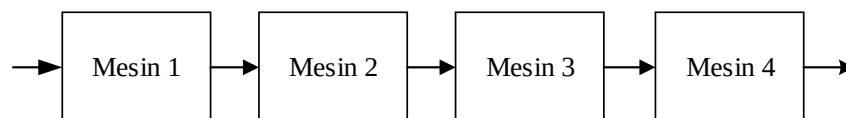
Gambar 2.1. Pola Aliran Penjadwalan *Job Shop*  
(Sumber: Nasution, 2003)

### 2. Penjadwalan Produksi Tipe *Flow Shop*

*Flow shop* adalah proses penentuan urutan pekerjaan yang memiliki lintasan produksi yang sama. Model *flow shop* operasi dari suatu pekerjaan hanya dapat bergerak satu arah yaitu dari proses awal sampai dengan proses akhir, diantara proses-proses tersebut tidak memungkinkan untuk kembali ke proses sebelumnya. Penjadwalan *flow shop* adalah pola alir dari  $n$  buah *job* yang melalui proses yang sama (searah). Penjadwalan *flow shop* dicirikan oleh adanya aliran kerja yang satu arah dan tertentu. Pada dasarnya ada beberapa macam pola *flow shop* yaitu:

#### a. *Flow shop* murni

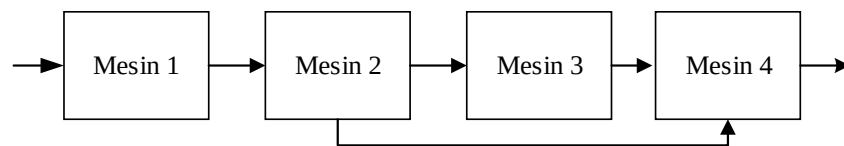
Kondisi dimana sebuah *job* diharuskan menjalani satu kali proses untuk tiap-tiap tahapan proses, misalnya, masing-masing *job* melalui mesin 1, kemudian mesin 2, mesin 3 dan seterusnya sampai dengan mesin pada proses yang paling akhir. Dapat dilihat Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Pola Aliran Penjadwalan *Flow Shop* Murni  
(Sumber: Nasution, 2003)

b. *Flow shop* umum

Kondisi dimana sebuah *job* boleh melalui seluruh mesin produksi, dimana mulai awal sampai dengan yang terakhir. Selain itu sebuah *job* boleh melalui beberapa mesin tertentu, yang mana mesin tersebut masih berdekatan dengan mesin-mesin lainnya dan masih satu arah lintasannya. Sistem produksi dengan pola *flow shop* umum dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Pola Aliran Penjadwalan *Flow Shop* Umum  
(Sumber: Nasution, 2003)

Penjadwalan *job shop* berbeda dengan penjadwalan *flow shop*, hal ini disebabkan karena (Nasution, 2003):

1. *Job shop* menangani variasi produk yang sangat banyak, dengan pola aliran yang berbeda-beda melalui pusat-pusat kerja.
2. Peralatan pada *job shop* digunakan secara bersama-sama oleh bermacam-macam *order* dalam prosesnya, sedangkan peralatan pada *flow shop* digunakan khusus hanya satu jenis produk.
3. *Job-job* yang berbeda mungkin ditentukan oleh prioritas yang berbeda pula. Hal ini mengakibatkan *order* tertentu yang dipilih harus diproses seketika pada saat *order* tersebut ditugaskan pada suatu pusat kerja.

#### 2.1.5. Aturan dalam Penentuan Urutan Penjadwalan Produksi

Pada umumnya terdapat berbagai aturan di dalam penentuan urutan pekerjaan. Berdasarkan aturan-aturan yang lazim maka pekerjaan yang harus dikerjakan terlebih dahulu adalah (Pardede, 2005):

1. Pesanan yang Diterima Paling Awal (*First-Come, First-Served* = FCFS)

Dengan aturan ini seluruh pesanan pekerjaan yang menunggu pengerjaan diurutkan berdasarkan waktu diterimanya pesanan-pesanan tersebut dari pelanggan. Pesanan yang masuk lebih awal dikerjakan pertama kali dan yang

diterima paling akhir akan dikerjakan paling belakang. Dengan demikian tidak ada kesukaran di dalam menentukan urutan pengerjaan dengan aturan ini.

2. Pesanan dengan Waktu Penyerahan Paling Awal (*Earliest Due Date* = EDD)

Dengan aturan ini penentuan urutan pekerjaan didasarkan pada waktu penyerahan dari setiap pesanan yang menunggu pekerjaan. Pesanan dengan waktu penyerahan paling awal akan dikerjakan terlebih dahulu dan pesanan dengan waktu penyerahan paling akhir akan dikerjakan belakangan.

3. Pesanan dengan Waktu Luang Paling Singkat (*Least Slack* = LS)

Waktu luang dalam hal ini adalah jumlah waktu yang tersedia (sejak pesanan diterima hingga diserahkan) dikurangi dengan jumlah waktu pengerjaan. Pesanan dengan waktu luang yang paling singkat akan dikerjakan terlebih dahulu dan pesanan dengan waktu luang yang paling panjang akan dikerjakan belakangan.

4. Pesanan dengan Waktu Pengerjaan Paling Singkat (*Shortest Processing Time* = SPT)

Pesanan dengan jumlah waktu pengerjaan yang paling singkat akan dikerjakan terlebih dahulu dan pesanan dengan jumlah waktu pengerjaan yang paling panjang akan dikerjakan belakangan.

5. Pesanan dengan Waktu Pengerjaan Paling Lama (*Lowest Processing Time* = LPT)

Pesanan dengan jumlah waktu pengerjaan yang paling panjang akan dikerjakan terlebih dahulu dan pesanan dengan jumlah waktu pengerjaan yang paling singkat akan dikerjakan belakangan.

6. Rasio Kritis (*Critical Ratio* = CR)

Rasio kritis adalah perbandingan antara jumlah waktu yang masih tersisa sebelum penyerahan pesanan dengan jumlah waktu yang masih dibutuhkan untuk menyelesaikan pesanan tersebut.

$$\begin{aligned} \text{Rasio Kritis} &= \frac{\text{jumlah waktu yang masih tersedia}}{\text{jumlah waktu yang masih dibutuhkan}} \\ &= \frac{\text{waktu penyerahan} - \text{"saat ini"}}{\text{jumlah waktu yang masih dibutuhkan}} \end{aligned}$$

Pesanan dengan waktu kritis paling singkat akan dikerjakan terlebih dahulu dan pesanan dengan waktu kritis paling panjang akan dikerjakan belakangan.

7. Pesanan Pelanggan Khusus (*Preferred-Customer Order* = PCO)

Dengan aturan ini, yang dipertimbangkan adalah pihak atau pelanggan yang memberikan pesanan pekerjaan tersebut, dan bukan pesanan itu sendiri. Pesanan yang berasal dari pelanggan besar atau pelanggan yang memberikan keuntungan besar atau pelanggan tetap akan dikerjakan terlebih dahulu, dan pesanan yang berasal dari pelanggan musiman atau pelanggan yang tidak dapat diharapkan untuk memberikan keuntungan besar akan dikerjakan belakangan.

8. Pekerjaan yang Dipilih Secara Rambang (*Random Selection* = RS)

Penentuan urutan pekerjaan dengan aturan ini adalah penentuan yang paling tidak teratur. Urutan pengerjaan ditetapkan secara sembarangan saja. Pertimbangan yang dilakukan, misalnya mudah atau tidaknya pengerjaan pesanan tersebut, jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan dan jumlah jenis bahan baku yang dibutuhkan.

## 2.2. **Algoritma Campbell, Dudek and Smith (CDS)**

Metode oleh H.G. Campbell, R.A. Dudek dan M.L. Smith didasarkan atas algoritma Johnson. Metode CDS memecahkan persoalan  $n$  job pada  $m$  mesin *flow shop* ke dalam  $m-1$  set persoalan dua mesin *flow shop* dengan membagi  $m$  mesin ke dalam dua grup, kemudian pengurutan *job* pada kedua mesin tadi menggunakan algoritma Johnson. Setelah diperoleh  $m-1$  alternatif urutan *job*, kemudian dipilih urutan dengan nilai *makespan* terkecil. Setiap pekerjaan atau *job* yang akan diselesaikan harus melewati proses pada masing-masing mesin. Pada penjadwalan ini diusahakan untuk mendapatkan harga *makespan* terkecil dari  $(m-1)$  probabilitas penjadwalan. Penjadwalan dengan *makespan* yang terkecil merupakan urutan pengerjaan *job* yang terbaik (Ginting, 2009).

Metode CDS ini adalah metode yang pertama kali ditemukan oleh Campbell, Dudek, dan Smith pada tahun 1965, yang dilakukan untuk mengurutkan  $n$  pekerjaan terhadap  $m$  mesin. *Campbell Dudek and Smith* memutuskan untuk urutan yang pertama yaitu :

$$t_{j,1}^k = t_{j,1} \text{ dan } t_{j,2}^k = t_{j,2}$$

sebagai waktu proses pada mesin pertama dan mesin terakhir. Untuk urutan kedua dirumuskan dengan :

$$t_{j,1}^k = t_{j,1} + t_{j,2}$$

$$t_{j,2}^k = t_{j,m} + t_{j,m-1}$$

sebagai waktu proses pada mesin pertama dan dua mesin terakhir untuk urutan ke- $k$  :

$$t_{j,1}^k = \sum_{i=1}^k t_{j,i}$$

$$t_{j,1}^k = \sum_{i=m+1-k}^m t_{j,i}$$

Keterangan :  $j$  = job

$i$  = mesin

$m$  = jumlah mesin yang bekerja (awal-akhir)

$k = 1, 2, 3, \dots, (m - 1)$

Berikut ini merupakan tabel iterasi dalam dua mesin

Tabel 2.1. Iterasi Dua Mesin Algoritma CDS

| K       | $t_{j,1}^k$ (total mesin pertama)                 | $t_{j,2}^k$ (total mesin kedua)                             |
|---------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 1       | $t_{j,1}$                                         | $t_{m+1-1}$                                                 |
| 2       | $t_{j,1} + t_{j,2}$                               | $t_{m+1-1} + t_{m+1-2}$                                     |
| 3       | $t_{j,1} + t_{j,2} + t_{j,3}$                     | $t_{m+1-1} + t_{m+1-2} + t_{m+1-3}$                         |
| .....   | .....                                             | .....                                                       |
| $m - 1$ | $t_{j,1} + t_{j,2} + t_{j,3} + \dots + t_{j,m-1}$ | $t_{m+1-1} + t_{m+1-2} + t_{m+1-3} + \dots + t_{m+1-(m-1)}$ |

(Sumber : Ginting, 2009)

Perhitungan ini berlangsung terus dengan ketentuan  $k = 1, 2, 3, \dots, (m - 1)$ , artinya harga perhitungan  $k$  mulai dari 1 sampai dengan  $m - 1$ , bentuk perhitungan melalui tabel-tabel iterasi ( $k$ ) dari 1 s/d  $m - 1$  tersebut dan setiap tabel memiliki urutan *job* tersendiri dan terdapat  $p$  dimana  $p = m - 1$ .

Campbell, Dudek, dan Smith mencoba metode mereka dan menguji performanya pada beberapa masalah, mereka menemukan bahwa metode CDS lebih efektif, baik untuk masalah kecil maupun masalah besar. Perhitungan metode *Campbell Dudek and Smith* dilakukan dengan tahapan-tahapan berikut (Ginting, 2009):

1. Ambil urutan pertama  $k = 1$ . Untuk seluruh tugas yang ada, cari harga  $t_{j,1}^k$  dan  $t_{j,2}^k$  yang minimal yang merupakan waktu proses mesin pertama dan kedua pada iterasi ke- $k$ .
2. Jika waktu minimum didapat pada mesin pertama (misal  $t_{j,1}^k$ ) selanjutnya tempatkan tugas tersebut pada urutan awal, bila waktu minimal didapat pada mesin kedua (misal  $t_{j,2}^k$ ) tugas tersebut ditempatkan pada urutan terakhir.
3. Pindahkan tugas-tugas tersebut dari daftarnya dan urutkan. Total waktu  $t_{1,1}$  yaitu waktu proses *job* 1 pada mesin 1. Total waktu  $t_{1,2}$  yaitu  $t_{1,1} + t_{1,2}$ . Total waktu  $t_{2,1}$  yaitu  $t_{1,1} + t_{2,1}$ . Total waktu  $t_{2,2}$  yaitu  $\max \{t_{1,2}, t_{2,1}\} + t_{2,2}$  dan seterusnya. Jika masih ada *job* yang tersisa ulangi kembali langkah 1, sebaliknya jika tidak ada lagi *job* yang tersisa berarti penjadwalan sudah selesai.

### 2.3. Algoritma Nawaz, Ensore and Ham (NEH)

Ginting (2009) menyebutkan bahwa Nawaz, Ensore dan Ham (1983) mengusulkan algoritma heuristik dalam menyelesaikan penjadwalan pada sistem produksi tipe *flowshop* yaitu *job* yang memiliki total waktu proses lebih besar dari *job* lain dengan total waktu proses yang lebih kecil, seharusnya diberi bobot yang lebih tinggi, sehingga dapat meminimumkan *makespan*. Penjadwalan  $n$  *job* terhadap  $m$  mesin menggunakan algoritma *Nawaz, Ensore and Ham* (NEH) dengan langkah-langkah sebagai berikut (Ginting, 2009):

1. Langkah 1
  - a. Jumlahkan waktu proses setiap *job*
  - b. Urutkan *job-job* menurut jumlah waktu prosesnya dimulai dari yang terbesar hingga yang terkecil.
  - c. Hasil urutan ini disebut dengan daftar pengurutan *job-job*

## 2. Langkah 2

- a. Seting  $k = 2$
- b. Ambil *job* yang menempati urutan pertama dan kedua pada daftar pengurutan *job-job*.
- c. Buat dua alternatif calon urutan parsial baru.
- d. Hitung setiap *makespan* parsial dan *mean flow time* parsial dari calon urutan parsial baru.
- e. Pilih calon urutan parsial baru yang memiliki *makespan* parsial yang terkecil. Jika ada calon urutan parsial baru yang memiliki *makespan* parsial terkecil yang sama, pilihlah calon urutan parsial baru tadi yang memiliki *mean flow time* parsial yang lebih kecil. Jika sama juga pilihlah calon urutan parsial baru tadi secara acak.
- f. Calon urutan parsial baru yang terpilih memiliki urutan parsial baru.
- g. Coret *job-job* yang diambil tadi dari daftar pengurutan *job-job*.
- h. Periksa apakah  $k = n$  (di mana  $n$  adalah jumlah *job* yang ada). Jika ya, lanjutkan ke langkah 4. Jika tidak, lanjutkan ke langkah 3.

## 3. Langkah 3

- a. Seting  $k = k+1$
- b. Ambil *job* yang menempati urutan pertama dari daftar pengurutan *job-job*.
- c. Hasilkan sebanyak  $k$  calon urutan parsial baru dengan memasukkan *job* yang diambil ke dalam setiap slot urutan parsial sebelumnya.
- d. Hitung setiap *makespan* parsial dan *mean flow time* parsial dari calon urutan parsial baru.
- e. Pilih calon urutan parsial baru yang memiliki *makespan* parsial yang terkecil. Jika ada calon urutan parsial baru yang memiliki *makespan* parsial terkecil yang sama, pilihlah calon urutan parsial baru tadi yang memiliki *mean flowtime* parsial yang lebih kecil. Jika sama juga pilihlah calon urutan parsial baru tadi secara acak.
- f. Calon urutan parsial baru yang dipilih menjadi urutan parsial baru.
- g. Coret *job-job* yang diambil tadi dari daftar pengurutan *job-job*.

h. Periksa apakah  $k = n$  (di mana  $n$  adalah jumlah *job* yang ada). Jika ya, lanjutkan ke langkah 4. Jika tidak, lanjutkan ke langkah 3

4. Langkah 4

Urutan parsial baru menjadi urutan *final* dan berhenti.

## 2.4. Perancangan dan Pengukuran Waktu Kerja

Salah satu faktor produksi yang diperlukan pada perusahaan adalah karyawan. Tenaga kerja di sini harus mematuhi peraturan yang telah menjadi persyaratan dalam perusahaan. Pengukuran waktu merupakan usaha untuk mengetahui berapa lama yang dibutuhkan operator untuk menyelesaikan suatu pekerjaan dengan wajar dan dalam rancangan sistem kerja yang terbaik. Pengukuran waktu kerja bertujuan untuk mengevaluasi dan mengoptimalkan suatu pekerjaan.

### 2.4.1. Perhitungan Statistik dalam Pengukuran Waktu

Terdapat beberapa perhitungan statistik yang berkaitan dengan pengukuran waktu, di antaranya adalah:

1. Sub Grup

Sub grup dipergunakan untuk menentukan Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB), sub grup ini adalah hasil dari pengelompokan data-data hasil pengamatan (Sutalaksana, 2006).

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

Keterangan :

$\bar{x}$  = nilai rata-rata tiap sub grup

$x_i$  = nilai pengamatan ke- $i$

$n$  = jumlah data setiap sub grup

2. Nilai Rata-rata

Menggambarkan bagaimana suatu data itu cenderung memusat ke suatu ukuran atau nilai tertentu, dengan rumus sebagai berikut.

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum \bar{x}}{k}$$

Keterangan :

$\bar{\bar{x}}$  = nilai rata-rata data keseluruhan

$\bar{x}$  = nilai rata-rata tiap sub grup

k = jumlah sub grup

### 3. Standar Deviasi

Menyatakan sejauh mana menyebarkan sekumpulan data terhadap nilai rata-ratanya, dengan rumus sebagai berikut (Sutalaksana, 2006).

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{\bar{x}})^2}{N - 1}}$$

Keterangan :

$\sigma$  = standar deviasi

$\bar{\bar{x}}$  = nilai rata-rata data keseluruhan

$x_i$  = nilai pengamatan ke-*i*

N = jumlah pengamatan

### 4. Standar Deviasi Rata-rata Sub Grup

Standar deviasi rata-rata sub grup dari hasil standar deviasi dibagi dengan besarnya sub grup (Sutalaksana, 2006).

$$\sigma_x = \frac{\sigma}{\sqrt{k}}$$

Keterangan :

$\sigma_x$  = standar deviasi sub grup

$\sigma$  = standar deviasi

k = jumlah sub grup

### 5. Tingkat Ketelitian dan Tingkat Keyakinan

Tingkat ketelitian menunjukkan penyimpangan maksimum hasil pengukuran dan waktu penyelesaian sebenarnya, sedangkan tingkat keyakinan menunjukkan besarnya keyakinan pengukur bahwa hasil yang diperoleh memenuhi syarat ketelitian tadi. Penyimpangan maksimum hasil pengukuran dari waktu sebenarnya ditentukan oleh tingkat ketelitian. Besarnya keyakinan pengukuran bahwa hasil yang diperoleh memenuhi syarat ketelitian dan tingkat keyakinan biasanya dinyatakan dalam persen. Aktivitas pengukuran kerja

biasanya menggunakan tingkat ketelitian 5% dan tingkat keyakinan 95%. Artinya, dari 100% harga rata-rata waktu yang diukur untuk suatu elemen kerja sebesar 95% adalah hasil yang ingin diperoleh atau data menyimpang sebesar 5% (Wignjosoebroto, 2006).

#### 6. Pengujian Kenormalan Data

Uji normalitas berguna untuk membuktikan data dari sampel yang dimiliki berasal dari populasi berdistribusi normal atau data populasi yang dimiliki berdistribusi normal. Banyak sekali teknik pengujian normalitas suatu distribusi data yang telah dikembangkan oleh para ahli. Beberapa teknik yang bisa digunakan untuk menguji normalitas secara analitis yaitu melalui rumus *Kolmogorov-Smirnov* dan *Shapiro-wilk*. Sedangkan uji normalitas secara deskriptif dilakukan melalui Q-Q Plot, Box Plot, Histogram, Kurtosis dan Skweness.

Uji *Kolmogorov-Smirnov* merupakan pengujian normalitas yang banyak dipakai, terutama setelah adanya banyak program statistik yang beredar. Kelebihan dari uji ini adalah sederhana dan tidak menimbulkan perbedaan persepsi diantara satu pengamat dengan pengamat yang lain, yang sering terjadi pada uji normalitas dengan menggunakan grafik (Sugiyono, 2010).

#### 7. Pengujian Keseragaman Data

Suatu data dikatakan seragam jika semua data berada diantara dua batas kontrol, yaitu batas kontrol atas dan batas kontrol bawah. Adapun perumusan dari batas kontrol atas dan batas kontrol bawah untuk adalah sebagai berikut (Sutalaksana, 2006):

$$BKA = \bar{\bar{x}} + K\sigma_x \text{ dan } BKB = \bar{\bar{x}} - K\sigma_x$$

Keterangan :

$\bar{\bar{x}}$  = nilai rata-rata data keseluruhan

$\sigma_x$  = standar deviasi sub grup

K = konstanta untuk tingkat kepercayaan (95% maka  $K = 1,96 \sim 2$ )

#### 8. Pengujian Kecukupan Data

Dilakukan untuk menjamin agar karakteristik populasi sudah digambarkan oleh karakteristik yang digunakan, karena semakin banyak jumlah pengamatan

maka hasil yang diharapkan akan lebih baik dan juga usaha/biaya yang dibutuhkan akan semakin besar, untuk itu perlu ditentukan secara pasti berapa ukuran sampel yang sesungguhnya dengan usaha yang wajar/normal tanpa menimbulkan bias terhadap karakteristik populasi. Untuk mengetahui apakah data sudah mencukupi atau belum dapat digunakan rumus berikut (Wignjosoebroto, 2006).

$$N' = \left[ \frac{K/S \sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

Keterangan :

K = konstanta untuk tingkat kepercayaan (95% maka K = 1,96 ~ 2)

S = konstanta untuk tingkat ketelitian (95%, berarti 5% = 0,05)

Sehingga untuk tingkat kepercayaan 95% dan tingkat ketelitian 5% diperoleh rumus sebagai berikut.

$$N' = \left[ \frac{2/0,05 \sqrt{N \sum xi^2 - (\sum xi)^2}}{\sum xi} \right]^2$$

$$N' = \left[ \frac{40 \sqrt{N \sum xi^2 - (\sum xi)^2}}{\sum xi} \right]^2$$

#### 2.4.2. Pengukuran Waktu Normal

Waktu normal merupakan waktu yang diperlukan untuk seorang operator yang terlatih dan memiliki keterampilan rata-rata untuk melaksanakan suatu aktivitas dalam kondisi dan kecepatan normal. Waktu normal tidak dipengaruhi waktu kelonggaran yang diperlukan untuk melepas lelah, kebutuhan pribadi, atau adanya keterlambatan. Waktu normal diperoleh dengan cara mengalikan waktu rata-rata dengan *performance rating*, dengan rumus (Ginting, 2009):

|                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------|
| $\text{Waktu Normal (Wn)} = \text{Waktu rata-rata} \times (1 + \text{Rating factor})$ |
|---------------------------------------------------------------------------------------|

*Rating factor* adalah faktor yang diperoleh dengan membandingkan kecepatan bekerja seseorang (operator) dengan kecepatan normal menurut ukuran si peneliti. *Performance rating* (p) disebut juga dengan faktor penyesuaian, faktor ini diperhitungkan jika pengukur berpendapat bahwa operator bekerja dengan kecepatan tidak wajar, jika pekerja bekerjanya terlalu cepat  $p > 1$ , lambat  $P < 1$ , kalau normal  $p = 1$ .

Salah satu metode dalam menentukan besar faktor penyesuaian yang umumnya digunakan yaitu metode *Westinghouse* (Wignjosoebroto, 2006). Metode *Westinghouse* adalah metode yang mengarahkan penilaian pada 4 faktor yang dianggap menentukan kewajaran atau ketidakwajaran. Keempat faktor tersebut adalah keterampilan (*skill*), usaha (*effort*), kondisi kerja (*condition*) dan konsistensi (*consistency*). Berikut tabel penyesuaian menurut metode *Westinghouse*.

Tabel 2.2. Faktor Penyesuaian dengan Metode *Westinghouse*

| Westinghouse Rating Factors |    |             |             |    |           |
|-----------------------------|----|-------------|-------------|----|-----------|
| Skill                       |    |             | Effort      |    |           |
| 0,15                        | A1 | Super Skill | 0,13        | A1 | Excessive |
| 0,13                        | A2 |             | 0,12        | A2 |           |
| 0,11                        | B1 | Excellent   | 0,1         | B1 | Excellent |
| 0,08                        | B2 |             | 0,08        | B2 |           |
| 0,06                        | C1 | Good        | 0,05        | C1 | Good      |
| 0,03                        | C2 |             | 0,02        | C2 |           |
| 0                           | D  | Average     | 0           | D  | Average   |
| -0,05                       | E1 | Fair        | -0,04       | E1 | Fair      |
| -0,1                        | E2 |             | -0,08       | E2 |           |
| -0,16                       | F1 | Poor        | -0,12       | F1 | Poor      |
| -0,22                       | F2 |             | -0,17       | F2 |           |
| Condition                   |    |             | Consistency |    |           |
| 0,06                        | A  | Ideal       | 0,04        | A  | Perfect   |
| 0,04                        | B  | Excellent   | 0,03        | B  | Excellent |
| 0,02                        | C  | Good        | 0,01        | C  | Good      |
| 0                           | D  | Average     | 0           | D  | Average   |
| -0,03                       | E  | Fair        | -0,02       | E  | Fair      |
| -0,07                       | F  | Poor        | -0,04       | F  | Poor      |

(Sumber : Wignjosoebroto, 2006)

### 2.4.3. Pengukuran Waktu Baku

Waktu baku adalah waktu yang dibutuhkan secara wajar oleh seorang pekerja normal untuk menyelesaikan suatu pekerjaan yang dijalankan dalam sistem kerja terbaik, dengan rumus (Ginting, 2009):

$$\text{Waktu Baku (Wb)} = \text{Waktu normal} \times (1 + \text{Allowance})$$

Waktu longgar yang dibutuhkan dan akan menginterupsi proses produksi ini bisa diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu (Wignjosoebroto, 2006) kelonggaran waktu untuk kebutuhan personal (*personal allowance*), kelonggaran waktu untuk melepaskan lelah (*fatigue allowance*) dan kelonggaran waktu karena keterlambatan (*delay allowance*).

Tabel 2.3. Persentase Kelonggaran

| Faktor                                            |             | Kelonggaran (%) |          |
|---------------------------------------------------|-------------|-----------------|----------|
| Kebutuhan Pribadi                                 |             |                 |          |
| Pria                                              |             | 0 – 2,5         |          |
| Wanita                                            |             | 2 – 5,0         |          |
| Keadaan Lingkungan                                |             |                 |          |
| Bersih, Sehat, Tidak Bising                       |             | 0               |          |
| Siklus Kerja Berulang - Ulang Antara 5 - 10 Detik |             | 0 – 1           |          |
| Siklus Kerja Berulang - Ulang Antara 0 - 5 Detik  |             | 1 – 3           |          |
| Sangat Bising                                     |             | 0 – 5           |          |
| Ada Faktor Penurunan Kualitas                     |             | 0 – 5           |          |
| Ada Getaran Lantai                                |             | 5 – 10          |          |
| Keadaan Yang Luar Biasa                           |             | 5 – 10          |          |
| Tenaga yang Dikeluarkan                           |             | Pria            | Wanita   |
| Dapat Diabaikan                                   | Tanpa Beban | 0               |          |
| Sangat Ringan                                     | 0 - 2.25 Kg | 0 - 6           | 0 - 6    |
| Ringan                                            | 2.25 - 9 Kg | 6 - 7.5         | 6 – 7,5  |
| Sedang                                            | 9 - 18 Kg   | 7,5 - 12        | 7,5 - 16 |
| Berat                                             | 18 - 27 Kg  | 12 - 19         | 16 - 30  |
| Sangat Berat                                      | 27 - 50 Kg  | 19 - 30         |          |
| Luar Biasa Berat                                  | > 50 Kg     | 30 - 50         |          |

Lanjut...

Tabel 2.3. Persentase Kelonggaran (Lanjutan)

| FAKTOR                                               | KELONGGARAN (%) |         |
|------------------------------------------------------|-----------------|---------|
| Sikap Kerja                                          |                 |         |
| Duduk                                                | 0 – 1           |         |
| Berdiri Di Atas Dua Kaki                             | 1 – 2,5         |         |
| Berdiri Di Atas Satu Kaki                            | 2,5 – 4         |         |
| Berbaring                                            | 2,5 – 4         |         |
| Membungkuk                                           | 4 – 10          |         |
| Gerakan Kerja                                        |                 |         |
| Normal                                               | 0               |         |
| Agak Terbatas                                        | 0 - 5           |         |
| Sulit                                                | 0 - 5           |         |
| Anggota Badan Terbatas                               | 5 - 10          |         |
| Seluruh Badan Terbatas                               | 10 - 15         |         |
| Kelelahan Mata                                       | Terang          | Buruk   |
| Pandangan Terputus                                   | 0               | 1       |
| Pandangan Terus Menerus                              | 2               | 2       |
| Pandangan Terus Menerus Dengan Faktor Berubah – Ubah | 2               | 5       |
| Pandangan Terus Menerus Dengan Fokus Tetap           | 4               | 8       |
| Temperatur Tempat Kerja ( C )                        | Normal          | Lembab  |
| Beku                                                 | > 10            | > 12    |
| Rendah                                               | 10 – 0          | 12 – 5  |
| Sedang                                               | 5 – 0           | 8 - 0   |
| Normal                                               | 0 – 5           | 0 - 8   |
| Tinggi                                               | 5 – 40          | 8 - 100 |
| Sangat tinggi                                        | > 40            | > 100   |

(Sumber: Wignjosoebroto, 2006)

## 2.5. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu menjadi salah satu acuan dalam melakukan penelitian sehingga dapat memperkaya teori yang digunakan dalam mengkaji penelitian yang dilakukan. Ada beberapa penelitian terdahulu yang dijadikan referensi di dalam penulisan laporan tugas akhir ini, diantaranya :

Li, etc (2015) dalam *Procedia Manufacturing Journal* yang berjudul “*The Relationship between Maximum Completion Time and Total Completion Time in*

*Flowshop Production*” menyatakan bahwa utilisasi dan persediaan *work-in-process* (WIP) merupakan dua masalah manajerial dalam sistem manufakturing. Keduanya saling berhubungan satu sama lain dalam mencapai tujuan penjadwalan produksi.

Minimisasi waktu penyelesaian maksimum berkaitan dengan peningkatan utilisasi jalur aliran proses, sementara minimalisasi waktu penyelesaian rata-rata berhubungan dengan pengelolaan persediaan WIP. Namun, kedua hal tersebut dinilai tidak konsisten walaupun waktu penyelesaian maksimum merupakan bagian dari waktu penyelesaian rata-rata.

Dalam jurnal ini, para peneliti mengusulkan sebuah tujuan baru untuk produksi *flowshop* dalam menyeimbangkan ketidakkonsistenan antara dua tujuan tersebut. Para peneliti melakukan uji performansi penjadwalan heuristik dengan menggunakan *Taillard's Benchmark* dengan percobaan 20, 50, 100, 200 atau 500 pekerjaan dan jumlah mesin 5, 10 atau 20. Penelitian ini menunjukkan bahwa metode *Nawaz, Ensore and Ham (NEH)* memberikan hasil *maximum completion time* ( $C_{max}$ ) paling kecil dibanding metode *Campbell, Dudek and Smith (CDS)*.

Panjaitan, dkk (2014) dalam jurnal yang berjudul “Penjadwalan Produksi *Flow Shop* Menggunakan Metode *Campbell Dudek Smith (CDS)* dan *Nawaz Ensore Ham (NEH)*” menyatakan bahwa PT. XYZ memiliki masalah dalam ketidaktepatan jadwal pengiriman pesanan. Hal ini disebabkan oleh jadwal produksi yang tidak tepat atau sistem penjadwalan produksi yang belum optimal. Tujuan penelitian ini adalah untuk meminimasi *makespan*. Berdasarkan hasil perhitungan, penjadwalan produksi dengan metode CDS dan metode NEH dapat meminimumkan *makespan* sebesar 371,625 menit.

Hasil penelitian ini menunjukkan baik metode *Metode Campbell Dudek Smith (CDS)* maupun *Nawaz Ensore Ham (NEH)* menghasilkan pengurangan *makespan* dengan nilai yang sama. Tetapi, Berdasarkan cara pengolahan datanya, metode NEH lebih unggul dari metode CDS karena lebih teliti dalam menghitung kemungkinan urutan *job* yang dijadwalkan.

Penelitian selanjutnya yaitu oleh Kurniawati dan Karim (2016) dalam Jurnal Sains, Teknologi dan Industri “Penjadwalan Produksi *Flowshop* dengan

Metode *Ignall-Scharge* dan Algoritma *Nawaz, Ensore and Ham* (NEH) di CV. Bestone Indonesia” menyatakan bahwa penjadwalan produksi yang diterapkan di CV. Bestone Indonesia selama ini hanya menggunakan metode intuitif. Tujuan penelitian ini mencari kombinasi urutan pengerjaan produk yang memiliki *makespan* paling minimum.

Metode *Ignall-scharge* dan NEH menjadi alat untuk menyelesaikan masalah dalam perusahaan. Kedua metode tersebut memiliki karakter yang berbeda. *Ignall-scharge* memiliki karakter dalam menyelesaikan masalah kombinasi dengan strategi pengurangan jumlah perhitungan. Sedangkan NEH memiliki karakter dalam menyelesaikan masalah dengan strategi *job* terlama pada urutan awal.

Hasil dari penelitian ini adalah nilai *makespan* yang dihasilkan dari pengolahan menggunakan metode *Ignall-Scharge* dan NEH memiliki selisih waktu 64,27 detik lebih cepat dari penjadwalan yang diterapkan oleh CV. Bestone Indonesia, sehingga metode ini layak untuk diterapkan perusahaan.

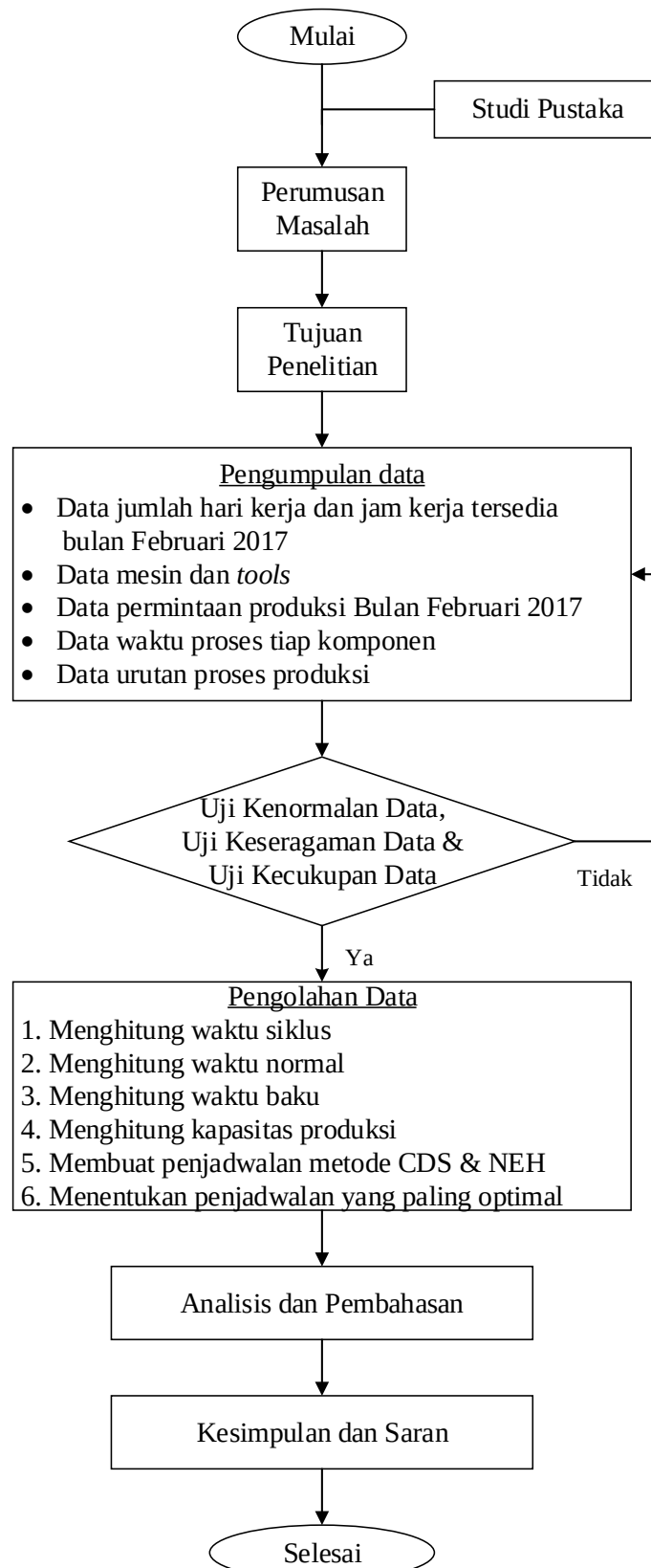
### **BAB III**

#### **METODOLOGI PENELITIAN**

Dalam menyelesaikan suatu permasalahan diperlukan langkah-langkah yang terstruktur dan sistematis agar tujuan-tujuan penelitian dapat tercapai. Langkah-langkah ini kemudian dirangkum dan diformulasikan secara sistematis dan terukur yang disebut metodologi penelitian. Tipe data pada penelitian ini menggunakan tipe data kuantitatif. Penelitian kuantitatif dilakukan dengan suatu teori sebagai titik tolaknya atau verifikasi teori yang melandasi perumusan masalah atau pertanyaan, pengujian data dan pengambilan keputusan. Data yang telah ada diolah, dianalisis atau diuji kemudian diambil kesimpulan berdasarkan teori yang telah dipelajari.

Penelitian dilakukan di PT XYZ yang beralamat di Jl. Raya Narogong KM 26 Cileungsi Kabupaten Bogor 16820. Observasi dilakukan secara langsung ke lapangan dengan melihat proses produksi komponen *gravity casting*, mengukur waktu siklus tiap proses produksi dan menganalisis kapasitas produksi di tiap stasiun kerja. Waktu pelaksanaan penelitian yaitu pada 19 Januari 2017 sampai dengan 18 Maret 2017. Objek yang diamati dalam penelitian ini adalah proses produksi komponen otomotif melalui proses *gravity casting*. Pengukuran waktu dilakukan pada proses produksi komponen *Pipe Intake* dengan Metode Jam Henti (*Stopwatch Time Study*) menggunakan alat ukur waktu *stopwatch*.

Penelitian dimulai dengan melihat kondisi di lantai produksi secara langsung dan melakukan wawancara dengan bagian produksi yang terlibat langsung dengan objek pengamatan. Data yang diperoleh berupa data primer dan data sekunder. Data primer yaitu data yang diperoleh langsung tanpa perantara, hasil observasi dan data mengenai segala hal yang berkaitan dengan data waktu siklus dari setiap elemen kerja pada proses produksi. Sedangkan data sekunder adalah data yang diperoleh dari data yang telah diteliti dan dikumpulkan oleh pihak lain yang berkaitan dengan permasalahan. Kerangka pemecahan masalah dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.1. berikut.



Gambar 3.1. Kerangka Pemecahan Masalah

### **3.1. Studi Pustaka**

Studi pustaka diperlukan untuk memperoleh teori-teori yang mendukung pemecahan masalah, dalam hal ini teori-teori mengenai penjadwalan produksi yang optimal. Studi pustaka dilakukan dengan cara mengumpulkan dan mempelajari data-data kepustakaan baik yang diperoleh dari buku-buku, jurnal, maupun literatur lainnya yang berhubungan dengan permasalahan yang dihadapi sehingga dapat membantu penyusunan tugas akhir ini.

### **3.2. Perumusan Masalah**

Masalah diketahui melalui observasi lapangan dan penentuan objek penelitian, maka perumusan masalah dapat dihasilkan seperti yang telah diuraikan pada bab I.

### **3.3. Tujuan Penelitian**

Setelah mengidentifikasi dan merumuskan masalah, maka langkah selanjutnya adalah menentukan tujuan penelitian yang telah diuraikan pada bab I.

### **3.4. Pengumpulan Data**

Pengumpulan data merupakan faktor penting dalam mencapai keberhasilan penelitian. Metode pengumpulan data merupakan teknik atau cara yang dilakukan untuk mengumpulkan data. Jenis data yang diperlukan yaitu data primer dan data sekunder. Data primer pada penelitian ini yaitu waktu siklus produksi yang diukur mulai dari waktu proses *casting* sampai proses *machining*. Pengukuran waktu siklus dilakukan secara langsung dengan metode *stopwatch time study* dengan jumlah pengamatan sebanyak 30 pengamatan ( $N = 30$ ). Sedangkan data sekunder pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### **1. Profil Perusahaan**

Data ini menjelaskan tentang jenis usaha yang dijalankan oleh PT XYZ dan sejarah singkat mengenai berdirinya perusahaan.

2. Visi dan Misi Perusahaan

Data ini menjelaskan tentang visi dan misi yang dijalankan PT XYZ, serta prinsip-prinsip untuk mengoptimalkan nilai-nilai perusahaan.

3. Kebijakan Sistem Manajemen Perusahaan

Data ini menjelaskan tentang kebijakan sistem manajemen PT XYZ yang diberlakukan di seluruh jajaran perusahaan.

4. Struktur Organisasi dan Uraian Kerja Perusahaan

Struktur organisasi dan uraian kerja yang dijelaskan secara garis besar pada penelitian ini yaitu struktur organisasi PT XYZ secara keseluruhan dan struktur organisasi pada bagian Perencanaan Produksi dan Pengendalian Persediaan (P4).

5. Tenaga Kerja

Data ini berisikan jumlah tenaga kerja yang terdapat di *Plant Casting & Machining*.

6. Sistem Jam Kerja

Data ini berisikan jadwal waktu kerja karyawan di *Plant Casting & Machining*.

7. Proses Produksi Komponen *Gravity Casting*

Data ini menjelaskan alur proses produksi komponen-komponen yang menjadi objek pengamatan. Dalam penelitian ini, pengamatan dilakukan pada proses produksi *gravity casting* yang ada di *Plant Casting & Machining*.

8. Rencana Jumlah Hari dan Jam Kerja

Data ini berisikan waktu yang tersedia pada perusahaan untuk memenuhi permintaan konsumen pada periode tertentu. Waktu tersedia meliputi waktu kerja reguler dan waktu kerja lembur.

9. Rencana Produksi Bulan Februari 2017

Data rencana produksi berguna untuk menghitung kebutuhan kapasitas produksi yang dibutuhkan perusahaan dalam memenuhi semua pesanan. Data permintaan yang diambil adalah data bulan Februari 2017 untuk permintaan produk *gravity casting*.

#### 10. Data Stasiun Kerja

Data ini berisikan jumlah mesin dan *tools* di setiap stasiun kerja yang digunakan pada proses produksi *gravity casting*.

### 3.5. Uji Validitas Data

Waktu siklus yang telah diperoleh perlu diuji keakuratannya melalui uji validitas data. Uji validitas data yang dilakukan pada penelitian ini yaitu uji kenormalan data, uji keseragaman data dan uji kecukupan data.

#### 1. Uji Kenormalan Data

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah distribusi data yang diperoleh dari sampel tersebut berdistribusi normal atau tidak. Uji kenormalan data pada penelitian ini menggunakan metode *Kolmogorov Smirnov* dengan *software* Minitab 14. Hasil dari pengujian ini akan menentukan keputusan apakah sampel yang diperoleh berdistribusi normal atau tidak. Apabila nilai *p-value* > 0,05 (nilai  $\alpha$  / taraf signifikansi) maka data berdistribusi normal, sehingga dapat dilanjutkan ke tahap uji selanjutnya.

#### 2. Uji Keseragaman Data

Suatu data dinyatakan seragam jika semua data berada diantara dua batas kontrol, yaitu batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB). Rumus yang digunakan untuk menentukan BKA dan BKB dengan tingkat keyakinan 95% ( $K = 1,96$ ) adalah :

$$BKA = \bar{x} + K\sigma_x \text{ dan } BKB = \bar{x} - K\sigma_x$$

#### 3. Uji Kecukupan Data

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah data hasil pengamatan yang telah diambil sudah cukup mewakili populasinya, bila belum maka perlu diadakan pengamatan tambahan hingga cukup mewakili populasinya. Pada penelitian ini, digunakan tingkat keyakinan 95% dan tingkat ketelitian 5%, maka persamaan dalam uji kecukupan data adalah sebagai berikut:

$$N' = \left[ \frac{40 \sqrt{N \sum xi^2 - (\sum xi)^2}}{\sum xi} \right]^2$$

### 3.6. Pengolahan Data

Pengolahan data dalam penelitian ini dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Menghitung Waktu Siklus ( $W_s$ )

Waktu siklus diperoleh dengan cara membagi total waktu pengukuran semua data pada setiap stasiun kerja dengan banyaknya jumlah pengamatan.

2. Menghitung Waktu Normal ( $W_n$ )

Waktu normal diperoleh dengan cara mengalikan waktu rata-rata dengan *performance rating* dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Waktu Normal (} W_n \text{)} = \text{Waktu Siklus} \times \text{Performans Rating (\%)}$$

*Performans Rating* adalah faktor yang diperoleh dengan membandingkan kecepatan bekerja seseorang operator dengan kecepatan normal. Metode *Westinghouse* digunakan sebagai faktor penyesuaian pada penelitian ini.

3. Menghitung Waktu Baku ( $W_b$ )

Waktu baku ( $W_b$ ) dihasilkan dari perkalian waktu normal ( $W_n$ ) dengan faktor kelonggaran (*allowance*) operator pada masing-masing stasiun kerja.

4. Menghitung Kapasitas Produksi yang Dibutuhkan

Perhitungan kapasitas produksi yang dibutuhkan untuk memenuhi permintaan pelanggan dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\frac{\text{waktu proses (menit)} \times \text{target produksi(unit)}}{\text{jumlah mesin(unit)} \times \text{output(unit)}}$$

5. Membuat Penjadwalan dengan Metode CDS

Perhitungan penjadwalan dengan metode CDS menggunakan pengurutan 6 *job* terhadap 6 stasiun kerja. Banyaknya kombinasi urutan *job* atau iterasi ( $k$ ) yang akan dilakukan dicari dengan menggunakan rumus  $k = m - 1$ . Dimana  $m$  adalah banyaknya stasiun kerja, karena jumlah stasiun kerja perusahaan ini ada 6 maka  $k = 6 - 1 = 5$  sehingga iterasi yang dilakukan yaitu lima kali iterasi. Iterasi dilakukan dengan menentukan waktu proses  $t^*_{i,1}$  dan  $t^*_{i,2}$  lalu dicari

waktu yang paling minimal. Penentuan waktu proses yang diiterasi adalah sebagai berikut :

a) Iterasi pertama ( $k_1$ )

Waktu proses untuk  $t_{1,1}$  diambil dari waktu proses *casting* sedangkan  $t_{1,2}$  diambil dari waktu proses *machining*.

b) Iterasi kedua ( $k_2$ )

Waktu proses untuk  $t_{2,1}$  diambil dari penjumlahan waktu proses *casting* dan waktu proses *hammer*, sedangkan  $t_{2,2}$  diambil dari penjumlahan waktu proses *sand blasting* dan waktu proses *machining*.

c) Iterasi ketiga ( $k_3$ )

Waktu proses untuk  $t_{3,1}$  diambil dari penjumlahan waktu proses *casting*, waktu proses *hammer* dan waktu proses *cutting gate*, sedangkan  $t_{3,2}$  diambil dari penjumlahan waktu proses *burrytory*, waktu proses *sand blasting* dan waktu proses *machining*.

d) Iterasi keempat ( $k_4$ )

Waktu proses untuk  $t_{4,1}$  diambil dari penjumlahan waktu proses *casting*, waktu proses *hammer*, waktu proses *cutting gate* dan waktu proses *burrytory* sedangkan  $t_{4,2}$  diambil dari penjumlahan waktu proses *cutting gate*, waktu proses *burrytory*, waktu proses *sand blasting* dan waktu proses *machining*.

e) Iterasi kelima ( $k_5$ )

Waktu proses untuk  $t_{5,1}$  diambil dari penjumlahan waktu proses *casting*, waktu proses *hammer*, waktu proses *cutting gate*, waktu proses *burrytory* dan waktu proses *sand blasting* sedangkan  $t_{5,2}$  diambil dari penjumlahan waktu proses *hammer*, waktu proses *cutting gate*, waktu proses *burrytory*, waktu proses *sand blasting* dan waktu proses *machining*.

Waktu minimum yang didapat pada SK pertama ditempatkan pada urutan awal, sedangkan waktu minimum didapat pada SK kedua ditempatkan pada urutan terakhir. Selanjutnya *job-job* diurutkan dari waktu proses paling kecil sampai paling besar. Total waktu  $t_{1,1}$  yaitu waktu proses *job 1* pada mesin 1. Total waktu  $t_{1,2}$  yaitu  $t_{1,1} + t_{1,2}$ . Total waktu  $t_{2,1}$  yaitu  $t_{1,1} + t_{2,1}$ . Total waktu  $t_{2,2}$  yaitu

$\max \{t_{1,2}, t_{2,1}\} + t_{2,2}$  dan seterusnya. Setelah *job-job* diurutkan maka dapat ditentukan urutan *job* yang memiliki nilai *makespan* terkecil.

#### 6. Membuat Penjadwalan dengan Metode NEH

Prinsip metode NEH adalah mencari solusi terbaik dengan cara menukar posisi *job* sehingga diperoleh berbagai kemungkinan urutan pekerjaan untuk mencapai hasil yang terbaik. Banyaknya iterasi yang dilakukan pada metode NEH ini yaitu sebanyak  $[n*(n+1)/2]-1$  iterasi, dimana  $n$  merupakan jumlah *job* yang akan dijadwalkan. Pada penelitian ini terdapat 6 *job* sehingga didapatkan 20 kali urutan penjadwalan. Langkah awal yang dilakukan dalam metode NEH adalah menghitung jumlah total waktu proses setiap *job*, kemudian melakukan pengurutan berdasarkan SPT (*shortest processing time*) dan LPT (*lowest processing time*).

Berdasarkan perhitungan diatas pengurutan *job* adalah sebagai berikut :

- a) Menghitung jumlah total waktu proses setiap *job*.
- b) Melakukan pengurutan berdasarkan SPT (*shortest processing time*) dan LPT (*lowest processing time*).
- c) Mencoba dua urutan pertama dari aturan SPT dan LPT yang telah dihitung dan pilih *makespan* terkecil maka urutan tersebut akan digunakan sebagai acuan untuk perhitungan berikutnya. Perhitungan dilanjutkan berdasarkan *job* berikutnya dan kemudian diurutkan kembali, serta dihitung nilai *makespan*. Perhitungan dilakukan terus-menerus hingga diperoleh urutan *job* dengan nilai *makespan* terkecil.

### 3.7. Analisis dan Pembahasan

Setelah data yang dibutuhkan terkumpul dan pengolahan data selesai dikerjakan, maka selanjutnya dilakukan analisis dalam pemecahan masalah yang telah dirumuskan. Analisis merupakan tahapan penggalan informasi terhadap data dan segala kegiatan yang dibutuhkan untuk pemecahan masalah. Analisis yang dilakukan dalam penelitian ini mencakup beberapa hal antara lain:

1. Analisis waktu baku
2. Analisis kapasitas produksi yang dibutuhkan
3. Analisis penjadwalan dengan metode perusahaan dan metode usulan.
4. Analisis perbandingan penjadwalan pada kondisi awal perusahaan dengan metode usulan.

### **3.8. Kesimpulan dan Saran**

Kesimpulan diperoleh dari hasil pengolahan data dan hasil analisa pengolahan data. Kesimpulan harus menjawab semua tujuan penelitian yang telah ditentukan sebelumnya. Atas dasar kesimpulan tersebut maka dapat diberikan saran-saran kepada perusahaan yang diharapkan memiliki kontribusi terhadap kemajuan perusahaan.

## BAB IV

### PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

#### 4.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian. Hasil dari data yang sudah dikumpulkan dan diolah akan digunakan untuk memberikan informasi dalam melakukan analisis dan pemecahan masalah.

##### 4.1.1. Profil Perusahaan

PT XYZ merupakan anak perusahaan dari salah satu BUMN di Indonesia yang berdiri sejak tahun 2000 dan memiliki 2 bidang usaha utama yaitu Industri dan Konstruksi.

##### A. Divisi Industri

##### a) Fabrikasi Baja

Fabrikasi Baja menghasilkan perlengkapan, sarana dan prasarana seperti Jembatan Baja, Struktur Baja, *Laucher Girder* dan lain-lain. Adapun informasi mengenai Pabrik Fabrikasi Baja yaitu:

Luas Pabrik : 31.864 m<sup>2</sup>

Kapasitas Produksi : 25.000 ton/tahun

Jumlah Karyawan : 600 orang

Proses Produksi : *Welding, Rolling & Bending, Automatic  
Cutting & Drilling, Painting & Blasting*

Produk : *Steel Structure, Conveyor, Steel Bridge,  
Plate Work & Transmission Tower*

Sistem Kualitas : ISO 9001 : 2008, OHSAS 18001 : 2007,  
*SNI Sertified*

##### b) *Casting & Machining Plant*

*Aluminium Casting, Plastic Injection & Painting* yang dihasilkan yaitu komponen Otomotif dan komponen Non Otomotif. Untuk produk Non Otomotif, produk yang dihasilkan yaitu berkaitan dengan *Home Appliances* dan *Spare Part* Industri. Proses pengerjaan untuk menghasilkan jenis produk

otomotif tersebut yaitu dengan mencetak aluminium dan bijih plastik yang telah dicairkan melalui proses *Die Casting*, *Gravity Casting* dan *Plastic Machine* yang selanjutnya akan diproses *Machining* dan *Painting*. Adapun informasi mengenai *Plant Casting & Machining* yaitu:

Luas *Plant* : 13.000 m<sup>2</sup>

Kapasitas Produksi : 3.000 ton/tahun

Jumlah Karyawan : 300 orang

Proses Produksi : - *High Press Die Casting* 250 – 900 T  
- *Gravity Casting size max.* 600 x 800  
- *CNC Machining*

Produk : - *Automotive Components*  
- *Lighting Components*  
- *Home Appliances*

Sistem Kualitas : - ISO 9001 : Sejak tahun 1995  
- QS 9000 : Sejak tahun 1999  
- TS 16949 : Sejak tahun 2005

Adapun informasi mengenai *Plant Plastic Injection & Painting* yaitu:

Luas *Plant* : 8.500 m<sup>2</sup>

Kapasitas Produksi : Plastik 300 ton/tahun

Jumlah Karyawan : 112 orang

Proses Produksi : - *Plastic Injection Molding* 130 – 480 T  
- *Painting Line*  
- *Automotive Components*

Produk : - *Lighting Part*  
- *Home Appliances*

Sistem Kualitas : - ISO 9001 : Sejak tahun 1995  
- QS 9001 : Sejak tahun 1999  
- TS 16949 : Sejak tahun 2005

#### c) *Pressing*

*Pressing Plant* menghasilkan produk *Tank Assy Air*, Tabung LPG 3 Kg, Tabung LPG 5,5 Kg, Tabung LPG 12 Kg dan Tabung ANG.

Adapun informasi mengenai *Plant Pressing* yaitu:

- Luas *Plant* : 8.000 m<sup>2</sup>
- Jumlah Karyawan : 100 orang
- Proses Produksi : - *Stamping* 10 – 300 T
  - *Welding, Blasting*
  - *Painting*
- Produk : - *Assy Air Tank*
  - *Gas Tank*
  - *Absorbed Natural Gas (ANG) Tank*
- Sistem Kualitas : - ISO 9001 : 2008
  - OHSAS 18001 : 2007
  - SNI *Sertified*

d) *Cathodic Protection*

*Cathodic Protection* adalah produk yang dihasilkan dari Aluminium/Zinc yang berfungsi sebagai pelindung struktur untuk menghindari terjadinya karat/korosi yang digunakan pada dermaga, kapal, pipa, anjungan minyak dan jembatan.

Adapun informasi mengenai *Cathodic Protection Plant* yaitu:

- Luas *Plant* : 300 m<sup>2</sup>
- Jumlah Karyawan : 20 orang
- Proses Produksi : - *Melting*
  - *Casting*
  - *Stamping*
  - *Packing*
- Produk : - *Zinc Anoda*
  - *Alumunium Anoda*
  - *Magnesium Anoda*
  - *HDPE Coating/HDPE Jacketing*
  - *ICCP*
- Sistem Kualitas : - ISO 9001 : 2008
  - OHSAS 18001 : 2007
  - *NACE Standard*

- DNV Standard
- British Standard

## B. Divisi Konstruksi

### a) *Industrial Plant*

PT XYZ selama ini banyak mengerjakan fasilitas *coment mill* (*silo, transpot system/conveyor, storage, plant production, packing plant* dan *geocycle*), fasilitas *coal mining* (*crusher* dan *transport system*), fasilitas pabrik pengolahan minyak kelapa sawit (PKS), fasilitas pergudangan dan pabrik makanan & minuman.

### b) *Palm Oil Mill*

### c) *Oil & Gas*

Di bidang *Oil & Gas*, PT XYZ berpengalaman dalam pekerjaan pembuatan fasilitas produksi, *storage tank, pipe line* dan fasilitas pendukung lainnya.

Tujuan dari penggabungan divisi industri dan konstruksi adalah guna meningkatkan perhatian pada manajemen bisnis menjadi lebih mandiri dan pencapaian kinerja perusahaan yang lebih baik. Anak perusahaan ini terdiri dari tiga bisnis unit utama, yaitu perdagangan umum, metal dan konversi energi. Keyakinan bahwa “*quality is our way of life*” menjadikan aset dasar dalam membangun kepercayaan konsumen terhadap kualitas produk PT XYZ. Hal ini telah dibuktikan dengan komitmen manajemen dalam menjalankan ISO 9000, QS 9000, 5R, dan *Total Quality Manajement* “TQM” sebagai salah satu parameter kesuksesan bisnis perusahaan ini. Karena itulah, kemudian dibentuk penempatan bisnis dan diferensiasi di setiap SBU supaya dapat bertahan dalam kompetisi yang semakin ketat di era persaingan pasar global.

Pada tahun 2010 PT XYZ berupaya merestrukturisasi melalui pembentukan anak perusahaan, di bidang *Intrade Energi* untuk memperluas unit bisnis konversi energi, yang bergerak dalam industri pemanasan matahari, dan produk konversi energi lainnya.

Sesuai dengan kondisi persaingan dunia usaha yang makin mengglobal diharapkan dengan menjadi anak perusahaan maka kemampuan daya saing perusahaan akan semakin meningkat, baik di pasar nasional maupun internasional.

Kegiatan usaha dalam bidang ekspor juga telah menghasilkan penghargaan Primaniyarta dari Presiden Republik Indonesia pada akhir tahun 1992, yaitu penghargaan sebagai eksportir terbaik nasional 1992.

#### **4.1.2 Visi dan Misi Perusahaan**

Visi dan Misi menjadi sesuatu hal yang penting bagi perusahaan agar perusahaan dapat berjalan lebih terarah sehingga tujuan dapat tercapai. Tanpa visi dan misi yang jelas, maka perusahaan tidak memiliki tujuan yang jelas pula atau berjalan apa adanya. PT XYZ dalam menjalankan bisnisnya memiliki visi dan misi, yaitu :

##### **Visi PT XYZ**

“Menjadi perusahaan terkemuka di bidang industri manufaktur dan konstruksi di Indonesia.”

##### **Misi PT XYZ**

1. Menghasilkan produk dan jasa konstruksi yang sesuai dengan tuntutan pelanggan.
2. Memproduksi produk aluminium *casting*, *plastic* dan *press part* yang berkualitas untuk memberikan nilai tambah bagi semua pihak.
3. Mengimplementasikan/mengintegrasikan sistem manajemen yang terpadu secara praktis.
4. Komitmen terhadap pelaksanaan nilai-nilai perusahaan.

Sejalan dengan visi dan misi, PT XYZ terus memprioritaskan kliennya, berprestasi, berfikiran positif dan kemampuan untuk tampil dengan kinerja komersial demi pertumbuhan yang sehat dan disaat yang bersamaan juga mampu memenuhi seluruh keinginan *stakeholders*. Oleh karena itu PT XYZ memegang teguh moto “*Spirit of innovation*” dan mengoptimalkan nilai-nilai perusahaan yang berdasarkan pada prinsip-prinsip :

##### **1. *Commitment***

Berbuat sesuai kesepakatan dan janji.

##### **2. *Innovation***

Selalu mencari sesuatu yang lebih baik.

3. *Balance*

Menjaga keseimbangan semua aspek.

4. *Excellence*

Memberikan hasil lebih baik.

5. *Relationship*

Hubungan kemitraan yang lebih baik untuk para pihak.

6. *Team Work*

Sinergi kerjasama intra dan lintas.

7. *Integrity*

Keutuhan dan ketulusan yang meliputi *fairness, accountability, integrity, transparency* dan *honesty*.

**4.1.3. Kebijakan Sistem Manajemen Perusahaan**

PT XYZ sepakat untuk menyampaikan produk dan jasa sesuai dengan undang-undang setempat, persyaratan keamanan dan spesifikasi sesuai standar-standar yang ditetapkan dalam perjanjian dengan pelanggan. Untuk merealisasikan tujuan ini, perusahaan telah merumuskan dan menetapkan Kebijakan Sistem Manajemen yang berlaku di seluruh PT XYZ.

Kebijakan Sistem Manajemen PT XYZ yang berlaku di seluruh jajaran perusahaan adalah sebagai berikut:

Pimpinan dan seluruh karyawan PT XYZ berkomitmen untuk mencapai pertumbuhan laba dan usahanya yang sehat melalui:

- a. Pengembangan produk dan jasa konstruksi serta industri manufaktur yang ekselen, berdaya saing, dan memenuhi harapan dan kepuasan pelanggan serta semua pihak yang berkepentingan.
- b. Pengembangan dan penerapan sistem manajemen PT XYZ mencakup sistem manajemen mutu, sistem manajemen resiko, serta sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja untuk mencegah terjadinya kecelakaan dan penyakit akibat kerja.
- c. Pengembangan dan pembinaan kompetensi sumber daya manusia dan mitra kerja.

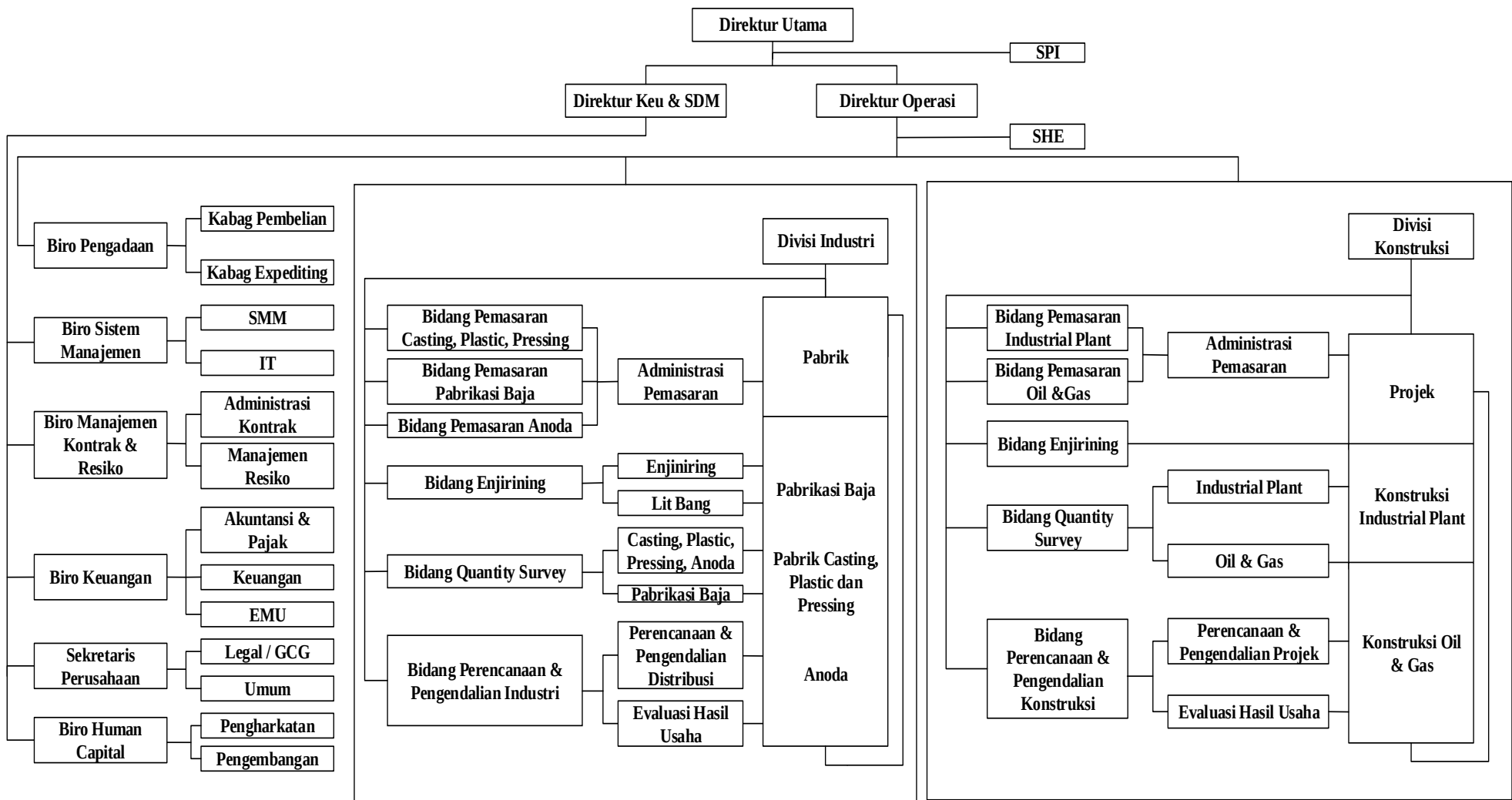
#### **4.1.4. Struktur Organisasi dan Uraian Kerja Perusahaan**

Setiap perusahaan pada umumnya mempunyai struktur organisasi. Penyusunan struktur organisasi merupakan langkah awal dalam memulai pelaksanaan kegiatan perusahaan dengan kata lain penyusunan struktur organisasi adalah langkah terencana dalam suatu perusahaan untuk melaksanakan fungsi perencanaan, pengorganisasian, pengarahan dan pengawasan. Ada beberapa pengertian struktur organisasi menurut para ahli:

1. Struktur organisasi didefinisikan sebagai mekanisme-mekanisme formal dengan mana organisasi dikelola (Handoko, 2003).
2. Struktur organisasi adalah pola formal mengelompokkan orang dan pekerjaan (Gibson, 2002).

Jenis struktur organisasi pada PT XYZ adalah Organisasi Lini, yaitu pelaksanaan perintah berjalan secara vertikal mengikuti garis instruksi dari atas ke bawah, wewenang dan perintah dari atasan langsung ke bawah dan sebaliknya, tanggung jawab bawahan kepada atasan langsung hingga ke pimpinan perusahaan.

Pemberian tugas dan tanggung jawab dari pimpinan ke bawahan dapat terlihat dari gambaran struktur organisasi perusahaan. Struktur organisasi juga termasuk hubungan antar komponen-komponen yang ada dalam organisasi yang mempunyai ketergantungan. Di dalam struktur organisasi yang baik harus dapat menjelaskan hubungan antara wewenang siapa melapor atau bertanggung jawab kepada siapa dan tanggung jawab apa yang akan dikerjakan. Struktur organisasi PT XYZ dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1. Struktur Organisasi PT XYZ  
(Sumber: PT XYZ, 2017)

Deskripsi pekerjaan adalah pernyataan tertulis yang menjelaskan mengapa pekerjaan ada, apa yang dilakukan pemegang pekerjaan sebenarnya, bagaimana mereka melakukannya dan dalam kondisi apa pekerjaan itu dilakukan (Stone, 2002). Berikut ini beberapa uraian pekerjaan pada struktur organisasi PT XYZ berdasarkan gambar 4.1.

1) Direktur Utama

Tugas dan tanggung jawab:

- a) Memimpin direktur-direktur lain dan mengkoordinasikan pekerjaannya dalam memajukan perusahaan.
- b) Merencanakan strategi perusahaan, memimpin aktivitas-aktivitas pembelian, pemasaran, administrasi serta pengkoordiniran tugas-tugas tersebut.
- c) Mewakili dewan komisaris di dalam dan di luar perusahaan, berwenang untuk serta menjalankan perusahaan dengan manajemen yang baik.

2) Direktur Keuangan dan SDM

Tugas dan tanggung jawab:

- a) Menciptakan penataan dan pengawasan terhadap seluruh aktivitas manajemen administrasi, kepersonaliaan, keuangan dan urusan umum yang merupakan dasar strategi yang tak terpisahkan dari seluruh sistem kegiatan dan kinerja perusahaan.
- b) Pemusatan perhatian pada rencana, pelaksanaan dan pengawasan manajemen administrasi, kepersonaliaan, keuangan dan urusan umum yang mengacu pada kontinuitas dan pengembangan perusahaan secara keseluruhan sebagai suatu strategi dasar seluruh departemen/divisi.
- c) Menetapkan sasaran manajemen secara konseptual, mengarah pada pemenuhan target perusahaan dalam menata sistem manajemen administrasi, kepersonaliaan, keuangan dan urusan umum yang didasarkan pada pencerminan dari keputusan strategi yang diambil oleh perusahaan.

3) Direktur Operasi

Tugas dan tanggung jawab:

- a) Mempersiapkan, memonitor dan mengontrol semua anggaran biaya dan pemakaian tenaga kerja di pabrik.

- b) Mengatur pelaksanaan pekerjaan dan koordinasi bidang *engineering* sesuai dengan seksi-seksi dan prioritas pekerjaan pabrik.
- c) Menyelenggarakan dan mengawasi kelancaran operasional pabrik agar dapat berjalan dengan baik sesuai dengan standar.

#### 4) Satuan Pengawas Internal (SPI)

Tugas dan tanggung jawab:

- a) Menyusun dan melaksanakan rencana audit internal tahunan
- b) Memastikan atau mengevaluasi pelaksanaan pengendalian intern dan sistema manajemen risiko pada unit terkait sesuai dengan kebijakan perusahaan
- c) Melakukan evaluasi dan validasi terhadap sistem yang berjalan maupun yang baru akan diimplementasikan mengenai pengendalian, pengelolaan, pemanuan efektivitas serta efisiensi sistem dan prosedur untuk setiap unit perusahaan.
- d) Melakukan penilaian dan pemantauan mengenai sistem pengendalian informasi dan komunikasi
- e) Melaksanakan tugas khusus dalam lingkup pengendalian internal (termasuk pendamping/*counterpart auditor* eksternal, konsultan) yang ditugaskan oleh direktur utama.

#### 5) *Safety, Health, Environment* (SHE)

Tugas dan tanggung jawab:

- a) Membuat perencanaan kegiatan Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3).
- b) Mengatur kegiatan operasional Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3).
- c) Melaksanakan kegiatan operasional Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3).
- d) Mengontrol pelaksanaan operasional Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3).

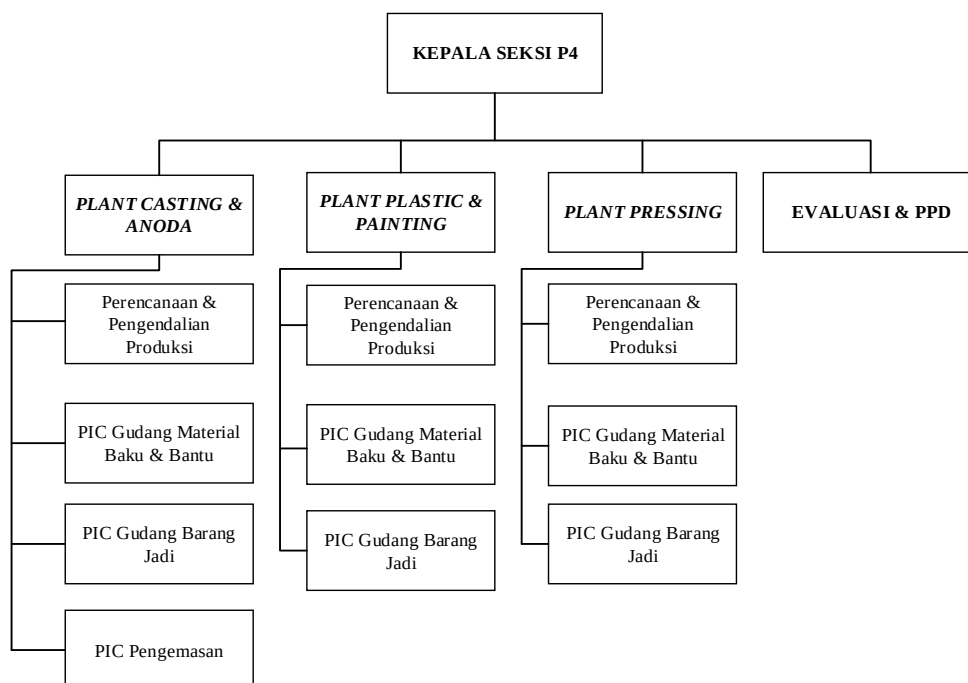
#### 6) Manajer Pabrik

Tugas dan tanggung jawab:

- a) Mengambil keputusan-keputusan dan tindakan-tindakan yang tepat demi kepentingan dan kelangsungan jalannya perusahaan.
- b) Mengadakan hubungan kerja dengan pihak diluar perusahaan.

- c) Mengkoordinir tugas-tugas yang didelegasikan kepada tiap-tiap bagian dan menjalin hubungan kerja yang baik dengan para karyawan perusahaan agar terbentuk suatu kerja sama yang harmonis.
  - d) Bertanggung jawab kepada direktur utama di pusat mengenai kemajuan perusahaan.
- 7) Kepala Seksi Pengendalian Mutu
- Tugas dan tanggung jawab:
- a) Melakukan pengawasan terhadap mutu bahan baku hingga menjadi produk jadi.
  - b) Mengendalikan standar penggunaan bahan yang telah ditetapkan.
  - c) Melakukan analisa dan perbandingan mutu terhadap produk sejenis dari perusahaan.
  - d) Mengadakan riset terhadap proyek-proyek pengembangan mutu produk dan jenis produk.

Sedangkan struktur organisasi pada bagian Perencanaan Produksi dan Pengendalian Persediaan (P4) dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2. Struktur Organisasi Perencanaan Produksi dan Pengendalian Persediaan (P4)  
(Sumber: PT XYZ, 2017)

Uraian pekerjaan dari masing-masing staf bagian Perencanaan Produksi dan Pengendalian Persediaan (P4) berdasarkan gambar 4.2. adalah sebagai berikut:

1) Kepala Seksi Perencanaan Produksi dan Pengendalian Persediaan (P4)

Tugas dan tanggung jawab :

- a) Menyediakan pemesanan dari bagian pemasaran dan menyusun rencana produksi sesuai dengan pesanan pemasaran.
- b) Memenuhi permintaan contoh produk dari bagian pemasaran serta melakukan pemantauan dalam proses pembuatan contoh produk ke tangan konsumen.
- c) Melakukan *monitoring* pada bagian *inventory* pada proses produksi, penyimpanan barang di gudang maupun yang akan didatangkan perusahaan sehingga proses produksi yang membutuhkan bahan baku dapat berjalan dengan lancar dan seimbang.
- d) Membuat jadwal proses produksi sesuai dengan waktu, *routing* dan jumlah produksi yang tepat sehingga menjadikan waktu pengiriman produk ke konsumen bisa dilakukan secara optimal dan cepat.
- e) Menjaga keseimbangan penggunaan mesin perusahaan sehingga tidak ada mesin produksi yang *overload* atau jarang digunakan oleh perusahaan untuk produksi.

2) PIC Gudang Bahan Baku

Tugas dan tanggung jawab :

- a) Mengawasi pemasukan dan pengeluaran bahan dari gudang bahan baku.
- b) Mengontrol keadaan bahan baku.
- c) Membuat laporan persediaan bahan baku.

3) PIC Gudang Barang Jadi

Tugas dan tanggung jawab :

- a) Mengawasi kegiatan pemasukan dan pengeluaran produk gudang bahan jadi.
- b) Mengontrol keadaan bahan jadi.

- c) Membuat laporan bahan jadi dan pengeluaran bahan jadi atau hasil produksi.
  - d) Membuat laporan tentang keadaan jumlah stok bahan jadi di gudang.
- 4) PIC *Packing* / Pengemasan
- Tugas dan tanggung jawab :
- a) Memastikan setiap barang jadi dikemas sesuai dengan kemasannya.
  - b) Memastikan jumlah barang yang dikemas sesuai dengan standar isi kemasan.
  - c) Memastikan kemasan barang jadi aman dalam melindungi isi kemasan
- 5) Evaluasi dan PPD (Perencanaan dan Pengendalian Distribusi)
- Tugas dan tanggung jawab :
- a) Mengestimasi seluruh biaya yang diperlukan pada aktivitas produksi.
  - b) Menganalisa variansi biaya dan volume pemakaian biaya pada aktivitas produksi.
  - c) Memastikan performansi *customer delivery* berjalan optimal.

#### 4.1.5. Tenaga Kerja

Dalam kaitannya dengan sistem produksi, yang dimaksud dengan tenaga kerja adalah orang-orang yang terlibat dalam proses produksi yang menggunakan tenaga dan pikirannya untuk melakukan proses produksi. Tenaga kerja atau *man power* merupakan salah satu faktor produksi. Jumlah tenaga kerja pada *Plant Casting & Machining* dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1. Jumlah Tenaga Kerja *Plant Casting & Machining*

| No.   | Produksi                 | Jumlah (Orang) |
|-------|--------------------------|----------------|
| 1     | <i>Sand Blowing</i>      | 7              |
| 2     | <i>Gravity Casting</i>   | 21             |
| 3     | <i>Die Casting</i>       | 12             |
| 4     | <i>Finishing Casting</i> | 6              |
| 5     | <i>Machining</i>         | 22             |
| Total |                          | 68             |

(Sumber : PT XYZ, 2017)

#### 4.1.6. Sistem Jam Kerja

Jam kerja karyawan yang diberlakukan pada PT XYZ untuk *Plant Casting & Machining* dibagi dalam 2 shift yaitu shift 1 dan shift 2. Hari kerja yang ditetapkan pada PT XYZ merupakan hari kerja yang telah ditentukan oleh perusahaan sesuai dengan kalender tahunan yang telah dikurangi dengan hari libur nasional. Hari kerja normal (*regular time*) adalah hari Senin s/d Jumat. Sedangkan hari Sabtu dan Minggu merupakan hari libur. Apabila target produksi harian belum tercapai maka diberlakukan waktu lembur yaitu pada hari Sabtu. Namun jika target produksi masih belum tercapai, maka hari Minggu juga dapat digunakan sebagai waktu lembur. Pembagian waktu kerja pada shift 1 dan shift 2 dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2. Jam Kerja Karyawan *Plant Casting & Machining*

| Shift I (Waktu Kerja Reguler)  |                        |               |                                             |
|--------------------------------|------------------------|---------------|---------------------------------------------|
| Senin (WIB)                    | Selasa s/d Kamis (WIB) | Jumat (WIB)   | Keterangan                                  |
| 06.50 - 07.15                  | 06.50 - 07.00          | 06.50 - 07.00 | <i>Safety Morning Talk (SMT) / Briefing</i> |
| 07.15 - 11.30                  | 07.00 - 11.30          | 07.00 - 11.30 | Kerja                                       |
| 11.30 - 12.30                  | 11.30 - 12.30          | 11.30 - 13.00 | <i>Break</i>                                |
| 12.30 - 15.30                  | 12.30 - 15.30          | 13.00 - 15.30 | Kerja                                       |
| 15.30 - 15.50                  | 15.30 - 15.50          | 15.30 - 15.50 | <i>Break</i>                                |
| 15.50 - 18.00                  | 15.50 - 18.00          | 15.50 - 18.00 | Kerja                                       |
| Shift II (Waktu Kerja Reguler) |                        |               |                                             |
| Senin s/d Jumat (WIB)          |                        | Keterangan    |                                             |
| 19.00 - 24.00                  |                        | Kerja         |                                             |
| 24.00 - 24.20                  |                        | <i>Break</i>  |                                             |
| 24.20 - 04.00                  |                        | Kerja         |                                             |
| 04.00 - 05.00                  |                        | <i>Break</i>  |                                             |
| 05.00 - 07.00                  |                        | Kerja         |                                             |

(Sumber : PT XYZ, 2017)

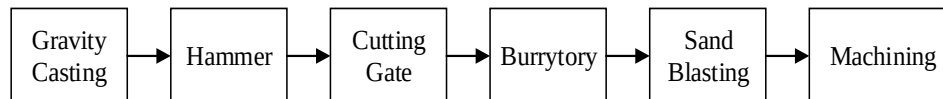
#### 4.1.7. Proses Produksi Komponen *Gravity Casting*

Salah satu proses produksi di *Plant Casting & Machining* PT XYZ yaitu *Gravity Casting*. *Gravity casting* adalah proses pengecoran dengan menggunakan mesin *gravity casting*. Salah satu contoh komponen *gravity casting* yaitu *Pipe Intake* seperti pada gambar 4.3.



Gambar 4.3. *Pipe Intake*  
(Sumber : PT XYZ, 2017)

Pada proses ini, metal cair dituangkan ke dalam rongga cetakan yang terbuat dari pasir, besi cor atau paduan baja tahan panas lainnya. Proses ini hanya memanfaatkan gaya gravitasi saja tanpa adanya gaya tekan mekanis. Metal cair mengalir ke dalam cetakan dan membeku dengan cepat selama proses pengecoran berlangsung. Hasil pengecoran memiliki permukaan yang halus dan dimensi yang cukup akurat, selain memiliki sifat mekanis dan ketahanan tekan yang sangat baik.



Gambar 4.4. Proses Produksi *Gravity Casting*  
(Sumber : PT XYZ, 2017)

Berdasarkan gambar 4.4., proses produksi komponen *gravity casting* memiliki enam tahap proses yang diuraikan pada tabel 4.3.

Tabel 4.3. Proses Produksi *Gravity Casting*

| No. | Proses               | Uraian Pekerjaan                                                                                                     |
|-----|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | <i>Casting</i>       | Proses cetak aluminium dengan mesin <i>gravity casting</i>                                                           |
| 2   | <i>Hammer</i>        | Menghilangkan <i>core</i> yang ada dalam produk, dengan cara menggetarkan produk hingga <i>core</i> retak dan hancur |
| 3   | <i>Cutting Gate</i>  | Memotong bagian <i>gate</i> produk menggunakan mesin <i>bendsaw</i>                                                  |
| 4   | <i>Burrytory</i>     | Menghaluskan permukaan pada benda kerja atau sekeliling <i>part</i> dengan alat kikir, gerinda dan <i>rotary</i>     |
| 5   | <i>Sand Blasting</i> | Penyemprotan pasir silika ke bagian dalam produk                                                                     |
| 6   | <i>Machining</i>     | Proses pengeboran, pengetapan dan pemotongan menggunakan mesin CNC 5 Axis ( <i>Computer Numerical Control</i> )      |

(Sumber : PT XYZ, 2017)

Rincian uraian kerja pada produksi *gravity casting* berdasarkan tabel 4.3. adalah sebagai berikut:

#### 1. Proses *Casting*

*Casting* adalah proses cetak aluminium dan prosesnya memanfaatkan gaya gravitasi cairan masuk ke cetakan besi. Proses cetak menggunakan mesin *gravity casting*. Uraian kerja pada proses *casting* dapat dilihat pada tabel 4.4. berikut.

Tabel 4.4. Uraian Pekerjaan Proses *Casting*

| No. | Uraian Pekerjaan Proses <i>Casting</i>                                                      |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.  | Membuka <i>mould</i> dengan memposisikan meja mesin ke arah vertikal dengan sudut 90°       |
| 2.  | Memasang <i>insert</i> pada rumahnya dan memastikan <i>insert</i> terpasang merata          |
| 3.  | Memasang <i>core</i> resin tepat padaudukannya                                              |
| 4.  | Menutup <i>mould</i> lalu membukanya lagi untuk memastikan tidak ada <i>core</i> yang patah |
| 5.  | Meniup <i>core</i> dengan kompresor dan memastikan tidak ada debu yang tertinggal           |
| 6.  | Menutup <i>mould</i> lalu membukanya lagi untuk memastikan tidak ada <i>core</i> yang patah |
| 7.  | Menuang cairan ingot pada mangkok <i>pouring</i>                                            |
| 8.  | Proses pembekuan                                                                            |
| 9.  | Mangambil produk yang telah beku pada cetakan dan mengecek produk                           |
| 10. | Menyimpan produk baik pada keranjang baik atau produk rijek pada keranjang rijek            |

(Sumber : PT XYZ, 2017)

#### 2. Proses *Hammer*

Proses *hammer* atau bongkar *core* dilakukan untuk menghilangkan *core* yang ada dalam produk (*gravity casting*) dengan cara menggetarkan produk hingga *core* retak dan hancur. Alat yang digunakan untuk menghilangkan *core* yaitu dengan mesin *hammer*. Uraian kerja pada proses *hammer* dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5. Uraian Pekerjaan Proses *Hammer*

| No. | Uraian Pekerjaan Proses <i>Hammer</i>                                                                             |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.  | Mengambil produk pada keranjang baik hasil <i>Casting</i>                                                         |
| 2.  | Melakukan proses <i>hammer</i> dengan mesin <i>hammer</i> dan memastikan tidak ada <i>core</i> resin yang tersisa |
| 3.  | Memeriksa hasil <i>hammer</i> sesuai dengan standar dan menyimpannya pada keranjang baik atau rijek               |

(Sumber : PT XYZ, 2017)

### 3. Proses *Cutting Gate*

*Cutting* dilakukan untuk memotong bagian *gate* dengan menggunakan mesin *Bend Saw*. *Gate* adalah saluran masuk yang menghubungkan *runner* dengan rongga cetak (*cavity*). Hasil *cutting gate* dinilai baik apabila tidak mengalami tekor potong. Maksud dari tekor potong adalah apabila operator memotong *gate* melebihi batas toleransi standar ukuran minimal komponen sehingga *output* dinilai rijek. Uraian kerja pada proses *cutting gate* dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6. Uraian Pekerjaan Proses *Cutting Gate*

| No. | Uraian Pekerjaan Proses <i>Cutting Gate</i>                                                                                 |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.  | Mengambil produk pada keranjang baik hasil <i>Hammer</i>                                                                    |
| 2.  | Melakukan proses <i>cutting</i> dengan mesin <i>bendsaw</i> dan memastikan tidak terjadi tekor potong sesuai standar ukuran |
| 3.  | Memeriksa hasil <i>cutting</i> sesuai dengan standar dan menyimpannya pada keranjang baik atau rijek                        |

(Sumber : PT XYZ, 2017)

### 4. Proses *Burrrytory*

Proses *burrrytory* adalah proses *machining* atau manual untuk mengurangi atau menghilangkan sisa logam (*chips*) dan menghaluskan permukaan pada benda kerja atau sekeliling *part* yang akan mengganggu pada proses selanjutnya dan dapat memperbaiki visual permukaan produk. Proses ini menggunakan beberapa alat dan mesin pembantu diantaranya adalah alat kikir, mesin *buffing*, mesin *belt sender* dan mesin *rotary*. Uraian kerja pada proses *burrrytory* dapat dilihat pada tabel 4.7. berikut.

Tabel 4.7. Uraian Pekerjaan Proses *Burrtory*

| No. | Uraian Pekerjaan Proses <i>Burrtory</i>                                                             |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.  | Mengambil produk pada keranjang baik hasil <i>Cutting gate</i>                                      |
| 2.  | Menjepit / mengklemp produk pada ragum menggunakan alas papan supaya tidak bergeser-geser           |
| 3.  | Melakukan proses kikir dengan <i>tools</i> kikir di area bersirip hingga merata sesuai standar      |
| 4.  | Membuka penjepit pada ragum setelah area yang dikikir sudah merata sesuai standar                   |
| 5.  | Memeriksa hasil kikir sesuai dengan standar dan simpan pada keranjang                               |
| 6.  | Mengambil produk dari keranjang hasil kikir                                                         |
| 7.  | Melakukan proses gerinda dengan mesin gerinda tangan hingga permukaan sudah merata sesuai standar   |
| 8.  | Memeriksa hasil gerinda sesuai dengan standar dan simpan pada keranjang                             |
| 9.  | Mengambil produk pada hasil gerinda                                                                 |
| 10. | Melakukan proses <i>rotary</i> dengan mesin <i>rotary</i> di luar area <i>house</i> sesuai standar  |
| 11. | Melakukan proses <i>rotary</i> dengan mesin <i>rotary</i> di dalam area <i>house</i> sesuai standar |
| 12. | Memeriksa hasil <i>rotary</i> sesuai dengan standar dan simpan pada keranjang baik atau rijk        |

(Sumber : PT XYZ, 2017)

#### 5. Proses *Sand Blasting*

Proses *sand blasting* adalah proses penyemprotan pasir silika ke dalam produk dengan menggunakan mesin *Sand Blaster*, kompresor dan *spray gun*. Tujuan dari proses ini adalah untuk membuang pasir resin dan untuk menghaluskan permukaan dalam produk dari bekas pasir resin. Uraian kerja pada proses *sand blasting* dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4.8. Uraian Pekerjaan Proses *Sand Blasting*

| No. | Uraian Pekerjaan Proses <i>Sand Blasting</i>                                                              |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.  | Mengambil produk pada keranjang baik hasil <i>Rotary</i>                                                  |
| 2.  | Melakukan proses <i>sand blasting</i> di area dalam <i>house</i>                                          |
| 3.  | Memeriksa hasil <i>sand blasting</i> sesuai dengan standar dan menyimpannya pada keranjang baik atau rijk |

(Sumber : PT XYZ, 2017)

## 6. Proses *Machining*

Produk yang telah selesai pada proses *sand blasting* dilanjutkan pada proses *machining*. Proses tersebut terdiri dari proses pengeboran, pengetapan dan pemotongan. Uraian kerja pada proses *machining* dapat dilihat pada tabel 4.9.

Tabel 4.9. Uraian Pekerjaan Proses *Machining*

| No. | Uraian Pekerjaan Proses <i>Machining</i>                                                               |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.  | Membuka pintu mesin CNC lalu membuka <i>clamp</i>                                                      |
| 2.  | Mengambil produk hasil proses lalu memindahkannya dari jig 1 ke jig 2                                  |
| 3.  | Ambil produk dari keranjang baik hasil <i>sand blasting</i>                                            |
| 4.  | Memasang produk di jig 1 lalu menutup <i>clamp</i>                                                     |
| 5.  | Memukul jig untuk memastikan produk terjepit sempurna                                                  |
| 6.  | Menutup pintu mesin CNC lalu menekan tombol pintu dan tombol start (proses <i>machining</i> )          |
| 7.  | Proses <i>Machining</i>                                                                                |
| 8.  | Membuka pintu mesin CNC lalu membuka <i>clamp</i>                                                      |
| 9.  | Memeriksa hasil <i>machining</i> sesuai dengan standar dan menyimpannya pada keranjang baik atau rijek |

(Sumber : PT XYZ, 2017)

### 4.1.8. Rencana Jumlah Hari dan Jam Kerja

Jam kerja di *Plant Casting & Machining* dibagi menjadi 2 *shift*. Berdasarkan tabel 4.2., besarnya waktu efektif dan waktu non efektif pada jam kerja reguler dan jam kerja lembur diuraikan pada tabel 4.10. dan tabel 4.11.

Tabel 4.10. Waktu kerja efektif & non efektif jam kerja reguler

| Shift | Hari  | Jam Kerja (WIB) | Keterangan | Waktu efektif (menit) | Waktu non efektif (menit) |
|-------|-------|-----------------|------------|-----------------------|---------------------------|
| I     | Senin | 06.50 - 07.15   | Briefing   | -                     | 25                        |
|       |       | 07.15 - 11.30   | Kerja      | 255                   | -                         |
|       |       | 11.30 - 12.30   | Break      | -                     | 60                        |
|       |       | 12.30 - 15.30   | Kerja      | 180                   | -                         |
|       |       | 15.30 - 15.50   | Break      | -                     | 20                        |
|       |       | 15.50 - 18.00   | Kerja      | 130                   | -                         |
| Total |       |                 |            | 565                   | 105                       |

Lanjut...

Tabel 4.10. Waktu kerja efektif &amp; non efektif jam kerja reguler (lanjutan)

| Shift | Hari             | Jam Kerja (WIB) | Keterangan | Waktu efektif (menit) | Waktu non efektif (menit) |
|-------|------------------|-----------------|------------|-----------------------|---------------------------|
| I     | Selasa s/d Kamis | 06.50 - 07.00   | Briefing   | -                     | 10                        |
|       |                  | 07.00 - 11.30   | Kerja      | 270                   | -                         |
|       |                  | 11.30 - 12.30   | Break      | -                     | 60                        |
|       |                  | 12.30 - 15.30   | Kerja      | 180                   | -                         |
|       |                  | 15.30 - 15.50   | Break      | -                     | 20                        |
|       |                  | 15.50 - 18.00   | Kerja      | 130                   | -                         |
| Total |                  |                 |            | 580                   | 90                        |
| I     | Jumat            | 06.50 - 07.00   | Briefing   | -                     | 10                        |
|       |                  | 07.00 - 11.30   | Kerja      | 270                   | -                         |
|       |                  | 11.30 - 13.00   | Break      | -                     | 90                        |
|       |                  | 13.00 - 15.30   | Kerja      | 150                   | -                         |
|       |                  | 15.30 - 15.50   | Break      | -                     | 20                        |
|       |                  | 15.50 - 18.00   | Kerja      | 130                   | -                         |
| Total |                  |                 |            | 550                   | 120                       |
| II    | Senin s/d Jumat  | 19.00 - 24.00   | Kerja      | 300                   | -                         |
|       |                  | 24.00 - 24.20   | Break      | -                     | 20                        |
|       |                  | 24.20 - 04.00   | Kerja      | 220                   | -                         |
|       |                  | 04.00 - 05.00   | Break      | -                     | 60                        |
|       |                  | 05.00 - 07.00   | Kerja      | 120                   | -                         |
| Total |                  |                 |            | 640                   | 80                        |

(Sumber : Pengumpulan Data, 2017)

Tabel 4.11. Waktu kerja efektif &amp; non efektif jam kerja lembur

| Shift | Hari             | Jam Kerja (WIB) | Keterangan | Waktu efektif (menit) | Waktu non efektif (menit) |
|-------|------------------|-----------------|------------|-----------------------|---------------------------|
| I     | Sabtu s/d Minggu | 07.00 - 11.30   | Kerja      | 270                   | -                         |
|       |                  | 11.30 - 13.00   | Break      | -                     | 20                        |
|       |                  | 13.00 - 15.30   | Kerja      | 150                   | -                         |
|       |                  | 15.30 - 15.50   | Break      | -                     | 60                        |
|       |                  | 15.50 - 18.00   | Kerja      | 130                   | -                         |
| Total |                  |                 |            | 550                   | 80                        |
| II    | Sabtu s/d Minggu | 19.00 - 24.00   | Kerja      | 300                   | -                         |
|       |                  | 24.00 - 24.20   | Break      | -                     | 20                        |
|       |                  | 24.20 - 04.00   | Kerja      | 220                   | -                         |
|       |                  | 04.00 - 05.00   | Break      | -                     | 60                        |
|       |                  | 05.00 - 07.00   | Kerja      | 120                   | -                         |
| Total |                  |                 |            | 640                   | 80                        |

(Sumber : Pengumpulan Data, 2017)

Rekapitulasi jam kerja reguler dan jam kerja lembur yang tersedia selama bulan Februari 2017 dapat dilihat pada tabel 4.12.

Tabel 4.12. Rekapitulasi Jam Kerja Bulan Februari 2017 (dalam menit)

| Tanggal      | Hari   | Shift I                 |                      | Shift II                |                      | Jumlah<br>RTx 95% | Jumlah<br>OT x 95% |
|--------------|--------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------|--------------------|
|              |        | <i>Regular<br/>Time</i> | <i>Over<br/>Time</i> | <i>Regular<br/>Time</i> | <i>Over<br/>Time</i> |                   |                    |
| 1            | Rabu   | 580                     |                      | 640                     |                      | 1.159             |                    |
| 2            | Kamis  | 580                     |                      | 640                     |                      | 1.159             |                    |
| 3            | Jumat  | 550                     |                      | 640                     |                      | 1.131             |                    |
| 4            | Sabtu  |                         | 550                  |                         | 640                  |                   | 1.131              |
| 5            | Minggu |                         | 550                  |                         | 640                  |                   | 1.131              |
| 6            | Senin  | 565                     |                      | 640                     |                      | 1.145             |                    |
| 7            | Selasa | 580                     |                      | 640                     |                      | 1.159             |                    |
| 8            | Rabu   | 580                     |                      | 640                     |                      | 1.159             |                    |
| 9            | Kamis  | 580                     |                      | 640                     |                      | 1.159             |                    |
| 10           | Jumat  | 550                     |                      | 640                     |                      | 1.131             |                    |
| 11           | Sabtu  |                         | 550                  |                         | 640                  |                   | 1.131              |
| 12           | Minggu |                         | 550                  |                         | 640                  |                   | 1.131              |
| 13           | Senin  | 565                     |                      | 640                     |                      | 1.145             |                    |
| 14           | Selasa | 580                     |                      | 640                     |                      | 1.159             |                    |
| 15           | Rabu   | 580                     |                      | 640                     |                      | 1.159             |                    |
| 16           | Kamis  | 580                     |                      | 640                     |                      | 1.159             |                    |
| 17           | Jumat  | 550                     |                      | 640                     |                      | 1.131             |                    |
| 18           | Sabtu  |                         | 550                  |                         | 640                  |                   | 1.131              |
| 19           | Minggu |                         | 550                  |                         | 640                  |                   | 1.131              |
| 20           | Senin  | 565                     |                      | 640                     |                      | 1.145             |                    |
| 21           | Selasa | 580                     |                      | 640                     |                      | 1.159             |                    |
| 22           | Rabu   | 580                     |                      | 640                     |                      | 1.159             |                    |
| 23           | Kamis  | 580                     |                      | 640                     |                      | 1.159             |                    |
| 24           | Jumat  | 550                     |                      | 640                     |                      | 1.131             |                    |
| 25           | Sabtu  |                         | 550                  |                         | 640                  |                   | 1.131              |
| 26           | Minggu |                         | 550                  |                         | 640                  |                   | 1.131              |
| 27           | Senin  | 565                     |                      | 640                     |                      | 1.145             |                    |
| 28           | Selasa | 580                     |                      | 640                     |                      | 1.159             |                    |
| <b>Total</b> |        |                         |                      |                         |                      | <b>23.009</b>     | <b>9.044</b>       |

(Sumber : Pengumpulan Data, 2017)

Dari tabel 4.12 diketahui jumlah hari kerja reguler sebanyak 20 hari dengan waktu efektif tersedia sebesar 23.009 menit, sedangkan hari kerja lembur sebanyak 8 hari dengan waktu efektif tersedia sebesar 9.004 menit.

#### 4.1.9. Rencana Produksi Bulan Februari 2017

Perhitungan waktu penyerahan produk yang dijanjikan perusahaan kepada pelanggan yaitu sebagai berikut :

##### 1. *Pipe Intake A*

Waktu proses yang ditentukan perusahaan : 10 menit / unit

Jumlah permintaan bulan Februari 2017 : 1.718 unit

Waktu penyerahan (*due date*) = 10 menit x 1.718 unit  
= 17.180 menit

Jadi, waktu penyerahan yang dijanjikan perusahaan ke pelanggan untuk semua pesanan yaitu selama 17.180 menit. Bila dikonversikan ke hari dengan hari reguler tersedia di bulan Februari 2017 sebanyak 20 hari (23.009 menit), maka rata-rata waktu efektif per hari yaitu  $23.009 \text{ menit} : 20 \text{ hari} = 1.150,45 \text{ menit / hari}$ , sehingga waktu penyerahannya adalah :

= 17.180 menit : 1.150,45 menit / hari  
= 14,93 hari ~ 15 hari

##### 2. *Pipe Intake B*

Waktu proses yang ditentukan perusahaan : 15 menit / unit

Jumlah permintaan bulan Februari 2017 : 1.427 unit

Waktu penyerahan (*due date*) = 15 menit x 1.427 unit  
= 21.409 menit

Jadi, waktu penyerahan yang dijanjikan perusahaan ke pelanggan untuk semua pesanan yaitu selama 21.409 menit. Bila dikonversikan ke hari dengan rata-rata waktu efektif per hari yaitu 1.150,45 menit / hari, maka waktu penyerahannya adalah :

= 21.409 menit : 1.150,45 menit / hari  
= 18,61 hari ~ 19 hari

##### 3. *Pipe Intake C*

Waktu proses yang ditentukan perusahaan : 13 menit / unit

Jumlah permintaan bulan Februari 2017 : 1.132 unit

Waktu penyerahan (*due date*) = 13 menit x 1.132 unit  
= 14.713 menit

Jadi, waktu penyerahan yang dijanjikan perusahaan ke pelanggan untuk semua pesanan yaitu selama 14.713 menit. Bila dikonversikan ke hari dengan rata-rata waktu efektif per hari yaitu 1.150,45 menit / hari, maka waktu penyerahannya adalah :

$$= 14.713 \text{ menit} : 1.150,45 \text{ menit / hari}$$

$$= 12,79 \text{ hari} \sim 13 \text{ hari}$$

#### 4. *Pipe Intake D*

Waktu proses yang ditentukan perusahaan : 17 menit / unit

Jumlah permintaan bulan Februari 2017 : 891 unit

Waktu penyerahan (*due date*) = 17 menit x 891 unit

$$= 15.145 \text{ menit}$$

Jadi, waktu penyerahan yang dijanjikan perusahaan ke pelanggan untuk semua pesanan yaitu selama 15.145 menit. Bila dikonversikan ke hari dengan rata-rata waktu efektif per hari yaitu 1.150,45 menit / hari, maka waktu penyerahannya adalah :

$$= 15.145 \text{ menit} : 1.150,45 \text{ menit / hari}$$

$$= 13,16 \text{ hari} \sim 14 \text{ hari}$$

#### 5. *Pipe Intake E*

Waktu proses yang ditentukan perusahaan : 18 menit / unit

Jumlah permintaan bulan Februari 2017 : 1.500 unit

Waktu penyerahan (*due date*) = 18 menit x 1.500 unit

$$= 27.000 \text{ menit}$$

Jadi, waktu penyerahan yang dijanjikan perusahaan ke pelanggan untuk semua pesanan yaitu selama 27.000 menit. Bila dikonversikan ke hari dengan rata-rata waktu efektif per hari yaitu 1.150,45 menit / hari, maka waktu penyerahannya adalah :

$$= 27.000,00 \text{ menit} : 1.150,45 \text{ menit / hari}$$

$$= 23,47 \text{ hari} \sim 24 \text{ hari}$$

#### 6. *Pipe Intake F*

Waktu proses yang ditentukan perusahaan : 25 menit / unit

Jumlah permintaan bulan Februari 2017 : 1.618 unit

$$\begin{aligned}\text{Waktu penyerahan (due date)} &= 25 \text{ menit} \times 1.618 \text{ unit} \\ &= 40.454 \text{ menit}\end{aligned}$$

Jadi, waktu penyerahan yang dijanjikan perusahaan ke pelanggan untuk semua pesanan yaitu selama 40.454 menit. Bila dikonversikan ke hari dengan rata-rata waktu efektif per hari yaitu 1.150,45 menit / hari, maka waktu penyerahannya adalah :

$$\begin{aligned}&= 40.454 \text{ menit} : 1.150,45 \text{ menit / hari} \\ &= 35,16 \text{ hari} \sim 36 \text{ hari}\end{aligned}$$

Rekapitulasi rencana produksi komponen *gravity casting* beserta waktu penyerahannya pada bulan Februari 2017 dapat dilihat pada tabel 4.13.

Tabel 4.13. Permintaan & Waktu Penyerahan Produk Bulan Februari 2017

| No | Nama Produk          | Jumlah (unit) | Waktu Penyerahan Produk ( <i>Due Date</i> ) |      |
|----|----------------------|---------------|---------------------------------------------|------|
|    |                      |               | Menit                                       | Hari |
| 1  | <i>Pipe Intake A</i> | 1.718         | 17.180                                      | 15   |
| 2  | <i>Pipe Intake B</i> | 1.427         | 21.409                                      | 19   |
| 3  | <i>Pipe Intake C</i> | 1.132         | 14.713                                      | 13   |
| 4  | <i>Pipe Intake D</i> | 891           | 15.145                                      | 14   |
| 5  | <i>Pipe Intake E</i> | 1.500         | 27.000                                      | 24   |
| 6  | <i>Pipe Intake F</i> | 1.618         | 40.454                                      | 36   |

(Sumber : PT XYZ, 2017)

#### 4.1.10. Stasiun Kerja

Stasiun kerja yang ada di *Plant Casting & Machining* yang digunakan untuk memproduksi komponen *gravity casting* adalah sebanyak 6 stasiun kerja. Data jumlah mesin dan *tools* yang dapat dilihat pada tabel 4.14.

Tabel 4.14. Stasiun Kerja

| Stasiun Kerja | Nama Stasiun Kerja   | Nama Mesin / <i>Tools</i>          | Jumlah Mesin (unit) | <i>Output</i> (unit) |
|---------------|----------------------|------------------------------------|---------------------|----------------------|
| 1             | <i>Casting</i>       | Mesin <i>Gravity Casting</i>       | 5                   | 1                    |
| 2             | <i>Hammer</i>        | Mesin <i>Hammer</i>                | 1                   | 1                    |
| 3             | <i>Cutting Gate</i>  | <i>Bend Saw</i>                    | 2                   | 1                    |
| 4             | <i>Burrtory</i>      | alat kikir, gerinda, <i>rotary</i> | 2                   | 1                    |
| 5             | <i>Sand Blasting</i> | Mesin <i>Sand Blaster</i>          | 1                   | 1                    |
| 6             | <i>Machining</i>     | Mesin CNC                          | 5                   | 1                    |

(Sumber : PT XYZ, 2017)

#### 4.1.11. Pengukuran Waktu Siklus

Waktu merupakan elemen yang sangat penting dalam merancang dan memperbaiki sistem kerja di suatu perusahaan. Pengukuran waktu merupakan usaha untuk menentukan lamanya kerja yang dibutuhkan seorang operator atau pekerja dalam menyelesaikan suatu pekerjaan yang spesifik pada tingkat kecepatan kerja yang normal dalam lingkungan kerja yang terbaik. Pengukuran waktu kerja dilakukan guna mendapatkan waktu baku yang harus dicapai oleh seorang pekerja untuk menyelesaikan pekerjaan.

Setelah mengetahui proses produksi komponen *gravity casting*, maka langkah selanjutnya adalah melakukan pengukuran waktu siklus. Teknik pengukuran waktu siklus dilakukan secara langsung dengan menggunakan metode jam henti (*stopwatch time study*). Kelebihan dari penggunaan metode ini yaitu praktis, karena tidak perlu menguraikan pekerjaan ke dalam elemen-elemen pekerjaan. Sedangkan kekurangannya adalah dibutuhkan waktu yang lebih lama untuk memperoleh data waktu yang banyak. Tujuan pengambilan waktu secara langsung adalah agar diperoleh hasil pengukuran yang teliti dan akurat.

Pengukuran dilakukan dengan mengamati elemen-elemen pekerjaan dan mencatat waktu penyelesaian elemen kerja tersebut. Jumlah sampel yang diukur yaitu sebanyak 30 sampel yang dilakukan pada waktu yang berbeda-beda, sehingga pengukuran waktu dibagi kedalam sub grup / kelompok. Pada penelitian ini, data dibagi kedalam 6 sub grup sehingga tiap sub grup memiliki 5 sampel waktu pengamatan.

Pengelompokkan data ini dapat menunjukkan karakteristik data pada setiap kelompoknya dan dapat memberikan gambaran perbandingan kestabilan kerja operator produksi selama dilakukan pengukuran waktu kerja. Pengukuran waktu siklus di setiap grup-grupnya pada semua elemen kerja pada proses *gravity casting* dapat dilihat pada tabel 4.15.

Tabel 4.15. Pengukuran Waktu Siklus SK *Casting*

| Sub Grup | Elemen Kerja 1            |     |     |     |     | Sub Grup | Elemen Kerja 2            |      |      |      |      |
|----------|---------------------------|-----|-----|-----|-----|----------|---------------------------|------|------|------|------|
|          | Waktu Siklus ke-X (detik) |     |     |     |     |          | Waktu Siklus ke-X (detik) |      |      |      |      |
|          | 1                         | 2   | 3   | 4   | 5   |          | 1                         | 2    | 3    | 4    | 5    |
| 1        | 5,4                       | 5,1 | 5,5 | 4,7 | 5,3 | 1        | 7,4                       | 7,1  | 6,9  | 7,8  | 7,9  |
| 2        | 6,0                       | 4,2 | 6,1 | 4,8 | 6,4 | 2        | 8,3                       | 6,8  | 6,5  | 6,9  | 6,7  |
| 3        | 5,3                       | 5,2 | 5,6 | 5,0 | 5,0 | 3        | 7,9                       | 8,0  | 7,2  | 7,0  | 7,9  |
| 4        | 4,9                       | 6,0 | 4,8 | 6,0 | 4,9 | 4        | 6,9                       | 8,3  | 8,2  | 8,1  | 8,3  |
| 5        | 5,2                       | 5,2 | 5,6 | 5,4 | 6,1 | 5        | 7,3                       | 7,4  | 7,8  | 7,8  | 8,5  |
| 6        | 6,3                       | 4,6 | 6,3 | 4,0 | 5,9 | 6        | 7,8                       | 7,8  | 7,4  | 7,3  | 9,0  |
| Sub Grup | Elemen Kerja 3            |     |     |     |     | Sub Grup | Elemen Kerja 4            |      |      |      |      |
|          | Waktu Siklus ke-X (detik) |     |     |     |     |          | Waktu Siklus ke-X (detik) |      |      |      |      |
|          | 1                         | 2   | 3   | 4   | 5   |          | 1                         | 2    | 3    | 4    | 5    |
| 1        | 6,3                       | 4,9 | 5,5 | 5,1 | 5,4 | 1        | 5,6                       | 6,2  | 5,5  | 5,2  | 6,9  |
| 2        | 5,1                       | 5,2 | 6,1 | 5,2 | 4,0 | 2        | 5,8                       | 6,5  | 5,8  | 5,5  | 6,8  |
| 3        | 4,2                       | 6,3 | 5,6 | 4,7 | 5,6 | 3        | 6,1                       | 5,7  | 5,8  | 6,7  | 7,0  |
| 4        | 5,2                       | 5,1 | 4,9 | 4,8 | 4,0 | 4        | 6,0                       | 5,5  | 6,0  | 6,8  | 7,1  |
| 5        | 6,0                       | 5,2 | 5,2 | 5,0 | 4,1 | 5        | 5,5                       | 5,3  | 6,5  | 6,0  | 7,2  |
| 6        | 5,2                       | 4,6 | 6,3 | 6,0 | 5,6 | 6        | 5,0                       | 5,2  | 6,9  | 5,5  | 5,5  |
| Sub Grup | Elemen Kerja 5            |     |     |     |     | Sub Grup | Elemen Kerja 6            |      |      |      |      |
|          | Waktu Siklus ke-X (detik) |     |     |     |     |          | Waktu Siklus ke-X (detik) |      |      |      |      |
|          | 1                         | 2   | 3   | 4   | 5   |          | 1                         | 2    | 3    | 4    | 5    |
| 1        | 3,5                       | 4,5 | 4,5 | 4,0 | 4,5 | 1        | 5,1                       | 6,0  | 5,5  | 5,2  | 6,5  |
| 2        | 3,7                       | 4,2 | 4,2 | 4,5 | 4,2 | 2        | 5,6                       | 6,1  | 5,8  | 5,5  | 6,8  |
| 3        | 4,2                       | 4,6 | 4,4 | 4,2 | 3,7 | 3        | 6,1                       | 5,2  | 5,8  | 6,7  | 6,2  |
| 4        | 4,1                       | 3,9 | 4,0 | 4,3 | 3,9 | 4        | 6,0                       | 5,5  | 5,2  | 6,1  | 6,1  |
| 5        | 3,9                       | 3,6 | 3,9 | 3,6 | 4,3 | 5        | 5,5                       | 5,3  | 5,5  | 6,0  | 6,9  |
| 6        | 3,5                       | 3,9 | 3,6 | 3,9 | 4,0 | 6        | 5,0                       | 5,0  | 6,2  | 5,5  | 5,5  |
| Sub Grup | Elemen Kerja 7            |     |     |     |     | Sub Grup | Elemen Kerja 9            |      |      |      |      |
|          | Waktu Siklus ke-X (detik) |     |     |     |     |          | Waktu Siklus ke-X (detik) |      |      |      |      |
|          | 1                         | 2   | 3   | 4   | 5   |          | 1                         | 2    | 3    | 4    | 5    |
| 1        | 8,8                       | 9,5 | 9,1 | 8,5 | 9,1 | 1        | 10,4                      | 9,0  | 10,7 | 10,2 | 9,8  |
| 2        | 9,1                       | 9,1 | 8,8 | 9,3 | 9,3 | 2        | 10,5                      | 10,7 | 11,2 | 11,2 | 11,2 |
| 3        | 8,3                       | 8,8 | 9,3 | 8,8 | 8,8 | 3        | 9,9                       | 11,0 | 11,1 | 10,7 | 11,4 |
| 4        | 8,9                       | 9,3 | 8,8 | 9,3 | 9,2 | 4        | 10,5                      | 10,3 | 10,4 | 11,2 | 10,5 |
| 5        | 8,7                       | 9,4 | 9,2 | 9,4 | 9,2 | 5        | 9,3                       | 9,2  | 9,2  | 11,0 | 9,8  |
| 6        | 9,4                       | 8,5 | 9,4 | 8,5 | 9,0 | 6        | 9,2                       | 9,5  | 9,5  | 10,4 | 9,9  |

Lanjut...

Tabel 4.15. Pengukuran Waktu Siklus SK *Casting* (lanjutan)

| Sub Grup | Elemen Kerja 10           |     |     |     |     |
|----------|---------------------------|-----|-----|-----|-----|
|          | Waktu Siklus ke-X (detik) |     |     |     |     |
|          | 1                         | 2   | 3   | 4   | 5   |
| 1        | 3,9                       | 4,5 | 4,5 | 4,0 | 5,0 |
| 2        | 3,7                       | 4,2 | 4,2 | 5,5 | 5,3 |
| 3        | 4,2                       | 4,6 | 4,4 | 4,1 | 5,2 |
| 4        | 4,1                       | 3,9 | 4,0 | 3,9 | 5,1 |
| 5        | 3,9                       | 3,6 | 3,9 | 3,6 | 5,3 |
| 6        | 3,5                       | 3,9 | 3,6 | 4,0 | 5,0 |

(Sumber: Pengumpulan Data, 2017)

Elemen kerja 1 s/d 7 dan 9 s/d 10 merupakan elemen kerja yang dilakukan oleh operator. Sedangkan elemen kerja 8 merupakan proses pembekuan dengan menggunakan mesin *gravity casting*, sehingga waktu proses pembekuan komponen *gravity casting* pada mesin *gravity casting* adalah sebagai berikut :

- 1) *Pipe Intake A* = 180 detik / unit
- 2) *Pipe Intake B* = 320 detik / unit
- 3) *Pipe Intake C* = 220 detik / unit
- 4) *Pipe Intake D* = 200 detik / unit
- 5) *Pipe Intake E* = 200 detik / unit
- 6) *Pipe Intake F* = 300 detik / unit

Tabel 4.16. Pengukuran Waktu Siklus SK *Hammer*

| Sub Grup | Elemen Kerja 1            |     |     |     |     | Sub Grup | Elemen Kerja 2.1          |      |      |      |      |
|----------|---------------------------|-----|-----|-----|-----|----------|---------------------------|------|------|------|------|
|          | Waktu Siklus ke-X (detik) |     |     |     |     |          | Waktu Siklus ke-X (detik) |      |      |      |      |
|          | 1                         | 2   | 3   | 4   | 5   |          | 1                         | 2    | 3    | 4    | 5    |
| 1        | 3,5                       | 4,1 | 4,1 | 4,6 | 4,5 | 1        | 45,3                      | 48,3 | 45,3 | 48,4 | 49,2 |
| 2        | 3,7                       | 4,2 | 4,0 | 4,9 | 4,2 | 2        | 52,1                      | 53,2 | 52,1 | 52,8 | 52,5 |
| 3        | 3,8                       | 4,5 | 4,2 | 4,2 | 4,2 | 3        | 47,8                      | 49,2 | 49,2 | 49,2 | 53,1 |
| 4        | 4,1                       | 3,9 | 4,0 | 4,3 | 3,9 | 4        | 49,0                      | 46,4 | 54,2 | 46,4 | 49,0 |
| 5        | 3,9                       | 3,6 | 3,9 | 3,6 | 4,3 | 5        | 53,1                      | 53,1 | 53,1 | 52,4 | 55,3 |
| 6        | 3,5                       | 3,9 | 3,6 | 3,9 | 4,5 | 6        | 46,7                      | 46,7 | 53,1 | 49,5 | 46,7 |

Lanjut...

Tabel 4.16. Pengukuran Waktu Siklus SK *Hammer* (lanjutan)

| Sub Grup | Elemen Kerja 2.2          |       |       |       |       | Sub Grup | Elemen Kerja 2.3          |      |      |      |      |
|----------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|----------|---------------------------|------|------|------|------|
|          | Waktu Siklus ke-X (detik) |       |       |       |       |          | Waktu Siklus ke-X (detik) |      |      |      |      |
|          | 1                         | 2     | 3     | 4     | 5     |          | 1                         | 2    | 3    | 4    | 5    |
| 1        | 113,3                     | 116,8 | 115,7 | 128,0 | 117,4 | 1        | 98,3                      | 93,2 | 84,5 | 87,2 | 87,2 |
| 2        | 124,3                     | 126,3 | 126,3 | 110,5 | 124,3 | 2        | 95,1                      | 93,5 | 89,4 | 94,5 | 96,8 |
| 3        | 115,7                     | 115,7 | 128,0 | 126,3 | 115,7 | 3        | 94,3                      | 89,9 | 87,2 | 87,2 | 88,8 |
| 4        | 110,5                     | 126,3 | 110,5 | 114,3 | 128,0 | 4        | 89,4                      | 89,4 | 94,5 | 96,8 | 89,4 |
| 5        | 127,0                     | 128,0 | 126,3 | 127,0 | 110,5 | 5        | 87,2                      | 87,2 | 87,2 | 88,8 | 87,2 |
| 6        | 123,5                     | 126,7 | 128,3 | 121,5 | 126,3 | 6        | 90,3                      | 94,5 | 96,8 | 94,2 | 96,7 |
| Sub Grup | Elemen Kerja 2.4          |       |       |       |       | Sub Grup | Elemen Kerja 2.5          |      |      |      |      |
|          | Waktu Siklus ke-X (detik) |       |       |       |       |          | Waktu Siklus ke-X (detik) |      |      |      |      |
|          | 1                         | 2     | 3     | 4     | 5     |          | 1                         | 2    | 3    | 4    | 5    |
| 1        | 56,2                      | 55,6  | 55,4  | 63,0  | 58,2  | 1        | 63,0                      | 55,6 | 61,0 | 58,2 | 62,4 |
| 2        | 64,2                      | 62,4  | 57,7  | 56,8  | 61,0  | 2        | 56,8                      | 62,4 | 58,2 | 61,0 | 57,8 |
| 3        | 56,7                      | 55,4  | 63,0  | 61,0  | 57,6  | 3        | 61,0                      | 55,4 | 64,6 | 57,6 | 57,7 |
| 4        | 58,2                      | 57,7  | 56,8  | 58,2  | 59,0  | 4        | 58,2                      | 57,7 | 55,4 | 61,0 | 58,2 |
| 5        | 61,0                      | 63,0  | 61,0  | 61,0  | 61,0  | 5        | 61,0                      | 64,8 | 57,2 | 55,4 | 61,0 |
| 6        | 57,6                      | 56,8  | 51,5  | 56,9  | 58,8  | 6        | 56,9                      | 56,8 | 63,6 | 53,6 | 56,7 |
| Sub Grup | Elemen Kerja 2.6          |       |       |       |       | Sub Grup | Elemen Kerja 3            |      |      |      |      |
|          | Waktu Siklus ke-X (detik) |       |       |       |       |          | Waktu Siklus ke-X (detik) |      |      |      |      |
|          | 1                         | 2     | 3     | 4     | 5     |          | 1                         | 2    | 3    | 4    | 5    |
| 1        | 125,6                     | 123,6 | 125,6 | 116,7 | 116,7 | 1        | 4,8                       | 6,0  | 5,5  | 5,2  | 6,5  |
| 2        | 116,7                     | 119,0 | 116,7 | 127,8 | 123,6 | 2        | 5,6                       | 4,9  | 5,8  | 5,5  | 4,9  |
| 3        | 126,3                     | 116,7 | 123,6 | 116,8 | 119,0 | 3        | 4,9                       | 5,2  | 5,8  | 6,7  | 6,2  |
| 4        | 127,5                     | 127,8 | 119,0 | 127,5 | 127,5 | 4        | 6,0                       | 5,5  | 5,2  | 6,1  | 6,1  |
| 5        | 116,7                     | 116,8 | 116,7 | 117,8 | 119,0 | 5        | 5,5                       | 5,3  | 5,5  | 6,0  | 6,0  |
| 6        | 123,6                     | 126,7 | 127,8 | 124,7 | 126,7 | 6        | 5,0                       | 5,0  | 6,2  | 5,5  | 5,5  |

(Sumber: Pengumpulan Data, 2017)

Tabel 4.17. Pengukuran Waktu Siklus SK *Cutting Gate*

| Sub Grup | Elemen Kerja 1            |     |     |     |     | Sub Grup | Elemen Kerja 2.1          |      |      |      |      |
|----------|---------------------------|-----|-----|-----|-----|----------|---------------------------|------|------|------|------|
|          | Waktu Siklus ke-X (detik) |     |     |     |     |          | Waktu Siklus ke-X (detik) |      |      |      |      |
|          | 1                         | 2   | 3   | 4   | 5   |          | 1                         | 2    | 3    | 4    | 5    |
| 1        | 2,9                       | 3,4 | 3,5 | 2,9 | 2,6 | 1        | 19,8                      | 20,0 | 18,3 | 19,4 | 19,2 |
| 2        | 3,0                       | 2,8 | 2,8 | 3,4 | 2,0 | 2        | 17,2                      | 17,9 | 19,0 | 19,3 | 19,0 |
| 3        | 3,6                       | 3,1 | 2,9 | 3,5 | 3,5 | 3        | 18,8                      | 18,3 | 19,2 | 17,9 | 18,0 |
| 4        | 3,0                       | 3,3 | 3,0 | 3,4 | 3,9 | 4        | 19,4                      | 19,0 | 19,4 | 19,2 | 19,2 |
| 5        | 3,2                       | 3,1 | 2,9 | 3,4 | 3,7 | 5        | 19,5                      | 19,2 | 19,3 | 19,0 | 19,9 |
| 6        | 3,5                       | 3,4 | 2,7 | 3,6 | 3,9 | 6        | 17,9                      | 17,3 | 17,9 | 18,0 | 17,5 |

Lanjut...

Tabel 4.17. Pengukuran Waktu Siklus SK *Cutting Gate* (lanjutan)

| Sub Grup | Elemen Kerja 2.2          |       |       |       |       | Sub Grup | Elemen Kerja 2.3          |      |      |      |      |
|----------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|----------|---------------------------|------|------|------|------|
|          | Waktu Siklus ke-X (detik) |       |       |       |       |          | Waktu Siklus ke-X (detik) |      |      |      |      |
|          | 1                         | 2     | 3     | 4     | 5     |          | 1                         | 2    | 3    | 4    | 5    |
| 1        | 45,7                      | 44,7  | 43,7  | 55,2  | 53,6  | 1        | 30,3                      | 32,8 | 33,7 | 29,4 | 28,7 |
| 2        | 44,3                      | 47,8  | 55,2  | 51,7  | 50,7  | 2        | 29,9                      | 33,3 | 29,8 | 28,5 | 30,4 |
| 3        | 47,8                      | 43,7  | 51,7  | 53,6  | 53,5  | 3        | 28,4                      | 30,2 | 31,5 | 28,0 | 30,2 |
| 4        | 50,1                      | 55,2  | 53,6  | 50,7  | 49,9  | 4        | 33,5                      | 29,9 | 28,9 | 29,5 | 31,1 |
| 5        | 52,5                      | 51,7  | 53,4  | 53,5  | 53,6  | 5        | 30,3                      | 31,5 | 28,3 | 35,1 | 31,7 |
| 6        | 48,9                      | 47,8  | 49,9  | 49,9  | 49,9  | 6        | 31,5                      | 30,7 | 30,3 | 31,1 | 28,9 |
| Sub Grup | Elemen Kerja 2.4          |       |       |       |       | Sub Grup | Elemen Kerja 2.5          |      |      |      |      |
|          | Waktu Siklus ke-X (detik) |       |       |       |       |          | Waktu Siklus ke-X (detik) |      |      |      |      |
|          | 1                         | 2     | 3     | 4     | 5     |          | 1                         | 2    | 3    | 4    | 5    |
| 1        | 94,2                      | 96,3  | 94,2  | 86,5  | 85,7  | 1        | 96,3                      | 90,2 | 86,5 | 96,3 | 91,5 |
| 2        | 95,6                      | 98,8  | 89,2  | 93,5  | 94,6  | 2        | 98,8                      | 91,5 | 93,5 | 98,8 | 93,4 |
| 3        | 90,2                      | 94,2  | 86,5  | 85,7  | 88,9  | 3        | 94,2                      | 89,4 | 85,7 | 94,2 | 84,7 |
| 4        | 91,5                      | 89,2  | 93,5  | 94,6  | 91,5  | 4        | 89,2                      | 89,9 | 90,2 | 85,7 | 89,4 |
| 5        | 89,4                      | 86,5  | 85,7  | 88,9  | 93,4  | 5        | 86,5                      | 94,2 | 91,5 | 90,2 | 89,9 |
| 6        | 89,9                      | 83,6  | 88,8  | 84,7  | 84,7  | 6        | 83,6                      | 89,2 | 89,4 | 91,5 | 94,2 |
| Sub Grup | Elemen Kerja 2.6          |       |       |       |       | Sub Grup | Elemen Kerja 3            |      |      |      |      |
|          | Waktu Siklus ke-X (detik) |       |       |       |       |          | Waktu Siklus ke-X (detik) |      |      |      |      |
|          | 1                         | 2     | 3     | 4     | 5     |          | 1                         | 2    | 3    | 4    | 5    |
| 1        | 117,9                     | 126,0 | 125,7 | 123,5 | 117,5 | 1        | 4,0                       | 6,0  | 5,5  | 5,2  | 6,5  |
| 2        | 122,3                     | 131,6 | 112,6 | 117,5 | 125,9 | 2        | 5,6                       | 4,9  | 5,8  | 5,5  | 4,9  |
| 3        | 118,9                     | 125,7 | 123,5 | 125,9 | 126,7 | 3        | 4,9                       | 5,2  | 5,8  | 4,7  | 4,5  |
| 4        | 125,6                     | 112,6 | 117,5 | 126,7 | 116,9 | 4        | 4,6                       | 5,5  | 5,2  | 4,8  | 4,8  |
| 5        | 119,4                     | 123,5 | 125,9 | 118,9 | 125,9 | 5        | 5,5                       | 5,3  | 5,5  | 4,2  | 4,7  |
| 6        | 126,0                     | 117,8 | 116,8 | 124,7 | 116,8 | 6        | 5,0                       | 5,0  | 6,2  | 5,5  | 4,1  |

(Sumber: Pengumpulan Data, 2017)

Tabel 4.18. Pengukuran Waktu Siklus SK *Burrtory*

| Sub Grup | Elemen Kerja 1            |     |     |     |     | Sub Grup | Elemen Kerja 2            |     |     |     |     |
|----------|---------------------------|-----|-----|-----|-----|----------|---------------------------|-----|-----|-----|-----|
|          | Waktu Siklus ke-X (detik) |     |     |     |     |          | Waktu Siklus ke-X (detik) |     |     |     |     |
|          | 1                         | 2   | 3   | 4   | 5   |          | 1                         | 2   | 3   | 4   | 5   |
| 1        | 2,9                       | 3,4 | 3,5 | 2,9 | 3,5 | 1        | 8,0                       | 9,3 | 9,1 | 8,5 | 9,1 |
| 2        | 3,0                       | 2,8 | 2,8 | 3,4 | 3,4 | 2        | 9,1                       | 9,1 | 8,8 | 9,3 | 8,0 |
| 3        | 3,1                       | 3,1 | 2,9 | 3,7 | 3,4 | 3        | 8,8                       | 8,0 | 9,3 | 8,8 | 8,8 |
| 4        | 3,0                       | 3,3 | 3,0 | 3,4 | 3,6 | 4        | 9,0                       | 9,3 | 8,8 | 8,2 | 8,4 |
| 5        | 3,2                       | 3,1 | 2,9 | 3,9 | 3,7 | 5        | 9,4                       | 9,4 | 9,2 | 8,3 | 8,0 |
| 6        | 3,5                       | 3,4 | 2,7 | 3,6 | 3,9 | 6        | 8,5                       | 8,5 | 9,4 | 8,5 | 8,5 |

Lanjut...

Tabel 4.18. Pengukuran Waktu Siklus SK *Burrtory* (lanjutan)

| Sub Grup | Elemen Kerja 3.1          |      |      |      |      | Sub Grup | Elemen Kerja 3.2          |      |      |      |      |
|----------|---------------------------|------|------|------|------|----------|---------------------------|------|------|------|------|
|          | Waktu Siklus ke-X (detik) |      |      |      |      |          | Waktu Siklus ke-X (detik) |      |      |      |      |
|          | 1                         | 2    | 3    | 4    | 5    |          | 1                         | 2    | 3    | 4    | 5    |
| 1        | 53,2                      | 48,8 | 51,2 | 49,8 | 49,8 | 1        | 29,8                      | 32,6 | 28,3 | 32,1 | 30,2 |
| 2        | 47,8                      | 49,2 | 49,8 | 53,9 | 53,9 | 2        | 30,2                      | 26,9 | 32,2 | 28,9 | 32,1 |
| 3        | 51,2                      | 52,3 | 53,9 | 48,8 | 53,2 | 3        | 32,1                      | 28,3 | 29,9 | 32,8 | 28,9 |
| 4        | 49,8                      | 51,8 | 48,8 | 52,3 | 48,8 | 4        | 28,9                      | 32,2 | 32,6 | 29,9 | 28,9 |
| 5        | 53,9                      | 52,7 | 49,2 | 51,8 | 54,5 | 5        | 32,8                      | 29,9 | 26,9 | 32,6 | 32,8 |
| 6        | 51,7                      | 50,7 | 52,3 | 52,7 | 51,8 | 6        | 27,8                      | 30,3 | 28,3 | 26,9 | 29,9 |
| Sub Grup | Elemen Kerja 3.3          |      |      |      |      | Sub Grup | Elemen Kerja 3.4          |      |      |      |      |
|          | Waktu Siklus ke-X (detik) |      |      |      |      |          | Waktu Siklus ke-X (detik) |      |      |      |      |
|          | 1                         | 2    | 3    | 4    | 5    |          | 1                         | 2    | 3    | 4    | 5    |
| 1        | 30,2                      | 29,9 | 32,8 | 28,9 | 32,8 | 1        | 46,7                      | 52,1 | 48,9 | 49,9 | 52,3 |
| 2        | 32,1                      | 32,6 | 29,9 | 32,8 | 29,9 | 2        | 49,9                      | 50,8 | 47,9 | 52,3 | 51,2 |
| 3        | 28,9                      | 26,9 | 32,6 | 29,9 | 29,9 | 3        | 52,3                      | 48,9 | 52,1 | 51,2 | 48,9 |
| 4        | 32,6                      | 32,6 | 29,9 | 29,9 | 30,2 | 4        | 51,2                      | 47,9 | 52,1 | 48,9 | 47,9 |
| 5        | 26,9                      | 26,9 | 32,6 | 32,6 | 32,1 | 5        | 47,8                      | 52,1 | 50,8 | 47,9 | 52,1 |
| 6        | 28,3                      | 28,3 | 26,9 | 26,9 | 28,9 | 6        | 49,9                      | 51,6 | 48,9 | 52,1 | 52,1 |
| Sub Grup | Elemen Kerja 3.5          |      |      |      |      | Sub Grup | Elemen Kerja 3.6          |      |      |      |      |
|          | Waktu Siklus ke-X (detik) |      |      |      |      |          | Waktu Siklus ke-X (detik) |      |      |      |      |
|          | 1                         | 2    | 3    | 4    | 5    |          | 1                         | 2    | 3    | 4    | 5    |
| 1        | 52,3                      | 44,7 | 48,9 | 52,1 | 48,9 | 1        | 21,0                      | 18,0 | 23,0 | 17,0 | 17,0 |
| 2        | 51,2                      | 53,5 | 47,9 | 51,6 | 47,9 | 2        | 20,0                      | 21,0 | 21,0 | 19,0 | 21,0 |
| 3        | 47,8                      | 45,6 | 52,1 | 45,6 | 52,1 | 3        | 19,0                      | 20,0 | 22,0 | 18,0 | 21,0 |
| 4        | 48,9                      | 48,6 | 51,6 | 53,5 | 52,1 | 4        | 18,0                      | 22,0 | 18,0 | 21,0 | 18,0 |
| 5        | 47,9                      | 55,3 | 45,6 | 45,6 | 51,6 | 5        | 19,0                      | 17,0 | 19,0 | 20,0 | 22,0 |
| 6        | 52,1                      | 52,4 | 48,6 | 48,6 | 45,6 | 6        | 20,0                      | 21,0 | 20,0 | 18,0 | 19,0 |
| Sub Grup | Elemen Kerja 4            |      |      |      |      | Sub Grup | Elemen Kerja 5            |      |      |      |      |
|          | Waktu Siklus ke-X (detik) |      |      |      |      |          | Waktu Siklus ke-X (detik) |      |      |      |      |
|          | 1                         | 2    | 3    | 4    | 5    |          | 1                         | 2    | 3    | 4    | 5    |
| 1        | 3,0                       | 4,0  | 4,5  | 4,2  | 5,5  | 1        | 4,0                       | 6,2  | 5,5  | 5,2  | 5,5  |
| 2        | 3,6                       | 3,9  | 4,8  | 4,5  | 4,9  | 2        | 5,6                       | 5,2  | 5,8  | 5,5  | 5,0  |
| 3        | 3,9                       | 4,2  | 4,8  | 3,7  | 4,5  | 3        | 4,9                       | 5,5  | 5,9  | 4,7  | 4,5  |
| 4        | 3,6                       | 4,5  | 4,2  | 3,8  | 4,8  | 4        | 4,6                       | 4,7  | 5,2  | 4,8  | 4,8  |
| 5        | 4,5                       | 4,3  | 4,5  | 3,2  | 4,7  | 5        | 5,2                       | 4,8  | 5,5  | 4,2  | 4,7  |
| 6        | 4,0                       | 4,0  | 4,2  | 4,5  | 4,1  | 6        | 5,5                       | 5,3  | 6,2  | 5,5  | 4,1  |

Lanjut...

Tabel 4.18. Pengukuran Waktu Siklus SK *Burrtory* (lanjutan)

| Sub Grup | Elemen Kerja 6            |      |      |      |      | Sub Grup | Elemen Kerja 7.1          |      |      |      |      |
|----------|---------------------------|------|------|------|------|----------|---------------------------|------|------|------|------|
|          | Waktu Siklus ke-X (detik) |      |      |      |      |          | Waktu Siklus ke-X (detik) |      |      |      |      |
|          | 1                         | 2    | 3    | 4    | 5    |          | 1                         | 2    | 3    | 4    | 5    |
| 1        | 2,8                       | 3,0  | 3,0  | 3,0  | 3,5  | 1        | 32,5                      | 31,5 | 34,2 | 28,9 | 31,5 |
| 2        | 3,1                       | 3,1  | 3,1  | 3,6  | 3,4  | 2        | 29,8                      | 32,7 | 31,9 | 27,9 | 34,2 |
| 3        | 3,3                       | 3,0  | 2,9  | 3,5  | 3,4  | 3        | 27,9                      | 31,9 | 28,9 | 31,5 | 31,9 |
| 4        | 3,1                       | 3,1  | 3,0  | 3,4  | 3,6  | 4        | 32,5                      | 28,9 | 27,9 | 34,2 | 32,7 |
| 5        | 3,4                       | 3,4  | 3,7  | 3,0  | 3,7  | 5        | 33,5                      | 27,9 | 31,5 | 31,9 | 31,9 |
| 6        | 2,9                       | 2,9  | 3,4  | 3,6  | 3,0  | 6        | 28,7                      | 28,4 | 32,7 | 28,9 | 28,9 |
| Sub Grup | Elemen Kerja 7.2          |      |      |      |      | Sub Grup | Elemen Kerja 7.3          |      |      |      |      |
|          | Waktu Siklus ke-X (detik) |      |      |      |      |          | Waktu Siklus ke-X (detik) |      |      |      |      |
|          | 1                         | 2    | 3    | 4    | 5    |          | 1                         | 2    | 3    | 4    | 5    |
| 1        | 16,7                      | 14,5 | 12,3 | 15,6 | 16,5 | 1        | 15,6                      | 15,6 | 16,5 | 12,7 | 15,6 |
| 2        | 15,6                      | 16,7 | 12,8 | 16,5 | 12,7 | 2        | 16,4                      | 16,5 | 12,7 | 16,7 | 16,5 |
| 3        | 16,7                      | 14,4 | 15,6 | 12,7 | 16,7 | 3        | 15,7                      | 12,7 | 16,7 | 15,6 | 12,7 |
| 4        | 15,6                      | 14,9 | 16,5 | 16,7 | 12,3 | 4        | 16,6                      | 16,5 | 15,6 | 16,5 | 12,7 |
| 5        | 16,9                      | 14,8 | 12,7 | 14,4 | 12,8 | 5        | 15,8                      | 15,6 | 16,5 | 12,7 | 16,7 |
| 6        | 15,3                      | 15,9 | 16,5 | 14,9 | 15,6 | 6        | 16,3                      | 16,4 | 12,7 | 16,7 | 15,6 |
| Sub Grup | Elemen Kerja 7.4          |      |      |      |      | Sub Grup | Elemen Kerja 7.5          |      |      |      |      |
|          | Waktu Siklus ke-X (detik) |      |      |      |      |          | Waktu Siklus ke-X (detik) |      |      |      |      |
|          | 1                         | 2    | 3    | 4    | 5    |          | 1                         | 2    | 3    | 4    | 5    |
| 1        | 20,4                      | 21,6 | 17,8 | 23,1 | 20,8 | 1        | 21,0                      | 18,0 | 23,0 | 17,0 | 17,0 |
| 2        | 17,8                      | 18,9 | 23,1 | 20,8 | 20,4 | 2        | 20,0                      | 21,0 | 21,0 | 19,0 | 21,0 |
| 3        | 18,7                      | 17,8 | 20,8 | 20,4 | 21,6 | 3        | 19,0                      | 20,0 | 22,0 | 18,0 | 21,0 |
| 4        | 21,3                      | 23,1 | 20,4 | 21,6 | 21,6 | 4        | 18,0                      | 22,0 | 18,0 | 21,0 | 18,0 |
| 5        | 18,9                      | 20,8 | 17,8 | 18,9 | 18,9 | 5        | 19,0                      | 17,0 | 19,0 | 20,0 | 22,0 |
| 6        | 17,8                      | 18,8 | 18,7 | 17,8 | 17,8 | 6        | 20,0                      | 21,0 | 20,0 | 18,0 | 19,0 |
| Sub Grup | Elemen Kerja 7.6          |      |      |      |      | Sub Grup | Elemen Kerja 8            |      |      |      |      |
|          | Waktu Siklus ke-X (detik) |      |      |      |      |          | Waktu Siklus ke-X (detik) |      |      |      |      |
|          | 1                         | 2    | 3    | 4    | 5    |          | 1                         | 2    | 3    | 4    | 5    |
| 1        | 32,2                      | 30,4 | 27,9 | 29,9 | 32,3 | 1        | 5,2                       | 5,2  | 5,5  | 5,2  | 4,5  |
| 2        | 34,1                      | 32,2 | 28,8 | 32,3 | 28,8 | 2        | 5,2                       | 5,2  | 5,3  | 5,3  | 5,0  |
| 3        | 33,2                      | 29,9 | 32,2 | 28,8 | 30,4 | 3        | 5,5                       | 5,5  | 5,4  | 4,7  | 4,5  |
| 4        | 29,8                      | 32,3 | 29,9 | 30,4 | 29,9 | 4        | 4,7                       | 4,7  | 5,2  | 4,8  | 4,8  |
| 5        | 28,9                      | 33,5 | 32,3 | 32,2 | 32,3 | 5        | 4,8                       | 4,8  | 5,5  | 4,2  | 4,7  |
| 6        | 32,7                      | 31,7 | 28,8 | 29,9 | 28,8 | 6        | 5,5                       | 5,3  | 6,2  | 4,6  | 4,1  |

Lanjut...

Tabel 4.18. Pengukuran Waktu Siklus SK *Burrtory* (lanjutan)

| Sub Grup | Elemen Kerja 9            |      |      |      |      | Sub Grup | Elemen Kerja 10.1         |      |      |      |      |
|----------|---------------------------|------|------|------|------|----------|---------------------------|------|------|------|------|
|          | Waktu Siklus ke-X (detik) |      |      |      |      |          | Waktu Siklus ke-X (detik) |      |      |      |      |
|          | 1                         | 2    | 3    | 4    | 5    |          | 1                         | 2    | 3    | 4    | 5    |
| 1        | 2,8                       | 3,0  | 3,0  | 3,0  | 3,2  | 1        | 13,4                      | 15,4 | 11,3 | 10,9 | 11,5 |
| 2        | 3,1                       | 3,1  | 3,1  | 3,1  | 3,0  | 2        | 14,5                      | 13,4 | 10,9 | 11,5 | 13,4 |
| 3        | 3,0                       | 3,0  | 2,9  | 3,0  | 3,1  | 3        | 13,6                      | 10,0 | 11,5 | 13,4 | 10,0 |
| 4        | 3,1                       | 3,1  | 3,0  | 3,4  | 3,6  | 4        | 11,3                      | 14,5 | 13,4 | 10,0 | 11,5 |
| 5        | 3,4                       | 3,4  | 3,1  | 3,0  | 3,0  | 5        | 10,9                      | 13,7 | 10,0 | 13,4 | 13,4 |
| 6        | 2,9                       | 2,9  | 3,4  | 3,2  | 3,0  | 6        | 11,5                      | 14,3 | 12,3 | 13,7 | 10,0 |
| Sub Grup | Elemen Kerja 10.2         |      |      |      |      | Sub Grup | Elemen Kerja 10.3         |      |      |      |      |
|          | Waktu Siklus ke-X (detik) |      |      |      |      |          | Waktu Siklus ke-X (detik) |      |      |      |      |
|          | 1                         | 2    | 3    | 4    | 5    |          | 1                         | 2    | 3    | 4    | 5    |
| 1        | 14,5                      | 12,5 | 15,4 | 15,4 | 16,5 | 1        | 15,4                      | 16,5 | 14,6 | 16,5 | 15,4 |
| 2        | 11,3                      | 14,5 | 16,5 | 16,5 | 14,6 | 2        | 16,5                      | 14,6 | 15,4 | 15,4 | 16,5 |
| 3        | 15,6                      | 15,4 | 14,6 | 14,6 | 15,4 | 3        | 14,6                      | 15,4 | 16,5 | 16,5 | 15,4 |
| 4        | 14,6                      | 16,5 | 12,5 | 15,4 | 15,4 | 4        | 15,6                      | 16,5 | 15,4 | 15,4 | 14,6 |
| 5        | 13,6                      | 14,6 | 14,5 | 16,5 | 16,5 | 5        | 14,6                      | 14,6 | 16,5 | 16,5 | 15,4 |
| 6        | 12,5                      | 13,4 | 15,4 | 14,6 | 14,6 | 6        | 13,6                      | 12,5 | 14,6 | 14,6 | 16,5 |
| Sub Grup | Elemen Kerja 10.4         |      |      |      |      | Sub Grup | Elemen Kerja 10.5         |      |      |      |      |
|          | Waktu Siklus ke-X (detik) |      |      |      |      |          | Waktu Siklus ke-X (detik) |      |      |      |      |
|          | 1                         | 2    | 3    | 4    | 5    |          | 1                         | 2    | 3    | 4    | 5    |
| 1        | 17,6                      | 16,5 | 17,6 | 14,6 | 15,6 | 1        | 15,6                      | 17,6 | 15,6 | 15,6 | 14,6 |
| 2        | 18,7                      | 15,6 | 14,6 | 15,6 | 16,5 | 2        | 16,5                      | 14,6 | 16,5 | 17,6 | 15,6 |
| 3        | 16,7                      | 17,6 | 15,6 | 15,6 | 15,6 | 3        | 15,6                      | 15,6 | 15,6 | 14,6 | 15,6 |
| 4        | 15,6                      | 14,6 | 15,6 | 16,5 | 17,6 | 4        | 16,7                      | 15,6 | 15,6 | 16,5 | 15,6 |
| 5        | 15,7                      | 15,6 | 17,6 | 15,6 | 14,6 | 5        | 15,6                      | 17,6 | 15,6 | 15,6 | 16,5 |
| 6        | 17,8                      | 17,6 | 14,6 | 17,6 | 15,6 | 6        | 15,7                      | 14,6 | 17,6 | 17,6 | 15,6 |
| Sub Grup | Elemen Kerja 10.6         |      |      |      |      | Sub Grup | Elemen Kerja 11.1         |      |      |      |      |
|          | Waktu Siklus ke-X (detik) |      |      |      |      |          | Waktu Siklus ke-X (detik) |      |      |      |      |
|          | 1                         | 2    | 3    | 4    | 5    |          | 1                         | 2    | 3    | 4    | 5    |
| 1        | 23,4                      | 20,4 | 23,4 | 21,5 | 21,5 | 1        | 10,3                      | 11,5 | 12,6 | 10,9 | 11,3 |
| 2        | 20,4                      | 21,5 | 20,4 | 21,5 | 21,5 | 2        | 11,3                      | 12,1 | 10,9 | 11,3 | 11,3 |
| 3        | 21,5                      | 22,4 | 21,5 | 22,4 | 22,4 | 3        | 10,8                      | 11,3 | 11,3 | 11,3 | 12,6 |
| 4        | 21,3                      | 24,3 | 21,5 | 23,4 | 23,4 | 4        | 9,8                       | 12,6 | 11,3 | 11,3 | 12,6 |
| 5        | 22,3                      | 23,4 | 22,4 | 20,4 | 20,4 | 5        | 8,9                       | 10,9 | 12,6 | 12,6 | 10,9 |
| 6        | 24,3                      | 20,4 | 21,5 | 21,5 | 21,5 | 6        | 10,8                      | 11,3 | 10,9 | 10,9 | 11,3 |

Lanjut...

Tabel 4.18. Pengukuran Waktu Siklus SK *Burrtory* (lanjutan)

| Sub Grup | Elemen Kerja 11.2         |      |      |      |      | Sub Grup | Elemen Kerja 11.3         |      |      |      |      |
|----------|---------------------------|------|------|------|------|----------|---------------------------|------|------|------|------|
|          | Waktu Siklus ke-X (detik) |      |      |      |      |          | Waktu Siklus ke-X (detik) |      |      |      |      |
|          | 1                         | 2    | 3    | 4    | 5    |          | 1                         | 2    | 3    | 4    | 5    |
| 1        | 11,3                      | 11,7 | 11,3 | 10,9 | 11,5 | 1        | 16,5                      | 15,4 | 12,3 | 14,3 | 13,7 |
| 2        | 10,9                      | 11,5 | 10,9 | 11,5 | 13,4 | 2        | 14,6                      | 16,5 | 13,4 | 13,7 | 12,8 |
| 3        | 11,5                      | 13,4 | 11,5 | 13,4 | 11,7 | 3        | 15,4                      | 15,4 | 14,3 | 12,8 | 15,4 |
| 4        | 13,4                      | 10,9 | 13,4 | 11,7 | 11,3 | 4        | 16,5                      | 14,6 | 13,7 | 15,4 | 14,3 |
| 5        | 10,9                      | 13,4 | 10,9 | 11,5 | 10,9 | 5        | 14,6                      | 15,4 | 12,8 | 16,5 | 13,7 |
| 6        | 12,3                      | 13,7 | 13,4 | 13,4 | 11,5 | 6        | 12,5                      | 16,5 | 11,5 | 15,4 | 12,8 |
| Sub Grup | Elemen Kerja 11.4         |      |      |      |      | Sub Grup | Elemen Kerja 11.5         |      |      |      |      |
|          | Waktu Siklus ke-X (detik) |      |      |      |      |          | Waktu Siklus ke-X (detik) |      |      |      |      |
|          | 1                         | 2    | 3    | 4    | 5    |          | 1                         | 2    | 3    | 4    | 5    |
| 1        | 16,3                      | 15,6 | 15,7 | 16,8 | 15,4 | 1        | 12,6                      | 12,7 | 12,6 | 9,6  | 10,6 |
| 2        | 15,7                      | 14,7 | 16,8 | 17,4 | 16,3 | 2        | 13,7                      | 10,6 | 9,6  | 10,6 | 11,5 |
| 3        | 16,2                      | 11,4 | 17,4 | 15,4 | 15,7 | 3        | 11,7                      | 12,6 | 12,4 | 10,6 | 10,6 |
| 4        | 14,6                      | 13,5 | 15,4 | 16,3 | 15,7 | 4        | 12,2                      | 12,5 | 10,6 | 11,5 | 12,7 |
| 5        | 15,6                      | 16,7 | 14,7 | 15,7 | 16,8 | 5        | 10,7                      | 10,6 | 12,0 | 10,6 | 9,6  |
| 6        | 14,6                      | 16,9 | 11,4 | 16,2 | 17,4 | 6        | 12,8                      | 12,0 | 9,6  | 12,6 | 10,6 |
| Sub Grup | Elemen Kerja 11.6         |      |      |      |      | Sub Grup | Elemen Kerja 12           |      |      |      |      |
|          | Waktu Siklus ke-X (detik) |      |      |      |      |          | Waktu Siklus ke-X (detik) |      |      |      |      |
|          | 1                         | 2    | 3    | 4    | 5    |          | 1                         | 2    | 3    | 4    | 5    |
| 1        | 15,6                      | 14,6 | 13,4 | 15,6 | 16,4 | 1        | 4,5                       | 5,2  | 4,7  | 5,3  | 4,5  |
| 2        | 17,6                      | 15,6 | 14,5 | 13,5 | 14,6 | 2        | 4,9                       | 5,0  | 4,8  | 5,2  | 4,1  |
| 3        | 14,6                      | 15,6 | 15,6 | 16,4 | 15,6 | 3        | 4,1                       | 4,7  | 4,5  | 4,7  | 4,1  |
| 4        | 16,5                      | 15,6 | 13,5 | 14,6 | 14,6 | 4        | 4,1                       | 4,8  | 4,1  | 3,9  | 5,3  |
| 5        | 15,6                      | 16,5 | 16,4 | 15,6 | 15,6 | 5        | 4,2                       | 4,5  | 4,1  | 3,8  | 5,2  |
| 6        | 17,6                      | 15,6 | 13,6 | 15,6 | 15,6 | 6        | 3,7                       | 4,9  | 4,2  | 5,1  | 4,7  |

(Sumber: Pengumpulan Data, 2017)

Tabel 4.19. Pengukuran Waktu Siklus SK *Sand Blasting*

| Sub Grup | Elemen Kerja 1            |     |     |     |     | Sub Grup | Elemen Kerja 2.1          |      |      |      |      |
|----------|---------------------------|-----|-----|-----|-----|----------|---------------------------|------|------|------|------|
|          | Waktu Siklus ke-X (detik) |     |     |     |     |          | Waktu Siklus ke-X (detik) |      |      |      |      |
|          | 1                         | 2   | 3   | 4   | 5   |          | 1                         | 2    | 3    | 4    | 5    |
| 1        | 2,5                       | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,2 | 1        | 23,4                      | 21,4 | 19,3 | 23,4 | 20,7 |
| 2        | 2,0                       | 3,1 | 3,1 | 3,1 | 3,0 | 2        | 20,1                      | 20,3 | 19,8 | 20,1 | 20,3 |
| 3        | 2,7                       | 3,0 | 2,9 | 3,0 | 3,1 | 3        | 20,3                      | 20,7 | 21,6 | 20,3 | 19,8 |
| 4        | 3,1                       | 2,8 | 3,0 | 2,7 | 2,5 | 4        | 18,9                      | 19,3 | 18,9 | 19,8 | 23,5 |
| 5        | 3,4                       | 3,4 | 3,1 | 3,0 | 3,0 | 5        | 19,8                      | 19,8 | 19,8 | 22,5 | 19,8 |
| 6        | 2,9                       | 2,9 | 2,5 | 3,2 | 3,0 | 6        | 21,1                      | 21,6 | 21,1 | 18,9 | 21,6 |

Lanjut...

Tabel 4.19. Pengukuran Waktu Siklus SK *Sand Blasting* (lanjutan)

| Sub Grup | Elemen Kerja 2.2          |      |      |      |      | Sub Grup | Elemen Kerja 2.3          |      |      |      |      |
|----------|---------------------------|------|------|------|------|----------|---------------------------|------|------|------|------|
|          | Waktu Siklus ke-X (detik) |      |      |      |      |          | Waktu Siklus ke-X (detik) |      |      |      |      |
|          | 1                         | 2    | 3    | 4    | 5    |          | 1                         | 2    | 3    | 4    | 5    |
| 1        | 19,8                      | 18,9 | 20,7 | 21,6 | 20,3 | 1        | 18,7                      | 21,3 | 20,2 | 19,7 | 20,3 |
| 2        | 19,9                      | 19,8 | 20,3 | 18,9 | 19,8 | 2        | 19,9                      | 22,1 | 19,7 | 19,5 | 21,7 |
| 3        | 20,3                      | 19,8 | 19,8 | 19,8 | 22,5 | 3        | 21,3                      | 20,2 | 18,9 | 20,3 | 17,9 |
| 4        | 21,4                      | 19,9 | 19,9 | 20,4 | 23,4 | 4        | 22,1                      | 19,7 | 19,7 | 21,7 | 18,7 |
| 5        | 22,4                      | 20,3 | 20,3 | 19,8 | 22,5 | 5        | 20,2                      | 18,9 | 19,5 | 17,9 | 18,9 |
| 6        | 21,0                      | 21,7 | 21,8 | 17,9 | 21,6 | 6        | 19,7                      | 17,8 | 20,3 | 18,7 | 19,0 |
| Sub Grup | Elemen Kerja 2.4          |      |      |      |      | Sub Grup | Elemen Kerja 2.5          |      |      |      |      |
|          | Waktu Siklus ke-X (detik) |      |      |      |      |          | Waktu Siklus ke-X (detik) |      |      |      |      |
|          | 1                         | 2    | 3    | 4    | 5    |          | 1                         | 2    | 3    | 4    | 5    |
| 1        | 63,2                      | 58,9 | 55,7 | 60,3 | 62,4 | 1        | 55,7                      | 64,2 | 54,6 | 59,9 | 62,4 |
| 2        | 60,3                      | 59,9 | 61,7 | 62,3 | 61,7 | 2        | 54,5                      | 59,9 | 53,2 | 62,4 | 58,4 |
| 3        | 54,6                      | 62,4 | 64,2 | 61,3 | 61,6 | 3        | 57,8                      | 60,2 | 50,9 | 58,4 | 55,7 |
| 4        | 61,3                      | 61,7 | 59,9 | 57,8 | 61,3 | 4        | 59,9                      | 59,9 | 61,2 | 55,7 | 54,3 |
| 5        | 61,2                      | 64,2 | 62,4 | 59,9 | 64,2 | 5        | 62,4                      | 62,4 | 53,5 | 54,5 | 53,4 |
| 6        | 58,9                      | 61,5 | 61,7 | 62,4 | 56,6 | 6        | 61,7                      | 58,4 | 55,4 | 57,8 | 52,1 |
| Sub Grup | Elemen Kerja 2.6          |      |      |      |      | Sub Grup | Elemen Kerja 3            |      |      |      |      |
|          | Waktu Siklus ke-X (detik) |      |      |      |      |          | Waktu Siklus ke-X (detik) |      |      |      |      |
|          | 1                         | 2    | 3    | 4    | 5    |          | 1                         | 2    | 3    | 4    | 5    |
| 1        | 72,3                      | 62,3 | 71,6 | 70,9 | 67,8 | 1        | 4,2                       | 4,3  | 5,5  | 5,2  | 4,2  |
| 2        | 71,9                      | 67,8 | 68,9 | 68,9 | 70,9 | 2        | 4,3                       | 4,6  | 4,7  | 5,2  | 5,2  |
| 3        | 70,9                      | 70,9 | 72,1 | 69,7 | 68,9 | 3        | 4,5                       | 4,7  | 4,8  | 5,5  | 5,2  |
| 4        | 68,9                      | 68,9 | 73,2 | 67,7 | 69,7 | 4        | 4,7                       | 4,8  | 4,0  | 4,8  | 4,7  |
| 5        | 69,7                      | 72,1 | 67,9 | 73,2 | 67,7 | 5        | 4,8                       | 5,5  | 4,1  | 5,5  | 4,8  |
| 6        | 67,7                      | 71,3 | 65,5 | 67,9 | 73,2 | 6        | 4,5                       | 5,2  | 4,8  | 5,2  | 5,0  |

(Sumber: Pengumpulan Data, 2017)

Tabel 4.20. Pengukuran Waktu Siklus SK *Machining*

| Sub Grup | Elemen Kerja 1            |     |     |     |     | Sub Grup | Elemen Kerja 2            |     |     |     |     |
|----------|---------------------------|-----|-----|-----|-----|----------|---------------------------|-----|-----|-----|-----|
|          | Waktu Siklus ke-X (detik) |     |     |     |     |          | Waktu Siklus ke-X (detik) |     |     |     |     |
|          | 1                         | 2   | 3   | 4   | 5   |          | 1                         | 2   | 3   | 4   | 5   |
| 1        | 5,3                       | 6,3 | 5,9 | 5,4 | 6,3 | 1        | 8,5                       | 8,4 | 8,5 | 8,2 | 8,3 |
| 2        | 5,5                       | 5,6 | 5,6 | 5,6 | 5,4 | 2        | 7,8                       | 8,4 | 8,3 | 7,5 | 8,6 |
| 3        | 5,2                       | 5,6 | 6,7 | 5,8 | 5,6 | 3        | 7,3                       | 7,8 | 7,3 | 7,7 | 7,9 |
| 4        | 5,5                       | 6,7 | 6,3 | 6,3 | 5,9 | 4        | 7,8                       | 7,3 | 7,9 | 8,2 | 7,9 |
| 5        | 4,7                       | 6,3 | 6,4 | 6,4 | 6,3 | 5        | 7,9                       | 7,9 | 7,9 | 8,4 | 8,7 |
| 6        | 6,7                       | 6,4 | 6,3 | 6,4 | 6,6 | 6        | 8,5                       | 7,9 | 8,4 | 8,2 | 8,9 |

Lanjut...

Tabel 4.20. Pengukuran Waktu Siklus SK *Machining* (lanjutan)

| Sub Grup | Elemen Kerja 3            |     |     |     |     | Sub Grup | Elemen Kerja 4            |     |     |     |     |
|----------|---------------------------|-----|-----|-----|-----|----------|---------------------------|-----|-----|-----|-----|
|          | Waktu Siklus ke-X (detik) |     |     |     |     |          | Waktu Siklus ke-X (detik) |     |     |     |     |
|          | 1                         | 2   | 3   | 4   | 5   |          | 1                         | 2   | 3   | 4   | 5   |
| 1        | 2,0                       | 3,0 | 3,0 | 3,2 | 3,6 | 1        | 8,4                       | 8,4 | 9,3 | 8,2 | 8,5 |
| 2        | 2,6                       | 3,1 | 3,2 | 3,2 | 3,0 | 2        | 9,0                       | 8,5 | 8,0 | 7,8 | 9,1 |
| 3        | 2,7                       | 3,0 | 2,7 | 3,0 | 3,1 | 3        | 8,4                       | 9,2 | 7,5 | 8,4 | 8,4 |
| 4        | 3,1                       | 2,8 | 3,0 | 3,1 | 2,9 | 4        | 7,8                       | 8,4 | 8,4 | 8,0 | 7,8 |
| 5        | 3,1                       | 3,0 | 3,1 | 2,5 | 3,0 | 5        | 8,0                       | 7,8 | 8,5 | 8,5 | 7,9 |
| 6        | 2,9                       | 2,7 | 2,5 | 3,2 | 3,9 | 6        | 7,6                       | 7,8 | 9,1 | 9,2 | 7,5 |
| Sub Grup | Elemen Kerja 5            |     |     |     |     | Sub Grup | Elemen Kerja 6            |     |     |     |     |
|          | Waktu Siklus ke-X (detik) |     |     |     |     |          | Waktu Siklus ke-X (detik) |     |     |     |     |
|          | 1                         | 2   | 3   | 4   | 5   |          | 1                         | 2   | 3   | 4   | 5   |
| 1        | 4,6                       | 4,2 | 4,0 | 5,0 | 4,7 | 1        | 5,2                       | 4,3 | 5,5 | 5,2 | 4,2 |
| 2        | 4,1                       | 4,0 | 4,2 | 5,2 | 5,2 | 2        | 4,3                       | 4,6 | 4,7 | 5,2 | 5,2 |
| 3        | 4,2                       | 4,9 | 4,7 | 4,9 | 5,3 | 3        | 4,5                       | 4,7 | 4,8 | 5,5 | 5,2 |
| 4        | 4,7                       | 4,2 | 4,0 | 4,5 | 5,7 | 4        | 4,7                       | 5,3 | 5,2 | 4,8 | 5,6 |
| 5        | 4,8                       | 4,8 | 4,2 | 5,2 | 5,7 | 5        | 5,0                       | 5,5 | 4,1 | 5,5 | 4,8 |
| 6        | 4,0                       | 3,9 | 4,6 | 5,2 | 5,5 | 6        | 4,5                       | 5,2 | 4,8 | 5,2 | 5,0 |
| Sub Grup | Elemen Kerja 8            |     |     |     |     | Sub Grup | Elemen Kerja 9            |     |     |     |     |
|          | Waktu Siklus ke-X (detik) |     |     |     |     |          | Waktu Siklus ke-X (detik) |     |     |     |     |
|          | 1                         | 2   | 3   | 4   | 5   |          | 1                         | 2   | 3   | 4   | 5   |
| 1        | 3,4                       | 3,4 | 3,2 | 3,1 | 3,0 | 1        | 6,7                       | 6,5 | 7,9 | 6,9 | 7,9 |
| 2        | 2,9                       | 2,9 | 2,9 | 3,4 | 3,4 | 2        | 7,4                       | 6,4 | 6,5 | 7,9 | 6,1 |
| 3        | 3,0                       | 3,0 | 2,6 | 2,7 | 2,5 | 3        | 7,0                       | 6,1 | 6,4 | 6,1 | 6,7 |
| 4        | 2,8                       | 3,1 | 3,1 | 2,8 | 3,0 | 4        | 6,3                       | 6,7 | 6,3 | 6,2 | 7,0 |
| 5        | 3,2                       | 2,5 | 2,5 | 3,2 | 3,4 | 5        | 7,4                       | 7,8 | 6,7 | 6,3 | 6,2 |
| 6        | 2,9                       | 2,8 | 3,0 | 2,5 | 2,7 | 6        | 7,8                       | 7,9 | 7,8 | 6,5 | 6,7 |

(Sumber: Pengumpulan Data, 2017)

Elemen kerja 1 s/d 6 dan 8 s/d 9 merupakan elemen kerja yang dilakukan oleh operator. Sedangkan elemen kerja 7 merupakan proses pengeboran, pengetapan dan pemotongan komponen oleh mesin CNC, sehingga waktu proses pada tiap-tiap komponen *gravity casting* pada mesin CNC adalah:

- 1) *Pipe Intake A* = 190 detik / unit      4) *Pipe Intake D* = 503 detik / unit
- 2) *Pipe Intake B* = 271 detik / unit      5) *Pipe Intake E* = 503 detik / unit
- 3) *Pipe Intake C* = 260 detik / unit      6) *Pipe Intake F* = 789 detik / unit

## 4.2. Pengolahan Data

Pengolahan data merupakan urutan langkah-langkah yang disusun secara sistematis bertujuan untuk memudahkan dalam analisa masalah, sehingga dapat menghasilkan solusi untuk mengatasi permasalahan pada perusahaan.

### 4.2.1. Perhitungan Waktu Siklus (Ws)

Setelah melakukan pengukuran data waktu siklus, tahap selanjutnya adalah menghitung rata-rata waktu siklus pada setiap sub grup. Jumlah waktu pengamatan yang dilakukan yaitu sebanyak 30 yang dibagi kedalam 6 sub grup. Perhitungan rata-rata waktu siklus elemen kerja 1 di stasiun kerja *casting* dapat dilihat pada Tabel 4.21.

Tabel 4.21. Perhitungan Waktu Rata-rata Elemen Kerja 1 SK *Casting*

| Sub Grup                                   | Membuka <i>mould</i> dengan memposisikan meja mesin ke arah vertikal dengan sudut 90° |                |                |                |                |      |                         |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------|-------------------------|
|                                            | Xi (detik)                                                                            |                |                |                |                |      |                         |
|                                            | X <sub>1</sub>                                                                        | X <sub>2</sub> | X <sub>3</sub> | X <sub>4</sub> | X <sub>5</sub> | Σ X  | Rata-rata ( $\bar{x}$ ) |
| 1                                          | 5,4                                                                                   | 5,1            | 5,5            | 4,7            | 5,3            | 26,0 | 5,2                     |
| 2                                          | 6,0                                                                                   | 4,2            | 6,1            | 4,8            | 6,4            | 27,5 | 5,5                     |
| 3                                          | 5,3                                                                                   | 5,2            | 5,6            | 5,0            | 5,0            | 26,1 | 5,2                     |
| 4                                          | 4,9                                                                                   | 6,0            | 4,8            | 6,0            | 4,9            | 26,6 | 5,3                     |
| 5                                          | 5,2                                                                                   | 5,2            | 5,6            | 5,4            | 6,1            | 27,5 | 5,5                     |
| 6                                          | 6,3                                                                                   | 4,6            | 6,3            | 4,0            | 5,9            | 27,1 | 5,4                     |
| Total Waktu Siklus ( $\sum \bar{x}_i$ )    |                                                                                       |                |                |                |                |      | 32,2                    |
| Rata-rata Waktu Siklus ( $\bar{\bar{x}}$ ) |                                                                                       |                |                |                |                |      | 5,4                     |

(Sumber: Pengolahan Data, 2017)

Setelah diperoleh rata-rata dari 6 sub grup (lihat Tabel 4.21.) kemudian dicari nilai rata-rata waktu siklus dengan rumus berikut:

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum \bar{x}_i}{k} = \frac{32,2}{6} = 5,4 \text{ detik}$$

Keterangan:

$\bar{x}_i$  = Rata-rata tiap sub grup

$\bar{\bar{x}}$  = Rata-rata waktu siklus

k = Jumlah sub grup

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh rata-rata waktu siklus untuk elemen kerja 1 SK *Casting* adalah 5,4 detik. Perhitungan waktu siklus semua elemen kerja di stasiun kerja *Casting* (tabel 4.4.) dapat dilihat pada lampiran A, sedangkan rekapitulasi waktu siklus rata-rata pada proses *casting* dapat dilihat pada tabel 4.22.

Tabel 4.22. Rekapitulasi Waktu Siklus Rata-rata SK *Casting*

| No  | Uraian Pekerjaan SK <i>Casting</i>                                                          | Ws rata-rata (detik) |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1.  | Membuka <i>mould</i> dengan memposisikan meja mesin ke arah vertikal dengan sudut 90°       | 5,4                  |
| 2.  | Memasang <i>insert</i> pada rumahnya dan memastikan insert terpasang merata                 | 7,6                  |
| 3.  | Memasang <i>core</i> resin tepat padaudukannya                                              | 5,2                  |
| 4.  | Menutup <i>mould</i> lalu membukanya lagi untuk memastikan tidak ada <i>core</i> yang patah | 6,0                  |
| 5.  | Meniup <i>core</i> dengan kompresor dan memastikan tidak ada debu yang tertinggal           | 4,0                  |
| 6.  | Menutup <i>mould</i> lalu membukanya lagi untuk memastikan tidak ada <i>core</i> yang patah | 5,8                  |
| 7.  | Menuang cairan ingot pada mangkok <i>pouring</i>                                            | 9,0                  |
| 8.  | Proses pembekuan                                                                            |                      |
|     | 1. <i>Pipe Intake A</i>                                                                     | 180,0                |
|     | 2. <i>Pipe Intake B</i>                                                                     | 320,0                |
|     | 3. <i>Pipe Intake C</i>                                                                     | 220,0                |
|     | 4. <i>Pipe Intake D</i>                                                                     | 200,0                |
|     | 5. <i>Pipe Intake E</i>                                                                     | 200,0                |
|     | 6. <i>Pipe Intake F</i>                                                                     | 300,0                |
| 9.  | Mangambil produk yang telah beku pada cetakan dan mengecek produk                           | 10,3                 |
| 10. | Menyimpan produk baik pada keranjang baik atau produk rijek pada keranjang rijek            | 4,3                  |

(Sumber: Pengolahan Data, 2017)

Tahap selanjutnya adalah menghitung rata-rata waktu siklus pada stasiun kerja *Hammer*. Perhitungan rata-rata waktu siklus elemen kerja 1 di stasiun kerja *Hammer* dapat dilihat pada Tabel 4.23.

Tabel 4.23. Perhitungan Waktu Rata-rata Elemen Kerja 1 SK *Hammer*

| Sub Grup                                   | Mengambil produk pada keranjang hasil <i>Casting</i> |                |                |                |                |      |                         |
|--------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------|-------------------------|
|                                            | Xi (detik)                                           |                |                |                |                |      |                         |
|                                            | X <sub>1</sub>                                       | X <sub>2</sub> | X <sub>3</sub> | X <sub>4</sub> | X <sub>5</sub> | Σ X  | Rata-rata ( $\bar{x}$ ) |
| 1                                          | 3,5                                                  | 4,1            | 4,1            | 4,6            | 4,5            | 20,8 | 4,2                     |
| 2                                          | 3,7                                                  | 4,2            | 4,0            | 4,9            | 4,2            | 21,0 | 4,2                     |
| 3                                          | 3,8                                                  | 4,5            | 4,2            | 4,2            | 4,2            | 20,9 | 4,2                     |
| 4                                          | 4,1                                                  | 3,9            | 4,0            | 4,3            | 3,9            | 20,2 | 4,0                     |
| 5                                          | 3,9                                                  | 3,6            | 3,9            | 3,6            | 4,3            | 19,3 | 3,9                     |
| 6                                          | 3,5                                                  | 3,9            | 3,6            | 3,9            | 4,5            | 19,4 | 3,9                     |
| Total Waktu Siklus ( $\sum \bar{x}_i$ )    |                                                      |                |                |                |                |      | 24,3                    |
| Rata-rata Waktu Siklus ( $\bar{\bar{x}}$ ) |                                                      |                |                |                |                |      | 4,1                     |

(Sumber: Pengolahan Data, 2017)

Setelah diperoleh rata-rata dari 6 sub grup (lihat Tabel 4.23.) kemudian dicari nilai rata-rata waktu siklus dengan rumus berikut:

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum \bar{x}_i}{k} = \frac{24,3}{6} = 4,1 \text{ detik}$$

Rata-rata waktu siklus untuk elemen kerja 1 SK *Hammer* adalah 4,1 detik. Perhitungan waktu siklus semua elemen kerja di stasiun kerja *Hammer* (tabel 4.5.) dapat dilihat pada lampiran A, sedangkan rekapitulasi waktu siklus rata-rata pada proses *Hammer* dapat dilihat pada tabel 4.24.

Tabel 4.24. Rekapitulasi Waktu Siklus Rata-rata SK *Hammer*

| No | Uraian Pekerjaan SK <i>Hammer</i>                                                                                 | Ws rata-rata (detik) |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1. | Mengambil produk pada keranjang baik hasil <i>casting</i>                                                         | 4,1                  |
| 2. | Melakukan proses <i>hammer</i> dengan mesin <i>hammer</i> dan memastikan tidak ada <i>core</i> resin yang tersisa |                      |
|    | 1. <i>Pipe Intake A</i>                                                                                           | 50,1                 |
|    | 2. <i>Pipe Intake B</i>                                                                                           | 121,3                |
|    | 3. <i>Pipe Intake C</i>                                                                                           | 91,2                 |
|    | 4. <i>Pipe Intake D</i>                                                                                           | 58,8                 |
|    | 5. <i>Pipe Intake E</i>                                                                                           | 59,0                 |
|    | 6. <i>Pipe Intake F</i>                                                                                           | 122,0                |
| 3. | Memeriksa hasil <i>hammer</i> sesuai dengan standar dan menyimpannya pada keranjang baik atau rijk                | 5,6                  |

(Sumber: Pengolahan Data, 2017)

Tahap berikutnya yaitu menghitung rata-rata waktu siklus pada stasiun kerja *Cutting Gate*. Perhitungan rata-rata waktu siklus elemen kerja 1 di stasiun kerja *Cutting Gate* dapat dilihat pada Tabel 4.25.

Tabel 4.25. Perhitungan Waktu Rata-rata Elemen Kerja 1 SK *Cutting Gate*

| Sub Grup                                | Mengambil produk pada keranjang hasil <i>hammer</i> |                |                |                |                |      |                        |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------|------------------------|
|                                         | Xi (detik)                                          |                |                |                |                |      |                        |
|                                         | X <sub>1</sub>                                      | X <sub>2</sub> | X <sub>3</sub> | X <sub>4</sub> | X <sub>5</sub> | Σ X  | Rata-rata( $\bar{x}$ ) |
| 1                                       | 2,9                                                 | 3,4            | 3,5            | 2,9            | 2,6            | 15,3 | 3,1                    |
| 2                                       | 3,0                                                 | 2,8            | 2,8            | 3,4            | 2,0            | 14,0 | 2,8                    |
| 3                                       | 3,6                                                 | 3,1            | 2,9            | 3,5            | 3,5            | 16,6 | 3,3                    |
| 4                                       | 3,0                                                 | 3,3            | 3,0            | 3,4            | 3,9            | 16,6 | 3,3                    |
| 5                                       | 3,2                                                 | 3,1            | 2,9            | 3,4            | 3,7            | 16,3 | 3,3                    |
| 6                                       | 3,5                                                 | 3,4            | 2,7            | 3,6            | 3,9            | 17,1 | 3,4                    |
| Total Waktu Siklus ( $\sum \bar{x}_i$ ) |                                                     |                |                |                |                |      | 19,2                   |
| Rata-rata Waktu Siklus ( $\bar{x}$ )    |                                                     |                |                |                |                |      | 3,2                    |

(Sumber: Pengolahan Data, 2017)

Setelah diperoleh rata-rata dari 6 sub grup (lihat Tabel 4.25.) kemudian dicari nilai rata-rata waktu siklus dengan rumus berikut:

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum \bar{x}_i}{k} = \frac{19,2}{6} = 3,2 \text{ detik}$$

Rata-rata waktu siklus untuk elemen kerja 1 SK *Cutting Gate* adalah 3,2 detik. Perhitungan waktu siklus semua elemen kerja di stasiun kerja *Cutting Gate* (tabel 4.6.) dapat dilihat pada lampiran A, sedangkan rekapitulasi waktu siklus rata-rata pada proses *Cutting Gate* dapat dilihat pada tabel 4.26.

Tabel 4.26. Rekapitulasi Waktu Siklus Rata-rata SK *Cutting Gate*

| No | Uraian Pekerjaan SK <i>Cutting Gate</i>                                                                       | Ws rata-rata (detik) |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1. | Mengambil produk pada keranjang hasil <i>Hammer</i>                                                           | 3,2                  |
| 2. | Melakukan proses cutting dengan mesin <i>bendsaw</i> dan memastikan tidak terjadi tekor potong sesuai standar |                      |
|    | 1. <i>Pipe Intake A</i>                                                                                       | 18,8                 |
|    | 2. <i>Pipe Intake B</i>                                                                                       | 50,5                 |
|    | 3. <i>Pipe Intake C</i>                                                                                       | 30,6                 |

Lanjut...

Tabel 4.26. Rekapitulasi Waktu Siklus Rata-rata SK *Cutting Gate* (Lanjutan)

| No | Uraian Pekerjaan SK <i>Cutting Gate</i>                                              | Ws rata-rata (detik) |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
|    | 4. <i>Pipe Intake D</i>                                                              | 90,3                 |
|    | 5. <i>Pipe Intake E</i>                                                              | 19,7                 |
|    | 6. <i>Pipe Intake F</i>                                                              | 121,9                |
| 3. | Memeriksa hasil <i>cutting</i> sesuai dengan standar dan menyimpannya pada keranjang | 5,2                  |

(Sumber: Pengolahan Data, 2017)

Tahap selanjutnya yaitu menghitung rata-rata waktu siklus pada stasiun kerja *Burrtory*. Perhitungan rata-rata waktu siklus elemen kerja 1 di stasiun kerja *Burrtory* dapat dilihat pada Tabel 4.27.

Tabel 4.27. Perhitungan Waktu Rata-rata Elemen Kerja 1 SK *Burrtory*

| Sub Grup                                | Mengambil produk pada keranjang hasil <i>Cutting gate</i> |                |                |                |                |      |                        |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------|------------------------|
|                                         | Xi (detik)                                                |                |                |                |                |      |                        |
|                                         | X <sub>1</sub>                                            | X <sub>2</sub> | X <sub>3</sub> | X <sub>4</sub> | X <sub>5</sub> | Σ X  | Rata-rata( $\bar{x}$ ) |
| 1                                       | 2,9                                                       | 3,4            | 3,5            | 2,9            | 3,5            | 16,2 | 3,2                    |
| 2                                       | 3,0                                                       | 2,8            | 2,8            | 3,4            | 3,4            | 15,4 | 3,1                    |
| 3                                       | 3,1                                                       | 3,1            | 2,9            | 3,7            | 3,4            | 16,2 | 3,2                    |
| 4                                       | 3,0                                                       | 3,3            | 3,0            | 3,4            | 3,6            | 16,3 | 3,3                    |
| 5                                       | 3,2                                                       | 3,1            | 2,9            | 3,9            | 3,7            | 16,8 | 3,4                    |
| 6                                       | 3,5                                                       | 3,4            | 2,7            | 3,6            | 3,9            | 17,1 | 3,4                    |
| Total Waktu Siklus ( $\sum \bar{x}_i$ ) |                                                           |                |                |                |                |      | 19,6                   |
| Rata-rata Waktu Siklus ( $\bar{x}$ )    |                                                           |                |                |                |                |      | 3,3                    |

(Sumber: Pengolahan Data, 2017)

Setelah diperoleh rata-rata dari 6 sub grup (lihat Tabel 4.27.) kemudian dicari nilai rata-rata waktu siklus dengan rumus berikut:

$$\bar{x} = \frac{\sum \bar{x}_i}{k} = \frac{19,2}{6} = 3,3 \text{ detik}$$

Rata-rata waktu siklus untuk elemen kerja 1 SK *Burrtory* adalah 3,3 detik. Perhitungan waktu siklus semua elemen kerja di stasiun kerja *Burrtory* (tabel 4.7.) dapat dilihat pada lampiran A, sedangkan rekapitulasi waktu siklus rata-rata pada proses *Burrtory* dapat dilihat pada tabel 4.28. berikut.

Tabel 4.28. Rekapitulasi Waktu Siklus Rata-rata SK *Burritory*

| No  | Uraian Pekerjaan SK <i>Burritory</i>                                                               | Ws rata-rata (detik) |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1.  | Mengambil produk pada keranjang baik hasil <i>cutting</i>                                          | 3,3                  |
| 2.  | Menjepit / mengklemp produk pada ragum menggunakan alas papan supaya tidak bergeser-geser          | 8,8                  |
| 3.  | Melakukan proses kikir dengan <i>tools</i> kikir di area bersirip hingga merata sesuai standar     |                      |
|     | 1. <i>Pipe Intake A</i>                                                                            | 51,3                 |
|     | 2. <i>Pipe Intake B</i>                                                                            | 30,2                 |
|     | 3. <i>Pipe Intake C</i>                                                                            | 30,2                 |
|     | 4. <i>Pipe Intake D</i>                                                                            | 50,3                 |
|     | 5. <i>Pipe Intake E</i>                                                                            | 49,7                 |
|     | 6. <i>Pipe Intake F</i>                                                                            | 61,2                 |
| 4.  | Membuka penjepit pada ragum setelah area yang dikikir sudah merata sesuai standar                  | 4,2                  |
| 5.  | Memeriksa hasil kikir sesuai dengan standar dan simpan pada keranjang                              | 5,1                  |
| 6.  | Mengambil produk pada hasil kikir                                                                  | 3,2                  |
| 7.  | Melakukan proses gerinda dengan mesin gerinda tangan hingga permukaan sudah merata sesuai standar  |                      |
|     | 1. <i>Pipe Intake A</i>                                                                            | 30,9                 |
|     | 2. <i>Pipe Intake B</i>                                                                            | 15,1                 |
|     | 3. <i>Pipe Intake C</i>                                                                            | 14,2                 |
|     | 4. <i>Pipe Intake D</i>                                                                            | 19,9                 |
|     | 5. <i>Pipe Intake E</i>                                                                            | 20,3                 |
|     | 6. <i>Pipe Intake F</i>                                                                            | 30,9                 |
| 8.  | Memeriksa hasil gerinda sesuai dengan standar dan simpan pada keranjang                            | 5,0                  |
| 9.  | Mengambil produk pada hasil gerinda                                                                | 3,1                  |
| 10. | Melakukan proses <i>rotary</i> dengan mesin <i>rotary</i> di luar area <i>house</i> sesuai standar |                      |
|     | 1. <i>Pipe Intake A</i>                                                                            | 12,3                 |
|     | 2. <i>Pipe Intake B</i>                                                                            | 14,8                 |
|     | 3. <i>Pipe Intake C</i>                                                                            | 15,4                 |
|     | 4. <i>Pipe Intake D</i>                                                                            | 16,2                 |
|     | 5. <i>Pipe Intake E</i>                                                                            | 16,0                 |

Lanjut...

Tabel 4.28. Rekapitulasi Waktu Siklus Rata-rata SK *Burrtory* (lanjutan)

| No  | Uraian Pekerjaan SK <i>Burrtory</i>                                                                 | Ws rata-rata (detik) |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
|     | 6. <i>Pipe Intake F</i>                                                                             | 21,9                 |
| 11. | Melakukan proses <i>rotary</i> dengan mesin <i>rotary</i> di dalam area <i>house</i> sesuai standar |                      |
|     | 1. <i>Pipe Intake A</i>                                                                             | 11,3                 |
|     | 2. <i>Pipe Intake B</i>                                                                             | 12,0                 |
|     | 3. <i>Pipe Intake C</i>                                                                             | 14,4                 |
|     | 4. <i>Pipe Intake D</i>                                                                             | 15,6                 |
|     | 5. <i>Pipe Intake E</i>                                                                             | 11,4                 |
|     | 6. <i>Pipe Intake F</i>                                                                             | 15,4                 |
| 12. | Memeriksa hasil <i>rotary</i> sesuai dengan standar dan simpan pada keranjang                       | 4,0                  |

(Sumber: Pengolahan Data, 2017)

Tahap berikutnya adalah menghitung rata-rata waktu siklus pada stasiun kerja *Sand Blasting*. Perhitungan rata-rata waktu siklus elemen kerja 1 di stasiun kerja *Sand Blasting* dapat dilihat pada Tabel 4.29.

Tabel 4.29. Perhitungan Waktu Rata-rata Elemen Kerja 1 SK *Sand Blasting*

| Sub Grup                                   | Mengambil produk pada keranjang hasil <i>Rotary</i> |                |                |                |                |      |                         |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------|-------------------------|
|                                            | Xi (detik)                                          |                |                |                |                |      | Rata-rata ( $\bar{x}$ ) |
|                                            | X <sub>1</sub>                                      | X <sub>2</sub> | X <sub>3</sub> | X <sub>4</sub> | X <sub>5</sub> | Σ X  |                         |
| 1                                          | 2,5                                                 | 3,0            | 3,0            | 3,0            | 3,2            | 14,7 | 2,9                     |
| 2                                          | 2,0                                                 | 3,1            | 3,1            | 3,1            | 3,0            | 14,3 | 2,9                     |
| 3                                          | 2,7                                                 | 3,0            | 2,9            | 3,0            | 3,1            | 14,7 | 2,9                     |
| 4                                          | 3,1                                                 | 2,8            | 3,0            | 2,7            | 2,5            | 14,1 | 2,8                     |
| 5                                          | 3,4                                                 | 3,4            | 3,1            | 3,0            | 3,0            | 15,9 | 3,2                     |
| 6                                          | 2,9                                                 | 2,9            | 2,5            | 3,2            | 3,0            | 14,5 | 2,9                     |
| Total Waktu Siklus (Σ $\bar{x}_i$ )        |                                                     |                |                |                |                |      | 17,6                    |
| Rata-rata Waktu Siklus ( $\bar{\bar{x}}$ ) |                                                     |                |                |                |                |      | 2,9                     |

(Sumber: Pengolahan Data, 2017)

Setelah diperoleh rata-rata dari 6 sub grup (lihat Tabel 4.29.) kemudian dicari nilai rata-rata waktu siklus dengan rumus berikut:

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum \bar{x}_i}{k} = \frac{17,6}{6} = 2,9 \text{ detik}$$

Rata-rata waktu siklus untuk elemen kerja 1 SK *Sand Blasting* adalah 2,9 detik. Perhitungan waktu siklus semua elemen kerja di stasiun kerja *Sand Blasting* (tabel

4.8.) dapat dilihat pada lampiran A, sedangkan rekapitulasi waktu siklus rata-rata pada proses *Sand Blasting* dapat dilihat pada tabel 4.30. berikut.

Tabel 4.30. Rekapitulasi Waktu Siklus Rata-rata SK *Sand Blasting*

| No | Uraian Pekerjaan SK <i>Sand Blasting</i>                                                   | Ws rata-rata (detik) |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1. | Mengambil produk pada keranjang baik hasil <i>rotary</i>                                   | 2,9                  |
| 2. | Melakukan proses <i>sand blasting</i> di area dalam <i>house</i>                           |                      |
|    | 1. <i>Pipe Intake A</i>                                                                    | 20,6                 |
|    | 2. <i>Pipe Intake B</i>                                                                    | 20,6                 |
|    | 3. <i>Pipe Intake C</i>                                                                    | 19,8                 |
|    | 4. <i>Pipe Intake D</i>                                                                    | 60,9                 |
|    | 5. <i>Pipe Intake E</i>                                                                    | 57,7                 |
|    | 6. <i>Pipe Intake F</i>                                                                    | 69,7                 |
| 3. | Memeriksa hasil <i>sand blasting</i> sesuai dengan standar dan menyimpannya pada keranjang | 4,8                  |

(Sumber: Pengolahan Data, 2017)

Tahap berikutnya adalah menghitung rata-rata waktu siklus pada stasiun kerja *Machining*. Perhitungan rata-rata waktu siklus elemen kerja 1 di stasiun kerja *Machining* dapat dilihat pada Tabel 4.31.

Tabel 4.31. Perhitungan Waktu Rata-rata Elemen Kerja 1 SK *Machining*

| Sub Grup                                   | Membuka pintu mesin CNC lalu membuka <i>clamp</i> |                |                |                |                |      |                         |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------|-------------------------|
|                                            | Xi (detik)                                        |                |                |                |                |      |                         |
|                                            | X <sub>1</sub>                                    | X <sub>2</sub> | X <sub>3</sub> | X <sub>4</sub> | X <sub>5</sub> | Σ X  | Rata-rata ( $\bar{x}$ ) |
| 1                                          | 5,3                                               | 6,3            | 5,9            | 5,4            | 6,3            | 29,2 | 5,8                     |
| 2                                          | 5,5                                               | 5,6            | 5,6            | 5,6            | 5,4            | 27,7 | 5,5                     |
| 3                                          | 5,2                                               | 5,6            | 6,7            | 5,8            | 5,6            | 28,9 | 5,8                     |
| 4                                          | 5,5                                               | 6,7            | 6,3            | 6,3            | 5,9            | 30,7 | 6,1                     |
| 5                                          | 4,7                                               | 6,3            | 6,4            | 6,4            | 6,3            | 30,1 | 6,0                     |
| 6                                          | 6,7                                               | 6,4            | 6,3            | 6,4            | 6,6            | 32,4 | 6,5                     |
| Total Waktu Siklus ( $\sum \bar{x}_i$ )    |                                                   |                |                |                |                |      | 35,8                    |
| Rata-rata Waktu Siklus ( $\bar{\bar{x}}$ ) |                                                   |                |                |                |                |      | 6,0                     |

(Sumber: Pengolahan Data, 2017)

Setelah diperoleh rata-rata dari 6 sub grup (lihat Tabel 4.29.) kemudian dicari nilai rata-rata waktu siklus dengan rumus berikut:

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum \bar{x}_i}{k} = \frac{35,8}{6} = 5,97 \sim 6,0 \text{ detik}$$

Rata-rata waktu siklus untuk elemen kerja 1 SK *Machining* adalah 6,0 detik. Perhitungan waktu siklus semua elemen kerja di stasiun kerja *Machining* (tabel 4.9.) dapat dilihat pada lampiran A, sedangkan rekapitulasi waktu siklus rata-rata pada proses *Machining* dapat dilihat pada tabel 4.32.

Tabel 4.32. Rekapitulasi Waktu Siklus Rata-rata SK *Machining*

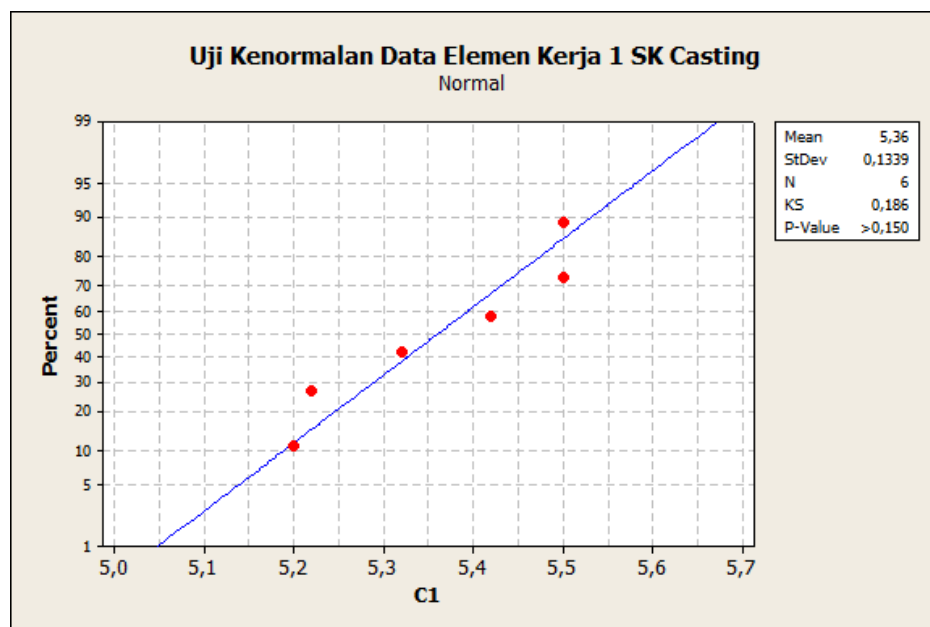
| No | Uraian Pekerjaan SK <i>Machining</i>                                                                   | Ws rata-rata (detik) |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1. | Membuka pintu mesin CNC lalu membuka <i>clamp</i>                                                      | 6,0                  |
| 2. | Mengambil produk hasil proses lalu memindahkannya dari jig 1 ke jig 2                                  | 8,1                  |
| 3. | Ambil produk dari keranjang baik hasil <i>sand blasting</i>                                            | 3,0                  |
| 4. | Memasang produk di jig 1 lalu menutup <i>clamp</i>                                                     | 8,3                  |
| 5. | Memukul jig untuk memastikan produk terjepit sempurna                                                  | 4,7                  |
| 6. | Menutup pintu mesin CNC lalu menekan tombol pintu dan tombol <i>start</i>                              | 4,9                  |
| 7. | Proses <i>Machining</i>                                                                                |                      |
|    | 1. <i>Pipe Intake A</i>                                                                                | 190,0                |
|    | 2. <i>Pipe Intake B</i>                                                                                | 271,0                |
|    | 3. <i>Pipe Intake C</i>                                                                                | 260,0                |
|    | 4. <i>Pipe Intake D</i>                                                                                | 503,0                |
|    | 5. <i>Pipe Intake E</i>                                                                                | 503,0                |
|    | 6. <i>Pipe Intake F</i>                                                                                | 789,0                |
| 8. | Membuka pintu mesin CNC lalu membuka <i>clamp</i>                                                      | 3,0                  |
| 9. | Memeriksa hasil <i>machining</i> sesuai dengan standar dan menyimpannya pada keranjang baik atau rijek | 6,9                  |

(Sumber: Pengolahan Data, 2017)

Setelah diketahui waktu siklus rata-rata pada masing-masing elemen kerja di setiap stasiun kerja, maka langkah selanjutnya adalah melakukan uji validitas data. Uji validitas yang dilakukan yaitu uji kenormalan data, uji keseragaman data dan uji kecukupan data dengan jumlah pengamatan sebanyak 30 pengamatan ( $N = 30$ ), tingkat keyakinan sebesar 95% dan tingkat ketelitian sebesar 5%. Sebagai contoh, diuraikan perhitungan uji kenormalan data, uji keseragaman data dan uji kecukupan data untuk elemen kerja 1 SK *Casting*.

## 1. Uji Kenormalan Data

Uji kenormalan data menggunakan bantuan *software* Minitab 14 dengan metode *Kolmogorov-Smirnov*. Konsep dasar dari uji normalitas *Kolmogorov-Smirnov* adalah membandingkan distribusi data yang akan diuji normalitasnya dengan distribusi normal baku. Distribusi normal baku adalah data yang telah ditransformasikan ke dalam bentuk *P-Value* dan diasumsikan normal. Jika *P-Value* di bawah 0,05 maka terdapat perbedaan yang signifikan dengan data normal baku, berarti data tersebut tidak berdistribusi normal. Namun, jika *P-Value* di atas 0,05 maka tidak terjadi perbedaan yang signifikan dengan data normal baku, berarti data tersebut berdistribusi normal. Berikut hasil uji kenormalan yang dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5. Grafik Uji Kenormalan untuk Elemen Kerja 1 SK Casting  
(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2017)

## 2. Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data ini dilakukan dengan tingkat kepercayaan 95% dan ketelitian 5%. Dari data yang diuji, akan didapat batas kontrol sehingga data dapat dikatakan seragam apabila berada diantara *Upper Control Limit* (UCL) dan *Lower Control Limit* (LCL). Langkah-langkah dalam menghitung uji keseragaman data adalah sebagai berikut :

a) Data-data yang diperoleh dari observasi dikelompokkan kedalam subgrup kemudian dihitung nilai rata-rata tiap sub grup. Berdasarkan tabel 4.21. diperoleh nilai rata-rata tiap subgrup elemen kerja 1 SK *Casting* yaitu :

1. Sub grup 1 ( $\bar{x}_1$ ) = 5,2 detik
2. Sub grup 2 ( $\bar{x}_2$ ) = 5,5 detik
3. Sub grup 3 ( $\bar{x}_3$ ) = 5,2 detik
4. Sub grup 4 ( $\bar{x}_4$ ) = 5,3 detik
5. Sub grup 5 ( $\bar{x}_5$ ) = 5,5 detik
6. Sub grup 6 ( $\bar{x}_6$ ) = 5,4 detik

b) Menghitung nilai rata-rata populasinya

$$\begin{aligned}\bar{\bar{x}} &= \frac{\sum \bar{x}}{k} \\ &= \frac{5,2+5,5+5,2+5,3+5,5+5,4}{6} \quad \text{dimana } k : \text{jumlah sub grup} \\ &= \frac{32,2}{6} \\ &= 5,4 \text{ detik}\end{aligned}$$

c) Menghitung standar deviasi dari distribusi nilai rata-rata subgrup ( $\sigma$ )

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{N - 1}} \\ &= \sqrt{\frac{(5,4 - 5,4)^2 + (5,1 - 5,4)^2 + \dots + (5,9 - 5,4)^2}{30 - 1}} \\ &= 0,623\end{aligned}$$

d) Menghitung standar deviasi populasi dari subgrup ( $\sigma_x$ )

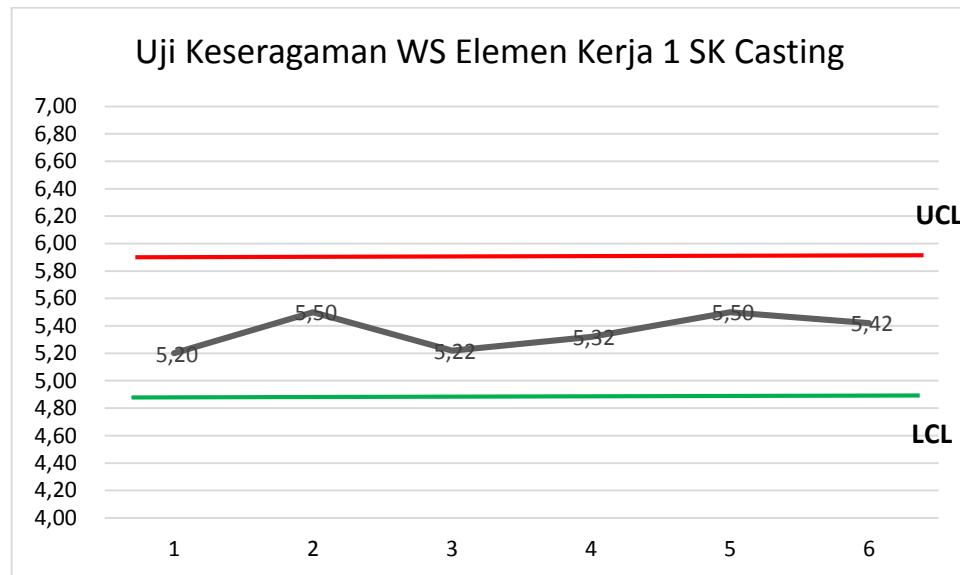
$$\begin{aligned}\sigma_x &= \frac{\sigma}{\sqrt{k}} \\ &= \frac{0,623}{\sqrt{6}} \\ &= 0,255\end{aligned}$$

e) Menghitung UCL & LCL

$$\begin{aligned}\text{UCL} &= \bar{\bar{x}} + K\sigma_x \\ &= 5,4 + 1,96(0,255) \\ &= 5,859\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 LCL &= \bar{\bar{x}} - K\sigma_x \\
 &= 5,4 - 1,96(0,255) \\
 &= 4,861
 \end{aligned}$$

Hasil uji keseragaman data dapat dilihat pada gambar 4.6.



Gambar 4.6. Grafik Uji Keseragaman WS Elemen Kerja 1 SK *Casting*  
(Sumber: Pengolahan Data, 2017)

Berdasarkan Gambar 4.5. dapat disimpulkan waktu siklus rata-rata elemen kerja 1 SK *Casting* adalah seragam, karena waktu pada stasiun kerja tersebut tidak melebihi nilai UCL dan tidak kurang dari nilai LCL.

### 3. Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data diperlukan agar diperoleh waktu siklus yang ideal pada masing-masing operasi produksi. Jika  $N'$  lebih kecil dari  $N$  maka data telah mencukupi, sehingga tidak perlu dilakukan pengukuran waktu lagi. Sebaliknya, jika  $N'$  lebih besar dari  $N$ , maka data belum mencukupi sehingga perlu dilakukan pengukuran waktu lagi minimal sebanyak jumlah  $N'$ . Penelitian ini menggunakan tingkat kepercayaan sebesar 95% dan tingkat ketelitian sebesar 5%. Sebagai contoh, perhitungan uji kecukupan data pada elemen kerja 1 pada stasiun kerja *casting* dapat dilihat pada Tabel 4.33.

Tabel 4.33. Perhitungan Uji Kecukupan Data Elemen Kerja 1 SK *Casting*

| Sub Grup     | Membuka mould dengan memposisikan meja mesin ke arah vertikal dengan sudut 90° |                                |                |                                |                |                                |                |                                |                |                                |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------|--------------------------------|----------------|--------------------------------|----------------|--------------------------------|----------------|--------------------------------|
|              | Pengamatan Waktu Siklus Xi (detik)                                             |                                |                |                                |                |                                |                |                                |                |                                |
|              | X <sub>1</sub>                                                                 | (X <sub>1</sub> ) <sup>2</sup> | X <sub>2</sub> | (X <sub>2</sub> ) <sup>2</sup> | X <sub>3</sub> | (X <sub>3</sub> ) <sup>2</sup> | X <sub>4</sub> | (X <sub>4</sub> ) <sup>2</sup> | X <sub>5</sub> | (X <sub>5</sub> ) <sup>2</sup> |
| 1            | 5,4                                                                            | 29,16                          | 5,1            | 26,01                          | 5,5            | 30,25                          | 4,7            | 22,09                          | 5,3            | 28,09                          |
| 2            | 6,0                                                                            | 36                             | 4,2            | 17,64                          | 6,1            | 37,21                          | 4,8            | 23,04                          | 6,4            | 40,96                          |
| 3            | 5,3                                                                            | 28,09                          | 5,2            | 27,04                          | 5,6            | 31,36                          | 5,0            | 25                             | 5,0            | 25                             |
| 4            | 4,9                                                                            | 24,01                          | 6,0            | 36                             | 4,8            | 23,04                          | 6,0            | 36                             | 4,9            | 24,01                          |
| 5            | 5,2                                                                            | 27,04                          | 5,2            | 27,04                          | 5,6            | 31,36                          | 5,4            | 29,16                          | 6,1            | 37,21                          |
| 6            | 6,3                                                                            | 39,69                          | 4,6            | 21,16                          | 6,3            | 39,69                          | 4,0            | 16                             | 5,9            | 34,8                           |
| <b>Total</b> | $\sum X_1$                                                                     | $\sum X_1^2$                   | $\sum X_2$     | $\sum X_2^2$                   | $\sum X_3$     | $\sum X_3^2$                   | $\sum X_4$     | $\sum X_4^2$                   | $\sum X_5$     | $\sum X_5^2$                   |
|              | <b>33,1</b>                                                                    | <b>183,99</b>                  | <b>30,3</b>    | <b>154,9</b>                   | <b>33,9</b>    | <b>192,9</b>                   | <b>29,9</b>    | <b>151,3</b>                   | <b>33,6</b>    | <b>190,08</b>                  |

(Sumber: Pengolahan Data, 2017)

Dari tabel 4.28. dapat dihitung :

$$\begin{aligned}
 \sum(\bar{x}_i) &= \sum X_1 + \sum X_2 + \sum X_3 + \sum X_4 + \sum X_5 \\
 &= 33,1 + 30,3 + 33,9 + 29,9 + 33,6 \\
 &= 160,8 \\
 \sum(\bar{x}_i)^2 &= \sum X_1^2 + \sum X_2^2 + \sum X_3^2 + \sum X_4^2 + \sum X_5^2 \\
 &= 183,99 + 154,9 + 192,9 + 151,3 + 190,08 \\
 &= 873,16
 \end{aligned}$$

Rumus yang digunakan untuk perhitungan uji kecukupan data dengan tingkat kepercayaan sebesar 95% dan tingkat ketelitian sebesar 5% yaitu:

$$\begin{aligned}
 N' &= \left[ \frac{40 \sqrt{N \sum xi^2 - (\sum xi)^2}}{\sum xi} \right]^2 \\
 N' &= \left[ \frac{40 \sqrt{30(873,16) - (160,8)^2}}{160,8} \right]^2
 \end{aligned}$$

$$N' = 20,92$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, diperoleh nilai N'= 20,92 dimana nilai N = 30, berarti N' < N, maka data tercukupi.

Uji kenormalan data, keseragaman data dan uji kecukupan data dari seluruh elemen kerja di setiap stasiun kerja dapat dilihat pada lampiran B, sedangkan rekapitulasinya dapat dilihat pada tabel-tabel berikut.

1) Stasiun Kerja *Casting*

Rekapitulasi uji validitas pada proses *casting* dapat dilihat pada tabel 4.34.

Tabel 4.34. Rekapitulasi Uji Validitas SK *Casting*

| Elemen Kerja | Uji Kenormalan             |        | Uji Kecukupan |       | Uji Keseragaman |       |      |         |
|--------------|----------------------------|--------|---------------|-------|-----------------|-------|------|---------|
|              | <i>Approximate P-Value</i> | Ket.   | N'            | Ket.  | CL              | UCL   | LCL  | Ket.    |
| 1            | > 0,150                    | Normal | 20,93         | Cukup | 5,36            | 5,86  | 4,86 | Seragam |
| 2            | > 0,150                    | Normal | 9,84          | Cukup | 7,61            | 8,09  | 7,12 | Seragam |
| 3            | > 0,150                    | Normal | 24,40         | Cukup | 5,21            | 6,74  | 4,69 | Seragam |
| 4            | > 0,150                    | Normal | 17,84         | Cukup | 6,04            | 6,56  | 5,52 | Seragam |
| 5            | > 0,150                    | Normal | 10,03         | Cukup | 4,04            | 4,30  | 3,78 | Seragam |
| 6            | > 0,150                    | Normal | 12,88         | Cukup | 5,78            | 6,20  | 5,36 | Seragam |
| 7            | > 0,150                    | Normal | 2,00          | Cukup | 9,03            | 9,29  | 8,77 | Seragam |
| 9            | > 0,150                    | Normal | 7,61          | Cukup | 10,30           | 11,07 | 9,57 | Seragam |
| 10           | > 0,150                    | Normal | 28,60         | Cukup | 4,29            | 4,75  | 3,82 | Seragam |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

2) Stasiun Kerja *Hammer*

Rekapitulasi uji validitas proses *hammer* dapat dilihat pada tabel 4.35.

Tabel 4.35. Rekapitulasi Uji Validitas SK *Hammer*

| Elemen Kerja | Uji Kenormalan             |        | Uji Kecukupan |       | Uji Keseragaman |        |        |         |
|--------------|----------------------------|--------|---------------|-------|-----------------|--------|--------|---------|
|              | <i>Approximate P-Value</i> | Ket.   | N'            | Ket.  | CL              | UCL    | LCL    | Ket.    |
| 1            | > 0,150                    | Normal | 11,08         | Cukup | 4,05            | 4,33   | 3,78   | Seragam |
| 2.1          | > 0,150                    | Normal | 5,32          | Cukup | 50,08           | 54,03  | 47,73  | Seragam |
| 2.2          | > 0,150                    | Normal | 4,48          | Cukup | 121,30          | 126,52 | 117,08 | Seragam |
| 2.3          | > 0,150                    | Normal | 2,89          | Cukup | 91,22           | 95,38  | 87,07  | Seragam |
| 2.4          | > 0,150                    | Normal | 3,77          | Cukup | 58,76           | 61,08  | 55,44  | Seragam |
| 2.5          | > 0,150                    | Normal | 4,00          | Cukup | 59,00           | 61,41  | 56,61  | Seragam |
| 2.6          | > 0,150                    | Normal | 2,16          | Cukup | 122,01          | 127,65 | 116,36 | Seragam |
| 3            | > 0,150                    | Normal | 12,65         | Cukup | 5,59            | 6,00   | 5,19   | Seragam |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

### 3) Stasiun Kerja *Cutting Gate*

Rekapitulasi uji validitas pada proses *cutting gate* dapat dilihat pada tabel 4.36. sebagai berikut.

Tabel 4.36. Rekapitulasi Uji Validitas SK *Cutting Gate*

| Elemen Kerja | Uji Kenormalan             |        | Uji Kecukupan |       | Uji Keseragaman |        |        |         |
|--------------|----------------------------|--------|---------------|-------|-----------------|--------|--------|---------|
|              | <i>Approximate P-Value</i> | Ket.   | N'            | Ket.  | CL              | UCL    | LCL    | Ket.    |
| 1            | > 0,150                    | Normal | 26,04         | Cukup | 3,19            | 3,52   | 2,50   | Seragam |
| 2.1          | > 0,150                    | Normal | 2,75          | Cukup | 18,77           | 19,39  | 17,59  | Seragam |
| 2.2          | > 0,150                    | Normal | 7,40          | Cukup | 50,45           | 53,24  | 47,66  | Seragam |
| 2.3          | > 0,150                    | Normal | 5,14          | Cukup | 30,58           | 31,99  | 29,17  | Seragam |
| 2.4          | > 0,150                    | Normal | 3,11          | Cukup | 90,33           | 95,57  | 85,09  | Seragam |
| 2.5          | > 0,150                    | Normal | 2,84          | Cukup | 90,99           | 96,11  | 87,06  | Seragam |
| 2.6          | > 0,150                    | Normal | 2,37          | Cukup | 121,87          | 125,69 | 118,05 | Seragam |
| 3            | > 0,150                    | Normal | 20,78         | Cukup | 5,16            | 5,64   | 4,68   | Seragam |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

### 4) Stasiun Kerja *Burrtory*

Rekapitulasi uji validitas proses *burrtory* dapat dilihat pada tabel 4.37.

Tabel 4.37. Rekapitulasi Uji Validitas SK *Burrtory*

| Elemen Kerja | Uji Kenormalan             |        | Uji Kecukupan |       | Uji Keseragaman |       |       |         |
|--------------|----------------------------|--------|---------------|-------|-----------------|-------|-------|---------|
|              | <i>Approximate P-Value</i> | Ket.   | N'            | Ket.  | CL              | UCL   | LCL   | Ket.    |
| 1            | > 0,150                    | Normal | 16,33         | Cukup | 3,27            | 3,53  | 2,99  | Seragam |
| 2            | > 0,150                    | Normal | 4,43          | Cukup | 8,78            | 9,15  | 8,40  | Seragam |
| 3.1          | > 0,150                    | Normal | 2,18          | Cukup | 51,32           | 52,85 | 49,09 | Seragam |
| 3.2          | > 0,150                    | Normal | 6,60          | Cukup | 30,20           | 31,08 | 27,62 | Seragam |
| 3.3          | > 0,150                    | Normal | 7,57          | Cukup | 30,19           | 31,88 | 27,49 | Seragam |
| 3.4          | > 0,150                    | Normal | 1,94          | Cukup | 50,29           | 51,01 | 48,87 | Seragam |
| 3.5          | > 0,150                    | Normal | 5,28          | Cukup | 49,67           | 51,99 | 47,35 | Seragam |
| 3.6          | > 0,150                    | Normal | 2,18          | Cukup | 61,18           | 63,69 | 59,66 | Seragam |
| 4            | > 0,150                    | Normal | 23,85         | Cukup | 4,23            | 4,65  | 3,81  | Seragam |
| 5            | > 0,150                    | Normal | 18,98         | Cukup | 5,14            | 5,59  | 4,68  | Seragam |
| 6            | > 0,150                    | Normal | 10,96         | Cukup | 3,23            | 3,51  | 3,01  | Seragam |
| 7.1          | 0,054                      | Normal | 7,19          | Cukup | 30,92           | 32,61 | 29,23 | Seragam |
| 7.2          | > 0,150                    | Normal | 16,65         | Cukup | 15,06           | 16,31 | 13,81 | Seragam |

Lanjut...

Tabel 4.37. Rekapitulasi Uji Validitas SK *Burrtory* (lanjutan)

| Elemen Kerja | Uji Kenormalan             |        | Uji Kecukupan |       | Uji Keseragaman |       |       |         |
|--------------|----------------------------|--------|---------------|-------|-----------------|-------|-------|---------|
|              | <i>Approximate P-Value</i> | Ket.   | N'            | Ket.  | CL              | UCL   | LCL   | Ket.    |
| 7.3          | > 0,150                    | Normal | 15,76         | Cukup | 15,37           | 16,61 | 14,13 | Seragam |
| 7.4          | > 0,150                    | Normal | 11,72         | Cukup | 19,94           | 21,33 | 18,55 | Seragam |
| 7.5          | > 0,150                    | Normal | 11,28         | Cukup | 20,26           | 22,07 | 18,88 | Seragam |
| 7.6          | > 0,150                    | Normal | 4,74          | Cukup | 30,89           | 32,26 | 29,53 | Seragam |
| 8            | > 0,150                    | Normal | 12,51         | Cukup | 5,04            | 5,39  | 4,67  | Seragam |
| 9            | > 0,150                    | Normal | 5,28          | Cukup | 3,10            | 3,34  | 2,95  | Seragam |
| 10.1         | > 0,150                    | Normal | 26,46         | Cukup | 12,29           | 13,57 | 11,00 | Seragam |
| 10.2         | > 0,150                    | Normal | 12,81         | Cukup | 14,80           | 15,89 | 13,72 | Seragam |
| 10.3         | > 0,150                    | Normal | 6,50          | Cukup | 15,40           | 16,20 | 14,60 | Seragam |
| 10.4         | > 0,150                    | Normal | 8,13          | Cukup | 16,21           | 17,15 | 15,27 | Seragam |
| 10.5         | > 0,150                    | Normal | 5,14          | Cukup | 15,96           | 16,69 | 15,22 | Seragam |
| 10.6         | > 0,150                    | Normal | 4,39          | Cukup | 21,92           | 22,85 | 20,99 | Seragam |
| 11.1         | > 0,150                    | Normal | 8,86          | Cukup | 11,32           | 12,00 | 10,63 | Seragam |
| 11.2         | > 0,150                    | Normal | 11,39         | Cukup | 11,97           | 13,02 | 11,14 | Seragam |
| 11.3         | > 0,150                    | Normal | 15,08         | Cukup | 14,42           | 15,56 | 13,28 | Seragam |
| 11.4         | > 0,150                    | Normal | 13,70         | Cukup | 15,61           | 16,78 | 14,43 | Seragam |
| 11.5         | > 0,150                    | Normal | 16,06         | Cukup | 11,42           | 12,35 | 10,49 | Seragam |
| 11.6         | > 0,150                    | Normal | 15,39         | Cukup | 15,39           | 16,25 | 14,52 | Seragam |
| 12           | > 0,150                    | Normal | 16,72         | Cukup | 4,56            | 4,94  | 4,18  | Seragam |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

5) Stasiun Kerja *Sand Blasting*Rekapitulasi uji validitas proses *sand blasting* dapat dilihat di tabel 4.38.Tabel 4.38. Rekapitulasi Uji Validitas SK *Sand Blasting*

| Elemen Kerja | Uji Kenormalan             |        | Uji Kecukupan |       | Uji Keseragaman |       |       |         |
|--------------|----------------------------|--------|---------------|-------|-----------------|-------|-------|---------|
|              | <i>Approximate P-Value</i> | Ket.   | N'            | Ket.  | CL              | UCL   | LCL   | Ket.    |
| 1            | > 0,150                    | Normal | 14,51         | Cukup | 2,94            | 3,31  | 2,71  | Seragam |
| 2.1          | > 0,150                    | Normal | 6,19          | Cukup | 20,60           | 21,96 | 19,55 | Seragam |
| 2.2          | > 0,150                    | Normal | 5,46          | Cukup | 20,55           | 21,53 | 19,57 | Seragam |
| 2.3          | > 0,150                    | Normal | 5,66          | Cukup | 19,82           | 20,97 | 18,85 | Seragam |
| 2.4          | > 0,150                    | Normal | 2,30          | Cukup | 60,85           | 62,73 | 58,97 | Seragam |
| 2.5          | > 0,150                    | Normal | 6,07          | Cukup | 57,69           | 60,59 | 54,80 | Seragam |
| 2.6          | > 0,150                    | Normal | 1,90          | Cukup | 69,68           | 71,63 | 67,72 | Seragam |
| 3            | > 0,150                    | Normal | 12,79         | Cukup | 4,82            | 5,16  | 4,47  | Seragam |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

#### 6) Stasiun Kerja *Machining*

Rekapitulasi uji validitas pada proses *machining* dapat dilihat pada tabel 4.39. berikut.

Tabel 4.39. Rekapitulasi Uji Validitas SK *Machining*

| Elemen Kerja | Uji Kenormalan             |        | Uji Kecukupan |       | Uji Keseragaman |      |      |         |
|--------------|----------------------------|--------|---------------|-------|-----------------|------|------|---------|
|              | <i>Approximate P-Value</i> | Ket.   | N'            | Ket.  | CL              | UCL  | LCL  | Ket.    |
| 1            | > 0,150                    | Normal | 11,93         | Cukup | 5,97            | 6,51 | 5,63 | Seragam |
| 2            | > 0,150                    | Normal | 4,23          | Cukup | 8,08            | 8,49 | 7,51 | Seragam |
| 3            | > 0,150                    | Normal | 20,26         | Cukup | 2,97            | 3,25 | 2,70 | Seragam |
| 4            | > 0,150                    | Normal | 6,23          | Cukup | 8,31            | 8,74 | 7,89 | Seragam |
| 5            | > 0,150                    | Normal | 20,61         | Cukup | 4,67            | 5,10 | 4,24 | Seragam |
| 6            | > 0,150                    | Normal | 11,34         | Cukup | 4,94            | 5,28 | 4,60 | Seragam |
| 8            | > 0,150                    | Normal | 14,64         | Cukup | 2,96            | 3,39 | 2,66 | Seragam |
| 9            | > 0,150                    | Normal | 13,65         | Cukup | 6,87            | 7,54 | 6,35 | Seragam |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

Dari hasil uji validitas pada tabel-tabel diatas, dapat disimpulkan bahwa data waktu siklus pada masing-masing elemen kerja di setiap stasiun kerja adalah normal, cukup dan seragam, sehingga dapat dihitung waktu siklus komponen *gravity casting* pada masing-masing stasiun kerja. Berikut contoh perhitungan waktu siklus komponen *Pipe Intake A* pada proses *casting*.

#### **Waktu siklus (Ws) proses *casting* (SK 1) komponen *Pipe Intake A* :**

Elemen Kerja 1 = 5,4 detik  
 Elemen Kerja 2 = 7,6 detik  
 Elemen Kerja 3 = 5,2 detik  
 Elemen Kerja 4 = 6,0 detik  
 Elemen Kerja 5 = 4,0 detik  
 Elemen Kerja 6 = 5,8 detik  
 Elemen Kerja 7 = 9,0 detik  
 Elemen Kerja 8 = 180,0 detik  
 Elemen Kerja 9 = 10,3 detik  
 Elemen Kerja 10 = 4,3 detik +  
 Total Ws = 237,7 detik  
 = **3,96 menit**

Dari hasil perhitungan diatas dapat diketahui bahwa waktu siklus proses *casting* pada *Pipe Intake A* adalah 237,7 detik atau 3,96 menit per unitnya. Rekapitulasi waktu siklus *gravity casting* dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.40. Rekapitulasi Waktu Siklus Komponen *Gravity Casting* (menit)

| No. | Komponen             | Waktu Siklus (menit) |      |      |      |      |       |
|-----|----------------------|----------------------|------|------|------|------|-------|
|     |                      | SK 1                 | SK 2 | SK 3 | SK 4 | SK 5 | SK 6  |
| 1   | <i>Pipe Intake A</i> | 3,96                 | 1,00 | 0,45 | 2,38 | 0,47 | 3,75  |
| 2   | <i>Pipe Intake B</i> | 6,29                 | 2,18 | 0,98 | 1,81 | 0,47 | 5,10  |
| 3   | <i>Pipe Intake C</i> | 4,63                 | 1,68 | 0,65 | 1,85 | 0,46 | 4,92  |
| 4   | <i>Pipe Intake D</i> | 4,29                 | 1,14 | 1,64 | 2,31 | 1,14 | 8,97  |
| 5   | <i>Pipe Intake E</i> | 4,29                 | 1,14 | 0,47 | 2,23 | 1,09 | 8,97  |
| 6   | <i>Pipe Intake F</i> | 5,96                 | 2,19 | 2,17 | 2,77 | 1,29 | 13,73 |

(Sumber: Pengolahan Data, 2017)

#### 4.2.2. Perhitungan Waktu Normal (Wn)

Waktu normal dihitung dengan cara mengalikan waktu siklus dengan faktor penyesuaian (*rating factors*) berdasarkan metode *Westing House*. Pada tiap stasiun kerja dioperasikan oleh satu orang operator sehingga *rating factors* setiap operator berbeda-beda.

Tabel 4.41. Perhitungan *Rating Factors*

| SK | Nama Stasiun Kerja  | <i>Rating Factors</i>              |                    |       | Total RF |
|----|---------------------|------------------------------------|--------------------|-------|----------|
| 1  | <i>Casting</i>      | Keterampilan ( <i>Skill</i> )      | <i>Good</i> (C1)   | +0,06 | +0,12    |
|    |                     | Usaha ( <i>Effort</i> )            | <i>Good</i> (C1)   | +0,05 |          |
|    |                     | Kondisi Kerja ( <i>Condition</i> ) | <i>Average</i> (E) | 0     |          |
|    |                     | Konsistensi ( <i>Consistency</i> ) | <i>Good</i> (C)    | +0,01 |          |
| 2  | <i>Hammer</i>       | Keterampilan ( <i>Skill</i> )      | <i>Good</i> (C2)   | +0,03 | +0,09    |
|    |                     | Usaha ( <i>Effort</i> )            | <i>Good</i> (C1)   | +0,05 |          |
|    |                     | Kondisi Kerja ( <i>Condition</i> ) | <i>Average</i> (D) | 0     |          |
|    |                     | Konsistensi ( <i>Consistency</i> ) | <i>Good</i> (C)    | +0,01 |          |
| 3  | <i>Cutting Gate</i> | Keterampilan ( <i>Skill</i> )      | <i>Good</i> (C1)   | +0,06 | +0,12    |
|    |                     | Usaha ( <i>Effort</i> )            | <i>Good</i> (C1)   | +0,05 |          |
|    |                     | Kondisi Kerja ( <i>Condition</i> ) | <i>Average</i> (D) | 0     |          |
|    |                     | Konsistensi ( <i>Consistency</i> ) | <i>Good</i> (C)    | +0,01 |          |
| 4  | <i>Burrtory</i>     | Keterampilan ( <i>Skill</i> )      | <i>Good</i> (C2)   | +0,03 | +0,06    |
|    |                     | Usaha ( <i>Effort</i> )            | <i>Good</i> (C2)   | +0,02 |          |
|    |                     | Kondisi Kerja ( <i>Condition</i> ) | <i>Average</i> (D) | 0     |          |
|    |                     | Konsistensi ( <i>Consistency</i> ) | <i>Good</i> (C)    | +0,01 |          |

Lanjut...

Tabel 4.41. Perhitungan *Rating Factors* (lanjutan)

| SK | Nama Stasiun Kerja   | <i>Rating Factors</i>              |                      |       | Total RF |
|----|----------------------|------------------------------------|----------------------|-------|----------|
| 5  | <i>Sand Blasting</i> | Keterampilan ( <i>Skill</i> )      | <i>Good (C2)</i>     | +0,03 | +0,06    |
|    |                      | Usaha ( <i>Effort</i> )            | <i>Good (C2)</i>     | +0,02 |          |
|    |                      | Kondisi Kerja ( <i>Condition</i> ) | <i>Average(D)</i>    | 0     |          |
|    |                      | Konsistensi ( <i>Consistency</i> ) | <i>Good(C)</i>       | +0,01 |          |
| 6  | <i>Machining</i>     | Keterampilan ( <i>Skill</i> )      | <i>Good (C1)</i>     | +0,06 | +0,14    |
|    |                      | Usaha ( <i>Effort</i> )            | <i>Good (C1)</i>     | +0,05 |          |
|    |                      | Kondisi Kerja ( <i>Condition</i> ) | <i>Average(D)</i>    | 0     |          |
|    |                      | Konsistensi ( <i>Consistency</i> ) | <i>Excellent (B)</i> | +0,03 |          |

(Sumber: Pengumpulan Data, 2017)

Waktu normal stasiun kerja dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$W_n = W_s \times (1 + \text{Rating Factors})$$

Sebagai contoh perhitungan waktu normal proses *Casting* pada *Pipe Intake A* adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 W_n &= W_s \times (1 + \text{Rating Factors}) \\
 &= 3,96 \times (1 + 0,12) \\
 &= 3,96 \times 1,12 \\
 &= 4,44 \text{ menit/unit}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas maka diperoleh waktu normal proses *casting* pada *Pipe Intake A* sebesar 4,44 menit. Rekapitulasi waktu normal pada masing-masing komponen *gravity casting* dapat dilihat pada tabel 4.42.

Tabel 4.42 Rekapitulasi Waktu Normal Komponen *Gravity Casting*

| No. | Komponen             | Waktu Normal (menit) |      |      |      |      |       |
|-----|----------------------|----------------------|------|------|------|------|-------|
|     |                      | SK 1                 | SK 2 | SK 3 | SK 4 | SK 5 | SK 6  |
| 1   | <i>Pipe Intake A</i> | 4,44                 | 1,09 | 0,51 | 2,52 | 0,50 | 4,27  |
| 2   | <i>Pipe Intake B</i> | 7,05                 | 2,38 | 1,10 | 1,92 | 0,50 | 5,81  |
| 3   | <i>Pipe Intake C</i> | 5,18                 | 1,83 | 0,73 | 1,96 | 0,49 | 5,60  |
| 4   | <i>Pipe Intake D</i> | 4,81                 | 1,24 | 1,84 | 2,45 | 1,21 | 10,22 |
| 5   | <i>Pipe Intake E</i> | 4,81                 | 1,25 | 0,52 | 2,37 | 1,16 | 10,22 |
| 6   | <i>Pipe Intake F</i> | 6,68                 | 2,39 | 2,43 | 2,94 | 1,37 | 15,65 |

(Sumber: Pengolahan Data, 2017)

#### 4.2.3. Perhitungan Waktu Baku ( $W_b$ )

Waktu baku dihitung dengan cara mengalikan waktu normal ( $W_n$ ) dengan faktor kelonggaran (*allowance*). Faktor kelonggaran ditentukan berdasarkan hasil diskusi dengan supervisor produksi PT XYZ yang dapat dilihat pada tabel 4.43.

Tabel 4.43. Faktor Kelonggaran (*allowance*)

| No                       | Faktor Kelonggaran                  | <i>Casting</i> | <i>Hammer</i> | <i>Cutting Gate</i> | <i>Burrtory</i> | <i>Sand Blasting</i> | <i>Machining</i> |
|--------------------------|-------------------------------------|----------------|---------------|---------------------|-----------------|----------------------|------------------|
| 1                        | Tenaga yang dikeluarkan             | 3,0%           | 1,0%          | 3,0%                | 1,0%            | 1,0%                 | 1,0%             |
| 2                        | Sikap Kerja                         | 0,5%           | 0,5%          | 0,5%                | 0,5%            | 0,5%                 | 0,5%             |
| 3                        | Gerakan Kerja                       | 0,0%           | 0,0%          | 0,0%                | 0,0%            | 0,0%                 | 0,0%             |
| 4                        | Kelelahan Mata                      | 1,0%           | 1,0%          | 1,0%                | 1,0%            | 1,0%                 | 1,0%             |
| 5                        | Temperatur Tempat Kerja             | 5,0%           | 4,0%          | 4,0%                | 4,0%            | 4,0%                 | 2,0%             |
| 6                        | Keadaan atmosfer                    | 0,0%           | 0,0%          | 0,0%                | 0,0%            | 0,0%                 | 0,0%             |
| 7                        | Kelonggaran untuk kebutuhan pribadi | 1,5%           | 1,5%          | 1,5%                | 1,5%            | 1,5%                 | 1,5%             |
| Total faktor kelonggaran |                                     | 11,0%          | 8,0%          | 10,0%               | 8,0%            | 8,0%                 | 6,0%             |

(Sumber: Pengumpulan Data, 2017)

Waktu baku untuk setiap stasiun kerja dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$W_b = W_n \times (1 + Allowance)$$

Berdasarkan faktor kelonggaran yang telah ditentukan, maka dapat diperoleh waktu baku dari masing-masing stasiun kerja. Sebagai contoh perhitungan waktu baku proses *casting* pada komponen *Pipe Intake A* sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 W_b &= W_n \times (1 + allowance) \\
 &= 4,44 \times (1 + 11\%) \\
 &= 4,44 \times 1,11 \\
 &= 4,92 \text{ menit / unit}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut diperoleh waktu baku proses *casting* komponen *Pipe Intake A* sebesar 4,92 menit. Rekapitulasi waktu baku setiap stasiun kerja pada masing-masing komponen *gravity casting* dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.44. Waktu Baku Komponen *Gravity Casting* (menit)

| No. | Komponen             | Waktu Baku (menit) |      |      |      |      |       | Total |
|-----|----------------------|--------------------|------|------|------|------|-------|-------|
|     |                      | SK 1               | SK 2 | SK 3 | SK 4 | SK 5 | SK 6  |       |
| 1   | <i>Pipe Intake A</i> | 4,92               | 1,17 | 0,56 | 2,72 | 0,54 | 4,53  | 14,45 |
| 2   | <i>Pipe Intake B</i> | 7,82               | 2,57 | 1,21 | 2,08 | 0,54 | 6,16  | 20,38 |
| 3   | <i>Pipe Intake C</i> | 5,75               | 1,98 | 0,80 | 2,12 | 0,53 | 5,94  | 17,12 |
| 4   | <i>Pipe Intake D</i> | 5,34               | 1,34 | 2,03 | 2,65 | 1,31 | 10,83 | 23,50 |
| 5   | <i>Pipe Intake E</i> | 5,34               | 1,35 | 0,58 | 2,56 | 1,25 | 10,83 | 21,90 |
| 6   | <i>Pipe Intake F</i> | 7,41               | 2,58 | 2,67 | 3,17 | 1,48 | 16,59 | 33,91 |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

#### 4.2.4. Perhitungan Kapasitas Produksi

Perusahaan menentukan tingkat stok pengaman (*safety stock*) sebesar 10% dari setiap permintaan produksi. Salah satu fungsi *safety stock* yaitu untuk mengantisipasi ketersediaan produk apabila proses terhenti, permintaan meningkat dan terjadinya kelangkaan bahan baku. Jumlah produksi bulan Februari 2017 dapat dilihat pada tabel 4.45.

Tabel 4.45. Jumlah Produksi Bulan Februari 2017

| No | Komponen             | Permintaan (unit) | SS 10 % (unit) | Jumlah (unit) |
|----|----------------------|-------------------|----------------|---------------|
| 1  | <i>Pipe Intake A</i> | 1.718             | 172            | 1.890         |
| 2  | <i>Pipe Intake B</i> | 1.427             | 143            | 1.570         |
| 3  | <i>Pipe Intake C</i> | 1.132             | 113            | 1.245         |
| 4  | <i>Pipe Intake D</i> | 891               | 89             | 980           |
| 5  | <i>Pipe Intake E</i> | 1.500             | 150            | 1.650         |
| 6  | <i>Pipe Intake F</i> | 1.618             | 162            | 1.780         |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

Perhitungan kapasitas produksi pada stasiun kerja menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\frac{\text{waktu proses (menit)} \times \text{target produksi (unit)}}{\text{jumlah mesin (unit)} \times \text{output (unit)}}$$

Berikut ini merupakan contoh perhitungan kapasitas produksi pada stasiun kerja *casting* untuk *Pipe Intake A*.

Stasiun kerja *casting* :

Waktu proses / unit = 4,92 menit (tabel 4.44.)

Target produksi = 1.890 unit (tabel 4.45.)

Jumlah mesin = 5 unit (tabel 4.12.)

Jumlah *output* = 1 unit (tabel 4.12.)

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas yang dibutuhkan} &= \frac{\text{waktu proses} \times \text{target produksi}}{\text{jumlah mesin} \times \text{output}} \\ &= \frac{4,92 \text{ menit} \times 1.890 \text{ unit}}{5 \text{ unit} \times 1 \text{ unit}} \\ &= 1.861,12 \text{ menit}\end{aligned}$$

Rekapitulasi kapasitas produksi setiap stasiun kerja untuk semua komponen *gravity casting* dapat dilihat pada tabel 4.46.

Tabel 4.46. Kapasitas Produksi Bulan Februari 2017 (menit)

| Job   | Komponen      | Kapasitas Produksi Bulan Februari 2017 (menit) |           |          |           |          |           |
|-------|---------------|------------------------------------------------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|
|       |               | SK 1                                           | SK 2      | SK 3     | SK 4      | SK 5     | SK 6      |
| 1     | Pipe Intake A | 1.861,12                                       | 2.214,66  | 526,31   | 2.571,01  | 1.022,35 | 1.712,32  |
| 2     | Pipe Intake B | 2.456,55                                       | 4.032,93  | 947,76   | 1.629,02  | 847,78   | 1.934,42  |
| 3     | Pipe Intake C | 1.432,70                                       | 2.464,42  | 497,81   | 1.318,31  | 655,10   | 1.479,35  |
| 4     | Pipe Intake D | 1.046,45                                       | 1.315,43  | 993,09   | 1.297,86  | 1.282,97 | 2.123,73  |
| 5     | Pipe Intake E | 1.761,71                                       | 2.222,62  | 474,77   | 2.110,50  | 2.060,50 | 3.575,30  |
| 6     | Pipe Intake F | 2.637,84                                       | 4.597,41  | 2.379,70 | 2.821,00  | 2.629,64 | 5.906,90  |
| Total |               | 11.196,38                                      | 16.847,48 | 5.819,44 | 11.747,71 | 8.498,33 | 16.732,03 |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

#### 4.2.5. Penjadwalan dengan Metode CDS

Penjadwalan dengan metode CDS menggunakan pengurutan 6 *job* terhadap 6 stasiun kerja. Banyaknya kombinasi urutan *job* atau iterasi dicari dengan menggunakan rumus  $k = m - 1$ ,  $k$  adalah banyaknya iterasi dan  $m$  adalah banyaknya stasiun kerja. Jumlah stasiun kerja yaitu 6, maka  $k = 6 - 1 = 5$  iterasi. Berdasarkan tabel 4.46. proses *job* 1 membutuhkan waktu 1.861,12 menit pada SK 1, 2.214,66 menit pada SK 2 dan seterusnya. *Job* 2 membutuhkan waktu operasi 2.456,55 menit pada SK 1, 4.032,93 menit pada SK 2 dan seterusnya.

##### 1) Iterasi pertama ( $k_1$ )

Waktu proses untuk  $t_{1,1}$  yaitu waktu proses *casting* sedangkan  $t_{1,2}$  yaitu waktu proses *machining*.

Tabel 4.47. Iterasi Pertama CDS

| Job | Total waktu proses (menit) |           |
|-----|----------------------------|-----------|
|     | $t_{1,1}$                  | $t_{1,2}$ |
| 1   | 1.861,12                   | 1.712,32  |
| 2   | 2.456,55                   | 1.934,42  |
| 3   | 1.432,70                   | 1.479,35  |
| 4   | 1.046,45                   | 2.123,73  |
| 5   | 1.761,71                   | 3.575,30  |
| 6   | 2.637,84                   | 5.906,90  |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

*Job* dengan waktu minimum pada stasiun kerja pertama ditempatkan pada urutan awal dan *job* dengan waktu minimal pada stasiun kerja kedua

ditempatkan pada urutan terakhir. Untuk  $k = 1$  menghasilkan urutan 4-5-1-2-6-3 sehingga didapat total waktu sebagai berikut.

Tabel 4.48. Total Waktu Iterasi Pertama CDS (menit)

| Job | Makespan Iterasi Pertama CDS |           |           |           |           |                  |
|-----|------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|     | SK 1                         | SK 2      | SK 3      | SK 4      | SK 5      | SK 6             |
| 4   | 1.046,45                     | 2.361,88  | 3.354,97  | 4.652,84  | 5.935,80  | 8.059,53         |
| 5   | 2.808,16                     | 5.030,78  | 5.505,56  | 7.616,06  | 9.676,55  | 13.251,85        |
| 1   | 4.669,28                     | 7.245,45  | 7.771,76  | 10.342,77 | 11.365,11 | 14.964,17        |
| 2   | 7.125,83                     | 11.278,38 | 12.226,14 | 13.855,16 | 14.702,94 | 16.637,37        |
| 6   | 9.763,67                     | 15.875,79 | 18.255,49 | 21.076,49 | 23.706,13 | 29.613,03        |
| 3   | 11.196,38                    | 18.340,21 | 18.838,02 | 22.394,80 | 24.361,23 | <b>31.092,38</b> |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

Total waktu pada tabel 4.48. didapat dari rumus  $t_{1,1}^k = t_{1,1}$  ;  $t_{1,2}^k = t_{1,1}^k + t_{1,2}$  .....  
 $t_{1,m}^k = t_{1,1}^k + t_{1,2}^k + \dots + t_{1,m}$  ;  $t_{2,1}^k = t_{1,1}^k + t_{2,1}$  ;  $t_{2,2}^k = \max t_{1,2}^k, t_{2,1}^k + t_{2,2}$  dan seterusnya. Berikut ini adalah contoh perhitungan waktu proses pada iterasi pertama :

a) Total waktu proses untuk *job* 4

$$\begin{aligned}
 t_{1,1}^k &= t_{1,1} = 1.046,45 \text{ menit (lihat tabel 4.46.)} \\
 t_{1,2}^k &= t_{1,1}^k + t_{1,2} = 1.046,45 + 1.315,43 = 2.361,88 \text{ menit} \\
 t_{1,3}^k &= t_{1,2}^k + t_{1,3} = 2.361,88 + 993,09 = 3.354,97 \text{ menit} \\
 t_{1,4}^k &= t_{1,3}^k + t_{1,4} = 3.354,97 + 1.297,86 = 4.652,84 \text{ menit} \\
 t_{1,5}^k &= t_{1,4}^k + t_{1,5} = 4.652,84 + 1.282,97 = 5.935,80 \text{ menit} \\
 t_{1,6}^k &= t_{1,5}^k + t_{1,6} = 5.935,80 + 2.123,73 = 8.059,53 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

b) Total waktu proses untuk *job* 5

$$\begin{aligned}
 t_{2,1}^k &= t_{1,1}^k + t_{2,1} = 1.046,45 + 1.761,71 = 2.808,16 \text{ menit} \\
 t_{2,2}^k &= \max (t_{1,2}^k ; t_{2,1}^k) + t_{2,2} \\
 &= \max (2.361,88 ; 2.808,16) + 2.222,62 \\
 &= 2.808,16 + 2.222,62 \\
 &= 5.030,78 \text{ menit} \\
 t_{2,3}^k &= \max (t_{1,3}^k ; t_{2,2}^k) + t_{2,3} \\
 &= \max (3.354,97 ; 5.030,78) + 474,77 \\
 &= 5.030,78 + 474,77 \\
 &= 5.505,56 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
t_{2,4}^k &= \max(t_{1,4}^k; t_{2,3}^k) + t_{2,4} \\
&= \max(4.652,84; 5.505,56) + 2.110,50 \\
&= 5.505,56 + 2.110,50 \\
&= 7.616,06 \text{ menit}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
t_{2,5}^k &= \max(t_{1,5}^k; t_{2,4}^k) + t_{2,5} \\
&= \max(5.935,80; 7.616,06) + 2.060,50 \\
&= 7.616,06 + 2.060,50 \\
&= 9.676,55 \text{ menit}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
t_{2,6}^k &= \max(t_{1,6}^k; t_{2,5}^k) + t_{2,6} \\
&= \max(8.059,53; 9.676,55) + 3.575,30 \\
&= 9.676,55 + 3.575,30 \\
&= 13.251,85 \text{ menit}
\end{aligned}$$

c) Total waktu proses untuk *job 1*

$$t_{3,1}^k = t_{2,1}^k + t_{3,1} = 2.808,16 + 1.861,12 = 4.669,28 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned}
t_{3,2}^k &= \max(t_{2,2}^k; t_{3,1}^k) + t_{3,2} \\
&= \max(5.030,78; 4.669,28) + 2.214,66 \\
&= 5.030,78 + 2.214,66 \\
&= 7.245,45 \text{ menit}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
t_{3,3}^k &= \max(t_{2,3}^k; t_{3,2}^k) + t_{3,3} \\
&= \max(5.505,56; 7.245,45) + 526,31 \\
&= 7.245,45 + 526,31 \\
&= 7.771,76 \text{ menit}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
t_{3,4}^k &= \max(t_{2,4}^k; t_{3,3}^k) + t_{3,4} \\
&= \max(7.616,06; 7.771,76) + 2.571,01 \\
&= 7.771,76 + 2.571,01 \\
&= 10.342,77 \text{ menit}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
t_{3,5}^k &= \max(t_{2,5}^k; t_{3,4}^k) + t_{3,5} \\
&= \max(9.676,55; 10.342,77) + 1.022,35 \\
&= 10.342,77 + 1.022,35 \\
&= 11.365,11 \text{ menit}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
t_{3,6}^k &= \max(t_{2,6}^k; t_{3,5}^k) + t_{3,6} \\
&= \max(13.251,85; 11.365,11) + 1.712,32 \\
&= 13.251,85 + 1.712,32 \\
&= 14.964,17 \text{ menit}
\end{aligned}$$

d) Total waktu proses untuk *job* 2

$$t_{4,1}^k = t_{3,1}^k + t_{4,1} = 4.669,28 + 2.456,55 = 7.125,83 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned}
t_{4,2}^k &= \max(t_{3,2}^k; t_{4,1}^k) + t_{4,2} \\
&= \max(7.245,45; 7.125,83) + 4.032,93 \\
&= 7.245,45 + 4.032,93 \\
&= 11.278,38 \text{ menit}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
t_{4,3}^k &= \max(t_{3,3}^k; t_{4,2}^k) + t_{4,3} \\
&= \max(7.771,76; 11.278,38) + 947,76 \\
&= 11.278,38 + 947,76 \\
&= 12.226,14 \text{ menit}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
t_{4,4}^k &= \max(t_{3,4}^k; t_{4,3}^k) + t_{4,4} \\
&= \max(10.342,77; 12.226,14) + 1.629,02 \\
&= 12.226,14 + 1.629,02 \\
&= 13.855,16 \text{ menit}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
t_{4,5}^k &= \max(t_{3,5}^k; t_{4,4}^k) + t_{4,5} \\
&= \max(11.365,11; 13.855,16) + 847,78 \\
&= 13.855,16 + 847,78 \\
&= 14.702,94 \text{ menit}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
t_{4,6}^k &= \max(t_{3,6}^k; t_{4,5}^k) + t_{4,6} \\
&= \max(14.964,17; 14.702,94) + 1.934,42 \\
&= 14.964,17 + 1.934,42 \\
&= 16.637,37 \text{ menit}
\end{aligned}$$

e) Total waktu proses untuk *job* 6

$$t_{5,1}^k = t_{4,1}^k + t_{5,1} = 7.125,83 + 2.637,84 = 9.763,67 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned}
t_{5,2}^k &= \max(t_{4,2}^k; t_{5,1}^k) + t_{5,2} \\
&= \max(11.278,38; 9.763,67) + 4.597,41 \\
&= 11.278,38 + 4.597,41
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 15.875,79 \text{ menit} \\
t_{5,3}^k &= \max(t_{4,3}^k; t_{5,2}^k) + t_{5,3} \\
&= \max(12.226,14; 15.875,79) + 2.379,70 \\
&= 15.875,79 + 2.379,70 \\
&= 18.255,49 \text{ menit} \\
t_{5,4}^k &= \max(t_{4,4}^k; t_{5,3}^k) + t_{5,4} \\
&= \max(13.855,16; 18.255,49) + 2.821,00 \\
&= 18.255,49 + 2.821,00 \\
&= 21.076,49 \text{ menit} \\
t_{5,5}^k &= \max(t_{4,5}^k; t_{5,4}^k) + t_{5,5} \\
&= \max(14.702,94; 21.076,49) + 2.629,64 \\
&= 21.076,49 + 2.629,64 \\
&= 23.706,13 \text{ menit} \\
t_{5,6}^k &= \max(t_{4,6}^k; t_{5,5}^k) + t_{5,6} \\
&= \max(16.637,37; 23.706,13) + 5.906,90 \\
&= 23.706,13 + 5.906,90 \\
&= 29.613,03 \text{ menit}
\end{aligned}$$

f) Total waktu proses untuk *job* 3

$$\begin{aligned}
t_{6,1}^k &= t_{5,1}^k + t_{6,1} = 9.763,67 + 1.43,70 = 11.196,38 \text{ menit} \\
t_{6,2}^k &= \max(t_{5,2}^k; t_{6,1}^k) + t_{6,2} \\
&= \max(15.875,79; 11.196,38) + 2.464,42 \\
&= 15.875,79 + 2.464,42 \\
&= 18.340,21 \text{ menit} \\
t_{6,3}^k &= \max(t_{5,3}^k; t_{6,2}^k) + t_{6,3} \\
&= \max(18.255,49; 18.340,21) + 497,81 \\
&= 18.340,21 + 497,81 \\
&= 18.838,02 \text{ menit} \\
t_{6,4}^k &= \max(t_{5,4}^k; t_{6,3}^k) + t_{6,4} \\
&= \max(21.076,49; 18.838,02) + 1.318,31 \\
&= 21.076,49 + 1.318,31 \\
&= 22.394,80 \text{ menit}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
t_{6,5}^k &= \max(t_{5,5}^k; t_{6,4}^k) + t_{6,5} \\
&= \max(23.706,13; 22.394,80) + 655,10 \\
&= 23.706,13 + 655,10 \\
&= 24.361,23 \text{ menit} \\
t_{6,6}^k &= \max(t_{5,6}^k; t_{6,5}^k) + t_{6,6} \\
&= \max(29.613,03; 24.361,23) + 1.479,35 \\
&= 29.613,03 + 1.479,35 \\
&= 31.092,38 \text{ menit}
\end{aligned}$$

## 2) Iterasi kedua (k2)

Waktu proses untuk  $t_{2,1}$  diambil dari penjumlahan waktu proses *casting* dan waktu proses *hammer*, sedangkan  $t_{2,2}$  diambil dari penjumlahan waktu proses *sand blasting* dan waktu proses *machining*.

Tabel 4.49. Iterasi Kedua CDS

| Job | Total waktu proses (menit) |          |
|-----|----------------------------|----------|
|     | t1,1                       | t1,2     |
| 1   | 4.075,78                   | 2.734,67 |
| 2   | 6.489,49                   | 2.782,21 |
| 3   | 3.897,12                   | 2.134,45 |
| 4   | 2.361,88                   | 3.406,69 |
| 5   | 3.984,33                   | 5.635,80 |
| 6   | 7.235,25                   | 8.536,54 |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

Untuk  $k = 2$  menghasilkan urutan 4-5-1-2-6-3 sehingga didapat total waktu sebagai berikut.

Tabel 4.50. Total Waktu Iterasi Kedua CDS (menit)

| Job | Makespan Iterasi Kedua CDS |           |           |           |           |                  |
|-----|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|     | SK 1                       | SK 2      | SK 3      | SK 4      | SK 5      | SK 6             |
| 4   | 1.046,45                   | 2.361,88  | 3.354,97  | 4.652,84  | 5.935,80  | 8.059,53         |
| 5   | 2.808,16                   | 5.030,78  | 5.505,56  | 7.616,06  | 9.676,55  | 13.251,85        |
| 1   | 4.669,28                   | 7.245,45  | 7.771,76  | 10.342,77 | 11.365,11 | 14.964,17        |
| 2   | 7.125,83                   | 11.278,38 | 12.226,14 | 13.855,16 | 14.702,94 | 16.637,37        |
| 6   | 9.763,67                   | 15.875,79 | 18.255,49 | 21.076,49 | 23.706,13 | 29.613,03        |
| 3   | 11.196,38                  | 18.340,21 | 18.838,02 | 22.394,80 | 24.361,23 | <b>31.092,38</b> |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

### 3) Iterasi ketiga (k3)

Waktu proses untuk  $t_{3,1}$  diambil dari penjumlahan waktu proses *casting*, waktu proses *hammer* dan waktu proses *cutting gate*, sedangkan  $t_{3,2}$  diambil dari penjumlahan waktu proses *burrytory*, waktu proses *sand blasting* dan waktu proses *machining*.

Tabel 4.51. Iterasi Ketiga CDS

| Job | Total waktu proses (menit) |           |
|-----|----------------------------|-----------|
|     | t1,1                       | t1,2      |
| 1   | 4.602,09                   | 5.305,68  |
| 2   | 7.437,24                   | 4.411,23  |
| 3   | 4.394,93                   | 3.452,77  |
| 4   | 3.354,97                   | 4.704,56  |
| 5   | 4.459,10                   | 7.746,30  |
| 6   | 9.614,96                   | 11.357,54 |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

Untuk  $k = 3$  menghasilkan urutan 4-5-1-2-6-3 sehingga didapat total waktu yang dapat dilihat pada tabel 4.52

Tabel 4.52. Total Waktu Iterasi Ketiga CDS (menit)

| Job | Makespan Iterasi Ketiga CDS |           |           |           |           |                  |
|-----|-----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|     | SK 1                        | SK 2      | SK 3      | SK 4      | SK 5      | SK 6             |
| 4   | 1.046,45                    | 2.361,88  | 3.354,97  | 4.652,84  | 5.935,80  | 8.059,53         |
| 5   | 2.808,16                    | 5.030,78  | 5.505,56  | 7.616,06  | 9.676,55  | 13.251,85        |
| 1   | 4.669,28                    | 7.245,45  | 7.771,76  | 10.342,77 | 11.365,11 | 14.964,17        |
| 2   | 7.125,83                    | 11.278,38 | 12.226,14 | 13.855,16 | 14.702,94 | 16.637,37        |
| 6   | 9.763,67                    | 15.875,79 | 18.255,49 | 21.076,49 | 23.706,13 | 29.613,03        |
| 3   | 11.196,38                   | 18.340,21 | 18.838,02 | 22.394,80 | 24.361,23 | <b>31.092,38</b> |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

### 4) Iterasi keempat (k4)

Waktu proses untuk  $t_{4,1}$  diambil dari penjumlahan waktu proses *casting*, waktu proses *hammer*, waktu proses *cutting gate* dan waktu proses *burrytory* sedangkan  $t_{4,2}$  diambil dari penjumlahan waktu proses *cutting gate*, waktu proses *burrytory*, waktu proses *sand blasting* dan waktu proses *machining*. Iterasi waktu dapat dilihat pada tabel 4.53.

Tabel 4.53. Iterasi Keempat CDS

| Job | Total waktu proses (menit) |           |
|-----|----------------------------|-----------|
|     | t1,1                       | t1,2      |
| 1   | 7.173,10                   | 5.831,99  |
| 2   | 9.066,27                   | 5.358,99  |
| 3   | 5.713,25                   | 3.950,58  |
| 4   | 4.652,84                   | 5.697,65  |
| 5   | 6.569,60                   | 8.221,07  |
| 6   | 12.435,95                  | 13.737,24 |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

Untuk  $k = 4$  menghasilkan urutan 4-5-1-2-6-3 sehingga didapat total waktu sebagai berikut.

Tabel 4.54. Total Waktu Iterasi Keempat CDS (menit)

| Job | Makespan Iterasi Keempat CDS |           |           |           |           |                  |
|-----|------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|     | SK 1                         | SK 2      | SK 3      | SK 4      | SK 5      | SK 6             |
| 4   | 1.046,45                     | 2.361,88  | 3.354,97  | 4.652,84  | 5.935,80  | 8.059,53         |
| 5   | 2.808,16                     | 5.030,78  | 5.505,56  | 7.616,06  | 9.676,55  | 13.251,85        |
| 1   | 4.669,28                     | 7.245,45  | 7.771,76  | 10.342,77 | 11.365,11 | 14.964,17        |
| 2   | 7.125,83                     | 11.278,38 | 12.226,14 | 13.855,16 | 14.702,94 | 16.637,37        |
| 6   | 9.763,67                     | 15.875,79 | 18.255,49 | 21.076,49 | 23.706,13 | 29.613,03        |
| 3   | 11.196,38                    | 18.340,21 | 18.838,02 | 22.394,80 | 24.361,23 | <b>31.092,38</b> |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

#### 5) Iterasi kelima (k5)

Waktu proses untuk  $t_{5,1}$  diambil dari penjumlahan waktu proses *casting*, waktu proses *hammer*, waktu proses *cutting gate*, waktu proses *burrytory* dan waktu proses *sand blasting* sedangkan  $t_{5,2}$  diambil dari penjumlahan waktu proses *hammer*, waktu proses *cutting gate*, waktu proses *burrytory*, waktu proses *sand blasting* dan waktu proses *machining*.

Tabel 4.55. Iterasi Kelima CDS

| Job | Total waktu proses (menit) |           |
|-----|----------------------------|-----------|
|     | t1,1                       | t1,2      |
| 1   | 8.195,45                   | 8.046,65  |
| 2   | 9.914,05                   | 9.391,92  |
| 3   | 6.368,35                   | 6.415,00  |
| 4   | 5.935,80                   | 7.013,08  |
| 5   | 8.630,10                   | 10.443,69 |
| 6   | 15.065,59                  | 18.334,65 |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

Untuk  $k = 5$  menghasilkan urutan 4-1-5-2-6-3 sehingga didapat total waktu sebagai berikut.

Tabel 4.56. Total Waktu Iterasi Kelima CDS (menit)

| Job | <i>Makespan</i> Iterasi Kelima CDS |           |           |           |           |                  |
|-----|------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|     | SK 1                               | SK 2      | SK 3      | SK 4      | SK 5      | SK 6             |
| 4   | 1.046,45                           | 2.361,88  | 3.354,97  | 4.652,84  | 5.935,80  | 8.059,53         |
| 1   | 2.907,57                           | 5.122,23  | 5.648,54  | 8.219,55  | 9.241,90  | 10.954,22        |
| 5   | 4.669,28                           | 7.344,85  | 7.819,63  | 10.330,05 | 12.390,55 | 15.965,85        |
| 2   | 7.125,83                           | 11.377,79 | 12.325,55 | 13.954,57 | 14.802,35 | 17.900,28        |
| 6   | 9.763,67                           | 15.975,20 | 18.354,90 | 21.175,90 | 23.805,54 | 29.712,44        |
| 3   | 11.196,38                          | 13.660,80 | 18.852,71 | 22.494,21 | 24.460,63 | <b>31.191,79</b> |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

Dari kelima urutan tersebut dengan  $k = 1$  sampai dengan  $k = 5$  dapat diperoleh tabel urutan sebagai berikut.

Tabel 4.57. Nilai *Makespan* Setiap Iterasi

| Iterasi ( $k$ ) | Urutan <i>Job</i>     | <i>Makespan</i> (menit) |
|-----------------|-----------------------|-------------------------|
| 1               | 4 – 5 – 1 – 2 – 6 – 3 | 31.092,38               |
| 2               | 4 – 5 – 1 – 2 – 6 – 3 | 31.092,38               |
| 3               | 4 – 5 – 1 – 2 – 6 – 3 | 31.092,38               |
| 4               | 4 – 5 – 1 – 2 – 6 – 3 | 31.092,38               |
| 5               | 4 – 1 – 5 – 2 – 6 – 3 | 31.191,79               |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

#### 4.2.6. Penjadwalan dengan Metode NEH

Langkah awal yang dilakukan dalam metode NEH adalah menghitung jumlah total waktu proses setiap *job* dan melakukan pengurutan (*sequencing*). Total waktu proses masing-masing komponen dapat dilihat pada tabel 4.58.

Tabel 4.58. Total Waktu Proses *Gravity Casting*

| <i>Job</i> | Waktu Proses <i>Gravity Casting</i> (menit) |          |          |          |          |          | Total     |
|------------|---------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
|            | SK1                                         | SK2      | SK3      | SK4      | SK5      | SK6      |           |
| 1          | 1.861,12                                    | 2.214,66 | 526,31   | 2.571,01 | 1.022,35 | 1.712,32 | 9.907,77  |
| 2          | 2.456,55                                    | 4.032,93 | 947,76   | 1.629,02 | 847,78   | 1.934,42 | 11.848,47 |
| 3          | 1.432,70                                    | 2.464,42 | 497,81   | 1.318,31 | 655,10   | 1.479,35 | 7.847,70  |
| 4          | 1.046,45                                    | 1.315,43 | 993,09   | 1.297,86 | 1.282,97 | 2.123,73 | 8.059,53  |
| 5          | 1.761,71                                    | 2.222,62 | 474,77   | 2.110,50 | 2.060,50 | 3.575,30 | 12.205,40 |
| 6          | 2.637,84                                    | 4.597,41 | 2.379,70 | 2.821,00 | 2.629,64 | 5.906,90 | 20.972,49 |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

Pada penelitian ini dilakukan pengurutan *job* berdasarkan SPT (*shortest processing time*) dan LPT (*lowest processing time*). Dari hasil masing-masing

pengurutan ini akan dipilih urutan yang memiliki nilai *makespan* dan *mean flowtime* terkecil.

1) SPT (*shortest processing time*)

Berdasarkan tabel 4.58. pengurutan *job* dengan ketentuan SPT (*short process time*) adalah *Job 3 (Pipe Intake C) – Job 4 (Pipe Intake D) – Job 1 (Pipe Intake A) – Job 2 (Pipe Intake B) – Job 5 (Pipe Intake E) – Job 6 (Pipe Intake F)*. Setelah diurutkan, maka dipilih dua urutan pertama yang memiliki nilai *makespan* terkecil. Dua urutan pertama tersebut akan digunakan sebagai acuan untuk perhitungan berikutnya sampai dihasilkan nilai *makespan* dari urutan *job-job* tersebut.

**Iterasi 1**

Tabel 4.59. Penjadwalan dengan urutan *job 3 – 4*

| Job | Makespan Penjadwalan 2 job NEH Aturan SPT |          |          |          |          |                  |
|-----|-------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|------------------|
|     | SK 1                                      | SK 2     | SK 3     | SK 4     | SK 5     | SK 6             |
| 3   | 1.432,70                                  | 3.897,12 | 4.394,93 | 5.713,25 | 6.368,35 | 7.847,70         |
| 4   | 2.479,16                                  | 5.212,55 | 6.205,64 | 7.503,50 | 8.786,47 | <b>10.910,20</b> |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

Total waktu pada tabel 4.56. didapat dari  $t_{1,1}^k = t_{1,1}$  ;  $t_{1,2}^k = t_{1,1}^k + t_{1,2}$  .....

$t_{1,m}^k = t_{1,1}^k + t_{1,2}^k + \dots + t_{1,m}$  ;  $t_{2,1}^k = t_{1,1}^k + t_{2,1}$  ;  $t_{2,2}^k = \max t_{1,2}^k, t_{2,1}^k + t_{2,2}$  dan seterusnya.

*Makespan* = 10.910,20 menit

$$\bar{F} = \frac{7.847,70 + 10.910,20}{2} = 9.378,95 \text{ menit}$$

Tabel 4.60. Penjadwalan dengan urutan *job 4 – 3*

| Job | Makespan Penjadwalan 2 job NEH Aturan SPT |          |          |          |          |                 |
|-----|-------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|-----------------|
|     | SK 1                                      | SK 2     | SK 3     | SK 4     | SK 5     | SK 6            |
| 4   | 1.046,45                                  | 2.361,88 | 3.354,97 | 4.652,84 | 5.935,80 | 8.059,53        |
| 3   | 2.479,16                                  | 4.826,30 | 5.324,11 | 6.642,43 | 7.297,53 | <b>9.538,88</b> |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

*Makespan* = 9.538,88 menit

$$\bar{F} = \frac{8.059,53 + 9.538,88}{2} = 8.799,21 \text{ menit}$$

Dari perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa urutan *job 4 – 3* memiliki nilai *makespan* terkecil yaitu 9.538,88 menit.

## Iterasi 2

Urutan penjadwalan 4 – 3, dengan urutan selanjutnya yaitu *job* 1.

Tabel 4.61. Penjadwalan dengan urutan *job* 1 – 4 – 3

| Job | Makespan Penjadwalan 3 job NEH Aturan SPT |          |          |          |           |                  |
|-----|-------------------------------------------|----------|----------|----------|-----------|------------------|
|     | SK 1                                      | SK 2     | SK 3     | SK 4     | SK 5      | SK 6             |
| 1   | 1.861,12                                  | 4.075,78 | 4.602,09 | 7.173,10 | 8.195,45  | 9.907,77         |
| 4   | 2.907,57                                  | 5.391,21 | 6.384,30 | 8.470,96 | 9.753,93  | 11.877,66        |
| 3   | 4.340,27                                  | 7.855,63 | 8.353,44 | 9.789,28 | 10.444,38 | <b>13.357,01</b> |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

*Makespan* = 13.357,01 menit

$$\bar{F} = \frac{9.907,77 + 11.877,66 + 13.357,01}{3} = 11.714,14 \text{ menit}$$

Tabel 4.62. Penjadwalan dengan urutan *job* 4 – 1 – 3

| Job | Makespan Penjadwalan 3 job NEH Aturan SPT |          |          |          |           |                  |
|-----|-------------------------------------------|----------|----------|----------|-----------|------------------|
|     | SK 1                                      | SK 2     | SK 3     | SK 4     | SK 5      | SK 6             |
| 4   | 1.046,45                                  | 2.361,88 | 3.354,97 | 4.652,84 | 5.935,80  | 8.059,53         |
| 1   | 2.907,57                                  | 5.122,23 | 5.648,54 | 8.219,55 | 9.241,90  | 10.954,22        |
| 3   | 4.340,27                                  | 7.586,65 | 8.084,46 | 9.537,87 | 10.192,97 | <b>12.433,57</b> |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

*Makespan* = 12.433,57 menit

$$\bar{F} = \frac{8.059,53 + 10.954,22 + 12.433,57}{3} = 10.482,442 \text{ menit}$$

Tabel 4.63. Penjadwalan dengan urutan *job* 4 – 3 – 1

| Job | Makespan Penjadwalan 3 job NEH Aturan SPT |          |          |           |           |                  |
|-----|-------------------------------------------|----------|----------|-----------|-----------|------------------|
|     | SK 1                                      | SK 2     | SK 3     | SK 4      | SK 5      | SK 6             |
| 4   | 1.046,45                                  | 2.361,88 | 3.354,97 | 4.652,84  | 5.935,80  | 8.059,53         |
| 3   | 2.479,16                                  | 4.826,30 | 5.324,11 | 6.642,43  | 7.297,53  | 9.538,88         |
| 1   | 4.340,27                                  | 7.040,96 | 7.567,27 | 10.138,29 | 11.160,63 | <b>12.872,95</b> |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

*Makespan* = 12.872,95 menit

$$\bar{F} = \frac{8.059,53 + 9.538,88 + 12.872,95}{3} = 10.157,12 \text{ menit}$$

Dari perhitungan iterasi 2 dapat disimpulkan bahwa urutan *job* 4 – 1 – 3 memiliki nilai *makespan* terkecil yaitu 12.433,57 menit.

## Iterasi 3

Urutan penjadwalan 4 – 1 – 3, dengan urutan selanjutnya yaitu *job* 2.

Tabel 4.64. Penjadwalan dengan urutan *job* 2 – 4 – 1 – 3

| Job | Makespan Penjadwalan 4 job NEH Aturan SPT |           |           |           |           |                  |
|-----|-------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|     | SK 1                                      | SK 2      | SK 3      | SK 4      | SK 5      | SK 6             |
| 2   | 2.456,55                                  | 6.489,49  | 7.437,24  | 9.066,27  | 9.914,05  | 11.848,47        |
| 4   | 3.503,01                                  | 7.804,92  | 8.798,00  | 10.364,13 | 11.647,10 | 13.770,83        |
| 1   | 5.364,12                                  | 10.019,58 | 10.545,89 | 13.116,90 | 14.139,25 | 15.851,57        |
| 3   | 6.796,83                                  | 12.484,00 | 12.981,81 | 14.435,21 | 15.090,31 | <b>17.330,92</b> |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

*Makespan* = 17.330,92 menit

$$\bar{F} = \frac{11.848,47 + 13.770,83 + 15.851,57 + 17.330,92}{4} = 14.027,8 \text{ menit}$$

Tabel 4.65. Penjadwalan dengan urutan *job* 4 – 2 – 1 – 3

| Job | Makespan Penjadwalan 4 job NEH Aturan SPT |           |           |           |           |                  |
|-----|-------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|     | SK 1                                      | SK 2      | SK 3      | SK 4      | SK 5      | SK 6             |
| 4   | 1.046,45                                  | 2.361,88  | 3.354,97  | 4.652,84  | 5.935,80  | 8.059,53         |
| 2   | 3.503,01                                  | 7.535,94  | 8.483,70  | 10.112,72 | 10.960,50 | 12.894,93        |
| 1   | 5.364,12                                  | 9.750,60  | 10.276,91 | 12.847,92 | 13.870,27 | 15.582,59        |
| 3   | 6.796,83                                  | 12.215,02 | 12.712,83 | 14.166,24 | 14.821,34 | <b>17.061,94</b> |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

*Makespan* = 17.061,94 menit

$$\bar{F} = \frac{8.059,53 + 12.894,93 + 15.582,59 + 17.061,94}{4} = 13.399,75 \text{ menit}$$

Tabel 4.66. Penjadwalan dengan urutan *job* 4 – 1 – 2 – 3

| Job | Makespan Penjadwalan 4 job NEH Aturan SPT |           |           |           |           |                  |
|-----|-------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|     | SK 1                                      | SK 2      | SK 3      | SK 4      | SK 5      | SK 6             |
| 4   | 1.046,45                                  | 2.361,88  | 3.354,97  | 4.652,84  | 5.935,80  | 8.059,53         |
| 1   | 2.907,57                                  | 5.122,23  | 5.648,54  | 8.219,55  | 9.241,90  | 10.954,22        |
| 2   | 5.364,12                                  | 9.155,17  | 10.102,92 | 11.731,95 | 12.579,73 | 14.514,15        |
| 3   | 6.796,83                                  | 11.619,58 | 12.117,40 | 13.435,71 | 14.090,81 | <b>15.993,51</b> |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

*Makespan* = 15.993,51 menit

$$\bar{F} = \frac{8.059,53 + 10.954,22 + 14.514,15 + 15.993,51}{4} = 12.380,35 \text{ menit}$$

Tabel 4.67. Penjadwalan dengan urutan *job* 4 – 1 – 3 – 2

| Job | Makespan Penjadwalan 4 job NEH Aturan SPT |           |           |           |           |                  |
|-----|-------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|     | SK 1                                      | SK 2      | SK 3      | SK 4      | SK 5      | SK 6             |
| 4   | 1.046,45                                  | 2.361,88  | 3.354,97  | 4.652,84  | 5.935,80  | 8.059,53         |
| 1   | 2.907,57                                  | 5.122,23  | 5.648,54  | 8.219,55  | 9.241,90  | 10.954,22        |
| 3   | 4.340,27                                  | 7.586,65  | 8.084,46  | 9.537,87  | 10.192,97 | 12.433,57        |
| 2   | 6.796,83                                  | 11.619,58 | 12.567,34 | 14.196,37 | 15.044,15 | <b>16.978,57</b> |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

*Makespan* = 16.978,57 menit

$$\begin{aligned} \bar{F} &= \frac{8.059,53 + 10.954,22 + 12.433,57 + 16.978,57}{4} \\ &= 12.106,47 \text{ menit} \end{aligned}$$

Dari iterasi 3 dapat disimpulkan bahwa *job* 4 – 1 – 2 – 3 memiliki nilai *makespan* terkecil yaitu 15.993,51 menit.

**Iterasi 4**Urutan penjadwalan 4 – 1 – 2 – 3, dengan urutan selanjutnya *job* 5.Tabel 4.68. Penjadwalan dengan urutan *job* 5 – 4 – 1 – 2 – 3

| Job | Makespan Penjadwalan 5 job NEH Aturan SPT |           |           |           |           |                  |
|-----|-------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|     | SK 1                                      | SK 2      | SK 3      | SK 4      | SK 5      | SK 6             |
| 5   | 1.761,71                                  | 3.984,33  | 4.459,10  | 6.569,60  | 8.630,10  | 12.205,40        |
| 4   | 2.808,16                                  | 5.299,76  | 6.292,85  | 7.867,47  | 9.913,07  | 14.329,13        |
| 1   | 4.669,28                                  | 7.514,42  | 8.040,73  | 10.611,74 | 11.634,09 | 16.041,45        |
| 2   | 7.125,83                                  | 11.547,36 | 12.495,11 | 14.124,14 | 14.971,92 | 17.975,87        |
| 3   | 8.558,53                                  | 14.011,77 | 14.509,59 | 15.827,90 | 16.483,00 | <b>19.455,23</b> |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

*Makespan* = 19.455,23 menit

$$\begin{aligned} \bar{F} &= \frac{12.205,40 + 14.329,13 + 16.041,45 + 17.975,87 + 19.455,23}{5} \\ &= 16.001,42 \text{ menit} \end{aligned}$$

Tabel 4.69. Penjadwalan dengan urutan *job* 4 – 5 – 1 – 2 – 3

| Job | Makespan Penjadwalan 5 job NEH Aturan SPT |           |           |           |           |                  |
|-----|-------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|     | SK 1                                      | SK 2      | SK 3      | SK 4      | SK 5      | SK 6             |
| 4   | 1.046,45                                  | 2.361,88  | 3.354,97  | 4.652,84  | 5.935,80  | 8.059,53         |
| 5   | 2.808,16                                  | 5.030,78  | 5.505,56  | 7.616,06  | 9.676,55  | 13.251,85        |
| 1   | 4.669,28                                  | 7.245,45  | 7.771,76  | 10.342,77 | 11.365,11 | 14.964,17        |
| 2   | 7.125,83                                  | 11.278,38 | 12.226,14 | 13.855,16 | 14.702,94 | 16.637,37        |
| 3   | 8.558,53                                  | 13.742,80 | 14.240,61 | 15.558,92 | 16.214,02 | <b>18.116,72</b> |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

$Makespan = 18.116,72$  menit

$$\bar{F} = \frac{8.059,53+13.251,85+14.964,17+16.637,37+18.116,72}{5} = 14.205,93 \text{ menit}$$

Tabel 4.70. Penjadwalan dengan urutan *job* 4 – 1 – 5 – 2 – 3

| Job | Makespan Penjadwalan 5 job NEH Aturan SPT |           |           |           |           |                  |
|-----|-------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|     | SK 1                                      | SK 2      | SK 3      | SK 4      | SK 5      | SK 6             |
| 4   | 1.046,45                                  | 2.361,88  | 3.354,97  | 4.652,84  | 5.935,80  | 8.059,53         |
| 1   | 2.907,57                                  | 5.122,23  | 5.648,54  | 8.219,55  | 9.241,90  | 10.954,22        |
| 5   | 4.669,28                                  | 7.344,85  | 7.819,63  | 10.330,05 | 12.390,55 | 15.965,85        |
| 2   | 7.125,83                                  | 11.377,79 | 12.325,55 | 13.954,57 | 14.802,35 | 17.900,28        |
| 3   | 8.558,53                                  | 13.842,21 | 14.340,02 | 15.658,33 | 16.313,43 | <b>19.379,63</b> |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

$Makespan = 19.379,63$  menit

$$\bar{F} = \frac{8.059,53+10.954,22+15.965,85+17.900,28+19.379,63}{5} = 14.451,90 \text{ menit}$$

Tabel 4.71. Penjadwalan dengan urutan *job* 4 – 1 – 2 – 5 – 3

| Job | Makespan Penjadwalan 5 job NEH Aturan SPT |           |           |           |           |                  |
|-----|-------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|     | SK 1                                      | SK 2      | SK 3      | SK 4      | SK 5      | SK 6             |
| 4   | 1.046,45                                  | 2.361,88  | 3.354,97  | 4.652,84  | 5.935,80  | 8.059,53         |
| 1   | 2.907,57                                  | 5.122,23  | 5.648,54  | 8.219,55  | 9.241,90  | 10.954,22        |
| 2   | 5.364,12                                  | 9.155,17  | 10.102,92 | 11.731,95 | 12.579,73 | 14.514,15        |
| 5   | 7.125,83                                  | 11.377,79 | 11.852,56 | 13.963,06 | 16.023,56 | 19.598,86        |
| 3   | 8.558,53                                  | 13.842,21 | 14.340,02 | 15.658,33 | 16.678,66 | <b>21.078,21</b> |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

$Makespan = 21.078,21$  menit

$$\bar{F} = \frac{8.059,53+10.954,22+14.514,15+19.598,86+21.078,21}{5} = 14.840,99 \text{ menit}$$

Tabel 4.72. Penjadwalan dengan urutan *job* 4 – 1 – 2 – 3 – 5

| Job | Makespan Penjadwalan 5 job NEH Aturan SPT |           |           |           |           |                  |
|-----|-------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|     | SK 1                                      | SK 2      | SK 3      | SK 4      | SK 5      | SK 6             |
| 4   | 1.046,45                                  | 2.361,88  | 3.354,97  | 4.652,84  | 5.935,80  | 8.059,53         |
| 1   | 2.907,57                                  | 5.122,23  | 5.648,54  | 8.219,55  | 9.241,90  | 10.954,22        |
| 2   | 5.364,12                                  | 9.155,17  | 10.102,92 | 11.731,95 | 12.579,73 | 14.514,15        |
| 3   | 6.796,83                                  | 11.619,58 | 12.117,40 | 13.435,71 | 14.090,81 | 15.993,51        |
| 5   | 8.558,53                                  | 13.842,21 | 14.316,98 | 16.427,48 | 18.487,98 | <b>22.063,28</b> |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

$Makespan = 22.063,28$  menit

$$\bar{F} = \frac{8.059,53+10.954,22+14.514,15+15.993,51+22.063,28}{5} = 14.316,94 \text{ menit}$$

Dari perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa urutan *job* 4 – 5 – 1 – 2 – 3 memiliki nilai *makespan* terkecil yaitu 17.281,39 menit.

### **Iterasi 5**

Urutan penjadwalan 4 – 5 – 1 – 2 – 3, dengan urutan terakhir *job* 6.

Tabel 4.73. Penjadwalan dengan urutan *job* 6 – 4 – 5 – 1 – 2 – 3

| Job | Makespan Penjadwalan 6 job NEH Aturan SPT |           |           |           |           |                  |
|-----|-------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|     | SK 1                                      | SK 2      | SK 3      | SK 4      | SK 5      | SK 6             |
| 6   | 2.637,84                                  | 7.235,25  | 9.614,96  | 12.435,95 | 15.065,59 | 20.972,49        |
| 4   | 3.684,30                                  | 8.550,68  | 10.608,04 | 13.733,82 | 16.348,56 | 23.096,22        |
| 5   | 5.446,01                                  | 10.773,31 | 11.248,08 | 15.844,32 | 18.409,05 | 26.671,52        |
| 1   | 7.307,12                                  | 12.987,97 | 13.514,28 | 18.415,33 | 19.437,68 | 28.383,84        |
| 2   | 9.763,67                                  | 17.020,90 | 17.968,66 | 20.044,35 | 20.892,13 | 30.318,27        |
| 3   | 11.196,38                                 | 19.485,32 | 19.983,13 | 21.362,67 | 22.017,77 | <b>31.797,62</b> |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

$Makespan = 31.797,62$  menit

$$\bar{F} = \frac{20.972,49+23.096,22+26.671,52+28.383,84+30.318,27+31.797,62}{6} = 26.873,33 \text{ menit}$$

Tabel 4.74. Penjadwalan dengan urutan *job* 4 – 6 – 5 – 1 – 2 – 3

| Job | Makespan Penjadwalan 6 job NEH Aturan SPT |           |           |           |           |                  |
|-----|-------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|     | SK 1                                      | SK 2      | SK 3      | SK 4      | SK 5      | SK 6             |
| 4   | 1.046,45                                  | 2.361,88  | 3.354,97  | 4.652,84  | 5.935,80  | 8.059,53         |
| 6   | 3.684,30                                  | 8.281,71  | 10.661,41 | 13.482,41 | 16.112,05 | 22.018,95        |
| 5   | 5.446,01                                  | 10.504,33 | 11.136,18 | 15.592,91 | 18.172,54 | 25.594,25        |
| 1   | 7.307,12                                  | 12.718,99 | 13.245,30 | 18.163,92 | 19.194,89 | 27.306,57        |
| 2   | 9.763,67                                  | 16.751,93 | 17.699,68 | 19.792,94 | 20.640,72 | 29.240,99        |
| 3   | 11.196,38                                 | 19.216,34 | 19.714,15 | 21.111,26 | 21.766,36 | <b>30.720,35</b> |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

$Makespan = 30.720,35$  menit

$$\bar{F} = \frac{8.059,53+22.018,95+25.594,25+27.306,57+29.240,99+30.720,35}{6} = 23.823,44 \text{ menit}$$

Tabel 4.75. Penjadwalan dengan urutan *job* 4 – 5 – 6 – 1 – 2 – 3

| <i>Job</i> | <i>Makespan</i> Penjadwalan 6 <i>job</i> NEH Aturan SPT |           |           |           |           |                  |
|------------|---------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|            | SK 1                                                    | SK 2      | SK 3      | SK 4      | SK 5      | SK 6             |
| 4          | 1.046,45                                                | 2.361,88  | 3.354,97  | 4.652,84  | 5.935,80  | 8.059,53         |
| 5          | 2.808,16                                                | 5.030,78  | 5.505,56  | 7.616,06  | 9.676,55  | 13.251,85        |
| 6          | 5.446,01                                                | 9.628,19  | 12.007,90 | 14.828,89 | 17.458,53 | 23.365,43        |
| 1          | 7.307,12                                                | 11.842,85 | 12.534,21 | 17.399,90 | 18.480,88 | 25.077,75        |
| 2          | 9.763,67                                                | 15.875,79 | 16.823,55 | 19.028,93 | 19.876,71 | 27.012,18        |
| 3          | 11.196,38                                               | 18.340,21 | 18.838,02 | 20.347,24 | 21.002,34 | <b>28.491,53</b> |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

*Makespan* = 28.491,53 menit

$$\begin{aligned} \bar{F} &= \frac{8.059,53 + 13.251,85 + 23.365,43 + 25.077,75 + 27.012,18 + 28.491,53}{6} \\ &= 20.876,38 \text{ menit} \end{aligned}$$

Tabel 4.76. Penjadwalan dengan urutan *job* 4 – 5 – 1 – 6 – 2 – 3

| <i>Job</i> | <i>Makespan</i> Penjadwalan 6 <i>job</i> NEH Aturan SPT |           |           |           |           |                  |
|------------|---------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|            | SK 1                                                    | SK 2      | SK 3      | SK 4      | SK 5      | SK 6             |
| 4          | 1.046,45                                                | 2.361,88  | 3.354,97  | 4.652,84  | 5.935,80  | 8.059,53         |
| 5          | 2.808,16                                                | 5.030,78  | 5.505,56  | 7.616,06  | 9.676,55  | 13.251,85        |
| 1          | 4.669,28                                                | 7.245,45  | 7.771,76  | 10.342,77 | 11.365,11 | 14.964,17        |
| 6          | 7.307,12                                                | 11.842,85 | 14.222,56 | 17.043,55 | 19.673,19 | 25.580,09        |
| 2          | 9.763,67                                                | 15.875,79 | 16.823,55 | 18.672,58 | 20.520,97 | 27.514,52        |
| 3          | 11.196,38                                               | 18.340,21 | 18.838,02 | 20.156,33 | 21.176,07 | <b>28.993,87</b> |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

*Makespan* = 28.993,87 menit

$$\begin{aligned} \bar{F} &= \frac{8.059,53 + 13.251,85 + 14.964,17 + 25.580,09 + 27.514,52 + 28.993,87}{6} \\ &= 18.936,39 \text{ menit} \end{aligned}$$

Tabel 4.77. Penjadwalan dengan urutan *job* 4 – 5 – 1 – 2 – 6 – 3

| <i>Job</i> | <i>Makespan</i> Penjadwalan 6 <i>job</i> NEH Aturan SPT |           |           |           |           |                  |
|------------|---------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|            | SK 1                                                    | SK 2      | SK 3      | SK 4      | SK 5      | SK 6             |
| 4          | 1.046,45                                                | 2.361,88  | 3.354,97  | 4.652,84  | 5.935,80  | 8.059,53         |
| 5          | 2.808,16                                                | 5.030,78  | 5.505,56  | 7.616,06  | 9.676,55  | 13.251,85        |
| 1          | 4.669,28                                                | 7.245,45  | 7.771,76  | 10.342,77 | 11.365,11 | 14.964,17        |
| 2          | 7.125,83                                                | 11.278,38 | 12.226,14 | 13.855,16 | 14.702,94 | 16.637,37        |
| 6          | 9.763,67                                                | 15.875,79 | 18.255,49 | 21.076,49 | 23.706,13 | 29.613,03        |
| 3          | 11.196,38                                               | 18.340,21 | 18.838,02 | 22.394,80 | 24.361,23 | <b>31.092,38</b> |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

$Makespan = 31.092,38$  menit

$$\bar{F} = \frac{8.059,53+13.251,85+14.964,17+16.637,37+29.613,03+31.092,38}{6} = 18.936,39 \text{ menit}$$

Tabel 4.78. Penjadwalan dengan urutan *job* 4 – 5 – 1 – 2 – 3 – 6

| Job | Makespan Penjadwalan 6 job NEH Aturan SPT |           |           |           |           |                  |
|-----|-------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|     | SK 1                                      | SK 2      | SK 3      | SK 4      | SK 5      | SK 6             |
| 4   | 1.046,45                                  | 2.361,88  | 3.354,97  | 4.652,84  | 5.935,80  | 8.059,53         |
| 5   | 2.808,16                                  | 5.030,78  | 5.505,56  | 7.616,06  | 9.676,55  | 13.251,85        |
| 1   | 4.669,28                                  | 7.245,45  | 7.771,76  | 10.342,77 | 11.365,11 | 14.964,17        |
| 2   | 7.125,83                                  | 11.278,38 | 12.226,14 | 13.855,16 | 14.702,94 | 16.637,37        |
| 3   | 8.558,53                                  | 13.742,80 | 14.240,61 | 15.558,92 | 16.214,02 | 18.116,72        |
| 6   | 11.196,38                                 | 18.340,21 | 20.719,91 | 23.540,91 | 26.170,55 | <b>32.077,45</b> |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

$Makespan = 32.077,45$  menit

$$\bar{F} = \frac{8.059,53+13.251,85+14.964,17+16.637,37+18.116,72+32.077,45}{6} = 17.184,52 \text{ menit}$$

## 2) LPT (*lowest processing time*)

Berdasarkan table 4.58. pengurutan *job* dengan ketentuan LPT (*lowest process time*) adalah *Job* 6 (*Pipe Intake F*) – *Job* 5 (*Pipe Intake E*) – *Job* 2 (*Pipe Intake B*) – *Job* 1 (*Pipe Intake A*) – *Job* 4 (*Pipe Intake D*) – *Job* 3 (*Pipe Intake C*). Setelah diurutkan, maka dipilih dua urutan pertama yang digunakan sebagai acuan untuk perhitungan berikutnya.

### Iterasi 1

Tabel 4.79. Penjadwalan dengan urutan *job* 6 – 5

| Job | Makespan Penjadwalan 2 job NEH Aturan LPT |          |           |           |           |                  |
|-----|-------------------------------------------|----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|     | SK 1                                      | SK 2     | SK 3      | SK 4      | SK 5      | SK 6             |
| 6   | 2.637,84                                  | 7.235,25 | 9.614,96  | 12.435,95 | 15.065,59 | 20.972,49        |
| 5   | 4.399,55                                  | 9.457,87 | 10.089,73 | 14.546,45 | 17.126,09 | <b>24.547,79</b> |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

$Makespan = 24.547,79$  menit

$$\bar{F} = \frac{20.972,49+24.547,79}{2} = 22.760,14 \text{ menit}$$

Tabel 4.80. Penjadwalan dengan urutan *job* 5 – 6

| <i>Job</i> | <i>Makespan</i> Penjadwalan 2 <i>job</i> NEH Aturan LPT |          |           |           |           |                  |
|------------|---------------------------------------------------------|----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|            | SK 1                                                    | SK 2     | SK 3      | SK 4      | SK 5      | SK 6             |
| 5          | 1.761,71                                                | 3.984,33 | 4.459,10  | 6.569,60  | 8.630,10  | 12.205,40        |
| 6          | 4.399,55                                                | 8.581,74 | 10.961,44 | 13.782,44 | 16.412,08 | <b>22.318,98</b> |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

*Makespan* = 22.318,98 menit

$$\bar{F} = \frac{12.205,40 + 22.318,98}{2}$$

$$= 17.262,19 \text{ menit}$$

Dari iterasi 1 disimpulkan *job* 5 – 6 memiliki nilai *makespan* terkecil yaitu 17.262,19 menit

### Iterasi 2

Urutan Penjadwalan 5 – 6, dengan urutan selanjutnya yaitu *job* 2.

Tabel 4.81. Penjadwalan dengan urutan *job* 2 – 5 – 6

| <i>Job</i> | <i>Makespan</i> Penjadwalan 3 <i>job</i> NEH Aturan LPT |           |           |           |           |                  |
|------------|---------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|            | SK 1                                                    | SK 2      | SK 3      | SK 4      | SK 5      | SK 6             |
| 2          | 2.456,55                                                | 6.489,49  | 7.437,24  | 9.066,27  | 9.914,05  | 11.848,47        |
| 5          | 4.218,26                                                | 8.712,11  | 9.186,88  | 11.297,38 | 13.357,88 | 16.933,18        |
| 6          | 6.856,10                                                | 13.309,52 | 15.689,22 | 18.510,22 | 21.139,86 | <b>27.046,76</b> |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

*Makespan* = 27.046,76 menit

$$\bar{F} = \frac{11.848,47 + 16.933,18 + 27.046,76}{3}$$

$$= 18.609,47 \text{ menit}$$

Tabel 4.82. Penjadwalan dengan urutan *job* 5 – 2 – 6

| <i>Job</i> | <i>Makespan</i> Penjadwalan 3 <i>job</i> NEH Aturan LPT |           |           |           |           |                  |
|------------|---------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|            | SK 1                                                    | SK 2      | SK 3      | SK 4      | SK 5      | SK 6             |
| 5          | 1.761,71                                                | 3.984,33  | 4.459,10  | 6.569,60  | 8.630,10  | 12.205,40        |
| 2          | 4.218,26                                                | 8.017,26  | 8.965,02  | 10.594,05 | 11.441,83 | 14.139,83        |
| 6          | 6.856,10                                                | 12.614,67 | 14.994,38 | 17.815,37 | 20.445,01 | <b>26.351,91</b> |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

*Makespan* = 26.351,91 menit

$$\bar{F} = \frac{12.205,40 + 14.139,83 + 26.351,91}{3}$$

$$= 17.565,71 \text{ menit}$$

Tabel 4.83. Penjadwalan dengan urutan *job* 5 – 6 – 2

| Job | Makespan Penjadwalan 3 job NEH Aturan LPT |           |           |           |           |                  |
|-----|-------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|     | SK 1                                      | SK 2      | SK 3      | SK 4      | SK 5      | SK 6             |
| 5   | 1.761,71                                  | 3.984,33  | 4.459,10  | 6.569,60  | 8.630,10  | 12.205,40        |
| 6   | 4.399,55                                  | 8.581,74  | 10.961,44 | 13.782,44 | 16.412,08 | 22.318,98        |
| 2   | 6.856,10                                  | 12.614,67 | 13.562,43 | 15.411,46 | 17.259,86 | <b>24.253,40</b> |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

*Makespan* = 24.253,40 menit

$$\bar{F} = \frac{12.205,40 + 22.318,98 + 24.253,40}{3}$$

$$= 19.592,59 \text{ menit}$$

Dari iterasi 2 disimpulkan bahwa *job* 5 – 6 – 2 memiliki nilai *makespan* terkecil yaitu 24.253,40 menit.

**Iterasi 3**

Urutan penjadwalan 5 – 6 – 2, dengan urutan selanjutnya yaitu *job* 1.

Tabel 4.84. Penjadwalan dengan urutan *job* 1 – 5 – 6 – 2

| Job | Makespan Penjadwalan 4 job NEH Aturan LPT |           |           |           |           |                  |
|-----|-------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|     | SK 1                                      | SK 2      | SK 3      | SK 4      | SK 5      | SK 6             |
| 1   | 1.861,12                                  | 4.075,78  | 4.602,09  | 7.173,10  | 8.195,45  | 9.907,77         |
| 5   | 3.622,82                                  | 6.298,40  | 6.773,17  | 9.283,60  | 11.344,10 | 14.919,40        |
| 6   | 6.260,67                                  | 10.895,81 | 13.275,51 | 16.096,51 | 18.726,15 | 24.633,05        |
| 2   | 8.717,22                                  | 14.928,74 | 15.876,50 | 17.725,53 | 19.573,93 | <b>26.567,47</b> |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

*Makespan* = 26.567,47 menit

$$\bar{F} = \frac{9.907,77 + 14.919,40 + 24.633,05 + 26.567,47}{4}$$

$$= 19.006,92 \text{ menit}$$

Tabel 4.85. Penjadwalan dengan urutan *job* 5 – 1 – 6 – 2

| Job | Makespan Penjadwalan 4 job NEH Aturan LPT |           |           |           |           |                  |
|-----|-------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|     | SK 1                                      | SK 2      | SK 3      | SK 4      | SK 5      | SK 6             |
| 5   | 1.761,71                                  | 3.984,33  | 4.459,10  | 6.569,60  | 8.630,10  | 12.205,40        |
| 1   | 3.622,82                                  | 6.198,99  | 6.725,30  | 9.296,31  | 10.318,66 | 13.917,72        |
| 6   | 6.260,67                                  | 10.796,40 | 13.176,10 | 15.997,10 | 18.626,74 | 24.533,64        |
| 2   | 8.717,22                                  | 14.829,33 | 15.777,09 | 17.626,12 | 19.474,52 | <b>26.468,07</b> |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

*Makespan* = 26.468,07 menit

$$\bar{F} = \frac{12.205,40 + 13.917,72 + 24.533,64 + 26.468,07}{4}$$

$$= 19.281,21 \text{ menit}$$

Tabel 4.86. Penjadwalan dengan urutan *job* 5 – 6 – 1 – 2

| Job | Makespan Penjadwalan 4 job NEH Aturan LPT |           |           |           |           |                  |
|-----|-------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|     | SK 1                                      | SK 2      | SK 3      | SK 4      | SK 5      | SK 6             |
| 5   | 1.761,71                                  | 3.984,33  | 4.459,10  | 6.569,60  | 8.630,10  | 12.205,40        |
| 6   | 4.399,55                                  | 8.581,74  | 10.961,44 | 13.782,44 | 16.412,08 | 22.318,98        |
| 1   | 6.260,67                                  | 10.796,40 | 11.487,75 | 16.353,45 | 17.434,42 | 24.031,30        |
| 2   | 8.717,22                                  | 14.829,33 | 15.777,09 | 17.982,47 | 18.830,25 | <b>25.965,72</b> |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

 $Makespan = 25.965,72$  menit

$$\bar{F} = \frac{12.205,40 + 22.318,98 + 24.031,30 + 25.965,72}{4}$$

$$= 19.910,67 \text{ menit}$$

Tabel 4.87. Penjadwalan dengan urutan *job* 5 – 6 – 2 – 1

| Job | Makespan Penjadwalan 4 job NEH Aturan LPT |           |           |           |           |                  |
|-----|-------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|     | SK 1                                      | SK 2      | SK 3      | SK 4      | SK 5      | SK 6             |
| 5   | 1.761,71                                  | 3.984,33  | 4.459,10  | 6.569,60  | 8.630,10  | 12.205,40        |
| 6   | 4.399,55                                  | 8.581,74  | 10.961,44 | 13.782,44 | 16.412,08 | 22.318,98        |
| 2   | 6.856,10                                  | 12.614,67 | 13.562,43 | 15.411,46 | 17.259,86 | 24.253,40        |
| 1   | 8.717,22                                  | 14.829,33 | 15.355,64 | 17.982,47 | 19.004,82 | <b>25.965,72</b> |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

 $Makespan = 25.965,72$  menit

$$\bar{F} = \frac{12.205,40 + 22.318,98 + 24.253,40 + 25.965,72}{4}$$

$$= 21.185,87 \text{ menit}$$

Dari iterasi 3 disimpulkan bahwa *job* 5 – 6 – 1 – 2 dan 5 – 6 – 2 – 1 memiliki *makespan* terkecil yaitu 25.965,72, tetapi diantara kedua *job* tersebut, *job* 5 – 6 – 1 – 2 memiliki nilai *mean flowtime* terkecil yaitu 21.130,35 menit.

#### **Iterasi 4**

Urutan penjadwalan 5 – 6 – 1 – 2, dengan urutan selanjutnya *job* 4.

Tabel 4.88. Penjadwalan dengan urutan *job* 4 – 5 – 6 – 1 – 2

| Job | Makespan Penjadwalan 5 job NEH Aturan LPT |           |           |           |           |                  |
|-----|-------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|     | SK 1                                      | SK 2      | SK 3      | SK 4      | SK 5      | SK 6             |
| 4   | 1.046,45                                  | 2.361,88  | 3.354,97  | 4.652,84  | 5.935,80  | 8.059,53         |
| 5   | 2.808,16                                  | 5.030,78  | 5.505,56  | 7.616,06  | 9.676,55  | 13.251,85        |
| 6   | 5.446,01                                  | 9.628,19  | 12.007,90 | 14.828,89 | 17.458,53 | 23.365,43        |
| 1   | 7.307,12                                  | 11.842,85 | 12.534,21 | 17.399,90 | 18.480,88 | 25.077,75        |
| 2   | 9.763,67                                  | 15.875,79 | 16.823,55 | 19.028,93 | 19.876,71 | <b>27.012,18</b> |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

*Makespan* = 27.012,18 menit

$$\bar{F} = \frac{8.059,53+13.251,85+23.365,43+25.077,75+27.012,18}{5} = 19.353,35 \text{ menit}$$

Tabel 4.89. Penjadwalan dengan urutan *job* 5 – 4 – 6 – 1 – 2

| <i>Job</i> | <i>Makespan</i> Penjadwalan 5 <i>job</i> NEH Aturan LPT |           |           |           |           |                  |
|------------|---------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|            | SK 1                                                    | SK 2      | SK 3      | SK 4      | SK 5      | SK 6             |
| 5          | 1.761,71                                                | 3.984,33  | 4.459,10  | 6.569,60  | 8.630,10  | 12.205,40        |
| 4          | 2.808,16                                                | 5.299,76  | 6.292,85  | 7.867,47  | 9.913,07  | 14.329,13        |
| 6          | 5.446,01                                                | 9.897,17  | 12.276,87 | 15.097,87 | 17.727,51 | 23.634,41        |
| 1          | 7.307,12                                                | 12.111,83 | 12.803,18 | 17.668,88 | 18.749,85 | 25.346,73        |
| 2          | 9.763,67                                                | 16.144,76 | 17.092,52 | 19.297,90 | 20.145,68 | <b>27.281,15</b> |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

*Makespan* = 27.281,15 menit

$$\bar{F} = \frac{12.205,40+14.329,13+23.634,41+25.346,73+27.281,15}{5} = 20.559,36 \text{ menit}$$

Tabel 4.90. Penjadwalan dengan urutan *job* 5 – 6 – 4 – 1 – 2

| <i>Job</i> | <i>Makespan</i> Penjadwalan 5 <i>job</i> NEH Aturan LPT |           |           |           |           |                  |
|------------|---------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|            | SK 1                                                    | SK 2      | SK 3      | SK 4      | SK 5      | SK 6             |
| 5          | 1.761,71                                                | 3.984,33  | 4.459,10  | 6.569,60  | 8.630,10  | 12.205,40        |
| 6          | 4.399,55                                                | 8.581,74  | 10.961,44 | 13.782,44 | 16.412,08 | 22.318,98        |
| 4          | 5.446,01                                                | 9.897,17  | 11.954,53 | 15.080,30 | 17.695,04 | 24.442,71        |
| 1          | 7.307,12                                                | 12.111,83 | 12.638,14 | 17.651,31 | 18.717,39 | 26.155,03        |
| 2          | 9.763,67                                                | 16.144,76 | 17.092,52 | 19.280,34 | 20.128,12 | <b>28.089,45</b> |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

*Makespan* = 28.089,45 menit

$$\bar{F} = \frac{12.205,40+22.318,98+24.442,71+26.155,03+28.089,45}{5} = 22.642,31 \text{ menit}$$

Tabel 4.91. Penjadwalan dengan urutan *job* 5 – 6 – 1 – 4 – 2

| <i>Job</i> | <i>Makespan</i> Penjadwalan 5 <i>job</i> NEH Aturan LPT |           |           |           |           |                  |
|------------|---------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|            | SK 1                                                    | SK 2      | SK 3      | SK 4      | SK 5      | SK 6             |
| 5          | 1.761,71                                                | 3.984,33  | 4.459,10  | 6.569,60  | 8.630,10  | 12.205,40        |
| 6          | 4.399,55                                                | 8.581,74  | 10.961,44 | 13.782,44 | 16.412,08 | 22.318,98        |
| 1          | 6.260,67                                                | 10.796,40 | 11.487,75 | 16.353,45 | 17.434,42 | 24.031,30        |
| 4          | 7.307,12                                                | 12.111,83 | 13.104,92 | 17.651,31 | 18.934,28 | 26.155,03        |
| 2          | 9.763,67                                                | 16.144,76 | 17.092,52 | 19.280,34 | 20.128,12 | <b>28.089,45</b> |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

*Makespan* = 28.089,45 menit

$$\bar{F} = \frac{12.205,40+22.318,98+24.031,30+26.155,03+28.089,45}{5}$$

$$= 22.560,03 \text{ menit}$$

Tabel 4.92. Penjadwalan dengan urutan *job* 5 – 6 – 1 – 2 – 4

| <i>Job</i> | <i>Makespan</i> Penjadwalan 5 <i>job</i> NEH Aturan LPT |           |           |           |           |                  |
|------------|---------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|            | SK 1                                                    | SK 2      | SK 3      | SK 4      | SK 5      | SK 6             |
| 5          | 1.761,71                                                | 3.984,33  | 4.459,10  | 6.569,60  | 8.630,10  | 12.205,40        |
| 6          | 4.399,55                                                | 8.581,74  | 10.961,44 | 13.782,44 | 16.412,08 | 22.318,98        |
| 1          | 6.260,67                                                | 10.796,40 | 11.487,75 | 16.353,45 | 17.434,42 | 24.031,30        |
| 2          | 8.717,22                                                | 14.829,33 | 15.777,09 | 17.982,47 | 18.830,25 | 25.965,72        |
| 4          | 9.763,67                                                | 16.144,76 | 17.137,85 | 19.280,34 | 20.563,30 | <b>28.089,45</b> |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

*Makespan* = 28.089,45 menit

$$\bar{F} = \frac{12.205,40+22.318,98+24.031,30+25.965,72+28.089,45}{5}$$

$$= 22.522,17 \text{ menit}$$

Dari iterasi 4 disimpulkan bahwa *job* 4 – 5 – 6 – 1 – 2 memiliki *makespan* terkecil yaitu 25.272,85 menit.

### **Iterasi 5**

Urutan penjadwalan 4 – 5 – 6 – 1 – 2, dengan urutan terakhir *job* 3.

Tabel 4.93. Penjadwalan dengan urutan *job* 3 – 4 – 5 – 6 – 1 – 2

| <i>Job</i> | <i>Makespan</i> Penjadwalan 6 <i>job</i> NEH Aturan LPT |           |           |           |           |                  |
|------------|---------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|            | SK 1                                                    | SK 2      | SK 3      | SK 4      | SK 5      | SK 6             |
| 3          | 1.432,70                                                | 3.897,12  | 4.394,93  | 5.713,25  | 6.368,35  | 7.847,70         |
| 4          | 2.479,16                                                | 5.212,55  | 6.205,64  | 7.503,50  | 8.786,47  | 10.910,20        |
| 5          | 4.240,87                                                | 7.435,18  | 7.909,95  | 10.020,45 | 12.080,94 | 15.656,25        |
| 6          | 6.878,71                                                | 12.032,58 | 14.412,29 | 17.233,28 | 19.862,92 | 25.769,82        |
| 1          | 8.739,83                                                | 14.247,25 | 14.938,60 | 19.804,29 | 20.885,27 | 27.482,14        |
| 2          | 11.196,38                                               | 18.280,18 | 19.227,94 | 21.433,32 | 22.281,10 | <b>29.416,57</b> |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

*Makespan* = 29.416,57 menit

$$\bar{F} = \frac{7.847,70+10.910,20+15.656,25+25.769,82+27.482,14+29.416,57}{6}$$

$$= 19.513,78 \text{ menit}$$

Tabel 4.94. Penjadwalan dengan urutan *job* 4 – 3 – 5 – 6 – 1 – 2

| Job | Makespan Penjadwalan 6 job NEH Aturan LPT |           |           |           |           |                  |
|-----|-------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|     | SK 1                                      | SK 2      | SK 3      | SK 4      | SK 5      | SK 6             |
| 4   | 1.046,45                                  | 2.361,88  | 3.354,97  | 4.652,84  | 5.935,80  | 8.059,53         |
| 3   | 2.479,16                                  | 4.826,30  | 5.324,11  | 6.642,43  | 7.297,53  | 9.538,88         |
| 5   | 4.240,87                                  | 7.048,93  | 7.523,70  | 9.634,20  | 11.694,69 | 15.270,00        |
| 6   | 6.878,71                                  | 11.646,33 | 14.026,04 | 16.847,03 | 19.476,67 | 25.383,57        |
| 1   | 8.739,83                                  | 13.861,00 | 14.552,35 | 19.418,04 | 20.499,02 | 27.095,89        |
| 2   | 11.196,38                                 | 17.893,93 | 18.841,69 | 21.047,07 | 21.894,85 | <b>29.030,32</b> |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

*Makespan* = 29.030,32 menit

$$\bar{F} = \frac{8.059,53 + 9.538,88 + 15.270,00 + 25.383,57 + 27.095,89 + 29.030,32}{6}$$

$$= 18.138,87 \text{ menit}$$

Tabel 4.95. Penjadwalan dengan urutan *job* 4 – 5 – 3 – 6 – 1 – 2

| Job | Makespan Penjadwalan 6 job NEH Aturan LPT |           |           |           |           |                  |
|-----|-------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|     | SK 1                                      | SK 2      | SK 3      | SK 4      | SK 5      | SK 6             |
| 4   | 1.046,45                                  | 2.361,88  | 3.354,97  | 4.652,84  | 5.935,80  | 8.059,53         |
| 5   | 2.808,16                                  | 5.030,78  | 5.505,56  | 7.616,06  | 9.676,55  | 13.251,85        |
| 3   | 4.240,87                                  | 7.495,20  | 7.993,01  | 9.311,33  | 10.331,65 | 14.731,21        |
| 6   | 6.878,71                                  | 12.092,61 | 14.472,31 | 17.293,31 | 19.922,95 | 25.829,85        |
| 1   | 8.739,83                                  | 14.307,27 | 14.998,62 | 19.864,32 | 20.945,30 | 27.542,17        |
| 2   | 11.196,38                                 | 18.340,21 | 19.287,96 | 21.493,35 | 22.341,13 | <b>29.476,60</b> |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

*Makespan* = 29.476,60 menit

$$\bar{F} = \frac{8.059,53 + 13.251,85 + 14.731,21 + 25.829,85 + 27.542,17 + 29.476,60}{6}$$

$$= 18.633,52 \text{ menit}$$

Tabel 4.96. Penjadwalan dengan urutan *job* 4 – 5 – 6 – 3 – 1 – 2

| Job | Makespan Penjadwalan 6 job NEH Aturan LPT |           |           |           |           |                  |
|-----|-------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|     | SK 1                                      | SK 2      | SK 3      | SK 4      | SK 5      | SK 6             |
| 4   | 1.046,45                                  | 2.361,88  | 3.354,97  | 4.652,84  | 5.935,80  | 8.059,53         |
| 5   | 2.808,16                                  | 5.030,78  | 5.505,56  | 7.616,06  | 9.676,55  | 13.251,85        |
| 6   | 5.446,01                                  | 9.628,19  | 12.007,90 | 14.828,89 | 17.458,53 | 23.365,43        |
| 3   | 6.878,71                                  | 12.092,61 | 12.590,42 | 16.147,21 | 18.113,63 | 24.844,79        |
| 1   | 8.739,83                                  | 14.307,27 | 14.833,58 | 18.718,22 | 19.740,57 | 26.557,11        |
| 2   | 11.196,38                                 | 18.340,21 | 19.287,96 | 20.916,99 | 21.764,77 | <b>28.491,53</b> |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

*Makespan* = 28.491,53 menit

$$\bar{F} = \frac{8.059,53 + 13.251,85 + 23.365,43 + 24.844,79 + 26.557,11 + 28.491,53}{6}$$

$$= 20.761,71 \text{ menit}$$

Tabel 4.97. Penjadwalan dengan urutan *job* 4 – 5 – 6 – 1 – 3 – 2

| <i>Job</i> | <i>Makespan</i> Penjadwalan 6 <i>job</i> NEH Aturan LPT |           |           |           |           |                  |
|------------|---------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|            | SK 1                                                    | SK 2      | SK 3      | SK 4      | SK 5      | SK 6             |
| 4          | 1.046,45                                                | 2.361,88  | 3.354,97  | 4.652,84  | 5.935,80  | 8.059,53         |
| 5          | 2.808,16                                                | 5.030,78  | 5.505,56  | 7.616,06  | 9.676,55  | 13.251,85        |
| 6          | 5.446,01                                                | 9.628,19  | 12.007,90 | 14.828,89 | 17.458,53 | 23.365,43        |
| 1          | 7.307,12                                                | 11.842,85 | 12.534,21 | 17.399,90 | 18.480,88 | 25.077,75        |
| 3          | 8.739,83                                                | 14.307,27 | 14.805,08 | 18.718,22 | 19.373,32 | 26.557,11        |
| 2          | 11.196,38                                               | 18.340,21 | 19.287,96 | 20.916,99 | 21.764,77 | <b>28.491,53</b> |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

*Makespan* = 28.491,53 menit

$$\begin{aligned} \bar{F} &= \frac{8.059,53 + 13.251,85 + 23.365,43 + 25.077,75 + 26.557,11 + 28.491,53}{6} \\ &= 20.800,54 \text{ menit} \end{aligned}$$

Tabel 4.98. Penjadwalan dengan urutan *job* 4 – 5 – 6 – 1 – 2 – 3

| <i>Job</i> | <i>Makespan</i> Penjadwalan 6 <i>job</i> NEH Aturan LPT |           |           |           |           |                  |
|------------|---------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|            | SK 1                                                    | SK 2      | SK 3      | SK 4      | SK 5      | SK 6             |
| 4          | 1.046,45                                                | 2.361,88  | 3.354,97  | 4.652,84  | 5.935,80  | 8.059,53         |
| 5          | 2.808,16                                                | 5.030,78  | 5.505,56  | 7.616,06  | 9.676,55  | 13.251,85        |
| 6          | 5.446,01                                                | 9.628,19  | 12.007,90 | 14.828,89 | 17.458,53 | 23.365,43        |
| 1          | 7.307,12                                                | 11.842,85 | 12.534,21 | 17.399,90 | 18.480,88 | 25.077,75        |
| 2          | 9.763,67                                                | 15.875,79 | 16.823,55 | 19.028,93 | 19.876,71 | 27.012,18        |
| 3          | 11.196,38                                               | 18.340,21 | 18.838,02 | 20.347,24 | 21.002,34 | <b>28.491,53</b> |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

*Makespan* = 28.491,53 menit

$$\begin{aligned} \bar{F} &= \frac{8.059,53 + 13.251,85 + 23.365,43 + 25.077,75 + 27.012,18 + 28.491,53}{6} \\ &= 20.876,38 \text{ menit} \end{aligned}$$

## BAB V

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### 5.1. Analisis Waktu Baku

Waktu baku diperoleh dari hasil perkalian antara waktu normal ( $W_n$ ) dengan faktor-faktor kelonggaran (*allowance*) diantaranya faktor tenaga yang dikeluarkan, faktor sikap kerja, faktor gerakan kerja, faktor kelelahan mata, faktor temperatur tempat kerja, faktor keadaan atmosfer dan faktor kelonggaran untuk kebutuhan pribadi. Waktu normal ( $W_n$ ) diperoleh sebelumnya dengan cara mengalikan waktu siklus ( $W_s$ ) pada masing-masing stasiun kerja dengan faktor penyesuaian (*rating factors*). Waktu siklus ( $W_s$ ) diperoleh dari rata-rata waktu yang dibutuhkan pada tiap stasiun kerja yang telah teruji tingkat kenormalan, keseragaman dan kecukupan datanya.

Faktor penyesuaian (*rating factors*) yang digunakan untuk menghitung waktu normal yaitu dengan metode *Westing House*. Faktor-faktor yang menjadi penilaian adalah faktor keterampilan (*skill*), faktor usaha (*effort*), faktor kondisi kerja (*condition*) dan faktor konsistensi (*consistency*). Berdasarkan pengamatan terhadap operator-operator di *Plant Casting & Machining* diperoleh faktor penyesuaian antara +0,06 sampai dengan +0,14 (lihat tabel 4.41.). Dari hasil perhitungan tersebut dapat diketahui bahwa operator-operator mampu bekerja dengan kecepatan antara 106%-114%, sehingga dapat dikatakan operator-operator dapat bekerja diatas kecepatan normal.

Faktor kelonggaran (*allowance*) ditentukan oleh pengamat yang disertai hasil diskusi dengan supervisor bagian produksi. Faktor kelonggaran untuk SK *Casting* sebesar 11%, SK *Hammer* sebesar 8%, SK *Cutting Gate* sebesar 10%, SK *Burrtory* sebesar 8%, SK *Sand Blasting* sebesar 8% dan SK *Machining* sebesar 6% (lihat tabel 4.43.). Waktu baku untuk masing-masing *pipe intake* dapat dilihat pada tabel 4.44.

Berdasarkan tabel 4.44. dapat diketahui bahwa waktu baku terbesar pada produksi komponen-komponen *Pipe Intake* diatas dimiliki oleh *Pipe Intake F*

(33,91 menit), sedangkan waktu baku terkecil dimiliki oleh *Pipe Intake A* (14,45 menit). *Pipe Intake F* memiliki ukuran yang paling besar dan spesifikasi yang paling banyak dibandingkan dengan jenis *pipe intake* lainnya, sehingga menyebabkan proses pada setiap stasiun kerja berlangsung lebih lama. Proses terlama pada pembuatan *Pipe Intake F* terjadi pada stasiun kerja *machining*. Hal ini disebabkan jumlah *port* pada *Pipe Intake F* paling banyak dibandingkan jenis *pipe intake* lainnya, sehingga proses pengeboran dan pengetapan berlangsung lama.

## 5.2. Analisis Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi yang dimiliki perusahaan dapat dihitung dari jumlah waktu kerja efektif yang tersedia dikalikan dengan efisiensi perusahaan sebesar 95%. Berdasarkan perhitungan tersebut kapasitas yang dimiliki perusahaan untuk waktu reguler yaitu hari Senin sebesar 1.145 menit, hari Selasa, Rabu dan Kamis masing-masing sebesar 1.159 menit dan hari Jumat sebesar 1.131 menit. Sedangkan untuk waktu lembur yang berlaku di perusahaan yaitu hari Sabtu dan Minggu memiliki kapasitas masing-masing sebesar 1.131 menit.

Kapasitas produksi yang tersedia pada bulan Februari 2017 terdiri dari hari kerja reguler sebanyak 20 hari dengan waktu kerja efektif tersedia sebesar 23.009 menit dan hari kerja lembur sebanyak 8 hari dengan waktu kerja efektif tersedia sebesar 9.004 menit. Sedangkan kapasitas produksi yang dibutuhkan pada masing-masing stasiun kerja untuk memproses permintaan bulan Februari 2017 dapat dilihat pada tabel 4.46.

Dari tabel 4.46. dapat diketahui bahwa kapasitas produksi terbesar dimiliki oleh stasiun kerja *Hammer* (SK 2), sedangkan kapasitas produksi terkecil dimiliki oleh stasiun kerja *Cutting Gate* (SK 3). Proses yang dikerjakan pada stasiun kerja *Hammer* yaitu menghilangkan *core* yang ada di dalam rongga *pipe intake* dengan cara menggetarkan *pipe intake* hingga *core* menjadi hancur menggunakan mesin *Hammer*. Jumlah mesin pada stasiun kerja *Hammer* hanya sebanyak satu buah, sehingga hal ini menyebabkan kapasitas waktu produksi yang dibutuhkan juga sangat banyak. Ukuran besar kecilnya *core* yang dihancurkan juga dapat

mempengaruhi lamanya proses *hammer*. Semakin besar ukuran *core* pada *pipe intake*, maka waktu yang dibutuhkan pada proses *hammer* juga semakin banyak.

### 5.3. Analisis Penjadwalan dengan Metode Perusahaan dan Metode Usulan

Berdasarkan hasil pengamatan dan wawancara yang telah dilakukan, saat ini perusahaan belum memiliki metode baku dalam melakukan penjadwalan produksi. Penetapan *due date* lebih sering dilakukan hanya berdasarkan intuisi dan perkiraan. Sehingga penyusunan urutan produksi yang kurang tepat menjadi penyebab keterlambatan penyelesaian pesanan. Urutan penjadwalan produksi pada bulan Februari 2017 (lihat tabel 4.13.) berdasarkan metode perusahaan adalah *Job* 3-4-1-2-5-6. Penjadwalan produksi dengan urutan tersebut dapat dilihat pada tabel 5.1. sampai tabel 5.3.

Tabel 5.1. Waktu Proses Produksi Metode Perusahaan (menit)

| <i>Job</i> | Waktu Proses Produksi (menit) |          |          |          |          |          |
|------------|-------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
|            | SK 1                          | SK 2     | SK 3     | SK 4     | SK 5     | SK 6     |
| 3          | 1.432,70                      | 2.464,42 | 497,81   | 1.318,31 | 655,10   | 1.479,35 |
| 4          | 1.046,45                      | 1.315,43 | 993,09   | 1.297,86 | 1.282,97 | 2.123,73 |
| 1          | 1.861,12                      | 2.214,66 | 526,31   | 2.571,01 | 1.022,35 | 1.712,32 |
| 2          | 2.456,55                      | 4.032,93 | 947,76   | 1.629,02 | 847,78   | 1.934,42 |
| 5          | 1.761,71                      | 2.222,62 | 474,77   | 2.110,50 | 2.060,50 | 3.575,30 |
| 6          | 2.637,84                      | 4.597,41 | 2.379,70 | 2.821,00 | 2.629,64 | 5.906,90 |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

Tabel 5.2. Waktu Mulai Produksi Metode Perusahaan (menit)

| <i>Job</i> | Waktu Mulai Produksi (menit) |           |           |           |           |           |
|------------|------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|            | SK 1                         | SK 2      | SK 3      | SK 4      | SK 5      | SK 6      |
| 3          | 0                            | 1.432,70  | 3.897,12  | 4.394,93  | 5.713,25  | 6.368,35  |
| 4          | 1.432,70                     | 3.897,12  | 5.212,55  | 6.205,64  | 7.503,50  | 8.786,47  |
| 1          | 2.479,16                     | 5.212,55  | 7.427,21  | 7.953,52  | 10.524,54 | 11.546,88 |
| 2          | 4.340,27                     | 7.427,21  | 11.460,15 | 12.407,91 | 14.036,93 | 14.884,71 |
| 5          | 6.796,83                     | 11.460,15 | 13.682,77 | 14.157,54 | 16.268,04 | 18.328,54 |
| 6          | 8.558,53                     | 13.682,77 | 18.280,18 | 20.659,88 | 23.480,88 | 26.110,52 |

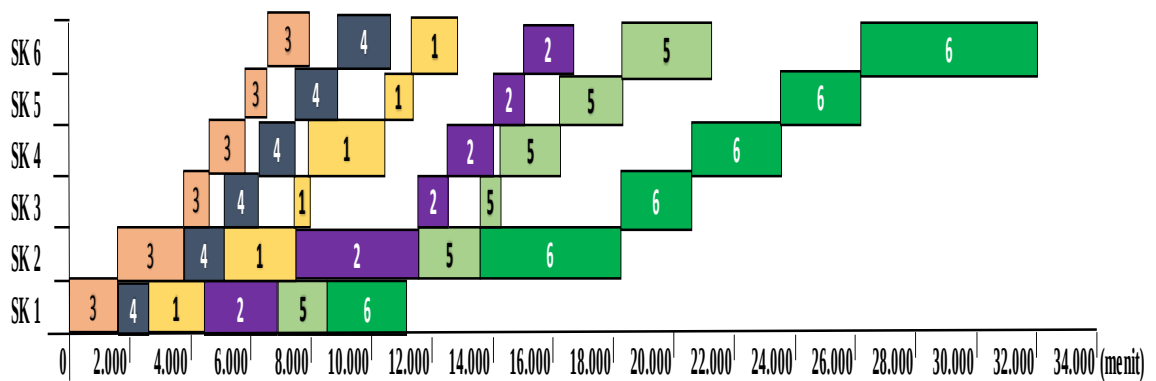
(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

Tabel 5.3. Waktu Selesai Produksi Metode Perusahaan (menit)

| Job | Waktu Selesai Produksi (menit) |           |           |           |           |                  |
|-----|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|     | SK 1                           | SK 2      | SK 3      | SK 4      | SK 5      | SK 6             |
| 3   | 1.432,70                       | 3.897,12  | 4.394,93  | 5.713,25  | 6.368,35  | 7.847,70         |
| 4   | 2.479,16                       | 5.212,55  | 6.205,64  | 7.503,50  | 8.786,47  | 10.910,20        |
| 1   | 4.340,27                       | 7.427,21  | 7.953,52  | 10.524,54 | 11.546,88 | 13.259,20        |
| 2   | 6.796,83                       | 11.460,15 | 12.407,91 | 14.036,93 | 14.884,71 | 16.819,14        |
| 5   | 8.558,53                       | 13.682,77 | 14.157,54 | 16.268,04 | 18.328,54 | 21.903,84        |
| 6   | 11.196,38                      | 18.280,18 | 20.659,88 | 23.480,88 | 26.110,52 | <b>32.017,42</b> |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

Gambaran dari penjadwalan yang ditunjukkan pada tabel 5.1., tabel 5.2. dan tabel 5.3. dapat dilihat pada *gant chart* gambar 5.1.



Gambar 5.1. *Gant Chart* Penjadwalan Metode Perusahaan

(Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2017)

Ket :

1 = Pipe Intake A      3 = Pipe Intake C      5 = Pipe Intake E  
 2 = Pipe Intake B      4 = Pipe Intake D      6 = Pipe Intake F

Perhitungan *makespan* dan *mean flowtime* pada penjadwalan ini adalah sebagai berikut :

*Makespan* = 32.017,42 menit

$$\bar{F} = \frac{7.87,70 + 10.910,20 + 13.259,20 + 16.819,14 + 21.903,84 + 32.017,42}{6}$$

$$= 17.126,25 \text{ menit}$$

Dari hasil perhitungan diatas dapat diketahui bahwa waktu yang dibutuhkan untuk proses produksi keenam jenis *Pipe Intake* sesuai permintaan bulan Februari 2017 yaitu 32.017,42 menit. Waktu tersedia yang dimiliki perusahaan dengan efisiensi 95% yaitu 23.009 menit waktu reguler dan 9.044

menit waktu lembur, sehingga total kapasitas yang dimiliki perusahaan yaitu 32.053 menit. Akibat yang ditimbulkan dari metode perusahaan secara terus menerus adalah adanya penambahan biaya untuk pekerja karena diperlukan lembur sebanyak 8 hari yang merupakan waktu lembur tersedia dari perusahaan. Disamping itu, terdapat kemungkinan keterlambatan dalam hal pengiriman yang akan terjadi apabila pesanan dari pelanggan sewaktu-waktu meningkat. Adapun metode penjadwalan yang diusulkan yaitu sebagai berikut :

### **1. Metode *Campbell, Dudek and Smith* (CDS)**

Perhitungan penjadwalan dengan metode *Campbell, Dudek and Smith* (CDS) dilakukan dengan menggunakan pengurutan 6 *job* terhadap 6 stasiun kerja. Banyaknya kombinasi urutan *job* atau iterasi yang dilakukan yaitu lima kali iterasi. Masing-masing urutan *job* dari hasil iterasi kemudian dihitung nilai *makespan*nya.

Iterasi pertama ( $k_1$ ), waktu proses untuk  $t_{1,1}$  yaitu waktu proses *casting* sedangkan  $t_{1,2}$  yaitu waktu proses *machining*. Pada iterasi ini diperoleh urutan kerja 4-5-1-2-6-3 dengan total *makespan* sebesar 31.092,38 menit (lihat tabel 4.48.). Iterasi kedua ( $k_2$ ), waktu proses untuk  $t_{2,1}$  diambil dari penjumlahan waktu proses *casting* dan waktu proses *hammer*, sedangkan  $t_{2,2}$  diambil dari penjumlahan waktu proses *sand blasting* dan waktu proses *machining*. Pada iterasi ini diperoleh urutan kerja 4-5-1-2-6-3 dengan total *makespan* sebesar 31.092,38 menit (lihat tabel 4.50.). Iterasi ketiga ( $k_3$ ), waktu proses  $t_{3,1}$  diambil dari penjumlahan waktu proses *casting*, waktu proses *hammer* dan waktu proses *cutting gate*, sedangkan  $t_{3,2}$  diambil dari penjumlahan waktu proses *burrytory*, waktu proses *sand blasting* dan waktu proses *machining*. Pada iterasi ini diperoleh urutan kerja 4-5-1-2-6-3 dengan total *makespan* sebesar 31.092,38 menit (lihat tabel 4.52.).

Iterasi keempat ( $k_4$ ), waktu proses untuk  $t_{4,1}$  diambil dari penjumlahan waktu proses *casting*, waktu proses *hammer*, waktu proses *cutting gate* dan waktu proses *burrytory* sedangkan  $t_{4,2}$  diambil dari penjumlahan waktu proses *cutting gate*, waktu proses *burrytory*, waktu proses *sand blasting* dan waktu proses *machining*. Pada iterasi ini diperoleh urutan kerja 4-5-1-2-6-3 dengan total *makespan* sebesar 31.092,38 menit (lihat tabel 4.54.).

Iterasi terakhir, yaitu iterasi kelima ( $k_5$ ), waktu proses untuk  $t_{5,1}$  diambil dari penjumlahan waktu proses *casting*, waktu proses *hammer*, waktu proses *cutting gate*, waktu proses *burrytory* dan waktu proses *sand blasting* sedangkan  $t_{5,2}$  diambil dari penjumlahan waktu proses *hammer*, waktu proses *cutting gate*, waktu proses *burrytory*, waktu proses *sand blasting* dan waktu proses *machining*. Pada iterasi ini diperoleh urutan kerja 4-1-5-2-6-3 dengan total *makespan* sebesar 31.191,79 menit (lihat tabel 4.56.).

Berdasarkan hasil perhitungan dengan metode CDS, dihasilkan urutan *job* dengan total *makespan* terkecil yaitu sebesar 31.092,38 menit dengan urutan prioritas *job* 4-5-1-2-6-3 yang di peroleh dari iterasi  $k_1$ ,  $k_2$ ,  $k_3$  dan  $k_4$ . Penjadwalan produksi dengan urutan CDS dapat dilihat pada tabel 5.4. sampai tabel 5.6.

Tabel 5.4. Waktu Proses Produksi Metode CDS (menit)

| Job | Waktu Proses Produksi (menit) |          |          |          |          |          |
|-----|-------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
|     | SK 1                          | SK 2     | SK 3     | SK 4     | SK 5     | SK 6     |
| 4   | 1.046,45                      | 1.315,43 | 993,09   | 1.297,86 | 1.282,97 | 2.123,73 |
| 5   | 1.761,71                      | 2.222,62 | 474,77   | 2.110,50 | 2.060,50 | 3.575,30 |
| 1   | 1.861,12                      | 2.214,66 | 526,31   | 2.571,01 | 1.022,35 | 1.712,32 |
| 2   | 2.456,55                      | 4.032,93 | 947,76   | 1.629,02 | 847,78   | 1.934,42 |
| 6   | 2.637,84                      | 4.597,41 | 2.379,70 | 2.821,00 | 2.629,64 | 5.906,90 |
| 3   | 1.432,70                      | 2.464,42 | 497,81   | 1.318,31 | 655,10   | 1.479,35 |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

Tabel 5.5. Waktu Mulai Produksi Metode CDS (menit)

| Job | Waktu Mulai Produksi (menit) |           |           |           |           |           |
|-----|------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|     | SK 1                         | SK 2      | SK 3      | SK 4      | SK 5      | SK 6      |
| 4   | 0                            | 1.046,45  | 2.361,88  | 3.354,97  | 4.652,84  | 5.935,80  |
| 5   | 1.046,45                     | 2.808,16  | 5.030,78  | 5.505,56  | 7.616,06  | 9.676,55  |
| 1   | 2.808,16                     | 5.030,78  | 7.245,45  | 7.771,76  | 10.342,77 | 13.251,85 |
| 2   | 4.669,28                     | 7.245,45  | 11.278,38 | 12.226,14 | 13.855,16 | 14.702,94 |
| 6   | 7.125,83                     | 11.278,38 | 15.875,79 | 18.255,49 | 21.076,49 | 23.706,13 |
| 3   | 9.763,67                     | 15.875,79 | 18.340,21 | 21.076,49 | 23.706,13 | 29.613,03 |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

Tabel 5.6. Waktu Selesai Produksi Metode CDS (menit)

| Job | Waktu Selesai Produksi (menit) |           |           |           |           |                  |
|-----|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|     | SK 1                           | SK 2      | SK 3      | SK 4      | SK 5      | SK 6             |
| 4   | 1.046,45                       | 2.361,88  | 3.354,97  | 4.652,84  | 5.935,80  | 8.059,53         |
| 5   | 2.808,16                       | 5.030,78  | 5.505,56  | 7.616,06  | 9.676,55  | 13.251,85        |
| 1   | 4.669,28                       | 7.245,45  | 7.771,76  | 10.342,77 | 11.365,11 | 14.964,17        |
| 2   | 7.125,83                       | 11.278,38 | 12.226,14 | 13.855,16 | 14.702,94 | 16.637,37        |
| 6   | 9.763,67                       | 15.875,79 | 18.255,49 | 21.076,49 | 23.706,13 | 29.613,03        |
| 3   | 11.196,38                      | 18.340,21 | 18.838,02 | 22.394,80 | 24.361,23 | <b>31.092,38</b> |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

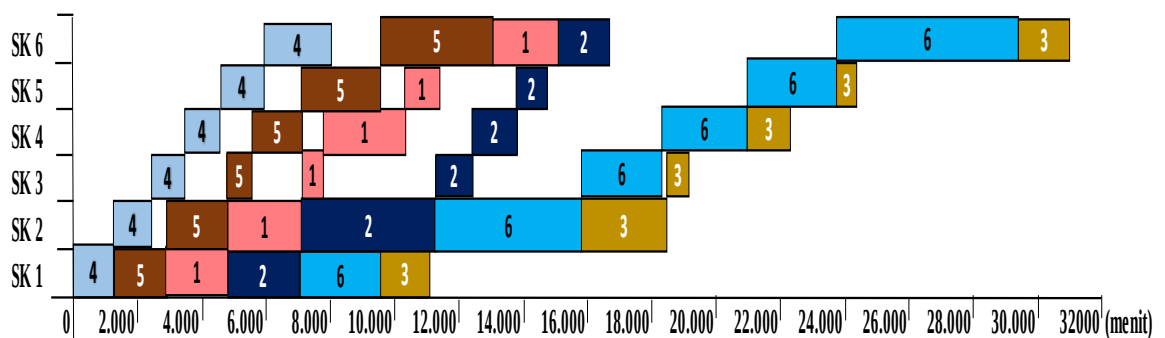
Perhitungan *makespan* dan *mean flowtime* pada penjadwalan ini adalah :

*Makespan* = 31.092,38 menit

$$\bar{F} = \frac{8.059,53 + 13.251,85 + 14.964,17 + 16.637,37 + 29.613,03 + 31.092}{6}$$

$$= 18.936,39 \text{ menit}$$

Dari hasil perhitungan diatas dapat diketahui bahwa penjadwalan dengan metode CDS menghasilkan *makespan* lebih kecil dari metode yang diterapkan perusahaan. Metode CDS dapat mengurangi *makespan* sebanyak 925 menit (2,39%) sehingga dapat mengurangi waktu lembur sampai 2 hari kerja. Gambaran dari penjadwalan yang ditunjukkan pada tabel 5.4., tabel 5.5. dan tabel 5.6. dapat dilihat pada *gant chart* gambar 5.2.



Gambar 5.2. *Gant Chart* Penjadwalan Metode CDS

(Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2017)

Ket :

1 = Pipe Intake A

2 = Pipe Intake B

3 = Pipe Intake C

4 = Pipe Intake D

5 = Pipe Intake E

6 = Pipe Intake F

## 2. Metode Nawaz, Ensore and Ham (NEH)

Prinsip metode NEH adalah mencari solusi terbaik dengan cara menukar posisi *job* sehingga diperoleh berbagai kemungkinan urutan pekerjaan untuk mencapai hasil yang terbaik. Langkah awal yang dilakukan dalam metode NEH adalah menghitung jumlah total waktu proses setiap *job*. Dalam penelitian ini dilakukan pengurutan *job* dengan SPT (*shortest processing time*) dan LPT (*lowest processing time*).

### a) SPT (*shortest processing time*)

Urutan *job* berdasarkan tabel 4.58. dengan ketentuan SPT (*shortest process time*) adalah *Job* 3–4–1–2–5–6. Setelah diketahui urutannya, dipilih dua urutan pertama dari aturan SPT yang telah dihitung total waktu prosesnya lalu dipilih *makespan* terkecil. Urutan *job* tersebut akan digunakan sebagai acuan untuk perhitungan berikutnya. Perhitungan dilanjutkan berdasarkan *job* selanjutnya, kemudian diurutkan kembali dan dihitung nilai *makespan* pada urutan *job* tersebut. Dibawah ini merupakan perhitungan prioritas *work order job* 3 – 4 pada tabel 5.7.

Tabel 5.7. Rekapitulasi Perhitungan NEH Aturan SPT

| No. | Urutan <i>Job</i> | <i>Makespan</i><br>(menit) | <i>Mean Flowtime</i><br>(menit) |
|-----|-------------------|----------------------------|---------------------------------|
| 1   | 3-4               | 10.910,20                  | 9.378,95                        |
| 2   | <b>4-3</b>        | <b>9.538,88</b>            | <b>8.799,21</b>                 |
| 3   | 1-4-3             | 13.357,01                  | 11.714,15                       |
| 4   | <b>4-1-3</b>      | <b>12.433,57</b>           | <b>10.482,44</b>                |
| 5   | 4-3-1             | 12.872,95                  | 10.157,12                       |
| 6   | 2-4-1-3           | 17.330,92                  | 14.700,45                       |
| 7   | 4-2-1-3           | 17.061,94                  | 13.399,75                       |
| 8   | <b>4-1-2-3</b>    | <b>15.993,51</b>           | <b>12.380,35</b>                |
| 9   | 4-1-3-2           | 16.978,57                  | 12.106,47                       |
| 10  | 5-4-1-2-3         | 19.455,23                  | 16.001,42                       |
| 11  | <b>4-5-1-2-3</b>  | <b>18.116,72</b>           | <b>14.205,93</b>                |
| 12  | 4-1-5-2-3         | 19.379,63                  | 14.451,90                       |
| 13  | 4-1-2-5-3         | 21.078,21                  | 14.841,00                       |
| 14  | 4-1-2-3-5         | 22.063,28                  | 14.316,94                       |
| 15  | 6-4-5-1-2-3       | 31.797,62                  | 26.873,33                       |

Lanjut...

Tabel 5.7. Rekapitulasi Perhitungan NEH Aturan SPT (Lanjutan)

| No. | Urutan <i>Job</i>  | <i>Makespan</i><br>(menit) | <i>Mean Flowtime</i><br>(menit) |
|-----|--------------------|----------------------------|---------------------------------|
| 16  | 4-6-5-1-2-3        | 30.720,35                  | 23.823,44                       |
| 17  | <b>4-5-6-1-2-3</b> | <b>28.491,53</b>           | <b>20.876,38</b>                |
| 18  | 4-5-1-6-2-3        | 28.993,87                  | 19.727,34                       |
| 19  | 4-5-1-2-6-3        | 31.092,38                  | 18.936,39                       |
| 20  | 4-5-1-2-3-6        | 32.077,45                  | 17.184,52                       |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

Dari rekapitulasi diatas dapat diketahui bahwa *makespan* terkecil pada metode NEH aturan SPT adalah sebesar 28.491,53 menit dengan urutan *job* 4 – 5 – 6 – 1 – 2 – 3. Penjadwalan dengan metode NEH aturan SPT dapat dilihat pada tabel 5.8. sampai tabel 5.10.

Tabel 5.8. Waktu Proses Produksi Metode NEH aturan SPT (menit)

| <i>Job</i> | Waktu Proses Produksi (menit) |          |          |          |          |          |
|------------|-------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
|            | SK 1                          | SK 2     | SK 3     | SK 4     | SK 5     | SK 6     |
| 4          | 1.046,45                      | 1.315,43 | 993,09   | 1.297,86 | 1.282,97 | 2.123,73 |
| 5          | 1.761,71                      | 2.222,62 | 474,77   | 2.110,50 | 2.060,50 | 3.575,30 |
| 6          | 2.637,84                      | 4.597,41 | 2.379,70 | 2.821,00 | 2.629,64 | 5.906,90 |
| 1          | 1.861,12                      | 2.214,66 | 526,31   | 2.571,01 | 1.022,35 | 1.712,32 |
| 2          | 2.456,55                      | 4.032,93 | 947,76   | 1.629,02 | 847,78   | 1.934,42 |
| 3          | 1.432,70                      | 2.464,42 | 497,81   | 1.318,31 | 655,10   | 1.479,35 |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

Tabel 5.9. Waktu Mulai Produksi Metode NEH aturan SPT (menit)

| <i>Job</i> | Waktu Mulai Produksi (menit) |           |           |           |           |           |
|------------|------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|            | SK 1                         | SK 2      | SK 3      | SK 4      | SK 5      | SK 6      |
| 4          | 0                            | 1.046,45  | 2.361,88  | 3.354,97  | 4.652,84  | 5.935,80  |
| 5          | 1.046,45                     | 2.808,16  | 5.030,78  | 5.505,56  | 7.616,06  | 9.676,55  |
| 6          | 2.808,16                     | 5.030,78  | 9.628,19  | 12.007,90 | 14.828,89 | 17.458,53 |
| 1          | 5.446,01                     | 9.628,19  | 12.007,90 | 14.828,89 | 17.458,53 | 23.365,43 |
| 2          | 7.307,12                     | 11.842,85 | 15.875,79 | 17.399,90 | 19.028,93 | 25.077,75 |
| 3          | 9.763,67                     | 15.875,79 | 18.340,21 | 19.028,93 | 20.347,24 | 27.012,18 |

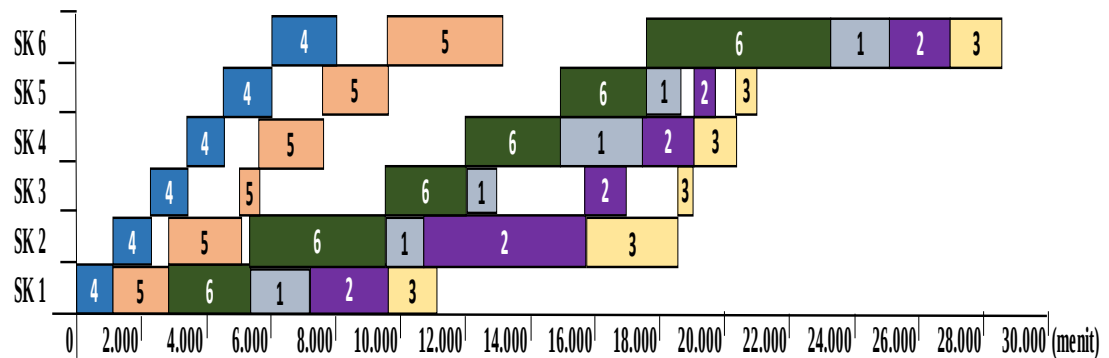
(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

Tabel 5.10. Waktu Selesai Produksi Metode NEH aturan SPT (menit)

| Job | Waktu Selesai Produksi (menit) |           |           |           |           |                  |
|-----|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|     | SK 1                           | SK 2      | SK 3      | SK 4      | SK 5      | SK 6             |
| 4   | 1.046,45                       | 2.361,88  | 3.354,97  | 4.652,84  | 5.935,80  | 8.059,53         |
| 5   | 2.808,16                       | 5.030,78  | 5.505,56  | 7.616,06  | 9.676,55  | 13.251,85        |
| 1   | 4.669,28                       | 7.245,45  | 7.771,76  | 10.342,77 | 11.365,11 | 14.964,17        |
| 6   | 7.307,12                       | 11.842,85 | 14.222,56 | 17.043,55 | 19.673,19 | 25.580,09        |
| 2   | 9.763,67                       | 15.875,79 | 16.823,55 | 18.672,58 | 20.520,97 | 27.514,52        |
| 3   | 11.196,38                      | 18.340,21 | 18.838,02 | 20.156,33 | 21.176,07 | <b>28.993,87</b> |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

*Gant chart* penjadwalan pada tabel 5.8., 5.9. dan 5.10. dapat dilihat pada gambar 5.3. berikut.



Gambar 5.3. *Gant Chart* Penjadwalan Metode Aturan SPT

(Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2017)

Ket :

1 = Pipe Intake A      3 = Pipe Intake C      5 = Pipe Intake E  
2 = Pipe Intake B      4 = Pipe Intake D      6 = Pipe Intake F

b) LPT (*lowest processing time*)

Berdasarkan table 4.58. pengurutan *job* dengan ketentuan LPT (*lowest process time*) adalah Job 6 (Pipe Intake F) – Job 5 (Pipe Intake E) – Job 2 (Pipe Intake B) – Job 1 (Pipe Intake A) – Job 4 (Pipe Intake D) – Job 3 (Pipe Intake C). Sama seperti aturan SPT, setelah diketahui urutannya maka dipilih dua urutan pertama dari aturan LPT lalu dipilih *makespan* terkecil. Perhitungan prioritas *work order job* 6 – 5 dapat dilihat pada tabel 5.11.

Tabel 5.11. Rekapitulasi Perhitungan NEH Aturan LPT

| No. | Urutan <i>Job</i>  | <i>Makespan</i><br>(menit) | <i>Mean Flowtime</i><br>(menit) |
|-----|--------------------|----------------------------|---------------------------------|
| 1   | 6-5                | 24.547,79                  | 22.760,14                       |
| 2   | <b>5-6</b>         | <b>22.318,98</b>           | <b>17.262,19</b>                |
| 3   | 2-5-6              | 27.046,76                  | 18.609,47                       |
| 4   | 5-2-6              | 26.351,91                  | 17.565,71                       |
| 5   | <b>5-6-2</b>       | <b>24.253,40</b>           | <b>19.592,59</b>                |
| 6   | 1-5-6-2            | 26.567,47                  | 19.006,92                       |
| 7   | 5-1-6-2            | 26.468,07                  | 19.281,21                       |
| 8   | <b>5-6-1-2</b>     | <b>25.965,72</b>           | <b>21.130,35</b>                |
| 9   | 5-6-2-1            | 25.965,72                  | 21.185,88                       |
| 10  | <b>4-5-6-1-2</b>   | <b>27.012,18</b>           | <b>19.353,35</b>                |
| 11  | 5-4-6-1-2          | 27.281,15                  | 20.559,36                       |
| 12  | 5-6-4-1-2          | 28.089,45                  | 22.642,31                       |
| 13  | 5-6-1-4-2          | 28.089,45                  | 22.560,03                       |
| 14  | 5-6-1-2-4          | 28.089,45                  | 22.522,17                       |
| 15  | 3-4-5-6-1-2        | 29.416,57                  | 19.513,78                       |
| 16  | 4-3-5-6-1-2        | 29.030,32                  | 19.063,03                       |
| 17  | 4-5-3-6-1-2        | 29.476,60                  | 19.815,20                       |
| 18  | <b>4-5-6-3-1-2</b> | <b>28.491,53</b>           | <b>20.761,71</b>                |
| 19  | 4-5-6-1-3-2        | 28.491,53                  | 20.800,54                       |
| 20  | 4-5-6-1-2-3        | 28.491,53                  | 20.876,38                       |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

Dari hasil rekapitulasi diatas dapat diketahui bahwa *makespan* terkecil yang diperoleh dari penjadwalan metode NEH aturan LPT adalah sebesar 28.491,53 menit dengan urutan *job* 4 – 5 – 6 – 3 – 1 – 2, 4 – 5 – 6 – 1 – 3 – 2 dan 4 – 5 – 6 – 1 – 2 – 3. *Mean flowtime* terkecil dari ketiga urutan *job* tersebut dimiliki oleh *job* 4 – 5 – 6 – 3 – 1 – 2 yaitu sebesar 20.761,71 menit. Penjadwalan produksi dapat dilihat pada tabel 5.12. sampai tabel 5.14.

Tabel 5.12. Waktu Proses Produksi Metode NEH aturan LPT (menit)

| <i>Job</i> | Waktu Proses Produksi (menit) |          |          |          |          |          |
|------------|-------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
|            | SK 1                          | SK 2     | SK 3     | SK 4     | SK 5     | SK 6     |
| 4          | 1.046,45                      | 1.315,43 | 993,09   | 1.297,86 | 1.282,97 | 2.123,73 |
| 5          | 1.761,71                      | 2.222,62 | 474,77   | 2.110,50 | 2.060,50 | 3.575,30 |
| 6          | 2.637,84                      | 4.597,41 | 2.379,70 | 2.821,00 | 2.629,64 | 5.906,90 |
| 3          | 1.432,70                      | 2.464,42 | 497,81   | 1.318,31 | 655,10   | 1.479,35 |
| 1          | 1.861,12                      | 2.214,66 | 526,31   | 2.571,01 | 1.022,35 | 1.712,32 |
| 2          | 2.456,55                      | 4.032,93 | 947,76   | 1.629,02 | 847,78   | 1.934,42 |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

Tabel 5.13. Waktu Awal Produksi Metode NEH aturan LPT (menit)

| Job | Waktu Awal Produksi (menit) |           |           |           |           |           |
|-----|-----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|     | SK 1                        | SK 2      | SK 3      | SK 4      | SK 5      | SK 6      |
| 4   | 0                           | 1.046,45  | 2.361,88  | 3.354,97  | 4.652,84  | 5.935,80  |
| 5   | 1.046,45                    | 2.808,16  | 5.030,78  | 5.505,56  | 7.616,06  | 9.676,55  |
| 6   | 2.808,16                    | 5.030,78  | 9.628,19  | 12.007,90 | 14.828,89 | 17.458,53 |
| 3   | 5.446,01                    | 9.628,19  | 12.092,61 | 14.828,89 | 17.458,53 | 23.365,43 |
| 1   | 6.878,71                    | 12.092,61 | 14.307,27 | 16.147,21 | 18.718,22 | 24.844,79 |
| 2   | 8.739,83                    | 14.307,27 | 18.340,21 | 19.287,96 | 20.916,99 | 26.557,11 |

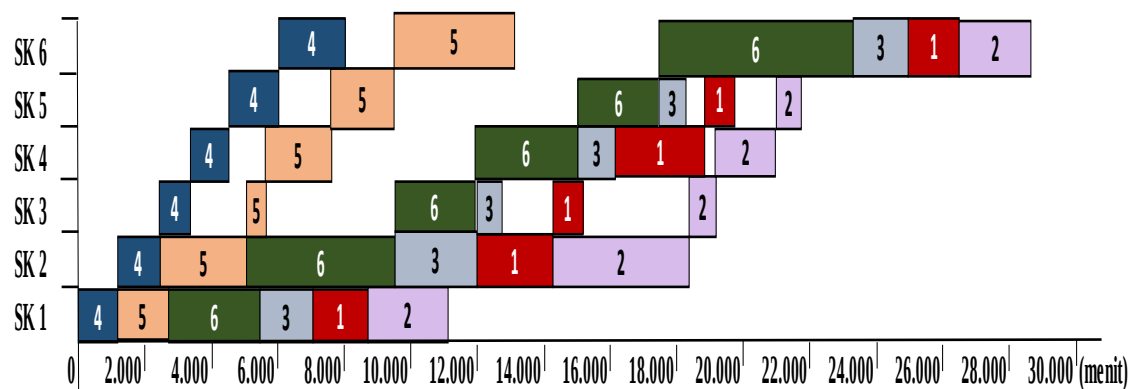
(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

Tabel 5.14. Waktu Selesai Produksi Metode NEH aturan LPT (menit)

| Job | Waktu Selesai Produksi (menit) |           |           |           |           |                  |
|-----|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|     | SK 1                           | SK 2      | SK 3      | SK 4      | SK 5      | SK 6             |
| 4   | 1.046,45                       | 2.361,88  | 3.354,97  | 4.652,84  | 5.935,80  | 8.059,53         |
| 5   | 2.808,16                       | 5.030,78  | 5.505,56  | 7.616,06  | 9.676,55  | 13.251,85        |
| 6   | 5.446,01                       | 9.628,19  | 12.007,90 | 14.828,89 | 17.458,53 | 23.365,43        |
| 3   | 6.878,71                       | 12.092,61 | 12.590,42 | 16.147,21 | 18.113,63 | 24.844,79        |
| 1   | 8.739,83                       | 14.307,27 | 14.833,58 | 18.718,22 | 19.740,57 | 26.557,11        |
| 2   | 11.196,38                      | 18.340,21 | 19.287,96 | 20.916,99 | 21.764,77 | <b>28.491,53</b> |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

Gambaran dari penjadwalan yang ditunjukkan pada tabel 5.12., tabel 5.13. dan tabel 5.14. dapat dilihat pada *gant chart* gambar 5.4.



Gambar 5.4. *Gant Chart* Penjadwalan Metode NEH Aturan LPT

(Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2017)

Ket :

1 = Pipe Intake A

3 = Pipe Intake C

5 = Pipe Intake E

2 = Pipe Intake B

4 = Pipe Intake D

6 = Pipe Intake F

#### 5.4. Analisis Perbandingan Penjadwalan Kondisi Awal Perusahaan dengan Metode Usulan.

Penjadwalan produksi dalam penelitian ini menekankan pada minimasi *makespan*. Dengan meminimasi *makespan*, maka total waktu yang diperlukan untuk proses produksi dapat berkurang. Sehingga dengan *makespan* yang minimum dapat mengurangi waktu menganggur pada mesin dan pekerja. Oleh karena itu, parameter pengukuran kinerja pada penjadwalan produksi dalam penelitian ini yaitu minimasi *makespan*. Berikut ini hasil pengolahan data yang menyajikan perbandingan *makespan* penjadwalan produksi antara metode awal perusahaan dengan dua metode usulan.

Tabel 5.15. Perbandingan Penjadwalan Metode Perusahaan dengan Metode CDS dan NEH (menit)

| No | Metode     | Urutan Job  | <i>Makespan</i> | <i>Mean Flowtime</i> |
|----|------------|-------------|-----------------|----------------------|
| 1  | Perusahaan | 1-2-5-4-6-3 | 32.017,42       | 17.126,25            |
| 2  | CDS        | 4-5-1-2-6-3 | 31.092,38       | 18.936,39            |
| 3  | NEH SPT    | 4-5-6-1-2-3 | 28.491,53       | 20.876,38            |
|    | NEH LPT    | 4-5-6-3-2-1 | 28.491,53       | 20.761,71            |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

Berdasarkan tabel 5.15. dapat disimpulkan bahwa penjadwalan dengan metode *Nawaz, Ensore and Ham* (NEH), baik aturan SPT maupun LPT, merupakan penjadwalan yang paling optimal karena menghasilkan *makespan* paling kecil dengan reduksi waktu sebanyak 3.526 menit atau 11,01% dari metode perusahaan. Akan tetapi, dari kedua aturan tersebut, nilai *mean flowtime* penjadwalan dengan metode NEH aturan LPT menghasilkan nilai paling kecil dibandingkan aturan SPT. Jadi metode *Nawaz, Ensore and Ham* (NEH) aturan LPT dapat diusulkan ke perusahaan untuk diterapkan sebagai penjadwalan produksi yang paling optimal. Jadwal waktu operasi stasiun kerja dan waktu operasi *job* dapat dilihat pada tabel 5.16 dan tabel 5.17.

Tabel 5.16. Jadwal Waktu Operasi Stasiun Kerja

| No. | Stasiun Kerja        | Waktu Mulai     |           | Waktu Selesai    |           |
|-----|----------------------|-----------------|-----------|------------------|-----------|
|     |                      | Tanggal         | Jam (WIB) | Tanggal          | Jam (WIB) |
| 1   | <i>Casting</i>       | 1 Februari 2017 | 07.00     | 11 Februari 2017 | 00.30     |
| 2   | <i>Hammer</i>        | 2 Februari 2017 | 03.15     | 18 Februari 2017 | 06.55     |
| 3   | <i>Cutting Gate</i>  | 3 Februari 2017 | 07.45     | 19 Februari 2017 | 02.00     |
| 4   | <i>Burrtory</i>      | 4 Februari 2017 | 05.15     | 21 Februari 2017 | 13.00     |
| 5   | <i>Sand Blasting</i> | 5 Februari 2017 | 08.15     | 22 Februari 2017 | 06.45     |
| 6   | <i>Machining</i>     | 6 Februari 2017 | 11.00     | 1 Maret 2017     | 02.15     |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

Tabel 5.17. Jadwal Waktu Operasi *Job*

| No. | <i>Job</i>           | Waktu Mulai     |           | Waktu Selesai    |           |
|-----|----------------------|-----------------|-----------|------------------|-----------|
|     |                      | Tanggal         | Jam (WIB) | Tanggal          | Jam (WIB) |
| 1   | <i>Pipe Intake D</i> | 1 Februari 2017 | 07.00     | 8 Februari 2017  | 07.45     |
| 2   | <i>Pipe Intake E</i> | 2 Februari 2017 | 03.15     | 14 Februari 2017 | 20.35     |
| 3   | <i>Pipe Intake F</i> | 3 Februari 2017 | 20.30     | 23 Februari 2017 | 15.00     |
| 4   | <i>Pipe Intake C</i> | 6 Februari 2017 | 00.20     | 24 Februari 2017 | 22.15     |
| 5   | <i>Pipe Intake A</i> | 7 Februari 2017 | 07.30     | 27 Februari 2017 | 10.30     |
| 6   | <i>Pipe Intake B</i> | 8 Februari 2017 | 21.30     | 1 Maret 2017     | 02.15     |

(Sumber : Pengolahan Data, 2017)

Waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi permintaan *Pipe Intake* di bulan Februari 2017 dengan metode NEH aturan LPT yaitu 28.491,53 menit. Berdasarkan tabel 4.12., waktu tersedia di bulan Februari 2017 yaitu 20 hari kerja reguler (23.009 menit) dan 8 hari kerja lembur (9.044 menit). Jadi, waktu kerja yang dibutuhkan untuk memenuhi pesanan adalah 20 hari kerja reguler (23.009 menit) dan 5 hari kerja lembur, yaitu Sabtu sebanyak 4 hari dan Minggu sebanyak 1 hari (5.655 menit). Jumlah hari kerja yang dibutuhkan untuk memproduksi masing-masing *Pipe Intake* berdasarkan tabel 5.17. adalah :

- 1) *Pipe Intake D* = 8 hari kerja, yaitu 6 hari reguler dan 2 hari lembur
- 2) *Pipe Intake E* = 12 hari kerja, yaitu 9 hari reguler dan 3 hari lembur
- 3) *Pipe Intake F* = 19 hari kerja, yaitu 15 hari reguler dan 4 hari lembur
- 4) *Pipe Intake C* = 17 hari kerja, yaitu 15 hari reguler dan 2 hari lembur
- 5) *Pipe Intake A* = 18 hari kerja, yaitu 15 hari reguler dan 3 hari lembur
- 6) *Pipe Intake B* = 19 hari kerja, yaitu 16 hari reguler dan 3 hari lembur

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1. Kesimpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan yang telah diuraikan pada bab V, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Waktu proses untuk *Pipe Intake* A yaitu 14,45 menit, *Pipe Intake* B yaitu 20,38 menit, *Pipe Intake* C yaitu 17,12 menit, *Pipe Intake* D yaitu 23,50 menit, *Pipe Intake* E yaitu 21,90 menit dan *Pipe Intake* F yaitu 33,91 menit.
2. Kapasitas total yang dibutuhkan pada stasiun kerja *Casting* sebesar 11.196,38 menit, stasiun kerja *Hammer* sebesar 16.847,48 menit, stasiun kerja *Cutting Gate* sebesar 5.819,44 menit, stasiun kerja *Burrtory* sebesar 11.747,71 menit, stasiun kerja *Sand Blasting* sebesar 8.498,33 menit dan stasiun kerja *Machining* sebesar 16.732,03 menit.
3. Penjadwalan dengan metode *Campbell, Dudek and Smith* (CDS) menghasilkan *makespan* 31.092,38 menit dengan urutan *job* 4-5-1-2-6-3 hasil dari iterasi *k*<sub>1</sub>, *k*<sub>2</sub>, *k*<sub>3</sub> dan *k*<sub>4</sub>, sedangkan iterasi *k*<sub>5</sub> menghasilkan *makespan* 31.191,79 menit dengan urutan *job* 4-1-5-2-6-3. Penjadwalan dengan metode *Nawaz, Ensore and Ham* (NEH) aturan *Shortest Processing Time* (SPT) urutan *job* 6-4-5-1-2-3 *makespan* 31.797,62 menit; 4-6-5-1-2-3 *makespan* 30.720,35 menit; 4-5-6-1-2-3 *makespan* 28.491,53 menit; 4-5-1-6-2-3 *makespan* 28.993,87 menit; 4-5-1-2-6-3 *makespan* 31.092,38 menit dan 4-5-1-2-3-6 *makespan* 32.077,45 menit. Penjadwalan dengan metode *Nawaz, Ensore and Ham* (NEH) aturan *Lowest Processing Time* (LPT) urutan *job* 3-4-5-6-1-2 *makespan* 29.416,57 menit; 4-3-5-6-1-2 *makespan* 29.030,32 menit; 4-5-3-6-1-2 *makespan* 29.476,60 menit; 4-5-6-3-1-2; 4-5-6-1-3-2 dan 4-5-6-1-2-3 menghasilkan *makespan* 28.491,53 menit.
4. Penjadwalan produksi terbaik merupakan penjadwalan yang dapat menghasilkan nilai *makespan* dan *mean flowtime* terkecil. Berdasarkan hasil pengolahan data dapat disimpulkan bahwa penjadwalan produksi dengan metode *Nawaz, Ensore and Ham* (NEH) aturan *Lowest Processing Time*

(LPT) adalah penjadwalan yang paling optimal karena dapat menghasilkan *makespan* sebesar 28.491,53 menit dan *mean flowtime* sebesar 20.761,71 menit. Dengan penerapan metode ini, perusahaan dapat mengurangi waktu proses sebanyak 3.526 menit atau mengurangi lembur sebanyak 3 hari. Urutan penjadwalan produksinya yaitu *Job 4 (Pipe Intake D) - Job 5 (Pipe Intake E) - Job 6 (Pipe Intake F) - Job 3 (Pipe Intake C) - Job 2 (Pipe Intake B) - Job 1 (Pipe Intake A)*. Berdasarkan cara pengolahan datanya, metode NEH lebih unggul dari metode CDS karena lebih teliti dalam menghitung kemungkinan urutan *job* yang dijadwalkan.

## 6.2. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan sebagai tindak lanjut dari hasil penelitian ini adalah :

1. PT XYZ dapat mempertimbangkan metode *Nawaz, Ensore and Ham (NEH)* dalam melakukan penjadwalan produksinya. Hal ini berdasarkan pada hasil penelitian yang menunjukkan bahwa metode NEH dapat menghasilkan *makespan* lebih kecil dibandingkan dengan metode yang saat ini digunakan PT XYZ. Dengan penerapan metode NEH diharapkan masalah keterlambatan penyelesaian pesanan dapat segera teratasi sehingga kepuasan pelanggan semakin meningkat dan daya saing PT XYZ menjadi lebih baik.
2. Penjadwalan produksi dengan metode *Campbell, Dudek and Smith (CDS)* dan metode *Nawaz, Ensore and Ham (NEH)* tidak hanya dapat diterapkan pada *Plant Casting & Machining*, tetapi juga dapat diterapkan pada *Plant Plastic* dan *Plant Pressing* dengan produk-produk yang memiliki tipe aliran produksi *flowshop*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Gibson, J. L., 2002, Organisasi Perilaku-struktur-proses, Terjemahan, Edisi V, Erlangga, Jakarta.
- Ginting, R., 2009, Penjadwalan Mesin, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Haming dan Nurmajudin, 2007, Manajemen Produksi Moderen : Operasi Manufaktur dan Jasa Buku 1, Bumi Aksara, Jakarta.
- Handoko, T. H., 2003, Manajemen. Cetakan Kedelapanbelas, BPFE Yogyakarta, Yogyakarta.
- Kurniawati, D. A. dan Karim, M. S., 2016, Penjadwalan Produksi *Flow Shop* dengan Metode *Ignall-Scharge* dan Algoritma *Nawaz, Ensore and Ham* (NEH). Jurnal Sains, Teknologi dan Industri, Vol. 13, No. 2, Yogyakarta.
- Li, W., etc, 2015, *The Relationship between Maximum Completion Time and Total Completion Time in Flowshop Production*, *Procedia Manufacturing*, Volume 1, USA.
- Nasution, A. H., 2003, Perencanaan dan Pengendalian Produksi, Guna Widya, Surabaya.
- Panjaitan, R. K., dkk, 2014, Penjadwalan Produksi *Flow Shop* Menggunakan Metode *Campbell Dudek Smith* (CDS) dan *Nawaz Ensore Ham* (NEH), Cilegon.
- Pardede, P. M., 2005, Manajemen Operasi dan Produksi, Andi, Yogyakarta.
- Stone, J. R., 2002, *Human Resource Management*, 3rd edn, John Wiley & Sons, Australia.
- Sugiyono, A., 2010, *Rought Cut Capacity Planning (RCCP)*. Universitas Islam Sultan Agung, Semarang.
- Sutalaksana, I. Z., 2006, Teknik Tata Cara Kerja. Laboratorium Tata Cara Kerja & Ergonomi, Departemen Teknik Industri ITB, Bandung.
- Wignjosoebroto, S., 2006, Ergonomi, Studi Gerakan dan Waktu. Guna Widya, Surabaya.

## LAMPIRAN A

Data perhitungan waktu rata-rata untuk setiap elemen kerja pada proses pembuatan produk sesuai data permintaan produksi pada tabel 4.13. adalah sebagai berikut :

## STASIUN KERJA CASTING

Tabel A.1 Perhitungan Waktu Rata-rata Elemen Kerja 2 SK *Casting*

|                                            |                                                                                    |     |     |     |     |          |                         |
|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|----------|-------------------------|
| Sub Grup                                   | Memasang <i>insert</i> pada rumahnya dan memastikan <i>insert</i> terpasang merata |     |     |     |     |          |                         |
|                                            | Xi (detik)                                                                         |     |     |     |     |          |                         |
|                                            | X1                                                                                 | X2  | X3  | X4  | X5  | $\sum X$ | Rata-rata ( $\bar{x}$ ) |
| 1                                          | 7,4                                                                                | 7,1 | 6,9 | 7,8 | 7,9 | 37,1     | 7,4                     |
| 2                                          | 8,3                                                                                | 6,8 | 6,5 | 6,9 | 6,7 | 35,2     | 7,0                     |
| 3                                          | 7,9                                                                                | 8,0 | 7,2 | 7,0 | 7,9 | 38,0     | 7,6                     |
| 4                                          | 6,9                                                                                | 8,3 | 8,2 | 8,1 | 8,3 | 39,8     | 8,0                     |
| 5                                          | 7,3                                                                                | 7,4 | 7,8 | 7,8 | 8,5 | 38,8     | 7,8                     |
| 6                                          | 7,8                                                                                | 7,8 | 7,4 | 7,3 | 9,0 | 39,3     | 7,9                     |
| Total Waktu Siklus ( $\sum \bar{x}_i$ )    |                                                                                    |     |     |     |     |          | 45,6                    |
| Rata-rata Waktu Siklus ( $\bar{\bar{x}}$ ) |                                                                                    |     |     |     |     |          | 7,6                     |

TabelA.1 Perhitungan Waktu Rata-rata Elemen Kerja 3 SK *Casting*

| Sub Grup                                   | Memasang <i>core</i> resin tepat padaudukannya |     |     |     |     |          |                         |
|--------------------------------------------|------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|----------|-------------------------|
|                                            | Xi (detik)                                     |     |     |     |     |          |                         |
|                                            | X1                                             | X2  | X3  | X4  | X5  | $\sum X$ | Rata-rata ( $\bar{x}$ ) |
| 1                                          | 6,3                                            | 4,9 | 5,5 | 5,1 | 5,4 | 27,2     | 5,4                     |
| 2                                          | 5,1                                            | 5,2 | 6,1 | 5,2 | 4,0 | 25,6     | 5,1                     |
| 3                                          | 4,2                                            | 6,3 | 5,6 | 4,7 | 5,6 | 26,4     | 5,3                     |
| 4                                          | 5,2                                            | 5,1 | 4,9 | 4,8 | 4,0 | 24,0     | 4,8                     |
| 5                                          | 6,0                                            | 5,2 | 5,2 | 5,0 | 4,1 | 25,5     | 5,1                     |
| 6                                          | 5,2                                            | 4,6 | 6,3 | 6,0 | 5,6 | 27,7     | 5,5                     |
| Total Waktu Siklus ( $\sum \bar{x}_i$ )    |                                                |     |     |     |     |          | 31,3                    |
| Rata-rata Waktu Siklus ( $\bar{\bar{x}}$ ) |                                                |     |     |     |     |          | 5,2                     |

|                                            |                                                                                             |     |     |     |     |          |                        |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|----------|------------------------|
| Sub Grup                                   | Menutup <i>mould</i> lalu membukanya lagi untuk memastikan tidak ada <i>core</i> yang patah |     |     |     |     |          |                        |
|                                            | Xi (detik)                                                                                  |     |     |     |     |          |                        |
|                                            | X1                                                                                          | X2  | X3  | X4  | X5  | $\sum X$ | Rata-rata( $\bar{x}$ ) |
| 1                                          | 5,6                                                                                         | 6,2 | 5,5 | 5,2 | 6,9 | 29,4     | 5,9                    |
| 2                                          | 5,8                                                                                         | 6,5 | 5,8 | 5,5 | 6,8 | 30,4     | 6,1                    |
| 3                                          | 6,1                                                                                         | 5,7 | 5,8 | 6,7 | 7,0 | 31,3     | 6,3                    |
| 4                                          | 6,0                                                                                         | 5,5 | 6,0 | 6,8 | 7,1 | 31,4     | 6,3                    |
| 5                                          | 5,5                                                                                         | 5,3 | 6,5 | 6,0 | 7,2 | 30,5     | 6,1                    |
| 6                                          | 5,0                                                                                         | 5,2 | 6,9 | 5,5 | 5,5 | 28,1     | 5,6                    |
| Total Waktu Siklus ( $\sum \bar{x}_i$ )    |                                                                                             |     |     |     |     |          | 36,2                   |
| Rata-rata Waktu Siklus ( $\bar{\bar{x}}$ ) |                                                                                             |     |     |     |     |          | 6,0                    |

[illegible]

|                                      |                                                                                             |     |     |     |     |          |                         |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|----------|-------------------------|
| Sub Grup                             | Menutup <i>mould</i> lalu membukanya lagi untuk memastikan tidak ada <i>core</i> yang patah |     |     |     |     |          |                         |
|                                      | Xi (detik)                                                                                  |     |     |     |     |          |                         |
|                                      | X1                                                                                          | X2  | X3  | X4  | X5  | $\sum X$ | Rata-rata ( $\bar{x}$ ) |
| 1                                    | 5,1                                                                                         | 6,0 | 5,5 | 5,2 | 6,5 | 28,3     | 5,7                     |
| 2                                    | 5,6                                                                                         | 6,1 | 5,8 | 5,5 | 6,8 | 29,8     | 6,0                     |
| 3                                    | 6,1                                                                                         | 5,2 | 5,8 | 6,7 | 6,2 | 30,0     | 6,0                     |
| 4                                    | 6,0                                                                                         | 5,5 | 5,2 | 6,1 | 6,1 | 28,9     | 5,8                     |
| 5                                    | 5,5                                                                                         | 5,3 | 5,5 | 6,0 | 6,9 | 29,2     | 5,8                     |
| 6                                    | 5,0                                                                                         | 5,0 | 6,2 | 5,5 | 5,5 | 27,2     | 5,4                     |
| Total Waktu Siklus ( $\sum x_i$ )    |                                                                                             |     |     |     |     |          | 34,7                    |
| Rata-rata Waktu Siklus ( $\bar{x}$ ) |                                                                                             |     |     |     |     |          | 5,8                     |

| Sub Grup                                   | Menuang cairan ingot pada mangkok <i>pouring</i> |     |     |     |     |          |                         |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|----------|-------------------------|
|                                            | Xi (detik)                                       |     |     |     |     |          |                         |
|                                            | X1                                               | X2  | X3  | X4  | X5  | $\sum X$ | Rata-rata ( $\bar{x}$ ) |
| 1                                          | 8,8                                              | 9,5 | 9,1 | 8,5 | 9,1 | 45,0     | 9,0                     |
| 2                                          | 9,1                                              | 9,1 | 8,8 | 9,3 | 9,3 | 45,6     | 9,1                     |
| 3                                          | 8,3                                              | 8,8 | 9,3 | 8,8 | 8,8 | 44,0     | 8,8                     |
| 4                                          | 8,9                                              | 9,3 | 8,8 | 9,3 | 9,2 | 45,5     | 9,1                     |
| 5                                          | 8,7                                              | 9,4 | 9,2 | 9,4 | 9,2 | 45,9     | 9,2                     |
| 6                                          | 9,4                                              | 8,5 | 9,4 | 8,5 | 9,0 | 44,8     | 9,0                     |
| Total Waktu Siklus ( $\sum \bar{x}_i$ )    |                                                  |     |     |     |     |          | 54,2                    |
| Rata-rata Waktu Siklus ( $\bar{\bar{x}}$ ) |                                                  |     |     |     |     |          | 9,0                     |

| Sub Grup                                   | Mangambil produk yang telah beku pada cetakan dan mengecek produk |      |      |      |      |          |                         |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|----------|-------------------------|
|                                            | Xi (detik)                                                        |      |      |      |      |          |                         |
|                                            | X1                                                                | X2   | X3   | X4   | X5   | $\sum X$ | Rata-rata ( $\bar{x}$ ) |
| 1                                          | 10,4                                                              | 9,0  | 10,7 | 10,2 | 9,8  | 50,1     | 10,0                    |
| 2                                          | 10,5                                                              | 10,7 | 11,2 | 11,2 | 11,2 | 54,8     | 11,0                    |
| 3                                          | 9,9                                                               | 11,0 | 11,1 | 10,7 | 11,4 | 54,1     | 10,8                    |
| 4                                          | 10,5                                                              | 10,3 | 10,4 | 11,2 | 10,5 | 52,9     | 10,6                    |
| 5                                          | 9,3                                                               | 9,2  | 9,2  | 11,0 | 9,8  | 48,5     | 9,7                     |
| 6                                          | 9,2                                                               | 9,5  | 9,5  | 10,4 | 9,9  | 48,5     | 9,7                     |
| Total Waktu Siklus ( $\sum \bar{x}_i$ )    |                                                                   |      |      |      |      |          | 61,8                    |
| Rata-rata Waktu Siklus ( $\bar{\bar{x}}$ ) |                                                                   |      |      |      |      |          | 10,3                    |

| Sub Grup                                   | Menyimpan produk baik pada keranjang baik atau produk rijek pada keranjang rijek |     |     |     |     |          |                         |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|----------|-------------------------|
|                                            | Xi (detik)                                                                       |     |     |     |     |          |                         |
|                                            | X1                                                                               | X2  | X3  | X4  | X5  | $\sum X$ | Rata-rata ( $\bar{x}$ ) |
| 1                                          | 3,9                                                                              | 4,5 | 4,5 | 4,0 | 5,0 | 21,9     | 4,4                     |
| 2                                          | 3,7                                                                              | 4,2 | 4,2 | 5,5 | 5,3 | 22,9     | 4,6                     |
| 3                                          | 4,2                                                                              | 4,6 | 4,4 | 4,1 | 5,2 | 22,5     | 4,5                     |
| 4                                          | 4,1                                                                              | 3,9 | 4,0 | 3,9 | 5,1 | 21,0     | 4,2                     |
| 5                                          | 3,9                                                                              | 3,6 | 3,9 | 3,6 | 5,3 | 20,3     | 4,1                     |
| 6                                          | 3,5                                                                              | 3,9 | 3,6 | 4,0 | 5,0 | 20,0     | 4,0                     |
| Total Waktu Siklus ( $\sum \bar{x}_i$ )    |                                                                                  |     |     |     |     |          | 25,7                    |
| Rata-rata Waktu Siklus ( $\bar{\bar{x}}$ ) |                                                                                  |     |     |     |     |          | 4,3                     |

## STASIUN KERJA HAMMER

Tabel A.1 Perhitungan Waktu Rata-rata Elemen Kerja 1 SK *Hammer*

| Sub Grup                                | Mengambil produk pada keranjang hasil <i>Casting</i> |     |     |     |     |          |                         |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|----------|-------------------------|
|                                         | Xi (detik)                                           |     |     |     |     |          |                         |
|                                         | X1                                                   | X2  | X3  | X4  | X5  | $\sum X$ | Rata-rata ( $\bar{x}$ ) |
| 1                                       | 3,5                                                  | 4,1 | 4,1 | 4,6 | 4,5 | 20,8     | 4,2                     |
| 2                                       | 3,7                                                  | 4,2 | 4,0 | 4,9 | 4,2 | 21,0     | 4,2                     |
| 3                                       | 3,8                                                  | 4,5 | 4,2 | 4,2 | 4,2 | 20,9     | 4,2                     |
| 4                                       | 4,1                                                  | 3,9 | 4,0 | 4,3 | 3,9 | 20,2     | 4,0                     |
| 5                                       | 3,9                                                  | 3,6 | 3,9 | 3,6 | 4,3 | 19,3     | 3,9                     |
| 6                                       | 3,5                                                  | 3,9 | 3,6 | 3,9 | 4,5 | 19,4     | 3,9                     |
| Total Waktu Siklus ( $\sum \bar{x}_i$ ) |                                                      |     |     |     |     |          | 24,3                    |
| Rata-rata Waktu Siklus ( $\bar{x}$ )    |                                                      |     |     |     |     |          | 4,1                     |

Tabel A.1 Perhitungan Waktu Rata-rata Elemen Kerja 2.1 SK *Hammer*

| Sub Grup                                   | Melakukan proses <i>hammer Pipe Intake</i> A |      |      |      |      |          |                        |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------|------|------|------|------|----------|------------------------|
|                                            | Xi (detik)                                   |      |      |      |      |          |                        |
|                                            | X1                                           | X2   | X3   | X4   | X5   | $\sum X$ | Rata-rata( $\bar{x}$ ) |
| 1                                          | 45,3                                         | 48,3 | 45,3 | 48,4 | 49,2 | 236,5    | 47,3                   |
| 2                                          | 52,1                                         | 53,2 | 52,1 | 52,8 | 52,5 | 262,7    | 52,5                   |
| 3                                          | 47,8                                         | 49,2 | 49,2 | 49,2 | 53,1 | 248,5    | 49,7                   |
| 4                                          | 49,0                                         | 46,4 | 54,2 | 46,4 | 49,0 | 245,0    | 49,0                   |
| 5                                          | 53,1                                         | 53,1 | 53,1 | 52,4 | 55,3 | 267,0    | 53,4                   |
| 6                                          | 46,7                                         | 46,7 | 53,1 | 49,5 | 46,7 | 242,7    | 48,5                   |
| Total Waktu Siklus ( $\sum \bar{x}_i$ )    |                                              |      |      |      |      |          | 300,5                  |
| Rata-rata Waktu Siklus ( $\bar{\bar{x}}$ ) |                                              |      |      |      |      |          | 50,1                   |

Tabel A.1 Perhitungan Waktu Rata-rata Elemen Kerja 2.2 SK *Hammer*

[illegible]

| Sub Grup                                   | Melakukan proses <i>hammer Pipe Intake</i> C |      |      |      |      |          |                         |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------|------|------|------|------|----------|-------------------------|
|                                            | Xi (detik)                                   |      |      |      |      |          |                         |
|                                            | X1                                           | X2   | X3   | X4   | X5   | $\sum X$ | Rata-rata ( $\bar{x}$ ) |
| 1                                          | 98,3                                         | 93,2 | 84,5 | 87,2 | 87,2 | 450,4    | 90,1                    |
| 2                                          | 95,1                                         | 93,5 | 89,4 | 94,5 | 96,8 | 469,3    | 93,9                    |
| 3                                          | 94,3                                         | 89,9 | 87,2 | 87,2 | 88,8 | 447,4    | 89,5                    |
| 4                                          | 89,4                                         | 89,4 | 94,5 | 96,8 | 89,4 | 459,5    | 91,9                    |
| 5                                          | 87,2                                         | 87,2 | 87,2 | 88,8 | 87,2 | 437,6    | 87,5                    |
| 6                                          | 90,3                                         | 94,5 | 96,8 | 94,2 | 96,7 | 472,5    | 94,5                    |
| Total Waktu Siklus ( $\sum \bar{x}_i$ )    |                                              |      |      |      |      |          | 547,3                   |
| Rata-rata Waktu Siklus ( $\bar{\bar{x}}$ ) |                                              |      |      |      |      |          | 91,2                    |

| Sub Grup                                | Melakukan proses <i>hammer Pipe Intake</i> D |      |      |      |      |          |                        |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------|------|------|------|------|----------|------------------------|
|                                         | Xi (detik)                                   |      |      |      |      |          |                        |
|                                         | X1                                           | X2   | X3   | X4   | X5   | $\sum X$ | Rata-rata( $\bar{x}$ ) |
| 1                                       | 56,2                                         | 55,6 | 55,4 | 63,0 | 58,2 | 288,4    | 57,7                   |
| 2                                       | 64,2                                         | 62,4 | 57,7 | 56,8 | 61,0 | 302,1    | 60,4                   |
| 3                                       | 56,7                                         | 55,4 | 63,0 | 61,0 | 57,6 | 293,7    | 58,7                   |
| 4                                       | 58,2                                         | 57,7 | 56,8 | 58,2 | 59,0 | 289,9    | 58,0                   |
| 5                                       | 61,0                                         | 63,0 | 61,0 | 61,0 | 61,0 | 307,0    | 61,4                   |
| 6                                       | 57,6                                         | 56,8 | 51,5 | 56,9 | 58,8 | 281,6    | 56,3                   |
| Total Waktu Siklus ( $\sum \bar{x}_i$ ) |                                              |      |      |      |      |          | 352,5                  |
| Rata-rata Waktu Siklus ( $\bar{x}$ )    |                                              |      |      |      |      |          | 58,8                   |

| Sub Grup                                        | Melakukan proses hammer Pipe Intake E |      |      |      |      |          |                        |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------|------|------|------|------|----------|------------------------|
|                                                 | Xi (detik)                            |      |      |      |      |          |                        |
|                                                 | X1                                    | X2   | X3   | X4   | X5   | $\sum X$ | Rata-rata( $\bar{x}$ ) |
| 1                                               | 63,0                                  | 55,6 | 61,0 | 58,2 | 62,4 | 300,2    | 60,0                   |
| 2                                               | 56,8                                  | 62,4 | 58,2 | 61,0 | 57,8 | 296,2    | 59,2                   |
| 3                                               | 61,0                                  | 55,4 | 64,6 | 57,6 | 57,7 | 296,3    | 59,3                   |
| 4                                               | 58,2                                  | 57,7 | 55,4 | 61,0 | 58,2 | 290,5    | 58,1                   |
| 5                                               | 61,0                                  | 64,8 | 57,2 | 55,4 | 61,0 | 299,4    | 59,9                   |
| 6                                               | 56,9                                  | 56,8 | 63,6 | 53,6 | 56,7 | 287,6    | 57,5                   |
| Total Waktu Siklus ( $\sum \overline{x_i}$ )    |                                       |      |      |      |      |          | 354,0                  |
| Rata-rata Waktu Siklus ( $\overline{\bar{x}}$ ) |                                       |      |      |      |      |          | 59,0                   |



[illegible]

| Sub Grup                             | Melakukan proses <i>cutting Pipe Intake</i> B |      |      |      |      |          |                        |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------|------|------|------|------|----------|------------------------|
|                                      | Xi (detik)                                    |      |      |      |      |          |                        |
|                                      | X1                                            | X2   | X3   | X4   | X5   | $\sum X$ | Rata-rata( $\bar{x}$ ) |
| 1                                    | 45,7                                          | 44,7 | 43,7 | 55,2 | 53,6 | 242,9    | 48,6                   |
| 2                                    | 44,3                                          | 47,8 | 55,2 | 51,7 | 50,7 | 249,7    | 49,9                   |
| 3                                    | 47,8                                          | 43,7 | 51,7 | 53,6 | 53,5 | 250,3    | 50,1                   |
| 4                                    | 50,1                                          | 55,2 | 53,6 | 50,7 | 49,9 | 259,5    | 51,9                   |
| 5                                    | 52,5                                          | 51,7 | 53,4 | 53,5 | 53,6 | 264,7    | 52,9                   |
| 6                                    | 48,9                                          | 47,8 | 49,9 | 49,9 | 49,9 | 246,4    | 49,3                   |
| Total Waktu Siklus ( $\sum x_i$ )    |                                               |      |      |      |      |          | 302,7                  |
| Rata-rata Waktu Siklus ( $\bar{x}$ ) |                                               |      |      |      |      |          | 50,5                   |

| Sub Grup                                   | Melakukan proses <i>cutting Pipe Intake C</i> |      |      |      |      |          |                         |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------|------|------|------|------|----------|-------------------------|
|                                            | Xi (detik)                                    |      |      |      |      |          |                         |
|                                            | X1                                            | X2   | X3   | X4   | X5   | $\sum X$ | Rata-rata ( $\bar{x}$ ) |
| 1                                          | 30,3                                          | 32,8 | 33,7 | 29,4 | 28,7 | 154,9    | 31,0                    |
| 2                                          | 29,9                                          | 33,3 | 29,8 | 28,5 | 30,4 | 151,9    | 30,4                    |
| 3                                          | 28,4                                          | 30,2 | 31,5 | 28,0 | 30,2 | 148,3    | 29,7                    |
| 4                                          | 33,5                                          | 29,9 | 28,9 | 29,5 | 31,1 | 152,9    | 30,6                    |
| 5                                          | 30,3                                          | 31,5 | 28,3 | 35,1 | 31,7 | 156,9    | 31,4                    |
| 6                                          | 31,5                                          | 30,7 | 30,3 | 31,1 | 28,9 | 152,5    | 30,5                    |
| Total Waktu Siklus ( $\sum \bar{x}_i$ )    |                                               |      |      |      |      |          | 183,5                   |
| Rata-rata Waktu Siklus ( $\bar{\bar{x}}$ ) |                                               |      |      |      |      |          | 30,6                    |

| Sub Grup                                   | Melakukan proses <i>cutting Pipe Intake</i> D |      |      |      |      |          |                        |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------|------|------|------|------|----------|------------------------|
|                                            | Xi (detik)                                    |      |      |      |      |          |                        |
|                                            | X1                                            | X2   | X3   | X4   | X5   | $\sum X$ | Rata-rata( $\bar{x}$ ) |
| 1                                          | 94,2                                          | 96,3 | 94,2 | 86,5 | 85,7 | 456,9    | 91,4                   |
| 2                                          | 95,6                                          | 98,8 | 89,2 | 93,5 | 94,6 | 471,7    | 94,3                   |
| 3                                          | 90,2                                          | 94,2 | 86,5 | 85,7 | 88,9 | 445,5    | 89,1                   |
| 4                                          | 91,5                                          | 89,2 | 93,5 | 94,6 | 91,5 | 460,3    | 92,1                   |
| 5                                          | 89,4                                          | 86,5 | 85,7 | 88,9 | 93,4 | 443,9    | 88,8                   |
| 6                                          | 89,9                                          | 83,6 | 88,8 | 84,7 | 84,7 | 431,7    | 86,3                   |
| Total Waktu Siklus ( $\sum \bar{x}_i$ )    |                                               |      |      |      |      |          | 542,0                  |
| Rata-rata Waktu Siklus ( $\bar{\bar{x}}$ ) |                                               |      |      |      |      |          | 90,3                   |

| Sub Grup                             | Melakukan proses cutting Pipe Intake E |      |      |      |      |          |                         |
|--------------------------------------|----------------------------------------|------|------|------|------|----------|-------------------------|
|                                      | Xi (detik)                             |      |      |      |      |          |                         |
|                                      | X1                                     | X2   | X3   | X4   | X5   | $\sum X$ | Rata-rata ( $\bar{x}$ ) |
| 1                                    | 96,3                                   | 90,2 | 86,5 | 96,3 | 91,5 | 460,8    | 92,2                    |
| 2                                    | 98,8                                   | 91,5 | 93,5 | 98,8 | 93,4 | 476,0    | 95,2                    |
| 3                                    | 94,2                                   | 89,4 | 85,7 | 94,2 | 84,7 | 448,2    | 89,6                    |
| 4                                    | 89,2                                   | 89,9 | 90,2 | 85,7 | 89,4 | 444,4    | 88,9                    |
| 5                                    | 86,5                                   | 94,2 | 91,5 | 90,2 | 89,9 | 452,3    | 90,5                    |
| 6                                    | 83,6                                   | 89,2 | 89,4 | 91,5 | 94,2 | 447,9    | 89,6                    |
| Total Waktu Siklus ( $\sum x_i$ )    |                                        |      |      |      |      |          | 118,0                   |
| Rata-rata Waktu Siklus ( $\bar{x}$ ) |                                        |      |      |      |      |          | 19,7                    |

| Sub Grup                                | Melakukan proses <i>cutting Pipe Intake</i> F |       |       |       |       |          |                        |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|----------|------------------------|
|                                         | Xi (detik)                                    |       |       |       |       |          |                        |
|                                         | X1                                            | X2    | X3    | X4    | X5    | $\sum X$ | Rata-rata( $\bar{x}$ ) |
| 1                                       | 117,9                                         | 126,0 | 125,7 | 123,5 | 117,5 | 610,6    | 122,1                  |
| 2                                       | 122,3                                         | 131,6 | 112,6 | 117,5 | 125,9 | 609,9    | 122,0                  |
| 3                                       | 118,9                                         | 125,7 | 123,5 | 125,9 | 126,7 | 620,7    | 124,1                  |
| 4                                       | 125,6                                         | 112,6 | 117,5 | 126,7 | 116,9 | 599,3    | 119,9                  |
| 5                                       | 119,4                                         | 123,5 | 125,9 | 118,9 | 125,9 | 613,6    | 122,7                  |
| 6                                       | 126,0                                         | 117,8 | 116,8 | 124,7 | 116,8 | 602,1    | 120,4                  |
| Total Waktu Siklus ( $\sum \bar{x}_i$ ) |                                               |       |       |       |       |          | 731,2                  |
| Rata-rata Waktu Siklus ( $\bar{x}$ )    |                                               |       |       |       |       |          | 121,9                  |









| Sub Grup                                | Melakukan proses gerinda <i>Pipe Intake A</i> |      |      |      |      |          |                        |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------|------|------|------|------|----------|------------------------|
|                                         | Xi (detik)                                    |      |      |      |      |          |                        |
|                                         | X1                                            | X2   | X3   | X4   | X5   | $\sum X$ | Rata-rata( $\bar{x}$ ) |
| 1                                       | 32,5                                          | 31,5 | 34,2 | 28,9 | 31,5 | 158,6    | 31,7                   |
| 2                                       | 29,8                                          | 32,7 | 31,9 | 27,9 | 34,2 | 156,5    | 31,3                   |
| 3                                       | 27,9                                          | 31,9 | 28,9 | 31,5 | 31,9 | 152,1    | 30,4                   |
| 4                                       | 32,5                                          | 28,9 | 27,9 | 34,2 | 32,7 | 156,2    | 31,2                   |
| 5                                       | 33,5                                          | 27,9 | 31,5 | 31,9 | 31,9 | 156,7    | 31,3                   |
| 6                                       | 28,7                                          | 28,4 | 32,7 | 28,9 | 28,9 | 147,6    | 29,5                   |
| Total Waktu Siklus ( $\sum \bar{x}_i$ ) |                                               |      |      |      |      |          | 185,5                  |
| Rata-rata Waktu Siklus ( $\bar{x}$ )    |                                               |      |      |      |      |          | 30,9                   |

| Sub Grup                                | Melakukan proses gerinda <i>Pipe Intake</i> B |      |      |      |      |          |                        |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------|------|------|------|------|----------|------------------------|
|                                         | Xi (detik)                                    |      |      |      |      |          |                        |
|                                         | X1                                            | X2   | X3   | X4   | X5   | $\sum X$ | Rata-rata( $\bar{x}$ ) |
| 1                                       | 16,7                                          | 14,5 | 12,3 | 15,6 | 16,5 | 75,6     | 15,1                   |
| 2                                       | 15,6                                          | 16,7 | 12,8 | 16,5 | 12,7 | 74,3     | 14,9                   |
| 3                                       | 16,7                                          | 14,4 | 15,6 | 12,7 | 16,7 | 76,1     | 15,2                   |
| 4                                       | 15,6                                          | 14,9 | 16,5 | 16,7 | 12,3 | 76       | 15,2                   |
| 5                                       | 16,9                                          | 14,8 | 12,7 | 14,4 | 12,8 | 71,6     | 14,3                   |
| 6                                       | 15,3                                          | 15,9 | 16,5 | 14,9 | 15,6 | 78,2     | 15,6                   |
| Total Waktu Siklus ( $\sum \bar{x}_i$ ) |                                               |      |      |      |      |          | 90,4                   |
| Rata-rata Waktu Siklus ( $\bar{x}$ )    |                                               |      |      |      |      |          | 15,1                   |

[illegible]





Tabel A.1 Perhitungan Waktu Rata-rata Elemen Kerja 10.2 SK *Burrrytory*

| Sub Grup                                | Melakukan proses <i>rotary</i> di luar area <i>house Pipe Intake</i> B |      |      |      |      |          |                         |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|----------|-------------------------|
|                                         | Xi (detik)                                                             |      |      |      |      |          |                         |
|                                         | X1                                                                     | X2   | X3   | X4   | X5   | $\sum X$ | Rata-rata ( $\bar{x}$ ) |
| 1                                       | 14,5                                                                   | 12,5 | 15,4 | 15,4 | 16,5 | 74,3     | 14,9                    |
| 2                                       | 11,3                                                                   | 14,5 | 16,5 | 16,5 | 14,6 | 73,4     | 14,7                    |
| 3                                       | 15,6                                                                   | 15,4 | 14,6 | 14,6 | 15,4 | 75,6     | 15,1                    |
| 4                                       | 14,6                                                                   | 16,5 | 12,5 | 15,4 | 15,4 | 74,4     | 14,9                    |
| 5                                       | 13,6                                                                   | 14,6 | 14,5 | 16,5 | 16,5 | 75,7     | 15,1                    |
| 6                                       | 12,5                                                                   | 13,4 | 15,4 | 14,6 | 14,6 | 70,5     | 14,1                    |
| Total Waktu Siklus ( $\sum \bar{x}_i$ ) |                                                                        |      |      |      |      |          | 88,8                    |
| Rata-rata Waktu Siklus ( $\bar{x}$ )    |                                                                        |      |      |      |      |          | 14,8                    |

Tabel A.1 Perhitungan Waktu Rata-rata Elemen Kerja 10.3 SK *Burrry*tory

| Sub Grup                                   | Melakukan proses <i>rotary</i> di luar area <i>house Pipe Intake C</i> |      |      |      |      |          |                        |
|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|----------|------------------------|
|                                            | Xi (detik)                                                             |      |      |      |      |          |                        |
|                                            | X1                                                                     | X2   | X3   | X4   | X5   | $\sum X$ | Rata-rata( $\bar{x}$ ) |
| 1                                          | 15,4                                                                   | 16,5 | 14,6 | 16,5 | 15,4 | 78,4     | 15,7                   |
| 2                                          | 16,5                                                                   | 14,6 | 15,4 | 15,4 | 16,5 | 78,4     | 15,7                   |
| 3                                          | 14,6                                                                   | 15,4 | 16,5 | 16,5 | 15,4 | 78,4     | 15,7                   |
| 4                                          | 15,6                                                                   | 16,5 | 15,4 | 15,4 | 14,6 | 77,5     | 15,5                   |
| 5                                          | 14,6                                                                   | 14,6 | 16,5 | 16,5 | 15,4 | 77,6     | 15,5                   |
| 6                                          | 13,6                                                                   | 12,5 | 14,6 | 14,6 | 16,5 | 71,8     | 14,4                   |
| Total Waktu Siklus ( $\sum \bar{x}_i$ )    |                                                                        |      |      |      |      |          | 92,4                   |
| Rata-rata Waktu Siklus ( $\bar{\bar{x}}$ ) |                                                                        |      |      |      |      |          | 15,4                   |

Tabel A.1 Perhitungan Waktu Rata-rata Elemen Kerja 10.4 SK *Burrrytory*

| Sub Grup                             | Melakukan proses <i>rotary</i> di luar area <i>house Pipe Intake D</i> |      |      |      |      |          |                        |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|----------|------------------------|
|                                      | Xi (detik)                                                             |      |      |      |      |          |                        |
|                                      | X1                                                                     | X2   | X3   | X4   | X5   | $\sum X$ | Rata-rata( $\bar{x}$ ) |
| 1                                    | 17,6                                                                   | 16,5 | 17,6 | 14,6 | 15,6 | 81,9     | 16,4                   |
| 2                                    | 18,7                                                                   | 15,6 | 14,6 | 15,6 | 16,5 | 81,0     | 16,2                   |
| 3                                    | 16,7                                                                   | 17,6 | 15,6 | 15,6 | 15,6 | 81,1     | 16,2                   |
| 4                                    | 15,6                                                                   | 14,6 | 15,6 | 16,5 | 17,6 | 79,9     | 16,0                   |
| 5                                    | 15,7                                                                   | 15,6 | 17,6 | 15,6 | 14,6 | 79,1     | 15,8                   |
| 6                                    | 17,8                                                                   | 17,6 | 14,6 | 17,6 | 15,6 | 83,2     | 16,6                   |
| Total Waktu Siklus ( $\sum x_i$ )    |                                                                        |      |      |      |      |          | 97,2                   |
| Rata-rata Waktu Siklus ( $\bar{x}$ ) |                                                                        |      |      |      |      |          | 16,2                   |



Tabel A.1 Perhitungan Waktu Rata-rata Elemen Kerja 11.2 SK *Burrrytory*

| Sub Grup                                   | Melakukan proses <i>rotary</i> di dalam area <i>house Pipe Intake B</i> |      |      |      |      |          |                        |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|----------|------------------------|
|                                            | Xi (detik)                                                              |      |      |      |      |          |                        |
|                                            | X1                                                                      | X2   | X3   | X4   | X5   | $\sum X$ | Rata-rata( $\bar{x}$ ) |
| 1                                          | 11,3                                                                    | 11,7 | 11,3 | 10,9 | 11,5 | 56,7     | 11,3                   |
| 2                                          | 10,9                                                                    | 11,5 | 10,9 | 11,5 | 13,4 | 58,2     | 11,6                   |
| 3                                          | 11,5                                                                    | 13,4 | 11,5 | 13,4 | 11,7 | 61,5     | 12,3                   |
| 4                                          | 13,4                                                                    | 10,9 | 13,4 | 11,7 | 11,3 | 60,7     | 12,1                   |
| 5                                          | 10,9                                                                    | 13,4 | 10,9 | 11,5 | 10,9 | 57,6     | 11,5                   |
| 6                                          | 12,3                                                                    | 13,7 | 13,4 | 13,4 | 11,5 | 64,3     | 12,9                   |
| Total Waktu Siklus ( $\sum \bar{x}_i$ )    |                                                                         |      |      |      |      |          | 71,8                   |
| Rata-rata Waktu Siklus ( $\bar{\bar{x}}$ ) |                                                                         |      |      |      |      |          | 12,0                   |

Tabel A.1 Perhitungan Waktu Rata-rata Elemen Kerja 11.3 SK *Burrrytory*

| Sub Grup                                   | Melakukan proses rotary di dalam area house Pipe Intake C |      |      |      |      |          |                         |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------|------|------|------|----------|-------------------------|
|                                            | Xi (detik)                                                |      |      |      |      |          |                         |
|                                            | X1                                                        | X2   | X3   | X4   | X5   | $\sum X$ | Rata-rata ( $\bar{x}$ ) |
| 1                                          | 16,5                                                      | 15,4 | 12,3 | 14,3 | 13,7 | 72,2     | 14,4                    |
| 2                                          | 14,6                                                      | 16,5 | 13,4 | 13,7 | 12,8 | 71       | 14,2                    |
| 3                                          | 15,4                                                      | 15,4 | 14,3 | 12,8 | 15,4 | 73,3     | 14,7                    |
| 4                                          | 16,5                                                      | 14,6 | 13,7 | 15,4 | 14,3 | 74,5     | 14,9                    |
| 5                                          | 14,6                                                      | 15,4 | 12,8 | 16,5 | 13,7 | 73       | 14,6                    |
| 6                                          | 12,5                                                      | 16,5 | 11,5 | 15,4 | 12,8 | 68,7     | 13,7                    |
| Total Waktu Siklus ( $\sum \bar{x}_i$ )    |                                                           |      |      |      |      |          | 86,5                    |
| Rata-rata Waktu Siklus ( $\bar{\bar{x}}$ ) |                                                           |      |      |      |      |          | 14,4                    |

Tabel A.1 Perhitungan Waktu Rata-rata Elemen Kerja 11.4 SK *Burrrytory*

|                                            | Melakukan proses rotary di dalam area house Pipe Intake D |      |      |      |      |          |                         |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------|------|------|------|----------|-------------------------|
| Sub Grup                                   | Xi (detik)                                                |      |      |      |      |          |                         |
|                                            | X1                                                        | X2   | X3   | X4   | X5   | $\sum X$ | Rata-rata ( $\bar{x}$ ) |
| 1                                          | 16,3                                                      | 15,6 | 15,7 | 16,8 | 15,4 | 79,8     | 15,96                   |
| 2                                          | 15,7                                                      | 14,7 | 16,8 | 17,4 | 16,3 | 80,9     | 16,18                   |
| 3                                          | 16,2                                                      | 11,4 | 17,4 | 15,4 | 15,7 | 76,1     | 15,22                   |
| 4                                          | 14,6                                                      | 13,5 | 15,4 | 16,3 | 15,7 | 75,5     | 15,1                    |
| 5                                          | 15,6                                                      | 16,7 | 14,7 | 15,7 | 16,8 | 79,5     | 15,9                    |
| 6                                          | 14,6                                                      | 16,9 | 11,4 | 16,2 | 17,4 | 76,5     | 15,3                    |
| Total Waktu Siklus ( $\sum \bar{x}_i$ )    |                                                           |      |      |      |      |          | 93,66                   |
| Rata-rata Waktu Siklus ( $\bar{\bar{x}}$ ) |                                                           |      |      |      |      |          | 15,61                   |

Tabel A.1 Perhitungan Waktu Rata-rata Elemen Kerja 11.5 SK *Burrrytor*

| Sub Grup                                   | Melakukan proses <i>rotary</i> di dalam area <i>house Pipe Intake E</i> |      |      |      |      |          |                        |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|----------|------------------------|
|                                            | Xi (detik)                                                              |      |      |      |      |          |                        |
|                                            | X1                                                                      | X2   | X3   | X4   | X5   | $\sum X$ | Rata-rata( $\bar{x}$ ) |
| 1                                          | 12,6                                                                    | 12,7 | 12,6 | 9,6  | 10,6 | 58,1     | 11,62                  |
| 2                                          | 13,7                                                                    | 10,6 | 9,6  | 10,6 | 11,5 | 56       | 11,2                   |
| 3                                          | 11,7                                                                    | 12,6 | 12,4 | 10,6 | 10,6 | 57,9     | 11,58                  |
| 4                                          | 12,2                                                                    | 12,5 | 10,6 | 11,5 | 12,7 | 59,5     | 11,9                   |
| 5                                          | 10,7                                                                    | 10,6 | 12   | 10,6 | 9,6  | 53,5     | 10,7                   |
| 6                                          | 12,8                                                                    | 12   | 9,6  | 12,6 | 10,6 | 57,6     | 11,52                  |
| Total Waktu Siklus ( $\sum \bar{x}_i$ )    |                                                                         |      |      |      |      |          | 68,52                  |
| Rata-rata Waktu Siklus ( $\bar{\bar{x}}$ ) |                                                                         |      |      |      |      |          | 11,42                  |

Tabel A.1 Perhitungan Waktu Rata-rata Elemen Kerja 11.6 SK *Burrry*tory

| Sub Grup                             | Melakukan proses <i>rotary</i> di dalam area <i>house Pipe Intake F</i> |      |      |      |      |          |                         |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|----------|-------------------------|
|                                      | Xi (detik)                                                              |      |      |      |      |          |                         |
|                                      | X1                                                                      | X2   | X3   | X4   | X5   | $\sum X$ | Rata-rata ( $\bar{x}$ ) |
| 1                                    | 15,6                                                                    | 14,6 | 13,4 | 15,6 | 16,4 | 75,6     | 15,12                   |
| 2                                    | 17,6                                                                    | 15,6 | 14,5 | 13,5 | 14,6 | 75,8     | 15,16                   |
| 3                                    | 14,6                                                                    | 15,6 | 15,6 | 16,4 | 15,6 | 77,8     | 15,56                   |
| 4                                    | 16,5                                                                    | 15,6 | 13,5 | 14,6 | 14,6 | 74,8     | 14,96                   |
| 5                                    | 15,6                                                                    | 16,5 | 16,4 | 15,6 | 15,6 | 79,7     | 15,94                   |
| 6                                    | 17,6                                                                    | 15,6 | 13,6 | 15,6 | 15,6 | 78       | 15,6                    |
| Total Waktu Siklus ( $\sum x_i$ )    |                                                                         |      |      |      |      |          | 92,34                   |
| Rata-rata Waktu Siklus ( $\bar{x}$ ) |                                                                         |      |      |      |      |          | 15,39                   |

Tabel A.1 Perhitungan Waktu Rata-rata Elemen Kerja 12 SK *Burrrytory*

| Sub Grup                             | Memeriksa hasil <i>rotary</i> sesuai dengan standar dan simpan pada keranjang |     |     |     |     |          |                         |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|----------|-------------------------|
|                                      | Xi (detik)                                                                    |     |     |     |     |          |                         |
|                                      | X1                                                                            | X2  | X3  | X4  | X5  | $\sum X$ | Rata-rata ( $\bar{x}$ ) |
| 1                                    | 4,5                                                                           | 5,2 | 4,7 | 5,3 | 4,5 | 24,2     | 4,8                     |
| 2                                    | 4,9                                                                           | 5   | 4,8 | 5,2 | 4,1 | 24       | 4,8                     |
| 3                                    | 4,1                                                                           | 4,7 | 4,5 | 4,7 | 4,1 | 22,1     | 4,4                     |
| 4                                    | 4,1                                                                           | 4,8 | 4,1 | 3,9 | 5,3 | 22,2     | 4,4                     |
| 5                                    | 4,2                                                                           | 4,5 | 4,1 | 3,8 | 5,2 | 21,8     | 4,4                     |
| 6                                    | 3,7                                                                           | 4,9 | 4,2 | 5,1 | 4,7 | 22,6     | 4,5                     |
| Total Waktu Siklus ( $\sum x_i$ )    |                                                                               |     |     |     |     |          | 27,4                    |
| Rata-rata Waktu Siklus ( $\bar{x}$ ) |                                                                               |     |     |     |     |          | 4,6                     |

## STASIUN KERJA SAND BLASTING

Tabel A.1 Perhitungan Waktu Rata-rata Elemen Kerja 1 SK *Sand Blasting*

| Sub Grup                             | Mengambil produk pada keranjang hasil <i>Rotary</i> |     |     |     |     |          |                        |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|----------|------------------------|
|                                      | Xi (detik)                                          |     |     |     |     |          |                        |
|                                      | X1                                                  | X2  | X3  | X4  | X5  | $\sum X$ | Rata-rata( $\bar{x}$ ) |
| 1                                    | 2,5                                                 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,2 | 14,7     | 2,9                    |
| 2                                    | 2,0                                                 | 3,1 | 3,1 | 3,1 | 3,0 | 14,3     | 2,9                    |
| 3                                    | 2,7                                                 | 3,0 | 2,9 | 3,0 | 3,1 | 14,7     | 2,9                    |
| 4                                    | 3,1                                                 | 2,8 | 3,0 | 2,7 | 2,5 | 14,1     | 2,8                    |
| 5                                    | 3,4                                                 | 3,4 | 3,1 | 3,0 | 3,0 | 15,9     | 3,2                    |
| 6                                    | 2,9                                                 | 2,9 | 2,5 | 3,2 | 3,0 | 14,5     | 2,9                    |
| Total Waktu Siklus ( $\sum x_i$ )    |                                                     |     |     |     |     |          | 17,6                   |
| Rata-rata Waktu Siklus ( $\bar{x}$ ) |                                                     |     |     |     |     |          | 2,9                    |

Tabel A.1 Perhitungan Waktu Rata-rata Elemen Kerja 2.1 SK *Sand Blasting*

| Sub Grup                                   | Melakukan proses <i>sand blasting Pipe Intake A</i> |      |      |      |      |          |                        |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------|------|------|------|----------|------------------------|
|                                            | Xi (detik)                                          |      |      |      |      |          |                        |
|                                            | X1                                                  | X2   | X3   | X4   | X5   | $\sum X$ | Rata-rata( $\bar{x}$ ) |
| 1                                          | 23,4                                                | 21,4 | 19,3 | 23,4 | 20,7 | 108,2    | 21,6                   |
| 2                                          | 20,1                                                | 20,3 | 19,8 | 20,1 | 20,3 | 100,6    | 20,1                   |
| 3                                          | 20,3                                                | 20,7 | 21,6 | 20,3 | 19,8 | 102,7    | 20,5                   |
| 4                                          | 18,9                                                | 19,3 | 18,9 | 19,8 | 23,5 | 100,4    | 20,1                   |
| 5                                          | 19,8                                                | 19,8 | 19,8 | 22,5 | 19,8 | 101,7    | 20,3                   |
| 6                                          | 21,1                                                | 21,6 | 21,1 | 18,9 | 21,6 | 104,3    | 20,9                   |
| Total Waktu Siklus ( $\sum \bar{x}_i$ )    |                                                     |      |      |      |      |          | 123,6                  |
| Rata-rata Waktu Siklus ( $\bar{\bar{x}}$ ) |                                                     |      |      |      |      |          | 20,6                   |

Tabel A.1 Perhitungan Waktu Rata-rata Elemen Kerja 2.2 SK *Sand Blasting*

| Sub Grup                             | Melakukan proses <i>sand blasting</i> Pipe Intake B |      |      |      |      |          |                         |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------|------|------|------|------|----------|-------------------------|
|                                      | Xi (detik)                                          |      |      |      |      |          |                         |
|                                      | X1                                                  | X2   | X3   | X4   | X5   | $\sum X$ | Rata-rata ( $\bar{x}$ ) |
| 1                                    | 19,8                                                | 18,9 | 20,7 | 21,6 | 20,3 | 101,3    | 20,3                    |
| 2                                    | 19,9                                                | 19,8 | 20,3 | 18,9 | 19,8 | 98,7     | 19,7                    |
| 3                                    | 20,3                                                | 19,8 | 19,8 | 19,8 | 22,5 | 102,2    | 20,4                    |
| 4                                    | 21,4                                                | 19,9 | 19,9 | 20,4 | 23,4 | 105,0    | 21,0                    |
| 5                                    | 22,4                                                | 20,3 | 20,3 | 19,8 | 22,5 | 105,3    | 21,1                    |
| 6                                    | 21,0                                                | 21,7 | 21,8 | 17,9 | 21,6 | 104,0    | 20,8                    |
| Total Waktu Siklus ( $\sum x_i$ )    |                                                     |      |      |      |      |          | 123,3                   |
| Rata-rata Waktu Siklus ( $\bar{x}$ ) |                                                     |      |      |      |      |          | 20,6                    |

Tabel A.1 Perhitungan Waktu Rata-rata Elemen Kerja 2.3 SK *Sand Blasting*

| Sub Grup                             | Melakukan proses <i>sand blasting Pipe Intake</i> C |      |      |      |      |          |                        |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------|------|------|------|------|----------|------------------------|
|                                      | Xi (detik)                                          |      |      |      |      |          |                        |
|                                      | X1                                                  | X2   | X3   | X4   | X5   | $\sum X$ | Rata-rata( $\bar{x}$ ) |
| 1                                    | 18,7                                                | 21,3 | 20,2 | 19,7 | 20,3 | 100,2    | 20,0                   |
| 2                                    | 19,9                                                | 22,1 | 19,7 | 19,5 | 21,7 | 102,9    | 20,6                   |
| 3                                    | 21,3                                                | 20,2 | 18,9 | 20,3 | 17,9 | 98,6     | 19,7                   |
| 4                                    | 22,1                                                | 19,7 | 19,7 | 21,7 | 18,7 | 101,9    | 20,4                   |
| 5                                    | 20,2                                                | 18,9 | 19,5 | 17,9 | 18,9 | 95,4     | 19,1                   |
| 6                                    | 19,7                                                | 17,8 | 20,3 | 18,7 | 19,0 | 95,5     | 19,1                   |
| Total Waktu Siklus ( $\sum x_i$ )    |                                                     |      |      |      |      |          | 118,9                  |
| Rata-rata Waktu Siklus ( $\bar{x}$ ) |                                                     |      |      |      |      |          | 19,8                   |

Tabel A.1 Perhitungan Waktu Rata-rata Elemen Kerja 2.4 SK *Sand Blasting*

| Sub Grup                             | Melakukan proses <i>sand blasting Pipe Intake</i> D |      |      |      |      |          |                         |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------|------|------|------|------|----------|-------------------------|
|                                      | Xi (detik)                                          |      |      |      |      |          |                         |
|                                      | X1                                                  | X2   | X3   | X4   | X5   | $\sum X$ | Rata-rata ( $\bar{x}$ ) |
| 1                                    | 63,2                                                | 58,9 | 55,7 | 60,3 | 62,4 | 300,5    | 60,1                    |
| 2                                    | 60,3                                                | 59,9 | 61,7 | 62,3 | 61,7 | 305,9    | 61,2                    |
| 3                                    | 54,6                                                | 62,4 | 64,2 | 61,3 | 61,6 | 304,1    | 60,8                    |
| 4                                    | 61,3                                                | 61,7 | 59,9 | 57,8 | 61,3 | 302,0    | 60,4                    |
| 5                                    | 61,2                                                | 64,2 | 62,4 | 59,9 | 64,2 | 311,9    | 62,4                    |
| 6                                    | 58,9                                                | 61,5 | 61,7 | 62,4 | 56,6 | 301,1    | 60,2                    |
| Total Waktu Siklus ( $\sum x_i$ )    |                                                     |      |      |      |      |          | 365,1                   |
| Rata-rata Waktu Siklus ( $\bar{x}$ ) |                                                     |      |      |      |      |          | 60,9                    |

Tabel A.1 Perhitungan Waktu Rata-rata Elemen Kerja 2.5 SK *Sand Blasting*

| Sub Grup                                   | Melakukan proses <i>sand blasting Pipe Intake</i> E |      |      |      |      |          |                         |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------|------|------|------|----------|-------------------------|
|                                            | Xi (detik)                                          |      |      |      |      |          |                         |
|                                            | X1                                                  | X2   | X3   | X4   | X5   | $\sum X$ | Rata-rata ( $\bar{x}$ ) |
| 1                                          | 55,7                                                | 64,2 | 54,6 | 59,9 | 62,4 | 296,8    | 59,4                    |
| 2                                          | 54,5                                                | 59,9 | 53,2 | 62,4 | 58,4 | 288,4    | 57,7                    |
| 3                                          | 57,8                                                | 60,2 | 50,9 | 58,4 | 55,7 | 283,0    | 56,6                    |
| 4                                          | 59,9                                                | 59,9 | 61,2 | 55,7 | 54,3 | 291,0    | 58,2                    |
| 5                                          | 62,4                                                | 62,4 | 53,5 | 54,5 | 53,4 | 286,2    | 57,2                    |
| 6                                          | 61,7                                                | 58,4 | 55,4 | 57,8 | 52,1 | 285,4    | 57,1                    |
| Total Waktu Siklus ( $\sum \bar{x}_i$ )    |                                                     |      |      |      |      |          | 346,2                   |
| Rata-rata Waktu Siklus ( $\bar{\bar{x}}$ ) |                                                     |      |      |      |      |          | 57,7                    |

| Sub Grup                                   | Melakukan proses <i>sand blasting Pipe Intake</i> F |      |      |      |      |          |                         |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------|------|------|------|----------|-------------------------|
|                                            | Xi (detik)                                          |      |      |      |      |          |                         |
|                                            | X1                                                  | X2   | X3   | X4   | X5   | $\sum X$ | Rata-rata ( $\bar{x}$ ) |
| 1                                          | 72,3                                                | 62,3 | 71,6 | 70,9 | 67,8 | 344,9    | 69,0                    |
| 2                                          | 71,9                                                | 67,8 | 68,9 | 68,9 | 70,9 | 348,4    | 69,7                    |
| 3                                          | 70,9                                                | 70,9 | 72,1 | 69,7 | 68,9 | 352,5    | 70,5                    |
| 4                                          | 68,9                                                | 68,9 | 73,2 | 67,7 | 69,7 | 348,4    | 69,7                    |
| 5                                          | 69,7                                                | 72,1 | 67,9 | 73,2 | 67,7 | 350,6    | 70,1                    |
| 6                                          | 67,7                                                | 71,3 | 65,5 | 67,9 | 73,2 | 345,6    | 69,1                    |
| Total Waktu Siklus ( $\sum \bar{x}_i$ )    |                                                     |      |      |      |      |          | 418,1                   |
| Rata-rata Waktu Siklus ( $\bar{\bar{x}}$ ) |                                                     |      |      |      |      |          | 69,7                    |

| Sub Grup                             | Memeriksa hasil sand blasting sesuai dengan standar dan menyimpannya pada keranjang |     |     |     |     |          |                         |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|----------|-------------------------|
|                                      | Xi (detik)                                                                          |     |     |     |     |          |                         |
|                                      | X1                                                                                  | X2  | X3  | X4  | X5  | $\sum X$ | Rata-rata ( $\bar{x}$ ) |
| 1                                    | 4,2                                                                                 | 4,3 | 5,5 | 5,2 | 4,2 | 23,4     | 4,7                     |
| 2                                    | 4,3                                                                                 | 4,6 | 4,7 | 5,2 | 5,2 | 24,0     | 4,8                     |
| 3                                    | 4,5                                                                                 | 4,7 | 4,8 | 5,5 | 5,2 | 24,7     | 4,9                     |
| 4                                    | 4,7                                                                                 | 4,8 | 4,0 | 4,8 | 4,7 | 23,0     | 4,6                     |
| 5                                    | 4,8                                                                                 | 5,5 | 4,1 | 5,5 | 4,8 | 24,7     | 4,9                     |
| 6                                    | 4,5                                                                                 | 5,2 | 4,8 | 5,2 | 5,0 | 24,7     | 4,9                     |
| Total Waktu Siklus ( $\sum x_i$ )    |                                                                                     |     |     |     |     |          | 28,9                    |
| Rata-rata Waktu Siklus ( $\bar{x}$ ) |                                                                                     |     |     |     |     |          | 4,8                     |

Tabel A.1 Perhitungan Waktu Rata-rata Elemen Kerja 1 SK *Machining*

| Sub Grup                                | Membuka pintu CNC lalu membuka <i>clamp</i> |     |     |     |     |          |                         |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|----------|-------------------------|
|                                         | Xi (detik)                                  |     |     |     |     |          |                         |
|                                         | X1                                          | X2  | X3  | X4  | X5  | $\sum X$ | Rata-rata ( $\bar{x}$ ) |
| 1                                       | 5,3                                         | 6,3 | 5,9 | 5,4 | 6,3 | 29,2     | 5,8                     |
| 2                                       | 5,5                                         | 5,6 | 5,6 | 5,6 | 5,4 | 27,7     | 5,5                     |
| 3                                       | 5,2                                         | 5,6 | 6,7 | 5,8 | 5,6 | 28,9     | 5,8                     |
| 4                                       | 5,5                                         | 6,7 | 6,3 | 6,3 | 5,9 | 30,7     | 6,1                     |
| 5                                       | 4,7                                         | 6,3 | 6,4 | 6,4 | 6,3 | 30,1     | 6,0                     |
| 6                                       | 6,7                                         | 6,4 | 6,3 | 6,4 | 6,6 | 32,4     | 6,5                     |
| Total Waktu Siklus ( $\sum \bar{x}_i$ ) |                                             |     |     |     |     |          | 35,8                    |
| Rata-rata Waktu Siklus ( $\bar{x}$ )    |                                             |     |     |     |     |          | 6,0                     |

| Sub Grup                                   | Mengambil produk hasil proses lalu memindahkannya dari jig 1 ke jig 2 |     |     |     |     |          |                        |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|----------|------------------------|
|                                            | Xi (detik)                                                            |     |     |     |     |          |                        |
|                                            | X1                                                                    | X2  | X3  | X4  | X5  | $\sum X$ | Rata-rata( $\bar{x}$ ) |
| 1                                          | 8,5                                                                   | 8,4 | 8,5 | 8,2 | 8,3 | 41,9     | 8,4                    |
| 2                                          | 7,8                                                                   | 8,4 | 8,3 | 7,5 | 8,6 | 40,6     | 8,1                    |
| 3                                          | 7,3                                                                   | 7,8 | 7,3 | 7,7 | 7,9 | 38,0     | 7,6                    |
| 4                                          | 7,8                                                                   | 7,3 | 7,9 | 8,2 | 7,9 | 39,1     | 7,8                    |
| 5                                          | 7,9                                                                   | 7,9 | 7,9 | 8,4 | 8,7 | 40,8     | 8,2                    |
| 6                                          | 8,5                                                                   | 7,9 | 8,4 | 8,2 | 8,9 | 41,9     | 8,4                    |
| Total Waktu Siklus ( $\sum \bar{x}_i$ )    |                                                                       |     |     |     |     |          | 48,5                   |
| Rata-rata Waktu Siklus ( $\bar{\bar{x}}$ ) |                                                                       |     |     |     |     |          | 8,1                    |

[illegible][illegible]



Tabel A.1 Perhitungan Waktu Rata-rata Elemen Kerja 9 SK *Machining*

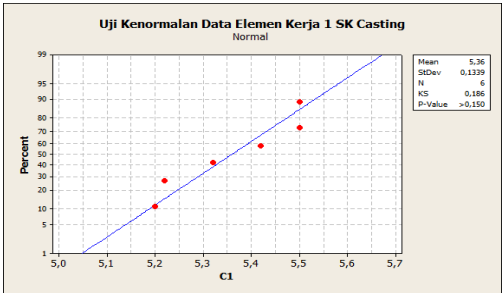
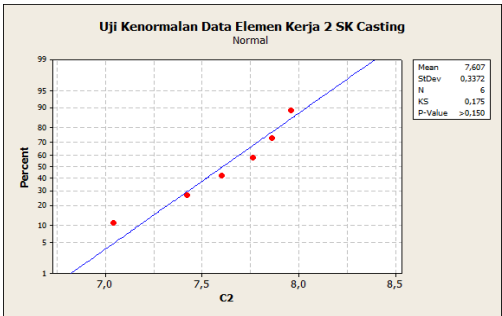
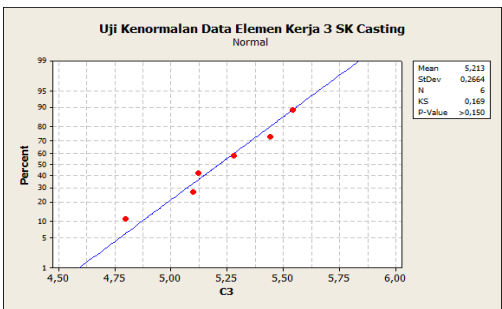
| Sub Grup                                | Memeriksa hasil <i>machining</i> sesuai dengan standar dan menyimpannya pada keranjang |     |     |     |     |          |                        |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|----------|------------------------|
|                                         | Xi (detik)                                                                             |     |     |     |     |          |                        |
|                                         | X1                                                                                     | X2  | X3  | X4  | X5  | $\sum X$ | Rata-rata( $\bar{x}$ ) |
| 1                                       | 6,7                                                                                    | 6,5 | 7,9 | 6,9 | 7,9 | 35,9     | 7,2                    |
| 2                                       | 7,4                                                                                    | 6,4 | 6,5 | 7,9 | 6,1 | 34,3     | 6,9                    |
| 3                                       | 7,0                                                                                    | 6,1 | 6,4 | 6,1 | 6,7 | 32,3     | 6,5                    |
| 4                                       | 6,3                                                                                    | 6,7 | 6,3 | 6,2 | 7,0 | 32,5     | 6,5                    |
| 5                                       | 7,4                                                                                    | 7,8 | 6,7 | 6,3 | 6,2 | 34,4     | 6,9                    |
| 6                                       | 7,8                                                                                    | 7,9 | 7,8 | 6,5 | 6,7 | 36,7     | 7,3                    |
| Total Waktu Siklus ( $\sum \bar{x}_i$ ) |                                                                                        |     |     |     |     |          | 41,2                   |
| Rata-rata Waktu Siklus ( $\bar{x}$ )    |                                                                                        |     |     |     |     |          | 6,9                    |

(Sumber: Pengolahan Data)

## LAMPIRAN B

Uji kenormalan data pada masing-masing elemen kerja di setiap stasiun kerja adalah sebagai berikut :

Tabel B.1. Kenormalan Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja

| Uji Kenormalan Data |         | Diagram Uji Kenormalan                                                               |
|---------------------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Deskripsi           |         |                                                                                      |
| SK                  | Casting |   |
| Elemen Kerja        | 1       |                                                                                      |
| Ketelitian          | 0,05    |                                                                                      |
| Mean                | 5,36    |                                                                                      |
| N                   | 6       |                                                                                      |
| Approximat P-Value  | >0,150  |                                                                                      |
| Keterangan          | Normal  |                                                                                      |
| SK                  | Casting |  |
| Elemen Kerja        | 2       |                                                                                      |
| Ketelitian          | 0,05    |                                                                                      |
| Mean                | 7,607   |                                                                                      |
| N                   | 6       |                                                                                      |
| Approximat P-Value  | >0,150  |                                                                                      |
| Keterangan          | Normal  |                                                                                      |
| SK                  | Casting |  |
| Elemen Kerja        | 3       |                                                                                      |
| Ketelitian          | 0,05    |                                                                                      |
| Mean                | 5,213   |                                                                                      |
| N                   | 6       |                                                                                      |
| Approximat P-Value  | >0,150  |                                                                                      |
| Keterangan          | Normal  |                                                                                      |

Lanjut.....

Tabel B.1. Kenormalan Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(Lanjutan)

| Uji Kenormalan Data |                |                        |
|---------------------|----------------|------------------------|
| Deskripsi           |                | Diagram Uji Kenormalan |
| SK                  | <i>Casting</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 4              |                        |
| Ketelitian          | 0,05           |                        |
| Mean                | 6,037          |                        |
| N                   | 6              |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150         |                        |
| Keterangan          | Normal         |                        |
| SK                  | <i>Casting</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 5              |                        |
| Ketelitian          | 0,05           |                        |
| Mean                | 4,043          |                        |
| N                   | 6              |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150         |                        |
| Keterangan          | Normal         |                        |
| SK                  | <i>Casting</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 6              |                        |
| Ketelitian          | 0,05           |                        |
| Mean                | 5,78           |                        |
| N                   | 6              |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150         |                        |
| Keterangan          | Normal         |                        |

Lanjut.....

Tabel B.1. Kenormalan Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(Lanjutan)

| Uji Kenormalan Data |                |                        |
|---------------------|----------------|------------------------|
| Deskripsi           |                | Diagram Uji Kenormalan |
| SK                  | <i>Casting</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 7              |                        |
| Ketelitian          | 0,05           |                        |
| Mean                | 9,027          |                        |
| N                   | 6              |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150         |                        |
| Keterangan          | Normal         |                        |
| SK                  | <i>Casting</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 9              |                        |
| Ketelitian          | 0,05           |                        |
| Mean                | 10,30          |                        |
| N                   | 6              |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150         |                        |
| Keterangan          | Normal         |                        |
| SK                  | <i>Casting</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 10             |                        |
| Ketelitian          | 0,05           |                        |
| Mean                | 4,287          |                        |
| N                   | 6              |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150         |                        |
| Keterangan          | Normal         |                        |

Lanjut.....

Tabel B.1. Kenormalan Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(Lanjutan)

| Uji Kenormalan Data |               |                        |
|---------------------|---------------|------------------------|
| Deskripsi           |               | Diagram Uji Kenormalan |
| SK                  | <i>Hammer</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 1             |                        |
| Ketelitian          | 0,05          |                        |
| Mean                | 4,053         |                        |
| N                   | 6             |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150        |                        |
| Keterangan          | Normal        |                        |
| SK                  | <i>Hammer</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 2.1           |                        |
| Ketelitian          | 0,05          |                        |
| Mean                | 50,08         |                        |
| N                   | 6             |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150        |                        |
| Keterangan          | Normal        |                        |
| SK                  | <i>Hammer</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 2.2           |                        |
| Ketelitian          | 0,05          |                        |
| Mean                | 121,3         |                        |
| N                   | 6             |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150        |                        |
| Keterangan          | Normal        |                        |

Lanjut...

Tabel B.1. Kenormalan Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(Lanjutan)

| Uji Kenormalan Data |               |                        |
|---------------------|---------------|------------------------|
| Deskripsi           |               | Diagram Uji Kenormalan |
| SK                  | <i>Hammer</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 2.3           |                        |
| Ketelitian          | 0,05          |                        |
| Mean                | 91,22         |                        |
| N                   | 6             |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150        |                        |
| Keterangan          | Normal        |                        |
| SK                  | <i>Hammer</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 2.4           |                        |
| Ketelitian          | 0,05          |                        |
| Mean                | 58,76         |                        |
| N                   | 6             |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150        |                        |
| Keterangan          | Normal        |                        |
| SK                  | <i>Hammer</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 2.5           |                        |
| Ketelitian          | 0,05          |                        |
| Mean                | 5,597         |                        |
| N                   | 6             |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150        |                        |
| Keterangan          | Normal        |                        |

Lanjut...

Tabel B.1. Kenormalan Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(Lanjutan)

| Uji Kenormalan Data |                     |                        |
|---------------------|---------------------|------------------------|
| Deskripsi           |                     | Diagram Uji Kenormalan |
| SK                  | <i>Hammer</i>       |                        |
| Elemen Kerja        | 2.6                 |                        |
| Ketelitian          | 0,05                |                        |
| Mean                | 122,0               |                        |
| N                   | 6                   |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150              |                        |
| Keterangan          | Normal              |                        |
| SK                  | <i>Hammer</i>       |                        |
| Elemen Kerja        | 3                   |                        |
| Ketelitian          | 0,05                |                        |
| Mean                | 5,597               |                        |
| N                   | 6                   |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150              |                        |
| Keterangan          | Normal              |                        |
| SK                  | <i>Cutting Gate</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 1                   |                        |
| Ketelitian          | 0,05                |                        |
| Mean                | 3,197               |                        |
| N                   | 6                   |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150              |                        |
| Keterangan          | Normal              |                        |

Lanjut...

Tabel B.1. Kenormalan Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(Lanjutan)

| Uji Kenormalan Data |                     |                        |
|---------------------|---------------------|------------------------|
| Deskripsi           |                     | Diagram Uji Kenormalan |
| SK                  | <i>Cutting Gate</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 2.1                 |                        |
| Ketelitian          | 0,05                |                        |
| Mean                | 18,77               |                        |
| N                   | 6                   |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150              |                        |
| Keterangan          | Normal              |                        |
| SK                  | <i>Cutting Gate</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 2.2                 |                        |
| Ketelitian          | 0,05                |                        |
| Mean                | 50,45               |                        |
| N                   | 6                   |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150              |                        |
| Keterangan          | Normal              |                        |
| SK                  | <i>Cutting Gate</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 2.3                 |                        |
| Ketelitian          | 0,05                |                        |
| Mean                | 30,58               |                        |
| N                   | 6                   |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150              |                        |
| Keterangan          | Normal              |                        |

Lanjut...

Tabel B.1. Kenormalan Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(Lanjutan)

| Uji Kenormalan Data |              |                        |
|---------------------|--------------|------------------------|
| Deskripsi           |              | Diagram Uji Kenormalan |
| SK                  | Cutting Gate |                        |
| Elemen Kerja        | 2.4          |                        |
| Ketelitian          | 0,05         |                        |
| Mean                | 90,33        |                        |
| N                   | 6            |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150       |                        |
| Keterangan          | Normal       |                        |
| SK                  | Cutting Gate |                        |
| Elemen Kerja        | 2.5          |                        |
| Ketelitian          | 0,05         |                        |
| Mean                | 90,99        |                        |
| N                   | 6            |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150       |                        |
| Keterangan          | Normal       |                        |
| SK                  | Cutting Gate |                        |
| Elemen Kerja        | 2.6          |                        |
| Ketelitian          | 0,05         |                        |
| Mean                | 121,9        |                        |
| N                   | 6            |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150       |                        |
| Keterangan          | Normal       |                        |

Lanjut...

Tabel B.1. Kenormalan Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(Lanjutan)

| Uji Kenormalan Data |                     |                        |
|---------------------|---------------------|------------------------|
| Deskripsi           |                     | Diagram Uji Kenormalan |
| SK                  | <i>Cutting Gate</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 3                   |                        |
| Ketelitian          | 0,05                |                        |
| Mean                | 5,163               |                        |
| N                   | 6                   |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150              |                        |
| Keterangan          | Normal              |                        |
| SK                  | <i>Burrtory</i>     |                        |
| Elemen Kerja        | 1                   |                        |
| Ketelitian          | 0,05                |                        |
| Mean                | 3,267               |                        |
| N                   | 6                   |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150              |                        |
| Keterangan          | Normal              |                        |
| SK                  | <i>Burrtory</i>     |                        |
| Elemen Kerja        | 2                   |                        |
| Ketelitian          | 0,05                |                        |
| Mean                | 8,78                |                        |
| N                   | 6                   |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150              |                        |
| Keterangan          | Normal              |                        |

Lanjut...

Tabel B.1. Kenormalan Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(Lanjutan)

| Uji Kenormalan Data |                  |                        |
|---------------------|------------------|------------------------|
| Deskripsi           |                  | Diagram Uji Kenormalan |
| SK                  | <i>Burrytory</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 3.1              |                        |
| Ketelitian          | 0,05             |                        |
| Mean                | 51,32            |                        |
| N                   | 6                |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150           |                        |
| Keterangan          | Normal           |                        |
| SK                  | <i>Burrytory</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 3.2              |                        |
| Ketelitian          | 0,05             |                        |
| Mean                | 30,2             |                        |
| N                   | 6                |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150           |                        |
| Keterangan          | Normal           |                        |
| SK                  | <i>Burrytory</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 3.3              |                        |
| Ketelitian          | 0,05             |                        |
| Mean                | 30,19            |                        |
| N                   | 6                |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150           |                        |
| Keterangan          | Normal           |                        |

Lanjut...

Tabel B.1. Kenormalan Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(Lanjutan)

| Uji Kenormalan Data |                  |                        |
|---------------------|------------------|------------------------|
| Deskripsi           |                  | Diagram Uji Kenormalan |
| SK                  | <i>Burrytory</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 3.4              |                        |
| Ketelitian          | 0,05             |                        |
| Mean                | 50,29            |                        |
| N                   | 6                |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150           |                        |
| Keterangan          | Normal           |                        |
| SK                  | <i>Burrytory</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 3.5              |                        |
| Ketelitian          | 0,05             |                        |
| Mean                | 49,67            |                        |
| N                   | 6                |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150           |                        |
| Keterangan          | Normal           |                        |
| SK                  | <i>Burrytory</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 3.6              |                        |
| Ketelitian          | 0,05             |                        |
| Mean                | 61,18            |                        |
| N                   | 6                |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150           |                        |
| Keterangan          | Normal           |                        |

Lanjut...

Tabel B.1. Kenormalan Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(Lanjutan)

| Uji Kenormalan Data |                  |                        |
|---------------------|------------------|------------------------|
| Deskripsi           |                  | Diagram Uji Kenormalan |
| SK                  | <i>Burrytory</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 4                |                        |
| Ketelitian          | 0,05             |                        |
| Mean                | 4,23             |                        |
| N                   | 6                |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150           |                        |
| Keterangan          | Normal           |                        |
| SK                  | <i>Burrytory</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 5                |                        |
| Ketelitian          | 0,05             |                        |
| Mean                | 5,137            |                        |
| N                   | 6                |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150           |                        |
| Keterangan          | Normal           |                        |
| SK                  | <i>Burrytory</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 6                |                        |
| Ketelitian          | 0,05             |                        |
| Mean                | 3,23             |                        |
| N                   | 6                |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150           |                        |
| Keterangan          | Normal           |                        |

Lanjut...

Tabel B.1. Kenormalan Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(Lanjutan)

| Uji Kenormalan Data |                  |                        |
|---------------------|------------------|------------------------|
| Deskripsi           |                  | Diagram Uji Kenormalan |
| SK                  | <i>Burrytory</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 7.1              |                        |
| Ketelitian          | 0,05             |                        |
| Mean                | 30,92            |                        |
| N                   | 6                |                        |
| Approximat P-Value  | 0,054            |                        |
| Keterangan          | Normal           |                        |
| SK                  | <i>Burrytory</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 7.2              |                        |
| Ketelitian          | 0,05             |                        |
| Mean                | 15,06            |                        |
| N                   | 6                |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150           |                        |
| Keterangan          | Normal           |                        |
| SK                  | <i>Burrytory</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 7.3              |                        |
| Ketelitian          | 0,05             |                        |
| Mean                | 15,37            |                        |
| N                   | 6                |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150           |                        |
| Keterangan          | Normal           |                        |

Lanjut...

Tabel B.1. Kenormalan Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(Lanjutan)

| Uji Kenormalan Data |                 |                        |
|---------------------|-----------------|------------------------|
| Deskripsi           |                 | Diagram Uji Kenormalan |
| SK                  | <i>Burrtory</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 7.4             |                        |
| Ketelitian          | 0,05            |                        |
| Mean                | 19,94           |                        |
| N                   | 6               |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150          |                        |
| Keterangan          | Normal          |                        |
| SK                  | <i>Burrtory</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 7.5             |                        |
| Ketelitian          | 0,05            |                        |
| Mean                | 20,26           |                        |
| N                   | 6               |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150          |                        |
| Keterangan          | Normal          |                        |
| SK                  | <i>Burrtory</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 7.6             |                        |
| Ketelitian          | 0,05            |                        |
| Mean                | 30,89           |                        |
| N                   | 6               |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150          |                        |
| Keterangan          | Normal          |                        |

Lanjut...

Tabel B.1. Kenormalan Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(Lanjutan)

| Uji Kenormalan Data |                  |                        |
|---------------------|------------------|------------------------|
| Deskripsi           |                  | Diagram Uji Kenormalan |
| SK                  | <i>Burrytory</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 8                |                        |
| Ketelitian          | 0,05             |                        |
| Mean                | 5,037            |                        |
| N                   | 6                |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150           |                        |
| Keterangan          | Normal           |                        |
| SK                  | <i>Burrytory</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 9                |                        |
| Ketelitian          | 0,05             |                        |
| Mean                | 3,097            |                        |
| N                   | 6                |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150           |                        |
| Keterangan          | Normal           |                        |
| SK                  | <i>Burrytory</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 10.1             |                        |
| Ketelitian          | 0,05             |                        |
| Mean                | 12,29            |                        |
| N                   | 6                |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150           |                        |
| Keterangan          | Normal           |                        |

Lanjut...

Tabel B.1. Kenormalan Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(Lanjutan)

| Uji Kenormalan Data |                  |                        |
|---------------------|------------------|------------------------|
| Deskripsi           |                  | Diagram Uji Kenormalan |
| SK                  | <i>Burrytory</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 10.2             |                        |
| Ketelitian          | 0,05             |                        |
| Mean                | 14,80            |                        |
| N                   | 6                |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150           |                        |
| Keterangan          | Normal           |                        |
| SK                  | <i>Burrytory</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 10.3             |                        |
| Ketelitian          | 0,05             |                        |
| Mean                | 15,64            |                        |
| N                   | 6                |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150           |                        |
| Keterangan          | Normal           |                        |
| SK                  | <i>Burrytory</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 10.4             |                        |
| Ketelitian          | 0,05             |                        |
| Mean                | 16,21            |                        |
| N                   | 6                |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150           |                        |
| Keterangan          | Normal           |                        |

Lanjut...

Tabel B.1. Kenormalan Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(Lanjutan)

| Uji Kenormalan Data |                  |                        |
|---------------------|------------------|------------------------|
| Deskripsi           |                  | Diagram Uji Kenormalan |
| SK                  | <i>Burrytory</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 10.5             |                        |
| Ketelitian          | 0,05             |                        |
| Mean                | 15,96            |                        |
| N                   | 6                |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150           |                        |
| Keterangan          | Normal           |                        |
| SK                  | <i>Burrytory</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 10.6             |                        |
| Ketelitian          | 0,05             |                        |
| Mean                | 21,92            |                        |
| N                   | 6                |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150           |                        |
| Keterangan          | Normal           |                        |
| SK                  | <i>Burrytory</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 11.1             |                        |
| Ketelitian          | 0,05             |                        |
| Mean                | 11,32            |                        |
| N                   | 6                |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150           |                        |
| Keterangan          | Normal           |                        |

Lanjut...

Tabel B.1. Kenormalan Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(Lanjutan)

| Uji Kenormalan Data |                  |                        |
|---------------------|------------------|------------------------|
| Deskripsi           |                  | Diagram Uji Kenormalan |
| SK                  | <i>Burrytory</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 11.2             |                        |
| Ketelitian          | 0,05             |                        |
| Mean                | 11,97            |                        |
| N                   | 6                |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150           |                        |
| Keterangan          | Normal           |                        |
| SK                  | <i>Burrytory</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 11.3             |                        |
| Ketelitian          | 0,05             |                        |
| Mean                | 14,42            |                        |
| N                   | 6                |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150           |                        |
| Keterangan          | Normal           |                        |
| SK                  | <i>Burrytory</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 11.4             |                        |
| Ketelitian          | 0,05             |                        |
| Mean                | 15,61            |                        |
| N                   | 6                |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150           |                        |
| Keterangan          | Normal           |                        |

Lanjut...

Tabel B.1. Kenormalan Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(Lanjutan)

| Uji Kenormalan Data |                  |                        |
|---------------------|------------------|------------------------|
| Deskripsi           |                  | Diagram Uji Kenormalan |
| SK                  | <i>Burrytory</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 11.5             |                        |
| Ketelitian          | 0,05             |                        |
| Mean                | 11,42            |                        |
| N                   | 6                |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150           |                        |
| Keterangan          | Normal           |                        |
| SK                  | <i>Burrytory</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 11.6             |                        |
| Ketelitian          | 0,05             |                        |
| Mean                | 15,39            |                        |
| N                   | 6                |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150           |                        |
| Keterangan          | Normal           |                        |
| SK                  | <i>Burrytory</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 12               |                        |
| Ketelitian          | 0,05             |                        |
| Mean                | 4,563            |                        |
| N                   | 6                |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150           |                        |
| Keterangan          | Normal           |                        |

Lanjut...

Tabel B.1. Kenormalan Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(Lanjutan)

| Uji Kenormalan Data |                      |                        |
|---------------------|----------------------|------------------------|
| Deskripsi           |                      | Diagram Uji Kenormalan |
| SK                  | <i>Sand Blasting</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 1                    |                        |
| Ketelitian          | 0,05                 |                        |
| Mean                | 2,94                 |                        |
| N                   | 6                    |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150               |                        |
| Keterangan          | Normal               |                        |
| SK                  | <i>Sand Blasting</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 2.1                  |                        |
| Ketelitian          | 0,05                 |                        |
| Mean                | 20,60                |                        |
| N                   | 6                    |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150               |                        |
| Keterangan          | Normal               |                        |
| SK                  | <i>Sand Blasting</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 2.2                  |                        |
| Ketelitian          | 0,05                 |                        |
| Mean                | 20,55                |                        |
| N                   | 6                    |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150               |                        |
| Keterangan          | Normal               |                        |

Lanjut...

Tabel B.1. Kenormalan Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(Lanjutan)

| Uji Kenormalan Data |                      |                        |
|---------------------|----------------------|------------------------|
| Deskripsi           |                      | Diagram Uji Kenormalan |
| SK                  | <i>Sand Blasting</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 2.3                  |                        |
| Ketelitian          | 0,05                 |                        |
| Mean                | 19,82                |                        |
| N                   | 6                    |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150               |                        |
| Keterangan          | Normal               |                        |
| SK                  | <i>Sand Blasting</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 2.4                  |                        |
| Ketelitian          | 0,05                 |                        |
| Mean                | 60,85                |                        |
| N                   | 6                    |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150               |                        |
| Keterangan          | Normal               |                        |
| SK                  | <i>Sand Blasting</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 2.5                  |                        |
| Ketelitian          | 0,05                 |                        |
| Mean                | 57,69                |                        |
| N                   | 6                    |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150               |                        |
| Keterangan          | Normal               |                        |

Lanjut...

Tabel B.1. Kenormalan Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(Lanjutan)

| Uji Kenormalan Data |                      |                        |
|---------------------|----------------------|------------------------|
| Deskripsi           |                      | Diagram Uji Kenormalan |
| SK                  | <i>Sand Blasting</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 2.6                  |                        |
| Ketelitian          | 0,05                 |                        |
| Mean                | 69,68                |                        |
| N                   | 6                    |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150               |                        |
| Keterangan          | Normal               |                        |
| SK                  | <i>Sand Blasting</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 3                    |                        |
| Ketelitian          | 0,05                 |                        |
| Mean                | 4,817                |                        |
| N                   | 6                    |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150               |                        |
| Keterangan          | Normal               |                        |
| SK                  | <i>Machining</i>     |                        |
| Elemen Kerja        | 1                    |                        |
| Ketelitian          | 0,05                 |                        |
| Mean                | 5,967                |                        |
| N                   | 6                    |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150               |                        |
| Keterangan          | Normal               |                        |

Lanjut...

Tabel B.1. Kenormalan Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(Lanjutan)

| Uji Kenormalan Data |                  |                        |
|---------------------|------------------|------------------------|
| Deskripsi           |                  | Diagram Uji Kenormalan |
| SK                  | <i>Machining</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 2                |                        |
| Ketelitian          | 0,05             |                        |
| Mean                | 8,077            |                        |
| N                   | 6                |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150           |                        |
| Keterangan          | Normal           |                        |
| SK                  | <i>Machining</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 3                |                        |
| Ketelitian          | 0,05             |                        |
| Mean                | 1,973            |                        |
| N                   | 6                |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150           |                        |
| Keterangan          | Normal           |                        |
| SK                  | <i>Machining</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 4                |                        |
| Ketelitian          | 0,05             |                        |
| Mean                | 8,313            |                        |
| N                   | 6                |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150           |                        |
| Keterangan          | Normal           |                        |

Lanjut...

Tabel B.1. Kenormalan Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(Lanjutan)

| Uji Kenormalan Data |                  |                        |
|---------------------|------------------|------------------------|
| Deskripsi           |                  | Diagram Uji Kenormalan |
| SK                  | <i>Machining</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 5                |                        |
| Ketelitian          | 0,05             |                        |
| Mean                | 4,673            |                        |
| N                   | 6                |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150           |                        |
| Keterangan          | Normal           |                        |
| SK                  | <i>Machining</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 6                |                        |
| Ketelitian          | 0,05             |                        |
| Mean                | 4,943            |                        |
| N                   | 6                |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150           |                        |
| Keterangan          | Normal           |                        |
| SK                  | <i>Machining</i> |                        |
| Elemen Kerja        | 8                |                        |
| Ketelitian          | 0,05             |                        |
| Mean                | 2,963            |                        |
| N                   | 6                |                        |
| Approximat P-Value  | >0,150           |                        |
| Keterangan          | Normal           |                        |

Lanjut...

Tabel B.1. Kenormalan Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(Lanjutan)

| Uji Kenormalan Data       |                  |                        |
|---------------------------|------------------|------------------------|
| Deskripsi                 |                  | Diagram Uji Kenormalan |
| SK                        | <i>Machining</i> |                        |
| Elemen Kerja              | 9                |                        |
| Ketelitian                | 0,05             |                        |
| <i>Mean</i>               | 6,87             |                        |
| N                         | 6                |                        |
| <i>Approximat P-Value</i> | >0,150           |                        |
| Keterangan                | Normal           |                        |

(Sumber: Pengolahan Data)

Uji keseragaman data pada masing-masing elemen kerja di setiap stasiun kerja adalah sebagai berikut :

Tabel B.2. Keseragaman Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja

| Uji Keseragaman Data |                |                         |
|----------------------|----------------|-------------------------|
| Deskripsi            |                | Diagram Uji Keseragaman |
| SK                   | <i>Casting</i> |                         |
| Elemen Kerja         | 1              |                         |
| $\sigma$             | 0,255          |                         |
| CL                   | 5,36           |                         |
| UCL                  | 5,86           |                         |
| LCL                  | 4,86           |                         |
| Keterangan           | Seragam        |                         |
| SK                   | <i>Casting</i> |                         |
| Elemen Kerja         | 2              |                         |
| $\sigma$             | 0,248          |                         |
| CL                   | 7,61           |                         |
| UCL                  | 8,09           |                         |
| LCL                  | 7,12           |                         |
| Keterangan           | Seragam        |                         |
| SK                   | <i>Casting</i> |                         |
| Elemen Kerja         | 3              |                         |
| $\sigma$             | 0,267          |                         |
| CL                   | 5,21           |                         |
| UCL                  | 5,74           |                         |
| LCL                  | 4,69           |                         |
| Keterangan           | Seragam        |                         |

Lanjut....

Tabel B.2. Keceragaman Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(lanjutan)

| Uji Keceragaman Data |                |                         |
|----------------------|----------------|-------------------------|
| Deskripsi            |                | Diagram Uji Keceragaman |
| SK                   | <i>Casting</i> |                         |
| Elemen Kerja         | 4              |                         |
| $\sigma$             | 0,265          |                         |
| CL                   | 6,04           |                         |
| UCL                  | 6,56           |                         |
| LCL                  | 5,52           |                         |
| Keterangan           | Seragam        |                         |
| SK                   | <i>Casting</i> |                         |
| Elemen Kerja         | 5              |                         |
| $\sigma$             | 0,133          |                         |
| CL                   | 4,04           |                         |
| UCL                  | 4,30           |                         |
| LCL                  | 3,78           |                         |
| Keterangan           | Seragam        |                         |
| SK                   | <i>Casting</i> |                         |
| Elemen Kerja         | 6              |                         |
| $\sigma$             | 0,215          |                         |
| CL                   | 5,78           |                         |
| UCL                  | 6,20           |                         |
| LCL                  | 5,36           |                         |
| Keterangan           | Seragam        |                         |
| SK                   | <i>Casting</i> |                         |
| Elemen Kerja         | 7              |                         |
| $\sigma$             | 0,132          |                         |
| CL                   | 9,03           |                         |
| UCL                  | 9,29           |                         |
| LCL                  | 8,77           |                         |
| Keterangan           | Seragam        |                         |

Lanjut.....

Tabel B.2. Keceragaman Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(lanjutan)

| Uji Keceragaman Data |                |                         |
|----------------------|----------------|-------------------------|
| Deskripsi            |                | Diagram Uji Keceragaman |
| SK                   | <i>Casting</i> |                         |
| Elemen Kerja         | 9              |                         |
| $\sigma$             | 0,295          |                         |
| CL                   | 10,30          |                         |
| UCL                  | 11,07          |                         |
| LCL                  | 9,57           |                         |
| Keterangan           | Seragam        |                         |
| SK                   | <i>Casting</i> |                         |
| Elemen Kerja         | 10             |                         |
| $\sigma$             | 0,24           |                         |
| CL                   | 4,29           |                         |
| UCL                  | 4,75           |                         |
| LCL                  | 3,82           |                         |
| Keterangan           | Seragam        |                         |
| SK                   | <i>Hammer</i>  |                         |
| Elemen Kerja         | 1              |                         |
| $\sigma$             | 0,337          |                         |
| CL                   | 4,05           |                         |
| UCL                  | 4,33           |                         |
| LCL                  | 3,78           |                         |
| Keterangan           | Seragam        |                         |
| SK                   | <i>Hammer</i>  |                         |
| Elemen Kerja         | 2.1            |                         |
| $\sigma$             | 1,199          |                         |
| CL                   | 50,08          |                         |
| UCL                  | 54,03          |                         |
| LCL                  | 47,73          |                         |
| Keterangan           | Seragam        |                         |

Lanjut...

Tabel B.2. Keceragaman Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(lanjutan)

| Uji Keceragaman Data |               |                         |
|----------------------|---------------|-------------------------|
| Deskripsi            |               | Diagram Uji Keceragaman |
| SK                   | <i>Hammer</i> |                         |
| Elemen Kerja         | 2.2           |                         |
| $\sigma$             | 2,665         |                         |
| CL                   | 121,30        |                         |
| UCL                  | 126,52        |                         |
| LCL                  | 117,08        |                         |
| Keterangan           | Seragam       |                         |
| SK                   | <i>Hammer</i> |                         |
| Elemen Kerja         | 2.3           |                         |
| $\sigma$             | 1,609         |                         |
| CL                   | 91,22         |                         |
| UCL                  | 95,38         |                         |
| LCL                  | 87,07         |                         |
| Keterangan           | Seragam       |                         |
| SK                   | <i>Hammer</i> |                         |
| Elemen Kerja         | 2.4           |                         |
| $\sigma$             | 1,183         |                         |
| CL                   | 58,76         |                         |
| UCL                  | 61,08         |                         |
| LCL                  | 55,44         |                         |
| Keterangan           | Seragam       |                         |
| SK                   | <i>Hammer</i> |                         |
| Elemen Kerja         | 2.5           |                         |
| $\sigma$             | 1,224         |                         |
| CL                   | 59,00         |                         |
| UCL                  | 61,41         |                         |
| LCL                  | 56,61         |                         |
| Keterangan           | Seragam       |                         |

Lanjut...

Tabel B.2. Keceragaman Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(lanjutan)

| Uji Keceragaman Data |                     |                         |
|----------------------|---------------------|-------------------------|
| Deskripsi            |                     | Diagram Uji Keceragaman |
| SK                   | <i>Hammer</i>       |                         |
| Elemen Kerja         | 2.6                 |                         |
| $\sigma$             | 1,86                |                         |
| CL                   | 122,01              |                         |
| UCL                  | 127,65              |                         |
| LCL                  | 116,36              |                         |
| Keterangan           | Seragam             |                         |
| SK                   | <i>Hammer</i>       |                         |
| Elemen Kerja         | 3                   |                         |
| $\sigma$             | 0,207               |                         |
| CL                   | 5,59                |                         |
| UCL                  | 6,00                |                         |
| LCL                  | 5,19                |                         |
| Keterangan           | Seragam             |                         |
| SK                   | <i>Cutting Gate</i> |                         |
| Elemen Kerja         | 1                   |                         |
| $\sigma$             | 0,169               |                         |
| CL                   | 3,19                |                         |
| UCL                  | 3,52                |                         |
| LCL                  | 2,50                |                         |
| Keterangan           | Seragam             |                         |
| SK                   | <i>Cutting Gate</i> |                         |
| Elemen Kerja         | 2.1                 |                         |
| $\sigma$             | 0,323               |                         |
| CL                   | 18,77               |                         |
| UCL                  | 19,39               |                         |
| LCL                  | 17,59               |                         |
| Keterangan           | Seragam             |                         |

Lanjut.....

Tabel B.2. Keceragaman Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(lanjutan)

| Uji Keceragaman Data |                     |                         |
|----------------------|---------------------|-------------------------|
| Deskripsi            |                     | Diagram Uji Keceragaman |
| SK                   | <i>Cutting Gate</i> |                         |
| Elemen Kerja         | 2.2                 |                         |
| $\sigma$             | 1,42                |                         |
| CL                   | 50,45               |                         |
| UCL                  | 53,24               |                         |
| LCL                  | 47,66               |                         |
| Keterangan           | Seragam             |                         |
| SK                   | <i>Cutting Gate</i> |                         |
| Elemen Kerja         | 2.3                 |                         |
| $\sigma$             | 0,72                |                         |
| CL                   | 30,58               |                         |
| UCL                  | 31,99               |                         |
| LCL                  | 29,17               |                         |
| Keterangan           | Seragam             |                         |
| SK                   | <i>Cutting Gate</i> |                         |
| Elemen Kerja         | 2.4                 |                         |
| $\sigma$             | 1,654               |                         |
| CL                   | 90,33               |                         |
| UCL                  | 95,57               |                         |
| LCL                  | 85,09               |                         |
| Keterangan           | Seragam             |                         |
| SK                   | <i>Cutting Gate</i> |                         |
| Elemen Kerja         | 2.5                 |                         |
| $\sigma$             | 1,59                |                         |
| CL                   | 90,99               |                         |
| UCL                  | 96,11               |                         |
| LCL                  | 87,06               |                         |
| Keterangan           | Seragam             |                         |

Lanjut.....

Tabel B.2. Keceragaman Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(lanjutan)

| Uji Keceragaman Data |                     |                         |
|----------------------|---------------------|-------------------------|
| Deskripsi            |                     | Diagram Uji Keceragaman |
| SK                   | <i>Cutting Gate</i> |                         |
| Elemen Kerja         | 2.6                 |                         |
| $\sigma$             | 1,949               |                         |
| CL                   | 121,87              |                         |
| UCL                  | 125,69              |                         |
| LCL                  | 118,05              |                         |
| Keterangan           | Seragam             |                         |
| SK                   | <i>Cutting Gate</i> |                         |
| Elemen Kerja         | 3                   |                         |
| $\sigma$             | 0,244               |                         |
| CL                   | 5,16                |                         |
| UCL                  | 5,64                |                         |
| LCL                  | 4,68                |                         |
| Keterangan           | Seragam             |                         |
| SK                   | <i>Burrtory</i>     |                         |
| Elemen Kerja         | 1                   |                         |
| $\sigma$             | 0,137               |                         |
| CL                   | 3,27                |                         |
| UCL                  | 3,53                |                         |
| LCL                  | 2,99                |                         |
| Keterangan           | Seragam             |                         |
| SK                   | <i>Burrtory</i>     |                         |
| Elemen Kerja         | 2                   |                         |
| $\sigma$             | 0,191               |                         |
| CL                   | 8,78                |                         |
| UCL                  | 9,15                |                         |
| LCL                  | 8,40                |                         |
| Keterangan           | Seragam             |                         |

Lanjut.....

Tabel B.2. Keceragaman Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(lanjutan)

| Uji Keceragaman Data |                  |                                                                |
|----------------------|------------------|----------------------------------------------------------------|
| Deskripsi            |                  | Diagram Uji Keceragaman                                        |
| SK                   | <i>Burrytory</i> | <p>Uji Keceragaman WS Elemen Kerja 3.1 SK <i>Burrytory</i></p> |
| Elemen Kerja         | 3.1              |                                                                |
| $\sigma$             | 0,787            |                                                                |
| CL                   | 51,32            |                                                                |
| UCL                  | 52,86            |                                                                |
| LCL                  | 49,09            |                                                                |
| Keterangan           | Seragam          |                                                                |
| SK                   | <i>Burrytory</i> | <p>Uji Keceragaman WS Elemen Kerja 3.2 SK <i>Burrytory</i></p> |
| Elemen Kerja         | 3.2              |                                                                |
| $\sigma$             | 0,806            |                                                                |
| CL                   | 30,2             |                                                                |
| UCL                  | 31,08            |                                                                |
| LCL                  | 27,62            |                                                                |
| Keterangan           | Seragam          |                                                                |
| SK                   | <i>Burrytory</i> | <p>Uji Keceragaman WS Elemen Kerja 3.3 SK <i>Burrytory</i></p> |
| Elemen Kerja         | 3.3              |                                                                |
| $\sigma$             | 0,862            |                                                                |
| CL                   | 30,19            |                                                                |
| UCL                  | 31,88            |                                                                |
| LCL                  | 27,49            |                                                                |
| Keterangan           | Seragam          |                                                                |
| SK                   | <i>Burrytory</i> | <p>Uji Keceragaman WS Elemen Kerja 3.4 SK <i>Burrytory</i></p> |
| Elemen Kerja         | 3.4              |                                                                |
| $\sigma$             | 0,726            |                                                                |
| CL                   | 50,29            |                                                                |
| UCL                  | 51,01            |                                                                |
| LCL                  | 48,87            |                                                                |
| Keterangan           | Seragam          |                                                                |

Lanjut.....

Tabel B.2. Keceragaman Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(lanjutan)

| Uji Keceragaman Data |                  |                         |
|----------------------|------------------|-------------------------|
| Deskripsi            |                  | Diagram Uji Keceragaman |
| SK                   | <i>Burrytory</i> |                         |
| Elemen Kerja         | 3.5              |                         |
| $\sigma$             | 1,184            |                         |
| CL                   | 49,67            |                         |
| UCL                  | 51,99            |                         |
| LCL                  | 47,35            |                         |
| Keterangan           | Seragam          |                         |
| SK                   | <i>Burrytory</i> |                         |
| Elemen Kerja         | 3.6              |                         |
| $\sigma$             | 0,936            |                         |
| CL                   | 61,18            |                         |
| UCL                  | 63,69            |                         |
| LCL                  | 59,66            |                         |
| Keterangan           | Seragam          |                         |
| SK                   | <i>Burrytory</i> |                         |
| Elemen Kerja         | 4                |                         |
| $\sigma$             | 0,214            |                         |
| CL                   | 4,23             |                         |
| UCL                  | 4,65             |                         |
| LCL                  | 3,81             |                         |
| Keterangan           | Seragam          |                         |
| SK                   | <i>Burrytory</i> |                         |
| Elemen Kerja         | 5                |                         |
| $\sigma$             | 0,232            |                         |
| CL                   | 5,14             |                         |
| UCL                  | 5,59             |                         |
| LCL                  | 4,68             |                         |
| Keterangan           | Seragam          |                         |

Lanjut.....

Tabel B.2. Keceragaman Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(lanjutan)

| Uji Keceragaman Data |                  |                         |
|----------------------|------------------|-------------------------|
| Deskripsi            |                  | Diagram Uji Keceragaman |
| SK                   | <i>Burrytory</i> |                         |
| Elemen Kerja         | 6                |                         |
| $\sigma$             | 0,111            |                         |
| CL                   | 3,23             |                         |
| UCL                  | 3,51             |                         |
| LCL                  | 3,01             |                         |
| Keterangan           | Seragam          |                         |
| SK                   | <i>Burrytory</i> |                         |
| Elemen Kerja         | 7.1              |                         |
| $\sigma$             | 0,861            |                         |
| CL                   | 30,92            |                         |
| UCL                  | 32,61            |                         |
| LCL                  | 29,23            |                         |
| Keterangan           | Seragam          |                         |
| SK                   | <i>Burrytory</i> |                         |
| Elemen Kerja         | 7.2              |                         |
| $\sigma$             | 0,638            |                         |
| CL                   | 15,06            |                         |
| UCL                  | 16,31            |                         |
| LCL                  | 13,81            |                         |
| Keterangan           | Seragam          |                         |
| SK                   | <i>Burrytory</i> |                         |
| Elemen Kerja         | 7.3              |                         |
| $\sigma$             | 0,633            |                         |
| CL                   | 15,37            |                         |
| UCL                  | 16,61            |                         |
| LCL                  | 14,13            |                         |
| Keterangan           | Seragam          |                         |

Lanjut.....

Tabel B.2. Keceragaman Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(lanjutan)

| Uji Keceragaman Data |                  |                                                                |
|----------------------|------------------|----------------------------------------------------------------|
| Deskripsi            |                  | Diagram Uji Keceragaman                                        |
| SK                   | <i>Burrytory</i> | <p>Uji Keceragaman WS Elemen Kerja 7.4 SK <i>Burrytory</i></p> |
| Elemen Kerja         | 7.4              |                                                                |
| $\sigma$             | 0,708            |                                                                |
| CL                   | 19,94            |                                                                |
| UCL                  | 21,33            |                                                                |
| LCL                  | 18,55            |                                                                |
| Keterangan           | Seragam          |                                                                |
| SK                   | <i>Burrytory</i> | <p>Uji Keceragaman WS Elemen Kerja 7.5 SK <i>Burrytory</i></p> |
| Elemen Kerja         | 7.5              |                                                                |
| $\sigma$             | 0,707            |                                                                |
| CL                   | 20,26            |                                                                |
| UCL                  | 22,07            |                                                                |
| LCL                  | 18,88            |                                                                |
| Keterangan           | Seragam          |                                                                |
| SK                   | <i>Burrytory</i> | <p>Uji Keceragaman WS Elemen Kerja 7.6 SK <i>Burrytory</i></p> |
| Elemen Kerja         | 7.6              |                                                                |
| $\sigma$             | 0,698            |                                                                |
| CL                   | 30,89            |                                                                |
| UCL                  | 32,26            |                                                                |
| LCL                  | 29,53            |                                                                |
| Keterangan           | Seragam          |                                                                |
| SK                   | <i>Burrytory</i> | <p>Uji Keceragaman WS Elemen Kerja 8 SK <i>Burrytory</i></p>   |
| Elemen Kerja         | 8                |                                                                |
| $\sigma$             | 0,185            |                                                                |
| CL                   | 5,04             |                                                                |
| UCL                  | 5,39             |                                                                |
| LCL                  | 4,67             |                                                                |
| Keterangan           | Seragam          |                                                                |

Lanjut.....

Tabel B.2. Keceragaman Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(lanjutan)

| Uji Keceragaman Data |                  |                         |
|----------------------|------------------|-------------------------|
| Deskripsi            |                  | Diagram Uji Keceragaman |
| SK                   | <i>Burrytory</i> |                         |
| Elemen Kerja         | 9                |                         |
| $\sigma$             | 0,074            |                         |
| CL                   | 3,10             |                         |
| UCL                  | 3,34             |                         |
| LCL                  | 2,95             |                         |
| Keterangan           | Seragam          |                         |
| SK                   | <i>Burrytory</i> |                         |
| Elemen Kerja         | 10.1             |                         |
| $\sigma$             | 0,656            |                         |
| CL                   | 12,29            |                         |
| UCL                  | 13,57            |                         |
| LCL                  | 11,00            |                         |
| Keterangan           | Seragam          |                         |
| SK                   | <i>Burrytory</i> |                         |
| Elemen Kerja         | 10.2             |                         |
| $\sigma$             | 0,549            |                         |
| CL                   | 14,79            |                         |
| UCL                  | 15,89            |                         |
| LCL                  | 13,72            |                         |
| Keterangan           | Seragam          |                         |
| SK                   | <i>Burrytory</i> |                         |
| Elemen Kerja         | 10.3             |                         |
| $\sigma$             | 0,408            |                         |
| CL                   | 15,4             |                         |
| UCL                  | 16,20            |                         |
| LCL                  | 14,60            |                         |
| Keterangan           | Seragam          |                         |

Lanjut.....

Tabel B.2. Keceragaman Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(lanjutan)

| Uji Keceragaman Data |                  |                                                                 |
|----------------------|------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Deskripsi            |                  | Diagram Uji Keceragaman                                         |
| SK                   | <i>Burrytory</i> | <p>Uji Keceragaman WS Elemen Kerja 10.4 SK <i>Burrytory</i></p> |
| Elemen Kerja         | 10.4             |                                                                 |
| $\sigma$             | 0,479            |                                                                 |
| CL                   | 16,21            |                                                                 |
| UCL                  | 17,15            |                                                                 |
| LCL                  | 15,27            |                                                                 |
| Keterangan           | Seragam          |                                                                 |
| SK                   | <i>Burrytory</i> | <p>Uji Keceragaman WS Elemen Kerja 10.5 SK <i>Burrytory</i></p> |
| Elemen Kerja         | 10.5             |                                                                 |
| $\sigma$             | 0,376            |                                                                 |
| CL                   | 15,96            |                                                                 |
| UCL                  | 16,69            |                                                                 |
| LCL                  | 15,22            |                                                                 |
| Keterangan           | Seragam          |                                                                 |
| SK                   | <i>Burrytory</i> | <p>Uji Keceragaman WS Elemen Kerja 10.6 SK <i>Burrytory</i></p> |
| Elemen Kerja         | 10.6             |                                                                 |
| $\sigma$             | 0,477            |                                                                 |
| CL                   | 21,92            |                                                                 |
| UCL                  | 22,85            |                                                                 |
| LCL                  | 20,99            |                                                                 |
| Keterangan           | Seragam          |                                                                 |
| SK                   | <i>Burrytory</i> | <p>Uji Keceragaman WS Elemen Kerja 11.1 SK <i>Burrytory</i></p> |
| Elemen Kerja         | 11.1             |                                                                 |
| $\sigma$             | 0,349            |                                                                 |
| CL                   | 11,32            |                                                                 |
| UCL                  | 12,00            |                                                                 |
| LCL                  | 10,63            |                                                                 |
| Keterangan           | Seragam          |                                                                 |

Lanjut.....

Tabel B.2. Keceragaman Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(lanjutan)

| Uji Keceragaman Data |                  |                         |
|----------------------|------------------|-------------------------|
| Deskripsi            |                  | Diagram Uji Keceragaman |
| SK                   | <i>Burrytory</i> |                         |
| Elemen Kerja         | 11.2             |                         |
| $\sigma$             | 0,419            |                         |
| CL                   | 11,97            |                         |
| UCL                  | 13,02            |                         |
| LCL                  | 11,14            |                         |
| Keterangan           | Seragam          |                         |
| SK                   | <i>Burrytory</i> |                         |
| Elemen Kerja         | 11.3             |                         |
| $\sigma$             | 0,581            |                         |
| CL                   | 14,42            |                         |
| UCL                  | 15,56            |                         |
| LCL                  | 13,28            |                         |
| Keterangan           | Seragam          |                         |
| SK                   | <i>Burrytory</i> |                         |
| Elemen Kerja         | 11.4             |                         |
| $\sigma$             | 0,599            |                         |
| CL                   | 15,61            |                         |
| UCL                  | 16,78            |                         |
| LCL                  | 14,43            |                         |
| Keterangan           | Seragam          |                         |
| SK                   | <i>Burrytory</i> |                         |
| Elemen Kerja         | 11.5             |                         |
| $\sigma$             | 0,475            |                         |
| CL                   | 11,42            |                         |
| UCL                  | 12,35            |                         |
| LCL                  | 10,49            |                         |
| Keterangan           | Seragam          |                         |

Lanjut.....

Tabel B.2. Keceragaman Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(lanjutan)

| Uji Keceragaman Data |                      |                         |
|----------------------|----------------------|-------------------------|
| Deskripsi            |                      | Diagram Uji Keceragaman |
| SK                   | <i>Burrtory</i>      |                         |
| Elemen Kerja         | 11.6                 |                         |
| $\sigma$             | 0,442                |                         |
| CL                   | 15,39                |                         |
| UCL                  | 16,25                |                         |
| LCL                  | 14,52                |                         |
| Keterangan           | Seragam              |                         |
| SK                   | <i>Burrtory</i>      |                         |
| Elemen Kerja         | 12                   |                         |
| $\sigma$             | 0,193                |                         |
| CL                   | 4,56                 |                         |
| UCL                  | 4,94                 |                         |
| LCL                  | 4,18                 |                         |
| Keterangan           | Seragam              |                         |
| SK                   | <i>Sand Blasting</i> |                         |
| Elemen Kerja         | 1                    |                         |
| $\sigma$             | 0,116                |                         |
| CL                   | 2,94                 |                         |
| UCL                  | 3,31                 |                         |
| LCL                  | 2,71                 |                         |
| Keterangan           | Seragam              |                         |
| SK                   | <i>Sand Blasting</i> |                         |
| Elemen Kerja         | 2.1                  |                         |
| $\sigma$             | 0,532                |                         |
| CL                   | 20,60                |                         |
| UCL                  | 21,96                |                         |
| LCL                  | 19,55                |                         |
| Keterangan           | Seragam              |                         |

Lanjut.....

Tabel B.2. Keceragaman Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(lanjutan)

| Uji Keceragaman Data |                      |                         |
|----------------------|----------------------|-------------------------|
| Deskripsi            |                      | Diagram Uji Keceragaman |
| SK                   | <i>Sand Blasting</i> |                         |
| Elemen Kerja         | 2.2                  |                         |
| $\sigma$             | 0,498                |                         |
| CL                   | 20,55                |                         |
| UCL                  | 21,53                |                         |
| LCL                  | 19,57                |                         |
| Keterangan           | Seragam              |                         |
| SK                   | <i>Sand Blasting</i> |                         |
| Elemen Kerja         | 2.3                  |                         |
| $\sigma$             | 0,489                |                         |
| CL                   | 19,82                |                         |
| UCL                  | 20,97                |                         |
| LCL                  | 18,85                |                         |
| Keterangan           | Seragam              |                         |
| SK                   | <i>Sand Blasting</i> |                         |
| Elemen Kerja         | 2.4                  |                         |
| $\sigma$             | 0,957                |                         |
| CL                   | 60,85                |                         |
| UCL                  | 62,73                |                         |
| LCL                  | 58,97                |                         |
| Keterangan           | Seragam              |                         |
| SK                   | <i>Sand Blasting</i> |                         |
| Elemen Kerja         | 2.5                  |                         |
| $\sigma$             | 1,476                |                         |
| CL                   | 57,69                |                         |
| UCL                  | 60,59                |                         |
| LCL                  | 54,80                |                         |
| Keterangan           | Seragam              |                         |

Lanjut.....

Tabel B.2. Keceragaman Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(lanjutan)

| Uji Keceragaman Data |                      |                         |
|----------------------|----------------------|-------------------------|
| Deskripsi            |                      | Diagram Uji Keceragaman |
| SK                   | <i>Sand Blasting</i> |                         |
| Elemen Kerja         | 2.6                  |                         |
| $\sigma$             | 0,997                |                         |
| CL                   | 69,68                |                         |
| UCL                  | 71,63                |                         |
| LCL                  | 67,72                |                         |
| Keterangan           | Seragam              |                         |
| SK                   | <i>Sand Blasting</i> |                         |
| Elemen Kerja         | 3                    |                         |
| $\sigma$             | 0,178                |                         |
| CL                   | 4,82                 |                         |
| UCL                  | 5,16                 |                         |
| LCL                  | 4,47                 |                         |
| Keterangan           | Seragam              |                         |
| SK                   | <i>Machining</i>     |                         |
| Elemen Kerja         | 1                    |                         |
| $\sigma$             | 0,214                |                         |
| CL                   | 5,97                 |                         |
| UCL                  | 6,51                 |                         |
| LCL                  | 5,63                 |                         |
| Keterangan           | Seragam              |                         |
| SK                   | <i>Machining</i>     |                         |
| Elemen Kerja         | 2                    |                         |
| $\sigma$             | 0,172                |                         |
| CL                   | 8,08                 |                         |
| UCL                  | 8,49                 |                         |
| LCL                  | 7,51                 |                         |
| Keterangan           | Seragam              |                         |

Lanjut.....

Tabel B.2. Keceragaman Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(lanjutan)

| Uji Keceragaman Data |                  |                         |
|----------------------|------------------|-------------------------|
| Deskripsi            |                  | Diagram Uji Keceragaman |
| SK                   | <i>Machining</i> |                         |
| Elemen Kerja         | 3                |                         |
| $\sigma$             | 0,139            |                         |
| CL                   | 2,97             |                         |
| UCL                  | 3,25             |                         |
| LCL                  | 2,70             |                         |
| Keterangan           | Seragam          |                         |
| SK                   | <i>Machining</i> |                         |
| Elemen Kerja         | 4                |                         |
| $\sigma$             | 0,215            |                         |
| CL                   | 8,31             |                         |
| UCL                  | 8,74             |                         |
| LCL                  | 7,89             |                         |
| Keterangan           | Seragam          |                         |
| SK                   | <i>Machining</i> |                         |
| Elemen Kerja         | 5                |                         |
| $\sigma$             | 0,220            |                         |
| CL                   | 4,67             |                         |
| UCL                  | 5,10             |                         |
| LCL                  | 4,24             |                         |
| Keterangan           | Seragam          |                         |
| SK                   | <i>Machining</i> |                         |
| Elemen Kerja         | 6                |                         |
| $\sigma$             | 0,172            |                         |
| CL                   | 4,94             |                         |
| UCL                  | 5,28             |                         |
| LCL                  | 4,60             |                         |
| Keterangan           | Seragam          |                         |

Lanjut.....

Tabel B.2. Keceragaman Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(lanjutan)

| Deskripsi    |                  |
|--------------|------------------|
| SK           | <i>Machining</i> |
| Elemen Kerja | 8                |
| $\sigma$     | 0,118            |
| CL           | 2,96             |
| UCL          | 3,39             |
| LCL          | 2,66             |
| Keterangan   | Seragam          |

| Deskripsi    |                  |
|--------------|------------------|
| SK           | <i>Machining</i> |
| Elemen Kerja | 9                |
| $\sigma$     | 0,263            |
| CL           | 6,87             |
| UCL          | 7,54             |
| LCL          | 6,35             |
| Keterangan   | Seragam          |

(Sumber: Pengolahan Data, 2017)

Uji kecukupan data pada masing-masing elemen kerja di setiap stasiun kerja adalah sebagai berikut ::

Tabel B.3 Kecukupan Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja

| Elemen Kerja 1 SK <i>Casting</i>                                                                                                                                   | Elemen Kerja 2 SK <i>Casting</i>                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(873,16) - (160,80)^2}}{160,80} \right]^2$ $N' = 20,92$ | $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(1.746,52) - (228,20)^2}}{228,20} \right]^2$ $N' = 9,84$  |
| Elemen Kerja 3 SK <i>Casting</i>                                                                                                                                   | Elemen Kerja 4 SK <i>Casting</i>                                                                                                                                     |
| $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(827,80) - (156,40)^2}}{156,40} \right]^2$ $N' = 24,40$ | $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(1.150,43) - (181,10)^2}}{181,10} \right]^2$ $N' = 17,84$ |
| Elemen Kerja 5 SK <i>Casting</i>                                                                                                                                   | Elemen Kerja 6 SK <i>Casting</i>                                                                                                                                     |
| $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(493,53) - (121,30)^2}}{121,30} \right]^2$ $N' = 10,03$ | $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(1.010,32) - (173,40)^2}}{173,40} \right]^2$ $N' = 12,88$ |

Lanjut....

Tabel B.3 Kecukupan Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(Lanjutan)

| Elemen Kerja 7 SK <i>Casting</i>                                                                                                                                         | Elemen Kerja 9 SK <i>Casting</i>                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(2.447,48) - (270,80)^2}}{270,80} \right]^2$ $N' = 2,00$      | $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(3.195,77) - (308,90)^2}}{308,90} \right]^2$ $N' = 7,61$       |
| Elemen Kerja 10 SK <i>Casting</i>                                                                                                                                        | Elemen Kerja 1 SK <i>Hammer</i>                                                                                                                                           |
| $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(561,12) - (128,60)^2}}{128,60} \right]^2$ $N' = 28,60$       | $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(496,30) - (121,60)^2}}{121,60} \right]^2$ $N' = 11,08$        |
| Elemen Kerja 2.1 SK <i>Hammer</i>                                                                                                                                        | Elemen Kerja 2.2 SK <i>Hammer</i>                                                                                                                                         |
| $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(75.490,56) - (1.502,40)^2}}{1.502,40} \right]^2$ $N' = 5,32$ | $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(442.646,74) - (3.639,00)^2}}{3.639,00} \right]^2$ $N' = 4,48$ |

Lanjut...

Tabel B.3 Kecukupan Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(Lanjutan)

| Elemen Kerja 2.3 SK <i>Hammer</i>                                                                                                                                         | Elemen Kerja 2.4 SK <i>Hammer</i>                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(250.101,27) - (2.736,70)^2}}{2.736,70} \right]^2$ $N' = 2,89$ | $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(103.814,25) - (1.762,70)^2}}{1.762,70} \right]^2$ $N' = 3,77$ |
| Elemen Kerja 2.5 SK <i>Hammer</i>                                                                                                                                         | Elemen Kerja 2.6 SK <i>Hammer</i>                                                                                                                                         |
| $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(104.714,44) - (1.770,20)^2}}{1.770,20} \right]^2$ $N' = 3,99$ | $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(447.170,94) - (3.660,20)^2}}{3.660,20} \right]^2$ $N' = 2,16$ |
| Elemen Kerja 3 SK <i>Hammer</i>                                                                                                                                           | Elemen Kerja 1 SK <i>Cutting Gate</i>                                                                                                                                     |
| $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(947,11) - (167,90)^2}}{167,90} \right]^2$ $N' = 12,65$        | $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(311,55) - (95,90)^2}}{95,90} \right]^2$ $N' = 26,04$          |

Lanjut...

Tabel B.3 Kecukupan Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(Lanjutan)

| Elemen Kerja 2.1 SK <i>Cutting Gate</i>                                                                                                                                   | Elemen Kerja 2.2 SK <i>Cutting Gate</i>                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(10.583,80) - (563,00)^2}}{563,00} \right]^2$ $N' = 2,75$      | $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(76.709,15) - (1.513,50)^2}}{1.513,50} \right]^2$ $N' = 7,40$  |
| Elemen Kerja 2.3 SK <i>Cutting Gate</i>                                                                                                                                   | Elemen Kerja 2.4 SK <i>Cutting Gate</i>                                                                                                                                   |
| $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(28.144,22) - (917,40)^2}}{917,40} \right]^2$ $N' = 5,14$      | $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(245.279,20) - (2.710,00)^2}}{2.710,00} \right]^2$ $N' = 3,11$ |
| Elemen Kerja 2.5 SK <i>Cutting Gate</i>                                                                                                                                   | Elemen Kerja 2.6 SK <i>Cutting Gate</i>                                                                                                                                   |
| $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(248.798,66) - (2.729,60)^2}}{2.729,60} \right]^2$ $N' = 2,84$ | $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(446.254,44) - (3.656,20)^2}}{3.656,20} \right]^2$ $N' = 2,37$ |

Lanjut...

Tabel B.3 Kecukupan Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(Lanjutan)

| Elemen Kerja 3 SK <i>Cutting Gate</i>                                                                                                                                | Elemen Kerja 1 SK <i>Burrtory</i>                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(810,19) - (154,90)^2}}{154,90} \right]^2$ $N' = 20,78$   | $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(323,40) - (98,00)^2}}{98,00} \right]^2$ $N' = 16,33$         |
| Elemen Kerja 2 SK <i>Burrtory</i>                                                                                                                                    | Elemen Kerja 3.1 SK <i>Burrtory</i>                                                                                                                                      |
| $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(2.319,06) - (263,40)^2}}{263,40} \right]^2$ $N' = 4,43$  | $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(79.120,04) - (1.539,60)^2}}{1.539,60} \right]^2$ $N' = 2,18$ |
| Elemen Kerja 3.2 SK <i>Burrtory</i>                                                                                                                                  | Elemen Kerja 3.3 SK <i>Burrtory</i>                                                                                                                                      |
| $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(27.474,14) - (906,00)^2}}{906,00} \right]^2$ $N' = 6,60$ | $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(27.472,51) - (905,70)^2}}{905,70} \right]^2$ $N' = 7,57$     |

Lanjut...

Tabel B.3 Kecukupan Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(Lanjutan)

| Elemen Kerja 3.4 SK <i>Burrytory</i>                                                                                                                                      | Elemen Kerja 3.5 SK <i>Burrytory</i>                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(75,964,35) - (1.508,70)^2}}{1.508,70} \right]^2$ $N' = 1,94$  | $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(74.267,28) - (1.490,20)^2}}{1.490,20} \right]^2$ $N' = 5,28$ |
| Elemen Kerja 3.6 SK <i>Burrytory</i>                                                                                                                                      | Elemen Kerja 4 SK <i>Burrytory</i>                                                                                                                                       |
| $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(112.430,29) - (1.835,30)^2}}{1.835,30} \right]^2$ $N' = 2,18$ | $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(544,79) - (126,90)^2}}{126,90} \right]^2$ $N' = 23,85$       |
| Elemen Kerja 5 SK <i>Burrytory</i>                                                                                                                                        | Elemen Kerja 6 SK <i>Burrytory</i>                                                                                                                                       |
| $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(800,95) - (154,10)^2}}{154,10} \right]^2$ $N' = 18,98$        | $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(315,13) - (96,90)^2}}{96,90} \right]^2$ $N' = 10,96$         |

Lanjut...

Tabel B.3 Kecukupan Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(Lanjutan)

| Elemen Kerja 7.1 SK <i>Burrytory</i>                                                                                                                                  | Elemen Kerja 7.2 SK <i>Burrytory</i>                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(28.816,57) - (927,70)^2}}{927,70} \right]^2$ $N' = 7,19$  | $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(6.874,92) - (451,80)^2}}{451,80} \right]^2$ $N' = 16,65$  |
| Elemen Kerja 7.3 SK <i>Burrytory</i>                                                                                                                                  | Elemen Kerja 7.4 SK <i>Burrytory</i>                                                                                                                                  |
| $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(7.156,91) - (461,10)^2}}{461,10} \right]^2$ $N' = 15,76$  | $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(12.015,50) - (598,20)^2}}{598,20} \right]^2$ $N' = 11,72$ |
| Elemen Kerja 7.5 SK <i>Burrytory</i>                                                                                                                                  | Elemen Kerja 7.6 SK <i>Burrytory</i>                                                                                                                                  |
| $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(12.404,95) - (607,90)^2}}{607,90} \right]^2$ $N' = 11,28$ | $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(28.716,68) - (926,8)^2}}{926,8} \right]^2$ $N' = 4,74$    |

Lanjut...

Tabel B.3 Kecukupan Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(Lanjutan)

| Elemen Kerja 8 SK <i>Burrtory</i>                                                                                                                                    | Elemen Kerja 9 SK <i>Burrtory</i>                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(766,99) - (151,10)^2}}{151,10} \right]^2$ $N' = 12,51$   | $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(288,63) - (92,90)^2}}{92,90} \right]^2$ $N' = 5,28$      |
| Elemen Kerja 10.1 SK <i>Burrtory</i>                                                                                                                                 | Elemen Kerja 10.2 SK <i>Burrtory</i>                                                                                                                                 |
| $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(4.603,76) - (368,60)^2}}{368,60} \right]^2$ $N' = 26,46$ | $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(6.620,81) - (443,90)^2}}{443,90} \right]^2$ $N' = 12,81$ |
| Elemen Kerja 10.3 SK <i>Burrtory</i>                                                                                                                                 | Elemen Kerja 10.4 SK <i>Burrtory</i>                                                                                                                                 |
| $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(7.146,79) - (462,10)^2}}{462,10} \right]^2$ $N' = 6,50$  | $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(7.919,74) - (486,20)^2}}{486,20} \right]^2$ $N' = 8,13$  |

Lanjut...

Tabel B.3 Kecukupan Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(Lanjutan)

| Elemen Kerja 10.5 SK <i>Burrytory</i>                                                                                                                                | Elemen Kerja 10.6 SK <i>Burrytory</i>                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(7.666,22) - (478,80)^2}}{478,80} \right]^2$ $N' = 5,14$  | $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(14.458,51) - (657,70)^2}}{657,70} \right]^2$ $N' = 4,39$ |
| Elemen Kerja 11.1 SK <i>Burrytory</i>                                                                                                                                | Elemen Kerja 11.2 SK <i>Burrytory</i>                                                                                                                                |
| $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(3.863,29) - (339,50)^2}}{339,50} \right]^2$ $N' = 8,86$  | $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(4.326,62) - (359,00)^2}}{359,00} \right]^2$ $N' = 11,39$ |
| Elemen Kerja 11.3 SK <i>Burrytory</i>                                                                                                                                | Elemen Kerja 11.4 SK <i>Burrytory</i>                                                                                                                                |
| $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(6.299,79) - (432,70)^2}}{432,70} \right]^2$ $N' = 15,08$ | $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(7.372,77) - (468,30)^2}}{468,30} \right]^2$ $N' = 13,70$ |

Lanjut...

Tabel B.3 Kecukupan Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(Lanjutan)

| Elemen Kerja 11.5 SK <i>Burrrytory</i>                                                                                                                               | Elemen Kerja 11.6 SK <i>Burrrytory</i>                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(3.951,76) - (342,60)^2}}{342,60} \right]^2$ $N' = 16,06$ | $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(7.139,65) - (461,70)^2}}{461,70} \right]^2$ $N' = 7,68$  |
| Elemen Kerja 12 SK <i>Burrrytory</i>                                                                                                                                 | Elemen Kerja 1 SK <i>Sand Blasting</i>                                                                                                                               |
| $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(631,25) - (136,90)^2}}{136,90} \right]^2$ $N' = 16,72$   | $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(261,66) - (88,20)^2}}{88,20} \right]^2$ $N' = 14,51$     |
| Elemen Kerja 2.1 SK <i>Sand Blasting</i>                                                                                                                             | Elemen Kerja 2.2 SK <i>Sand Blasting</i>                                                                                                                             |
| $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(12.775,93) - (617,90)^2}}{617,90} \right]^2$ $N' = 6,19$ | $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(12.712,27) - (616,50)^2}}{616,50} \right]^2$ $N' = 5,46$ |

Lanjut...

Tabel B.3 Kecukupan Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(Lanjutan)

| Elemen Kerja 2.3 SK <i>Sand Blasting</i>                                                                                                                                  | Elemen Kerja 2.4 SK <i>Sand Blasting</i>                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(11.822,69) - (594,50)^2}}{594,50} \right]^2$ $N' = 5,66$      | $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(111.241,05) - (1.825,50)^2}}{1.825,50} \right]^2$ $N' = 2,30$ |
| Elemen Kerja 2.5 SK <i>Sand Blasting</i>                                                                                                                                  | Elemen Kerja 2.6 SK <i>Sand Blasting</i>                                                                                                                                  |
| $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(100.234,50) - (1.730,80)^2}}{1.730,80} \right]^2$ $N' = 6,07$ | $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(145.832,16) - (2.090,40)^2}}{2.090,40} \right]^2$ $N' = 1,90$ |
| Elemen Kerja 3 SK <i>Sand Blasting</i>                                                                                                                                    | Elemen Kerja 1 SK <i>Machining</i>                                                                                                                                        |
| $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(701,57) - (144,50)^2}}{144,50} \right]^2$ $N' = 12,79$        | $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(1.076,00) - (179,00)^2}}{179,00} \right]^2$ $N' = 11,93$      |

Lanjut...

Tabel B.3 Kecukupan Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(Lanjutan)

| Elemen Kerja 2 SK <i>Machining</i>                                                                                                                                  | Elemen Kerja 3 SK <i>Machining</i>                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(1.962,15) - (242,30)^2}}{242,30} \right]^2$ $N' = 4,23$ | $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(268,58) - (89,20)^2}}{89,20} \right]^2$ $N' = 20,26$   |
| Elemen Kerja 4 SK <i>Machining</i>                                                                                                                                  | Elemen Kerja 5 SK <i>Machining</i>                                                                                                                                 |
| $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(2.081,42) - (249,40)^2}}{249,40} \right]^2$ $N' = 6,23$ | $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(663,64) - (140,20)^2}}{140,20} \right]^2$ $N' = 20,61$ |
| Elemen Kerja 6 SK <i>Machining</i>                                                                                                                                  | Elemen Kerja 8 SK <i>Machining</i>                                                                                                                                 |
| $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(738,29) - (148,30)^2}}{148,30} \right]^2$ $N' = 11,34$  | $N' = \left[ \frac{40\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ $N' = \left[ \frac{40\sqrt{30(265,85) - (88,90)^2}}{88,90} \right]^2$ $N' = 14,64$   |

Lanjut...

Tabel B.3 Kecukupan Data Semua Elemen Kerja di Setiap Stasiun Kerja  
(Lanjutan)

| Elemen Kerja 9 SK <i>Machining</i>                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------|
| $N' = \left[ \frac{40 \sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$ |
| $N' = \left[ \frac{40 \sqrt{30(1.427,99) - (206,10)^2}}{206,10} \right]^2$     |
| $N' = 13,65$                                                                   |

(Sumber: Pengolahan Data, 2017)