

**PENINGKATAN EFISIENSI *SUB ASSY COVER L CRANK CASE* DAN
SUB ASSY CYLINDER HEAD PADA *LINE B ASSEMBLY ENGINE*
DENGAN METODE *YAMAZUMI CHART* DI PT ASTRA HONDA MOTOR**

TUGAS AKHIR

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

Disusun Oleh :

NAMA : RATNA DAFITRI

NIM : 1113038



**POLITEKNIK STMI JAKARTA
d.h. SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INDUSTRI
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI
2018**

POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI

TANDA PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING

JUDUL TUGAS AKHIR:

*PENINGKATAN EFISIENSI SUB ASSY COVER L CRANK CASE DAN SUB
ASSY CYLINDER HEAD PADA LINE B ASSEMBLY ENGINE DENGAN
METODE YAMAZUMI CHART DI PT ASTRA HONDA MOTOR*

DISUSUN OLEH :

NAMA : RATNA DAFITRI
NIM : 1113038
PROGRAM STUDI : TEKNIK INDUSTRI OTOMOTIF

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

Jakarta, 15 Agustus 2018

Dosen Pembimbing

Indah Kurnia Mahasih Lianny, S.T. M.T

(NIP : 19770803.200112.2.001)

POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI

LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL TUGAS AKHIR:

PENINGKATAN EFISIENSI *SUB ASSY COVER L CRANK CASE* DAN *SUB ASSY CYLINDER HEAD* PADA *LINE B ASSEMBLY ENGINE* DENGAN METODE *YAMAZUMI CHART* DI PT ASTRA HONDA MOTOR

DISUSUN OLEH:

NAMA : RATNA DAFITRI
NIM : 1113038
PROGRAM STUDI : TEKNIK INDUSTRI OTOMOTIF

Telah diuji oleh Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Politeknik STMI Jakarta pada Jam 10.00 WIB s.d 12.00 WIB Tanggal 03 September 2018

Jakarta, 03 September 2018

Dosen Penguji 1

Dosen Penguji 2

Dr Huwae Elias Paulus, M.Sc., M.M
19551009.198203.1.002

Indah Kurnia Mahasih Lianny, S.T., M.T
19770803.200112.2.001

Dosen Penguji 3

Dosen Penguji 4

Juhari Mas'udi, M.Sc., M.M
19540410.198203.1.001

Taswir Syahfoeddin, S.MI., Msi
19541226.198903.1.001

LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ratna Dafitri

NIM : 1113038

Berstatus sebagai mahasiswa Program Studi Teknik Industri Otomotif Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian RI, dengan ini menyatakan bahwa hasil karya Tugas Akhir yang telah saya buat dengan judul “Peningkatan Efisiensi *Sub Assy Cover L Crank Case Dan Sub Assy Cylinder Head Pada Line B Assembly Engine Dengan Metode Yamazumi Chart* Di PT Astra Honda Motor”

- Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan literatur hasil kuliah, survei lapangan, asistensi dengan dosen pembimbing maupun asisten dosen pembimbing, serta buku-buku maupun jurnal-jurnal ilmiah yang menjadi bahan acuan yang tertera dalam referensi karya Tugas Akhir ini.
- Bukan merupakan hasil duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang 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 di atas, maka saya bersedia menerima sanksi atas apa yang telah saya lakukan dengan peraturan yang berlaku.

Jakarta, 15 Agustus 2018
Yang Membuat Pernyataan

Ratna Dafitri

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tugas akhir ini dengan judul, “Peningkatan Efisiensi *Sub Assy Cover L Crank Case Dan Sub Assy Cylinder Head* Pada *Line B Assembly Engine* Dengan Metode *Yamazumi Chart* Di PT Astra Honda Motor”. Tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih yang tak terkira kepada kedua orang tua, Ibu Sunarmi dan Alm Bapak Dafrizal yang tak henti-hentinya berdoa dan memotivasi untuk kemudahan dan kelancaran dalam penyusunan karya tugas akhir ini.

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

Pada kesempatan ini penulis ingin mempersembahkan rasa terima kasih yang mendalam dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian karya tugas akhir ini. Ucapan terimakasih penulis persembahkan terutama kepada:

1. Bapak Dr. Mustofa, ST. MT selaku Direktur Politeknik STMI Jakarta
2. Bapak Dr. Ridzky Kramanandita, S. Kom. MT selaku Pembantu Direktur I Politeknik STMI Jakarta
3. Bapak Muhammad Agus, ST. MT selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Otomotif.
4. Ibu Indah Kurnia Mahasih Lianny, ST. MT selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir, yang telah membimbing, meluangkan waktu dan tenaga untuk memberikan petunjuk serta saran-saran dalam menyelesaikan karya tugas akhir.
5. Bapak Prasetyo Bakti N. selaku Kepala Departemen Produksi PT Astra Honda Motor *Plant I Sunter*.

6. Bapak Sudarya Suyatna selaku *Section Head* yang telah membimbing di *Assembly Engine*
7. Bapak Saiful selaku *Foreman* yang telah memberi motivasi kepada penulis di *Assembly Engine*
8. Bapak-Bapak *Checkman* dan *Quality* yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, tetapi tidak mengurangi rasa terimakasih karena telah mengajarkan banyak hal yang ada di *Assembly Engine*
9. Erlina Dafitri sebagai adik yang selalu mengingatkan saya untuk terus berjuang dan semangat membahagiakan Ibu.
10. Keluarga kedua saya yaitu Mimi Tona, Mama Kalbo, Mas Pudi, Si Kembar Inara dan Zahira, Teteh Wiwi, Abang Juju dan Sri
11. Para sahabat yaitu Nabila Ulfa Arih, Destiara Junita Sari dan Nabilla Nurjanah yang selalu memotivasi saya untuk lulus dan sukses bersama-sama.
12. Teman-teman di kampus Politeknik STMI Jakarta, khususnya untuk teman-teman di kelas TMI 1, 2, dan 3 angkatan 2013 serta pihak lainnya yang tidak dapat disebutkan satu persatu

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa karya tugas akhir ini jauh dari sempurna. Hal ini dikarenakan keterbatasan pengetahuan yang penulis miliki. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari berbagai pihak guna perbaikan dan penyempurnaan karya tugas akhir ini. Semoga karya tugas akhir ini dapat bermanfaat dan dapat menjadi sebuah pembelajaran penelitian berikutnya dari kampus Politeknik STMI Jakarta itu sendiri maupun di luar kampus.

Jakarta, 15 Agustus 2018

Penulis

ABSTRAK

PT Astra Honda Motor adalah salah satu perusahaan manufaktur bergerak dalam bidang otomotif yang memproduksi sepeda motor. Salah satu bagian yang terdapat pada PT Astra Honda Motor adalah *Line B Assembling Engine*. Pada *assembling engine* terdapat 2 *sub assy* yaitu *Sub Assy Cover L Crank Case* dan *Sub Assy Cylinder Head*. Berdasarkan hasil pengamatan awal, terdapat 5 stasiun kerja pada *Sub Assy Cover L Crank Case* dan 4 stasiun kerja pada *Sub Assy Cylinder Head* sehingga menyebabkan ketidakseimbangan lintasan pada kedua *sub assy*. Hal tersebut menyebabkan tingkat efisiensi lintasan yang rendah. Untuk melakukan penyeimbangan lintasan serta waktu yang optimal untuk masing-masing stasiun kerja maka kriteria perhitungan yang digunakan adalah waktu siklus, waktu normal dan waktu standar. Selanjutnya membuat *yamazumi chart* berdasarkan standar operasi kondisi awal. *Yamazumi chart* dapat menunjukkan waktu standar dan *takt time*, sehingga dapat digunakan untuk membantu melakukan perpindahan elemen kerja serta penyeimbangan lintasan. Elemen kerja yang dipindahkan tidak boleh melebihi *takt time* pada stasiun kerja yaitu sebesar 22 detik. Setelah menentukan elemen kerja mana saja yang dapat dipindah, maka selanjutnya dibuat *yamazumi chart* setelah perbaikan. Dari *yamazumi chart* setelah perbaikan, kemudian dapat dibuat standar operasi yang baru dengan menggabungkan beberapa elemen kerja dari masing-masing stasiun kerja. Perbaikan dengan *yamazumi chart* pada *Sub Assy Cover L Crank Case* dapat menghilangkan satu stasiun kerja, sehingga jumlah stasiun kerja pada *Sub Assy Cover L Crank Case* dan *Sub Assy Cylinder Head* sama yaitu 4 stasiun kerja. Setelah dilakukan perbaikan, efisiensi pada *Sub Assy Cover L Crank Case* sebesar 97,46% meningkat dari kondisi awal sebesar 85,48% dan efisiensi pada *Sub Assy Cylinder Head* sebesar 91,71% meningkat dari kondisi awal sebesar 83,88%.

Kata Kunci: Waktu Standar, Efisiensi, *Line Balancing*, *Yamazumi Chart*, Standar Operasi

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II.....	6
LANDASAN TEORI.....	6
2.1 Sistem Produksi	6
2.1.1 Definisi Sistem Produksi.....	6
2.1.2 Perancangan Sistem Produksi	15
2.2 Keseimbangan Lintasan	18
2.2.1 Pengaruh Kecepatan Lintasan Pada Penyusunan Stasiun Kerja	19
2.2.2 Masalah dalam Keseimbangan Lintasan.....	22
2.2.3 Cara Mencapai Keseimbangan Lintasan	23
2.3 Standarisasi Kerja.....	24
2.4 Perancangan dan Pengukuran Kerja.....	28
2.4.1 Pengaturan Kerja.....	29

2.4.2	Pengukuran Waktu Kerja	30
2.5	Perhitungan Waktu Standar	36
2.5.1	Faktor Penyesuaian (<i>Rating Factors</i>).....	37
2.5.2	Faktor Kelonggaran (<i>Allowance</i>)	38
2.6	Uji Statistik.....	40
2.6.1	Uji Kenormalan Data	40
2.6.2	Uji Kecukupan Data	44
2.6.3	Uji Keseragaman Data	44
BAB III	46
METODOLOGI PENELITIAN	46
3.1	Studi Pendahuluan	46
3.1.1	Studi Lapangan.....	46
3.1.2	Studi Pustaka.....	46
3.2	Perumusan Masalah.....	47
3.3	Tujuan Penelitian.....	47
3.4	Pengumpulan Data	47
3.4.1	Metode Pengumpulan Data	48
3.4.2	Jenis Data	49
3.5	Pengolahan Data.....	50
3.6	Analisis dan Pembahasan	52
3.7	Kesimpulan dan Saran	53
BAB IV	56
PENGUMPULAN & PENGOLAHAN DATA	56
4.1	Pengumpulan Data	56
4.1.1	Sejarah Perusahaan.....	56
4.1.2	Profil Perusahaan	57
4.1.3	Visi dan Misi Perusahaan.....	58
4.1.4	Struktur Organisasi Perusahaan	58
4.1.5	Struktur Organisasi <i>Line B Assembling Engine</i>	59
4.1.6	Diagram SIPOC	61
4.1.7	Layout Line B Assembly Engine	62

4.1.8	Waktu Produksi Harian di <i>Line B Assembly Engine</i>	64
4.1.9	Aliran Proses <i>Line B Assembling Engine</i>	65
4.1.10	Aliran Proses <i>Cover L Crank Case Dan Cylinder Head</i>	66
4.1.11	Gambaran Produk.....	67
4.1.12	Urutan Proses Perakitan <i>Cover L Crank Case dan Cylinder Head</i>	68
4.1.13	Elemen Kerja.....	70
4.1.14	Pengukuran Waktu Siklus (<i>Cycle Time</i>)	72
4.2	Pengolahan Data.....	75
4.2.1	Perhitungan Rata-Rata Waktu Siklus (<i>Cycle Time</i>).....	75
4.2.2	Uji Kenormalan Data	81
4.2.3	Uji Keseragaman Data	87
4.2.4	Uji Kecukupan Data.....	94
4.2.5	Perhitungan Waktu Normal (<i>Normal Time</i>).....	100
4.2.6	Perhitungan Waktu Standar (<i>Standard Time</i>)	108
4.2.7	Perhitungan Efisiensi Kondisi Awal	114
4.2.8	<i>Yamazumi Chart</i> Kondisi Awal	118
BAB V.....		121
ANALISIS DAN PEMBAHASAN		121
5.1	Analisis Waktu Standar	121
5.2	Analisis Elemen Kerja dan <i>Yamazumi Chart</i> Awal	125
5.3	Analisis Perpindahan Elemen Kerja dan Perbaikan <i>Yamazumi Chart</i> .	126
5.4	Analisis Perbaikan <i>Layout</i>	130
5.5	Analisis Perbaikan Standar Operasi	131
5.6	Analisis Waktu Standar dan Efisiensi Setelah Perbaikan	134
BAB VI		139
KESIMPULAN DAN SARAN.....		139
6.1	Kesimpulan.....	139
6.2	Saran	140
DAFTAR PUSTAKA		141

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Faktor Penyesuaian berdasarkan <i>Westing House Rating Factors</i>	38
Tabel 2.2 <i>Persentase</i> Kelonggaran Berdasarkan Faktor Yang Berpengaruh.....	40
Tabel 4.1 Profil Perusahaan PT Astra Honda Motor.....	57
Tabel 4.2 <i>Shift</i> dan Waktu Kerja.....	64
Tabel 4.3 Proses Perakitan <i>Cover L Crank Case</i>	68
Tabel 4.4 Proses Perakitan <i>Cylinder Head</i>	69
Tabel 4.5 Elemen Kerja Proses Perakitan <i>Cover L Crank Case</i>	70
Tabel 4.6 Elemen Kerja Proses Perakitan <i>Cylinder Head</i>	71
Tabel 4.7 Pengukuran Waktu Siklus <i>Cover L Crank Case</i> Pada SK S07.....	73
Tabel 4.8 Pengukuran Waktu Siklus <i>Cylinder Head</i> Pada SK S02.....	74
Tabel 4.9 Perhitungan Waktu Siklus Elemen Kerja Perakitan <i>Cover L Crank Case</i> pada SK S07.....	76
Tabel 4.10 Rekapitulasi Perhitungan Waktu Siklus seluruh Elemen Kerja Proses Perakitan <i>Cover L Crank Case</i>	76
Tabel 4.11 Perhitungan Waktu Siklus Elemen Kerja Perakitan <i>Cylinder Head</i> pada SK S02.....	79
Tabel 4.12 Rekapitulasi Perhitungan Waktu Siklus seluruh Elemen Kerja Proses Perakitan <i>Cylinder Head</i>	79
Tabel 4.13 Rekapitulasi Uji Kenormalan Data seluruh Elemen Kerja Pada Proses Perakitan <i>Cover L Crank Case</i>	83
Tabel 4.14 Rekapitulasi Uji Kenormalan Data seluruh Elemen Kerja Pada Proses Perakitan <i>Cylinder Head</i>	85
Tabel 4.15 Rekapitulasi Uji Keseragaman Data Seluruh Elemen Kerja Pada Proses Perakitan <i>Cover L Crank Case</i>	89
Tabel 4.16 Rekapitulasi Uji Keseragaman Data Seluruh Elemen Kerja Pada Proses Perakitan <i>Cylinder Head</i>	92
Tabel 4.17 Uji Kecukupan Data Proses Perakitan <i>Cover L Crank Case</i> Pada SK S07.....	94

Tabel 4.18 Rekapitulasi Uji Kecukupan Data Seluruh Elemen Kerja Pada Proses Perakitan <i>Cover L Crank Case</i>	95
Tabel 4.19 Uji Kecukupan Data Proses Perakitan <i>Cylinder Head</i> Pada SK S02.....	97
Tabel 4.20 Rekapitulasi Uji Kecukupan Data Seluruh Elemen Kerja Pada Proses Perakitan <i>Cylinder Head</i>	98
Tabel 4.21 <i>Performance Ratings</i> dengan Sistem <i>Westinghouse</i>	100
Tabel 4.22 Perhitungan <i>Rating Factor</i> Pada Proses Perakitan <i>Cover L Crank Case</i>	101
Tabel 4.23 Hasil Perhitungan Waktu Normal Pada Proses Perakitan <i>Cover L Crank Case</i>	102
Tabel 4.24 Perhitungan <i>Rating Factor</i> Pada Proses Perakitan <i>Cylinder Head</i>	105
Tabel 4.25 Hasil Perhitungan Waktu Normal Pada Proses Perakitan <i>Cylinder Head</i>	106
Tabel 4.26 Faktor Kelonggaran (<i>Allowance</i>) Pada Bagian <i>Line B Assembly Engine</i>	108
Tabel 4.27 Waktu Standar pada Proses Perakitan <i>Cover L Crank Case</i>	109
Tabel 4.28 Waktu Standar pada Proses Perakitan <i>Cylinder Head</i>	112
Tabel 4.29 Rekapitulasi Perhitungan Efisiensi Stasiun Kerja Kondisi Awal Proses Perakitan <i>Cover L Crank Case</i>	115
Tabel 4.30 Perhitungan <i>Smoothness Index</i> Seluruh Stasiun Kerja Proses Perakitan <i>Cover L Crank Case</i>	116
Tabel 4.31 Rekapitulasi Perhitungan Efisiensi Stasiun Kerja Kondisi Awal Proses Perakitan <i>Cylinder Head</i>	117
Tabel 4.32 Perhitungan <i>Smoothness Index</i> Seluruh Stasiun Kerja Proses Perakitan <i>Cylinder Head</i>	118
Tabel 5.1 Waktu Standar pada Proses Perakitan <i>Cover L Crank Case</i>	121
Tabel 5.2 Waktu Standar pada Proses Perakitan <i>Cylinder Head</i>	123
Tabel 5.3 Standar Operasi <i>Sub Assy Cover L Crank Case</i> Setelah Perbaikan....	132
Tabel 5.4 Standar Operasi <i>Sub Assy Cylinder Head</i> Setelah Perbaikan.....	133

Tabel 5.5 Waktu Standar <i>Sub Assy Cover L Crank Case</i> Setelah Perbaikan.....	134
Tabel 5.6 Perhitungan <i>Work Station Efficiency</i> dan <i>Idle Time</i> <i>Sub Assy Cover L Crank Case</i>	136
Tabel 5.7 Waktu Standar <i>Sub Assy Cylinder Head</i> Setelah Perbaikan.....	136
Tabel 5.8 Perhitungan <i>Work Station Efficiency</i> dan <i>Idle Time</i> <i>Sub Assy Cylinder Head</i>	137

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Sistem Produksi.....	8
Gambar 2.2 Diagram Alir Proses Hipotesis dari Sistem Produksi.....	9
Gambar 2.3 Aliran Lini.....	10
Gambar 2.4 Aliran <i>Intermittent</i>	11
Gambar 2.5 Aliran Proyek.....	12
Gambar 2.6 Elemen-Elemen Utama dari Masalah Lintasan Produksi.....	23
Gambar 2.7 Tabel Standar Kerja Kombinasi Tipe 1.....	26
Gambar 2.8 Tabel Standar Kerja Kombinasi Tipe 2.....	27
Gambar 2.9 Tabel Standar Kerja Kombinasi Tipe 3 (<i>Yamazumi Chart</i>).....	29
Gambar 2.10 Kotak Dialog <i>Kolmogorov-Smirnov</i>	42
Gambar 2.11 Grafik Hasil Uji Kenormalan Data <i>Kolmogorov-Smirnov</i>	43
Gambar 3.1 Kerangka Pemecahan Masalah.....	54
Gambar 4.1 Struktur Organisasi PT Astra Honda Motor.....	59
Gambar 4.2 Struktur Organisasi <i>Line B Assembling Engine</i>	60
Gambar 4.3 Diagram SIPOC <i>Assembly Engine</i>	62
Gambar 4.4 <i>Layout Assembly Engine</i>	63
Gambar 4.5 Aliran Proses <i>Line B Assembling Engine</i>	65
Gambar 4.6 Aliran Proses <i>Sub Assy Cover L Crank Case</i> dan <i>Sub Assy Cylinder Head</i>	67
Gambar 4.7 <i>Cylinder Head</i>	67
Gambar 4.8 <i>Cover L Crank Case</i>	68
Gambar 4.9 <i>Layout Perakitan Cover L Crank Case</i>	69
Gambar 4.10 <i>Layout Perakitan Cylinder Head</i>	70
Gambar 4.11 Grafik Uji Kenormalan Data Proses Perakitan <i>Cover L Crank Case</i> pada SK S07.....	82
Gambar 4.12 Grafik Uji Kenormalan Data Proses Perakitan <i>Cylinder Head</i> pada SK S02.....	85
Gambar 4.13 Grafik Uji Keeseragaman Data Proses Perakitan <i>Cover L Crank Case</i> pada SK S07.....	88

Gambar 4.14 Grafik Uji Keseragaman Data Proses Perakitan <i>Cylinder Head</i> pada SK S02.....	91
Gambar 4.15 <i>Yamazumi Chart</i> Kondisi Awal <i>Sub Assy</i> <i>Cover L Crank Case</i>	119
Gambar 4.16 <i>Yamazumi Chart</i> Kondisi Awal <i>Sub Assy Cylinder Head</i>	120
Gambar 5.1 Perbaikan <i>Yamazumi Chart Sub Assy</i> <i>Cover L Crank Case</i>	128
Gambar 5.2 Perbaikan <i>Yamazumi Chart Sub Assy Cylinder Head</i>	129
Gambar 5.3 (a) <i>Layout</i> Proses Perakitan <i>Cover L Crank Case</i> dan (b) <i>Layout</i> Proses Perakitan <i>Cylinder Head</i>	130
Gambar 5.4 (a) <i>Layout</i> Proses Perakitan <i>Cover L Crank Case</i> dan (b) <i>Layout</i> Proses Perakitan <i>Cylinder Head</i>	131

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A	144
Lampiran B	145
Lampiran C	146

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Di dunia industri yang semakin maju ini membuat para pelaku industri baik industri jasa maupun manufaktur semakin berkompetitif dalam bersaing. Dalam persaingan tersebut perusahaan harus bisa mengatur sistem manajemennya dengan baik agar mampu bersaing dengan perusahaan lainnya. Salah satu yang perlu diperhatikan perusahaan dalam mengatur sistem manajemennya adalah menentukan jumlah tenaga kerja dan keseimbangan pekerjaan yang dilihat dari faktor kinerja tenaga kerja dan faktor efisiensi waktu proses produksi agar tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya yang dapat merugikan perusahaan. Sehingga perusahaan dapat mencapai tingkat produksi yang diharapkan. Tujuan utamanya adalah untuk memperoleh laba perusahaan semaksimal mungkin.

PT Astra Honda Motor (PT AHM) merupakan salah satu perusahaan manufaktur bergerak dalam bidang otomotif yang memproduksi sepeda motor. PT AHM merupakan perusahaan yang memiliki pangsa pasar tertinggi di Indonesia. Oleh sebab itu PT AHM harus dapat mengatur secara baik proses produksi yang berjalan serta menjaga kualitasnya sehingga dapat terus memenuhi permintaan dari konsumen. Untuk memenuhi permintaan konsumen, perusahaan menggunakan suatu lini produksi yaitu *Line B* pada bagian *Assembly Engine*. Pada bagian ini terdapat proses perakitan komponen-komponen yang sebelumnya telah melalui berbagai proses. Pada bagian *Line B Assembly Engine*, proses perakitan masih dilakukan oleh operator secara manual dan ada beberapa stasiun kerja yang dibantu mesin dalam operasinya.

Pada bagian *Line B Assembly Engine* ini terdapat beberapa stasiun kerja yang terdiri dari beberapa *Sub Assy*. Dari beberapa *Sub Assy* tersebut terdapat dua *Sub Assy* yang melakukan proses perakitan *Cover L Crank Case* dan *Cylinder Head*. Pada *Sub Assy* ini terdapat ketidakseimbangan lintasan karena pada *Sub Assy Cover L Crank Case* terdapat 5 stasiun kerja dan pada *Sub Assy Cylinder Head* terdapat 4 stasiun kerja. Selain itu juga terdapat ketidakseimbangan waktu

standar pada masing-masing stasiun kerja karena masih adanya waktu menunggu pada beberapa stasiun kerja. Sehingga perlu dilakukan penyeimbangan dengan tujuan untuk mendapatkan waktu yang sama di masing-masing stasiun kerja sesuai dengan kecepatan produksi yang diinginkan. Berdasarkan penjelasan tersebut, maka diperlukan pendekatan yang dilakukan untuk mengatasi permasalahan di atas dengan menggunakan metode *Yamazumi Chart* pada masing-masing stasiun kerja di *Assembly Engine*. Metode *Yamazumi Chart* sebagai alat atau instrumen untuk mengawasi secara visual keseluruhan proses dan mengawasi atau memperbaiki elemen pekerjaan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan pembahasan di latar belakang, maka dapat disusun perumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana proses perakitan *Cover L Crank Case* dan *Cylinder Head* pada *Sub Assy* di *Line B Assembly Engine*?
2. Berapa waktu standar dan efisiensi dari masing-masing elemen kerja setiap proses perakitan *Cover L Crank Case* dan *Cylinder Head* pada *Sub Assy* di *Line B Assembly Engine*?
3. Bagaimana penempatan elemen kerja berdasarkan *operation standard* pada proses perakitan *Cover L Crank Case* dan *Cylinder Head* pada *Sub Assy* di *Line B Assembly Engine*?
4. Bagaimana usulan perbaikan yang dilakukan dalam penempatan elemen kerja pada proses perakitan *Cover L Crank Case* dan *Cylinder Head* pada *Sub Assy* di *Line B Assembly Engine* melalui *Yamazumi Chart* (TSKK 3)?
5. Berapa waktu standar dan efisiensi pada proses perakitan *Cover L Crank Case* dan *Cylinder Head* pada *Sub Assy* di *Line B Assembly Engine* setelah dilakukan perbaikan?

1.3 Tujuan Penelitian

Dari permasalahan yang sudah diuraikan di atas, maka tujuan dari penelitian adalah sebagai berikut:

1. Menentukan proses perakitan *Cover L Crank Case* dan *Cylinder Head* pada *Sub Assy* di *Line B Assembly Engine*
2. Menentukan waktu standar dan efisiensi dari masing-masing elemen kerja setiap proses perakitan *Cover L Crank Case* dan *Cylinder Head* pada *Sub Assy* di *Line B Assembly Engine*
3. Menganalisis penempatan elemen kerja berdasarkan *operation standard* pada proses perakitan *Cover L Crank Case* dan *Cylinder Head* pada *Sub Assy* di *Line B Assembly Engine*
4. Menentukan usulan perbaikan yang dilakukan dalam penempatan elemen kerja pada proses perakitan *Cover L Crank Case* dan *Cylinder Head* pada *Sub Assy* di *Line B Assembly Engine* melalui *Yamazumi Chart* (TSKK 3)
5. Menentukan waktu standar dan efisiensi pada proses perakitan *Cover L Crank Case* dan *Cylinder Head* pada *Sub Assy* di *Line B Assembly Engine* setelah dilakukan perbaikan

1.4 Batasan Masalah

Adapun pembatasan masalah yang terdapat dalam laporan ini, bertujuan agar isi karya tugas akhir tidak melebar pada topik diluar rumusan masalah, batasan masalah adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan pada perakitan *Cover L Crank Case* dan *Cylinder Head* pada *Sub Assy* di *Line B Assembly Engine*
2. Penelitian yang dilakukan adalah pengukuran waktu kerja dengan menggunakan *stopwatch* (jam henti) dengan memperhatikan elemen kerja yang dilakukan oleh operator.
3. Pemberian *rating factor* pada operator didasarkan pada pengamatan di lapangan serta data pustaka.
4. Penetapan besaran nilai *allowance* didasarkan pada pekerjaan yang dilakukan dan kondisi lingkungan kerjanya

5. Pengambilan data tidak membahas mengenai biaya
6. Pengambilan data dilakukan mulai tanggal 13 Februari 2017 sampai tanggal 13 April 2017.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada pihak-pihak yang terkait. Adapun manfaat yang diharapkan antara lain:

1. Bagi perusahaan
 - a. Masukan untuk pengambilan kebijakan perusahaan dalam menentukan penempatan elemen-elemen kerja
 - b. Meningkatkan efisiensi dan efektifitas perusahaan terhadap tenaga kerja
2. Bagi peneliti
 - a. Menambah pengetahuan mengenai proses produksi yang lebih efisien dan efektif.
 - b. Memberikan pengalaman dalam mengumpulkan, menganalisis data, serta menarik kesimpulan berdasarkan teori-teori yang diperoleh selama masa kuliah.
3. Bagi pihak lain

Menambah informasi, sebagai tambahan ilmu, bahan pertimbangan dan perbandingan bagi penelitian selanjutnya secara lebih mendalam.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan pengkajian, penulisan, pembahasan dan penyusunan karya tugas akhir ini, maka dibuat sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I: PENDAHULUAN

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

BAB II: LANDASAN TEORI

Bab ini berisi teori dasar yang menunjang pokok permasalahan serta teori-teori yang erat kaitannya dengan langkah-langkah yang diambil dalam proses pemecahan masalah.

BAB III: METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi urutan langkah-langkah pemecahan masalah secara sistematis mulai dari perumusan masalah dan tujuan yang ingin dicapai, studi pustaka, pengumpulan data dan metode analisis data.

BAB IV: PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini berisi data-data yang diperoleh dari wawancara dan pengamatan. Data yang diperoleh yaitu data sekunder dan data primer. Selain itu pada bab ini juga dilakukan pengolahan data terhadap masalah yang diteliti, dapat dilakukan dengan menggunakan metode-metode yang dipilih sehingga dapat memberikan usulan dalam memperbaiki masalah yang ada.

BAB V: ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi uraian analisis terhadap hasil yang diperoleh, apakah dari pengolahan data sudah *relevan* dan bisa diterapkan ke perusahaan, sesuai dengan tujuan yang diharapkan.

BAB VI: KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian yang dilakukan berdasarkan tujuan, pengolahan dan analisis masalah. Serta memberikan saran-saran yang membangun sebagai perbaikan bagi perusahaan dimasa yang akan datang.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Sistem Produksi

2.1.1 Definisi Sistem Produksi

Terdapat beberapa pendapat dari para ahli mengenai pengertian sistem produksi. Sistem produksi menurut Buffa dan Sarin (1996), sistem produksi merupakan alat yang kita gunakan untuk mengubah masukan sumber daya guna menciptakan barang dan jasa yang berguna sebagai keluaran.

Menurut Ahyani (1996) sistem produksi adalah suatu rangkaian dari beberapa elemen yang saling berhubungan dan saling menunjang antara satu dengan yang lain untuk mencapai suatu tujuan tertentu. Dengan demikian yang dimaksud dengan sistem produksi adalah suatu gabungan dari beberapa unit atau elemen yang saling berhubungan dan saling menunjang untuk melaksanakan proses produksi dalam suatu perusahaan tertentu. Beberapa elemen tersebut antara lain adalah produk perusahaan, lokasi pabrik, letak dari fasilitas produksi, lingkungan kerja dari para karyawan serta standar produksi yang dipergunakan dalam perusahaan tersebut.

Sistem Produksi menurut Groover (2005), sistem adalah kumpulan dari manusia, peralatan, dan prosedur-prosedur yang diorganisasikan untuk menyelesaikan kegiatan operasi manufaktur dari orang atau organisasi. Sistem produksi terdiri dari dua faktor penting yaitu fasilitas dan sistem pendukung manufaktur. Dimana fasilitas dari sistem produksi terdiri dari pabrik, peralatan pabrik, dan cara peralatan tersebut diorganisasikan. Sedangkan sistem pendukung manufaktur terdiri dari prosedur-prosedur yang digunakan perusahaan untuk mengatur produksi dan memecahkan masalah teknis dan logistik dalam hal pemesanan material, pergerakan kerja di dalam pabrik dan memastikan bahwa produk memiliki standar kualitas yang baik.

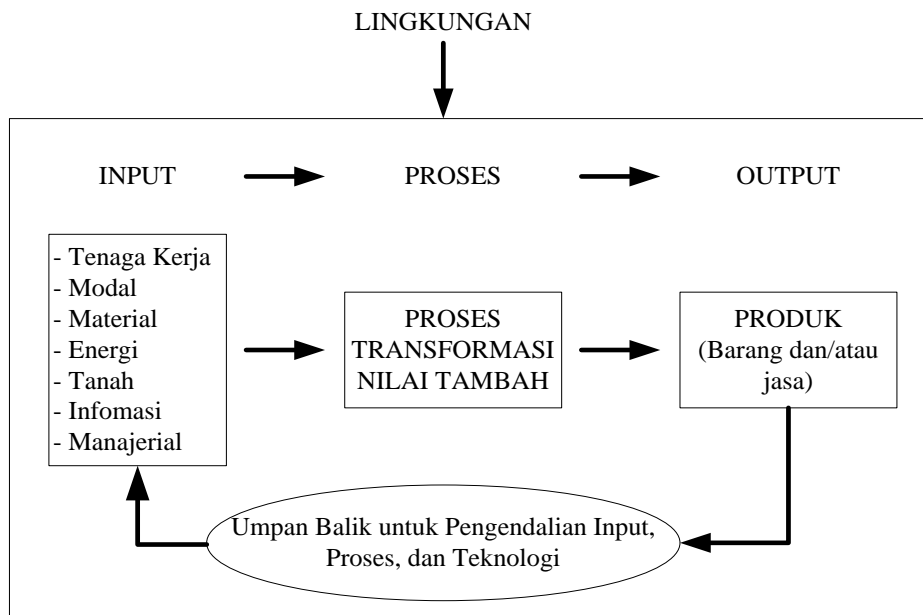
Sedangkan menurut Ginting (2007), sistem produksi merupakan kumpulan dari sub sistem yang saling berinteraksi dengan tujuan mentransformasi *input* produksi menjadi *output* produksi. *Input* produksi ini dapat berupa bahan baku,

mesin, tenaga kerja, modal, dan informasi. Sedangkan *output* produksi merupakan produk berikut hasil sampingannya seperti limbah, informasi dan sebagainya.

Dalam sistem produksi modern terjadi suatu proses transformasi nilai tambah yang mengubah *input* menjadi *output* yang dapat dijual dengan harga yang kompetitif di pasar. Proses transformasi nilai tambah dari *input* menjadi *output* dalam sistem produksi modern selalu melibatkan komponen struktural dan fungsional. Sistem produksi memiliki beberapa karakteristik berikut (Gasperz, 2004):

1. Mempunyai komponen-komponen atau elemen-elemen yang saling berkaitan satu sama lain dan membentuk kesatuan yang utuh.
2. Mempunyai tujuan yang mendasari keberadaannya, yaitu menghasilkan produk (barang atau jasa) berkualitas yang dapat dijual dengan harga kompetitif di pasar.
3. Mempunyai aktivitas berupa proses transformasi nilai tambah *input* menjadi *output* secara efektif dan efisien.
4. Mempunyai mekanisme yang mengendalikan pengoperasiannya berupa optimalisasi pengalokasian sumber-sumber daya.

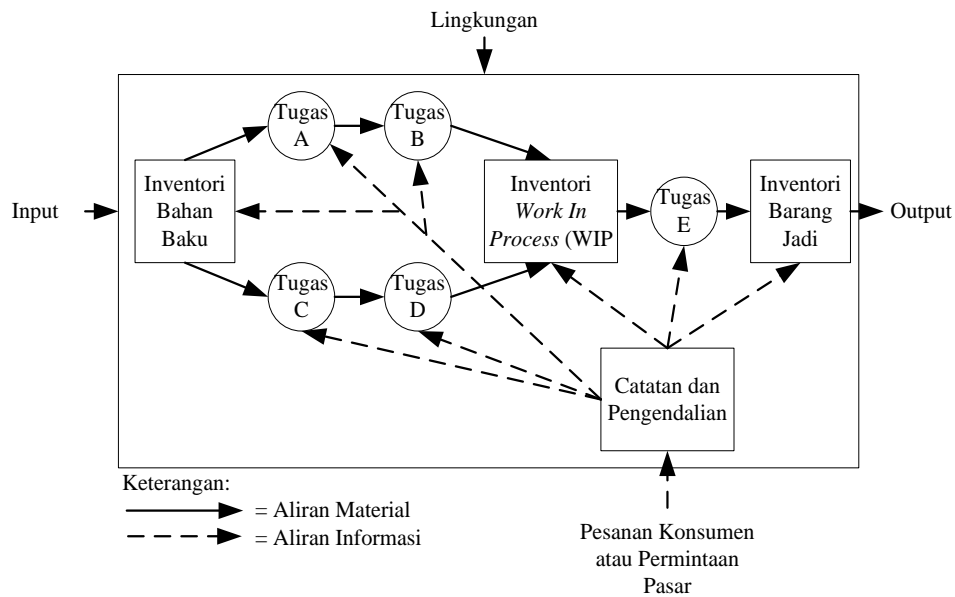
Sistem produksi memiliki komponen atau elemen struktural dan fungsional yang berperan penting dalam menunjang kontinuitas operasional sistem produksi itu. Komponen atau elemen struktural yang membentuk sistem produksi terdiri dari bahan (material), mesin, peralatan, tenaga kerja, modal, energi, informasi, tanah dan lain-lain. Sedangkan komponen atau elemen fungsional terdiri dari supervisi, perencanaan, pengendalian, koordinasi, dan kepemimpinan yang semuanya berkaitan dengan manajemen dan organisasi. Suatu sistem produksi selalu berada dalam lingkungan, sehingga aspek-aspek lingkungan seperti perkembangan teknologi, sosial, dan ekonomi serta kebijakan pemerintah akan sangat mempengaruhi keberadaan sistem produksi itu. Secara sederhana skema sistem produksi dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Skema Sistem Produksi
(Sumber: Gaspersz, 2004)

Suatu proses dalam sistem produksi dapat didefinisikan sebagai integrasi sekuensial dari tenaga kerja, material, informasi, metode kerja, dan mesin atau peralatan dalam suatu lingkungan guna menghasilkan nilai tambah bagi produk agar dapat dijual dengan harga kompetitif di pasar (Gasperz, 2004). Proses itu mengkonversi *input* terukur ke dalam *output* terukur melalui sejumlah langkah sekuensial yang terorganisasi.

Definisi lain dari proses adalah suatu kumpulan tugas yang dikaitkan melalui suatu aliran material dan informasi yang mentransformasikan berbagai *input* ke dalam *output* yang bermanfaat atau bernilai tambah tinggi. Suatu proses memiliki kapabilitas atau kemampuan untuk menyimpan material (yang diubah menjadi barang setengah jadi) dan informasi selama transformasi berlangsung. Menurut Gasperz (2004), salah satu cara umum yang digunakan untuk menggambarkan proses dari sistem produksi adalah diagram alir proses (*process flow diagram*).



Gambar 2.2 Diagram Alir Proses Hipotesis dari Sistem Produksi
 (Sumber: Gaspersz, Production Planning And Inventory Control, 2004)

Berdasarkan Gambar 2.2 terdapat dua jenis aliran yang perlu dipertimbangkan dari setiap proses dalam sistem produksi, yaitu aliran material atau barang setengah jadi dan aliran informasi. Aliran material terjadi apabila material dipindahkan dari satu tugas ke tugas berikutnya, atau dari beberapa tugas ke tempat penyimpanan atau sebaliknya. Selama aliran material berlangsung terjadi penambahan tenaga kerja atau modal, karena dibutuhkan tenaga kerja atau peralatan untuk memindahkan material atau barang setengah jadi itu. Perbedaan antara aliran (*flows*) dan tugas (*tasks*) adalah bahwa aliran mengubah posisi dari barang atau jasa (tidak memberikan nilai tambah), sedangkan tugas mengubah karakteristik (memberikan nilai tambah) pada barang atau jasa.

Kategori ketiga dari aktivitas dalam proses produksi adalah penyimpanan (*storage*). Suatu penyimpanan terjadi apabila tidak ada tugas yang dilakukan serta barang atau jasa itu sedang tidak dipindahkan. Dengan kata lain, penyimpanan adalah segala sesuatu yang bukan tugas ataupun aliran. Dari ketiga kategori aktivitas dalam proses dari sistem produksi, yaitu tugas, aliran, dan penyimpanan, tampak bahwa hanya tugas yang memberikan nilai tambah pada produk. Sedangkan aliran dan penyimpanan tidak memberikan nilai tambah pada produk.

Karena itu, dalam sistem produksi modern, seperti JIT, aktivitas aliran dan penyimpanan dalam proses diusahakan untuk dihilangkan atau diminimumkan melalui perbaikan terus-menerus (*continuous improvement*) pada proses produksi itu.

Dalam perkembangannya, sistem produksi terdiri dari dua, yaitu sistem produksi konvensional dan sistem produksi modern (Schroeder, 1992):

1. Sistem produksi konvensional

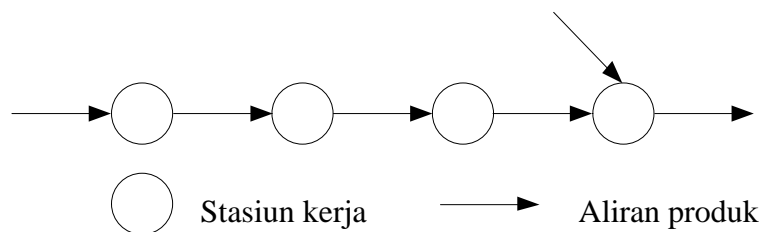
Proses produksi pada sistem produksi konvensional memiliki dua tipe, sebagai berikut:

a. Proses produksi menurut aliran proses

Ada tiga tipe proses produksi menurut aliran proses (Schroeder, 1992), yaitu:

1) Proses produksi aliran lini atau garis

Proses ini memiliki karakteristik adanya urutan operasi yang linear dalam membuat produk. Seperti pada lini rakitan, produk harus berpindah dari satu stasiun kerja ke stasiun kerja berikutnya dalam urutan yang telah ditentukan. Setiap operasi harus berhubungan dan seimbang, sehingga operasi sebelumnya tidak menghambat operasi berikutnya. Gambar 2.3 menunjukkan pola aliran lini. Pada gambar tersebut produk dibuat berurutan dari satu stasiun kerja ke stasiun kerja berikutnya. Ada kemungkinan terdapat aliran dari samping lini, tetapi aliran tersebut akan berintegrasi pada aliran utama.



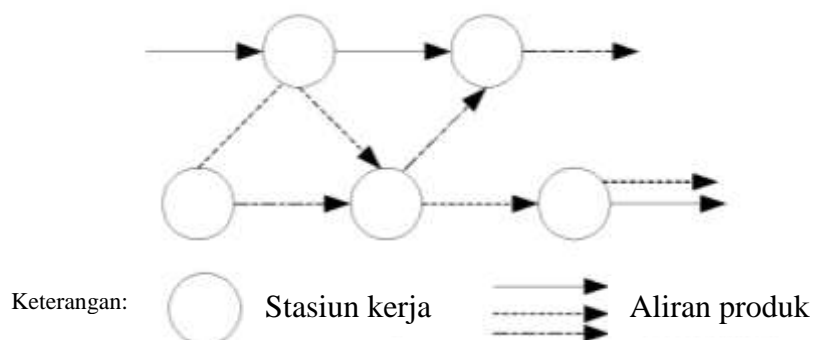
Gambar 2.3 Aliran Lini
(Sumber: Schroeder, 1992)

Aliran lini dapat dibagi dua jenis sistem produksi, yaitu:

- a) *Mass production* (produksi masal), pada umumnya memproduksi kumpulan-kumpulan produk dalam jumlah besar dengan mengikuti serangkaian operasi yang sama dengan kumpulan produk sebelumnya, sehingga proses ini sering disebut *repetitive process*.
- b) *Continuous production* (produksi berkesinambungan), adalah produksi yang dilakukan secara terus-menerus, ditandai dengan waktu produksi yang relatif lama untuk menghindari penyetelan-penyetelan, persiapan-persiapan lain dan kemacetan-kemacetan yang mahal. Produksi ini mempergunakan alat-alat otomatis dan mempergunakan barang-barang yang lebih baku. Contohnya pada industri kimia, kertas, bir, baja, listrik, dan telepon.

2) Proses produksi aliran *intermittent*

Karakteristik proses aliran *intermittent* adalah proses produksi dalam kelompok-kelompok dengan interval yang terputus-putus. Pada aliran ini, peralatan dan tenaga kerja diatur dalam operasi-operasi kerja dengan jenis peralatan dan keterampilan yang sama. Suatu produk atau pekerjaan mengalir pada operasi-operasi kerja yang diperlukan, sehingga membentuk suatu pola yang bercampur baur, seperti pada Gambar 2.4.



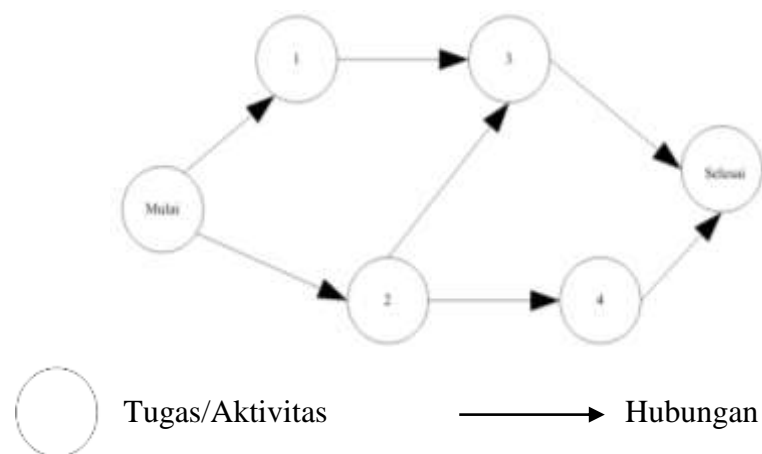
Gambar 2.4 Aliran *Intermittent*
(Sumber: Schroeder, 1992)

Karena menggunakan peralatan yang multiguna (*general purpose*) dan tenaga kerja dengan keterampilan tinggi, operasi *intermittent* sangat

fleksibel jika terjadi perubahan produk atau volume, tetapi juga kurang efisien. Pola aliran yang bercampur baur dan variasi produk, menimbulkan masalah yang sulit dalam pengendalian persediaan, penjadwalan, dan kualitas. Operasi *intermittent* dapat digunakan pada produk yang volume produksinya rendah. Dalam hal ini operasi *intermittent* adalah paling ekonomis dan risikonya rendah. Bentuk operasi yang demikian, sesuai untuk produk yang daur hidupnya pendek, produk yang bersifat pesanan, dan pasar yang kecil (Schroeder, 1992)

3) Aliran Proyek

Bentuk operasi pada aliran proyek ini digunakan untuk memproduksi produk unik sesuai dengan pesanan baik barang atau jasa. Setiap unit yang diproduksi sebagai suatu barang tunggal, sehingga tidak ada aliran produk tetapi ada urutan operasi. Seluruh operasi atau kegiatan individu harus diurutkan untuk mencapai sasaran akhir proyek. Gambar 2.5 mengilustrasikan konsep rangkaian tugas suatu proyek, yang menunjukkan prioritas diantara berbagai tugas yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek.



Gambar 2.5 Aliran Proyek
(Sumber: Schroeder, 1992)

b. Proses produksi menurut tipe pesanan pelanggan

Tipe-tipe proses produksi menurut tipe pesanan pelanggan (Schroeder, 1992) terdiri atas:

1) *Production to Order* atau *Make/Made to Order*

Pada dasarnya memproduksi barang atau jasa atas permintaan dari pelanggan. Dalam proses ini kegiatan produksi dengan spesifikasi yang diberikan pelanggan. Berdasarkan atas permintaan pelanggan, produsen menetapkan suatu harga dan waktu penyerahannya. Singkatnya, proses produksi ini ditentukan oleh waktu penyerahan dan pengendalian aliran pesanan. Proses harus fleksibel agar dapat memenuhi pesanan pelanggan.

2) *Production to Stock* atau *Make/Made to Stock*

Pada tipe ini, siklus dimulai oleh produsen untuk menetapkan produk, bukannya pelanggan. Pelanggan membeli produk dari persediaan yang ada. Namun, jika ada suatu ketidakcocokan, maka pelanggan dapat melakukan pemesanan kepada produsen. Perusahaan yang beroperasi *made to stock* memiliki lini produk yang telah distandarkan. Untuk memenuhi suatu tingkat pelayanan, perusahaan membuat persediaan sebelum adanya permintaan atau pesanan. Kemudian persediaan ini digunakan untuk memenuhi fluktuasi permintaan dan untuk menyesuaikan kebutuhan kapasitas.'

2. Sistem produksi modern

Pada sistem produksi modern, untuk mencapai kepuasan konsumen perusahaan memiliki tiga strategi dalam memberikan tanggapan terhadap permintaan konsumen. Strategi tersebut ialah:

a. Strategi respon terhadap permintaan konsumen

Respon terhadap permintaan dapat dikelompokkan ke dalam lima kategori, yaitu:

1) *Design to order* atau *engineer to order*

Perusahaan tidak membuat produk sebelumnya. Pada strategi ini tidak ada sistem persediaan, karena produk baru akan didesain dan diproduksi setelah ada permintaan pelanggan.

2) *Make to order*

Perusahaan hanya mempunyai desain produk dan beberapa material standar dalam sistem persediaan, dari produk yang telah dibuat sebelumnya. Pada respon ini resiko persediaannya sangat kecil.

3) *Assemble to order*

Perusahaan akan memiliki persediaan yang terdiri dari *sub assemblies*. Pada respon ini risiko persediaan bersifat moderat.

4) *Make to stock*

Perusahaan memiliki persediaan yang terdiri dari produk akhir untuk dikirim dengan segera apabila ada permintaan pelanggan. Respon ini memiliki risiko tinggi yang berkaitan dengan investasi persediaan, karena pesanan pelanggan secara aktual tidak dapat diidentifikasi secara tepat dalam proses produksi.

5) *Make to demand*

Perusahaan memiliki respon terhadap permintaan pelanggan secara total fleksibel. Pada respon ini perusahaan dapat menyerahkan produk dengan kualitas yang diinginkan pelanggan dan dalam kecepatan waktu yang mendekati dengan strategi *make to stock*.

b. Strategi desain proses manufaktur

Merupakan strategi yang melihat “bagaimana suatu produk dibuat atau diproses”. Strategi ini terbagi ke dalam empat kategori, yaitu:

1) *Project (No product flow)*

2) *Job shop (Jumbled flow)*

3) *Line flow (Small batch or interrupted line flow, large batch or repetitive line flow, and continuous line flow)*

4) *Agile Manufacturing System (AMS)*

c. Strategi sistem perencanaan dan pengendalian manufaktur

Sistem perencanaan dan pengendalian manufaktur memiliki enam strategi, yaitu:

1) *Project Management (PM)*

2) *Manufacturing Resource Planning (MRP II)*

- 3) *Just In Time (JIT)*
- 4) *Continuous Process Control (CPC)*
- 5) *Flexible control system (FCS)*
- 6) *Agile Control System (ACS)*

2.1.2 Perancangan Sistem Produksi

Perancangan sistem produksi adalah perancangan suatu produk yang nantinya akan di produksi, merancang produk merupakan salah satu syarat untuk produksi. Hasil dari desain produk yang telah disetujui selanjutnya dilanjutkan ke bagian operasi untuk dijadikan sebagai spesifikasi produksi. Desain produk merupakan hal yang sangat penting dalam menjaga kelangsungan hidup suatu perusahaan.

Kemajuan teknologi berdampak pada berkembang pesatnya desain-desain produk yang secara terus menerus. Sebagian besar perusahaan secara kontinyu melakukan perubahan, perbaikan dan pengembangan terhadap produk-produk lama yang sudah ketinggalan jaman.

Hal-hal yang dipelajari di dalam perancangan sistem produksi diantaranya adalah:

1. Melakukan penelitian dan pengembangan terhadap pasar

Tujuannya adalah agar produk yang akan diproduksi nantinya dapat sukses di pasaran sehingga memberikan keuntungan yang besar bagi perusahaan.

2. Menyesuaikan teknologi dengan operasi

Tujuannya adalah agar produk yang dihasilkan sesuai antara desain dan operasi, dan tidak menimbulkan masalah ketika proses produksi sudah mulai berjalan.

3. Menganalisis metode kerja, penggunaan material dan waktu kerja

Tujuan adalah memperbaiki proses, prosedur dan pelaksanaan dalam menyelesaikan pekerjaan, melakukan penghematan penggunaan material, serta memperbaiki tata ruang agar lebih efektif, efisien, aman dan nyaman.

4. Mengembangkan teknologi

Tujuannya adalah agar produk tidak ketinggalan jaman dan tidak kalah bersaing di pasaran, serta meningkatkan kualitas produk tersebut. Dan jika

dilihat dari segi produksi, kontribusi pengembangan teknologi dapat terlihat dari cara proses kerja lebih efektif, seperti adanya tombol atau saklar, adanya mesin *convayor* dan masih banyak lagi yang lainnya. Gunanya untuk menjaga kondisi karyawan agar tidak mudah lelah dan tidak jenuh.

Ada beberapa faktor-faktor yang tercakup didalamnya, berikut adalah faktor-faktor yang ada di dalam perancangan sistem produksi:

1. Analisis Kerja

Analisis kerja merupakan perancangan stasiun kerja yang dilakukan secara terus menerus agar mendapatkan metode yang baik dan sistematis, gunanya untuk meningkatkan produktivitas kerja dan meningkatkan fleksibilitas sistem kerja. Analisis dapat dilakukan melalui prosedur sebagai berikut:

- a. Identifikasi operasi yang akan dipelajari dan kumpulkan data yang relevan.
- b. Diskusikan dengan operator dan supervisor untuk memperoleh masukan.
- c. Pelajari dan dokumentasikan metode yang berlaku dengan menggunakan bagan proses.
- d. Lakukan analisis terhadap metode yang berlaku.
- e. Usulkan metode baru apabila metode lama kurang sesuai.
- f. Terapkan metode baru.
- g. Pelihara dan lakukan penyesuaian jika perlu.
- h. Pengukuran Kerja

2. Ergonomi

Ilmu ini mempelajari atau meneliti tentang keterkaitan antara manusia dengan lingkungan kerja, karena manusia adalah sebagai pusat sistem, maka semua perancangan sistem kerja diarahkan pada perancangan yang sesuai dengan manusia itu sendiri. Tujuannya adalah meningkatkan efektifitas kerja yang dihasilkan oleh sistem dengan tetap memandang manusia unsur pusat sistem untuk mempertahankan dan meningkatkan kenyamanan dan kesehatan. Pada intinya, dalam mengembangkan metode kerja dengan gerakan yang efisien, hal-hal yang perlu dilakukan, sebagai berikut:

- a. Hilangkan gerakan yang tidak perlu
- b. Gabungan gerakan

- c. Kurangi kelelahan
- d. Tingkatkan pengaturan tempat kerja
- e. Tingkatkan desain mesin dan peralatan

Perancangan sistem produksi yaitu merencanakan kegiatan-kegiatan produksi, agar apa yang telah direncanakan dapat terlaksana dengan baik. Maksud dan tujuan dari perancangan sistem produksi adalah:

1. Mengatur Strategi Produksi (Memproduksi Sesuai *Demand*)

Produksi mengikuti *demand* artinya bahwa kapasitas yang akan diproduksi tergantung dari permintaan. Kemungkinan yang terjadi dengan menambah atau mengurangi tenaga kerja atau merubah jumlah *Shift*.

2. Memproduksi Pada Tingkat Konstan

Produksi pada tingkat konstan artinya dengan tenaga kerja tetap. Kemungkinan yang terjadi adalah dengan menumpuk atau menggunakan persediaan, atau menambah dan mengurangi *backlog* atau dengan menambah atau mengurangi sub kontrak. Dalam perhitungan strategi ini biasanya disebut sebagai alternatif 1 atau strategi 1.

3. Menentukan Kebutuhan Sumber Daya

a. Tenaga kerja

Tenaga kerja merupakan salah satu aset perusahaan yang memiliki andil besar dalam menentukan sukses atau tidaknya perusahaan tersebut.

b. Material

Material adalah kunci utama berjalannya suatu proses produksi, karena jika material sulit didapat maka secara tidak langsung akan menghambat proses produksi perusahaan.

c. Fasilitas

Fasilitas berperan dalam terciptanya lingkungan kerja yang aman dan nyaman, jika fasilitas terabaikan, maka kecelakaan kerja dan kenyamanan para pekerja akan terganggu, sehingga akan berdampak pada proses produksi yang tidak produktif.

d. Peralatan

Peralatan kerja adalah sesuatu yang sangat penting dalam menciptakan kelancaran proses produksi, karena dapat mempermudah proses produksi yang disebabkan oleh tidak semua pekerjaan dapat dilakukan tanpa alat atau hanya menggunakan tangan.

e. Dana

Dana merupakan aset paling utama dari perusahaan karena merupakan landasan dalam membangun perusahaan, maka pengelolaan dana harus benar-benar terperinci dan mempertimbangkan penggunaannya secara baik.

2.2 Keseimbangan Lintasan

Keseimbangan lini produksi bermula dari lini produksi masal, di mana dalam proses produksinya harus dibagikan pada seluruh operator sehingga beban kerja operator merata. Jadi dalam keseimbangan lini produksi kita dapat merancang bagaimana seharusnya suatu lintasan produksi sehingga dapat tercapai keseimbangan beban yang dialokasikan pada setiap stasiun kerja dalam menghasilkan produk.

Istilah keseimbangan lini (*line of balancing*) atau biasa disebut keseimbangan lintasan adalah suatu metode penugasan sejumlah pekerjaan ke dalam stasiun-stasiun kerja yang saling berkaitan dalam satu lini produksi sehingga setiap stasiun kerja memiliki waktu yang tidak melebihi waktu siklus dari stasiun kerja tersebut. Keseimbangan lini juga dapat dikatakan sebagai usaha untuk mengadakan keseimbangan kapasitas antara satu bagian dengan bagian lain di dalam suatu proses produksi.

Keterkaitan sejumlah pekerjaan dalam suatu lini produksi harus dipertimbangkan dalam menentukan pembagian pekerjaan ke dalam masing-masing stasiun kerja. Hubungan atau saling keterkaitan antara satu pekerjaan dengan pekerjaan lainnya digambarkan dalam suatu *presedence diagram* atau diagram pendahuluan.

2.2.1 Pengaruh Kecepatan Lintasan Pada Penyusunan Stasiun Kerja

Hal yang berpengaruh pada penyusunan stasiun kerja adalah kecepatan lintasan yang ditentukan dari tingkat kapasitas permintaan serta waktu operasi terpanjang. Semakin tinggi kecepatan lintasan, jumlah stasiun kerja yang dibutuhkan akan menjadi semakin banyak. Sebaliknya, semakin rendah kecepatan lintasan perakitan maka jumlah stasiun kerja yang dibutuhkan menjadi semakin sedikit. (Kusuma, 2002).

1. *Precedence Diagram*

Precedence diagram digunakan sebelum melangkah pada penyelesaian menggunakan metode keseimbangan lintasan. *Precedence diagram* sebenarnya merupakan gambaran secara grafis dari urutan operasi kerja, serta ketergantungan pada operasi kerja lainnya yang tujuannya untuk memudahkan pengontrolan dan perencanaan kegiatan yang terkait di dalamnya (Baroto, 2002). Adapun tanda yang dipakai dalam *precedence diagram* adalah:

- a. Simbol lingkaran dengan huruf atau nomor di dalamnya untuk mempermudah identifikasi asli dari suatu proses operasi.
- b. Tanda panah menunjukkan ketergantungan dan urutan proses operasi. Dalam hal ini, operasi yang ada di pangkal panah berarti mendahului operasi kerja yang ada pada ujung anak panah.
- c. Angka di atas simbol lingkaran adalah waktu standar yang diperlukan untuk menyelesaikan setiap proses operasi.

2. Istilah-Istilah Dalam *Line Balancing*

Dalam sistem keseimbangan lintasan perakitan terdapat beberapa istilah yang digunakan meliputi:

a. Waktu Menunggu (*Idle Time*)

Idle time adalah selisih atau perbedaan antara waktu standar terbesar (ST_{max}) dan waktu standar stasiun ke- i (ST_i), atau ST_{max} dikurangi ST_i (Baroto, 2002).

$$Idle Time = n \cdot ST_{max} - \sum_{i=1}^n ST_i \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

- n = Jumlah stasiun kerja
- ST_{max} = Waktu standar terbesar dari seluruh stasiun kerja
- ST_i = Waktu standar pada stasiun kerja ke-i
- i = 1,2,3,...,n

b. Keseimbangan Waktu Senggang (*Balance Delay*)

Balance Delay merupakan ukuran dari ketidakefisienan lintasan yang dihasilkan dari waktu mengganggu sebenarnya yang disebabkan karena pengalokasian yang kurang sempurna di antara stasiun-stasiun kerja. *Balance Delay* (Baroto, 2002), dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$D = \frac{n \cdot ST_{max} - \sum ST_i}{(n \cdot ST_i)} \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

- D = *Balance Delay* (%)
- n = Jumlah stasiun kerja
- ST_{max} = Waktu standar terbesar dari seluruh stasiun kerja
- $\sum ST_i$ = Jumlah semua waktu operasi
- ST_i = Waktu operasi

c. Efisiensi Stasiun Kerja

Efisiensi stasiun kerja merupakan rasio antara waktu standar tiap stasiun kerja (ST_i) dan waktu standar stasiun kerja terbesar (ST_{max}). Efisiensi stasiun kerja (Nasution, 1999), dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Efisiensi\ stasiun\ kerja = \frac{ST_i}{ST_{max}} \times 100\% \dots \dots \dots (3)$$

d. Efisiensi Lintasan Produksi (*Line Efficiency*)

Line Efficiency merupakan rasio dari total waktu stasiun kerja dibagi dengan siklus dikalikan jumlah stasiun kerja (Baroto, 2002) atau jumlah efisiensi stasiun kerja dibagi jumlah stasiun kerja (Nasution, 1999). *Line Efficiency* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Line\ Efficiency = \frac{\sum_{i=1}^n ST_i}{(n)(ST_{max})} \times 100\% \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan:

ST_i = Waktu standar stasiun kerja dari ke-i

n = Jumlah stasiun kerja

ST_{max} = Waktu standar terbesar dari seluruh stasiun kerja

e. *Smoothnest Index*

Smoothness Index merupakan indeks yang menunjukkan kelancaran relatif dari penyeimbangan lini perakitan tertentu. Nilai indeks yang paling baik (*perfect balance*) adalah 0.

$$SI = \sqrt{\sum_{i=1}^n (ST_{max} - ST_i)} \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan:

ST_{max} = Waktu standar terbesar dari seluruh stasiun kerja

ST_i = Waktu standar di stasiun kerja i

f. *Work Station*

Work Station merupakan tempat pada lini perakitan dimana proses perakitan dilakukan. Setelah menentukan interval waktu siklus, maka jumlah stasiun kerja yang efisien rumus (Baroto, 2002), dapat ditetapkan dengan rumus:

$$n_{min} = \frac{\sum_{i=1}^n ST_i}{ST_{max}} \dots \dots \dots (6)$$

Keterangan:

ST_{max} = Waktu standar terbesar dari seluruh stasiun kerja

$\sum_{i=1}^n ST_i$ = Total Waktu standar seluruh stasiun kerja

n min = Jumlah stasiun kerja minimal

Tujuan dasar daripada penyeimbang lintasan perakitan adalah menugaskan elemen-elemen kerja pada stasiun kerja dalam berbagai cara dimana batasan *precedence* tidak dilanggar dan waktu menunggu minimal. Umumnya merencanakan keseimbangan dalam sebuah lintasan meliputi usaha yang bertujuan untuk mencapai suatu kapasitas yang optimal, dimana tidak terjadi penghamburan fasilitas (waktu, tenaga dan material). Tujuan ini tercapai bila:

1. Lintasan bersifat seimbang, setiap stasiun kerja mendapatkan beban kerja yang sama nilainya diukur dengan waktu.

2. Jumlah waktu menunggu minimum di setiap stasiun kerja sepanjang lintasan perakitan.
3. Stasiun kerja berjumlah minimum.

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat keseimbangan suatu lini produksi, yaitu:

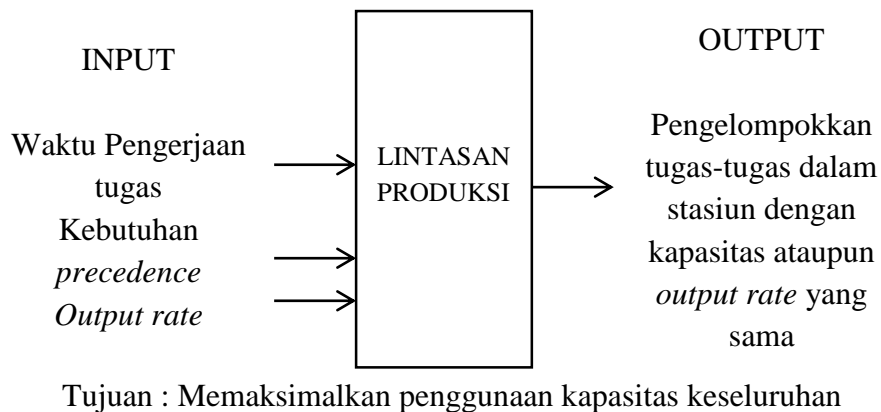
1. Keterlambatan datangnya bahan baku.
2. Terjadinya kerusakan mesin atau peralatan.
3. Bertumpuknya barang dalam proses pada tingkatan proses tertentu.
4. Tata letak yang kurang baik.
5. Kualitas tenaga kerja yang kurang baik.

2.2.2 Masalah dalam Keseimbangan Lintasan

Masalah pada lintasan produksi akan kelihatan pada proses perakitan jika dibandingkan dengan proses pabrikasi (Ginting, 2007). Dalam pabrikasi *part-part* biasanya membutuhkan mesin-mesin berat dengan waktu siklus yang panjang.

Bila beberapa operasi dengan peralatan yang berbedc000a dibutuhkan dalam seri-seri, maka akan sangat sulit untuk menyeimbangkan panjangnya waktu siklus mesin, yang pada akhirnya akan menghasilkan rendahnya penggunaan kapasitas. Gerakan kontinyu lebih dapat dicapai dengan operasi perakitan yang dilakukan secara manual jika operasi-operasi tersebut dapat dibagi-bagi menjadi pekerjaan-pekerjaan kecil dengan waktu yang sangat pendek. Semakin besar fleksibilitas dalam mengkombinasikan tugas-tugas tersebut, semakin tinggi pula derajat keseimbangan yang dapat dicapai.

Pengelompokkan tugas-tugas yang akan dihasilkan pada lintasan produksi yang seimbang membutuhkan informasi tentang waktu pelaksanaan tugas, kebutuhan *precedence* (tingkat ketergantungan) yang menentukan urutan yang *feasible* dan tingkat *output* atau waktu siklus yang diinginkan. Bentuk utama masalah lintasan produksi ditunjukkan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Elemen-Elemen Utama dari Masalah Lintasan Produksi
(Sumber: Ginting, Sistem Produksi, 2007)

2.2.3 Cara Mencapai Keseimbangan Lintasan

Terdapat beberapa cara yang dapat ditempuh untuk mencapai keseimbangan lini produksi, yaitu:

1. Penumpukan Material

Cara ini mungkin merupakan cara yang paling mudah bila dibandingkan dengan cara yang lainnya, yaitu dengan membuat tumpukan material di daerah kerja yang lambat. Pada area ini harus dilakukan kerja lembur atau menambah pekerja. Namun, cara ini bukanlah cara terbaik karena penumpukan sejumlah besar material dan mengakibatkan pemborosan ruangan.

2. Pergerakan Operator

Cara ini dilakukan bila seorang operator mempunyai waktu operasi yang lebih singkat daripada operator lainnya sehingga operator tersebut dapat menangani lebih dari satu operasi.

3. Pemecahan Elemen Kerja

Cara ini dilakukan bila suatu operasi membutuhkan waktu yang lebih singkat daripada waktu operasi pada stasiun kerja lainnya. Cara ini biasanya paling umum digunakan pada penyeimbang operasi-operasi perakitan, karena biasanya operasi-operasi pada perakitan mudah dibagi-bagi sehingga diperoleh keseimbangan yang tinggi dengan sedikit waktu mengganggu.

4. Perbaiki Informasi

Dengan cara ini dilakukan perbaikan metode kerja pada operasi yang lebih lambat dibandingkan operasi lainnya dan juga memerlukan waktu *setup* yang lebih lama. Dengan studi kerja akan dihasilkan cara yang lebih baik untuk melakukan pekerjaan dan akan mengurangi waktu kerja yang dibutuhkan.

5. Perbaiki Performansi Operator

Selain perbaikan metode kerja, penyeimbangan dapat dilakukan melalui penggantian operator dengan operator lain yang dapat bekerja lebih baik atau lebih cepat. Selain itu, diberikan bonus tambahan apabila operator tersebut dapat bekerja sama cepatnya dengan yang lainnya dan memberikan latihan.

6. Pengelompokan Operasi

Penyeimbangan dengan cara ini ialah dengan mengelompokkan beberapa operasi atau elemen kerja ke dalam stasiun-stasiun kerja secara seimbang sehingga setiap stasiun kerja memiliki waktu kerja yang sama.

7. Mengubah Kecepatan Mesin

Bila suatu operasi atau sebuah mesin yang bekerja lambat dapat ditingkatkan agar setingkat dengan kecepatan operasi lainnya, maka masalah keseimbangan mudah teratasi.

8. Aneka Produk atau Kombinasi Lintasan

Kadang-kadang ada kemungkinan untuk mengelompokkan barang-barang yang serupa dan memproduksi barang-barang tersebut dengan kombinasi lintasan. Secara teori, waktu menganggur mesin pada suatu produk dapat digunakan untuk membuat produk lainnya

2.3 Standarisasi Kerja

Standarisasi kerja adalah peraturan pada saat membuat barang di tempat kerja, yaitu cara melakukan produksi yang paling efektif dengan urutan tanpa *muda*, mengumpulkan pekerjaan, dan memfokuskan gerakan manusia (*Toyota Production System, 2006*). Standarisasi kerja merupakan cara untuk secara total meningkatkan kualitas, *cost reduction safety*, dan produktivitas dengan cara menggabungkan faktor manusia, barang, dan peralatan secara paling efektif

berdasarkan pada kondisi saat ini. Selain itu juga merupakan suatu cara untuk menekan produksi yang berlebihan, dan untuk melakukan produksi secara *just in time*. Standarisasi kerja juga merupakan cara yang efektif sebagai *tools* untuk *kaizen*.

Karena standarisasi kerja merupakan aktualisasi dari sistem produksi untuk melakukan prinsip dasar TSP (*Toyota Production System*), serta merupakan standar untuk mengukur peningkatan kualitas, *cost reduction*, dan *safety*, maka standarisasi kerja mempunyai 3 unsur penting, dimana semuanya tidak akan berjalan jika satu saja tidak terpenuhi. Terdapat tiga unsur penting, yaitu:

1. Perhitungan *Takt Time*

Takt time merupakan waktu yang menentukan 1 unit atau 1 buah part yang harus dibuat dalam beberapa menit dan beberapa detik

$$Takt\ Time = \frac{\text{Waktu kerja efektif}}{\text{Jumlah produksi}} \dots\dots\dots(7)$$

Takt time aktual adalah *takt time* yang dihitung dengan perbandingan produksi waktu kerja efektif dengan jumlah produksi per hari. Waktu siklus adalah waktu yang diperlukan untuk melakukan pekerjaan dengan urutan kerja yang telah ditentukan untuk proses yang ditangani oleh satu orang operator.

2. Urutan Kerja

Pada proses dan *assembly* produk, operator melakukan pekerjaan dengan urutan yang efektif seperti mengangkut barang, *setting* mesin, dan melakukan proses.

3. *Standard In Process Stock*

Standard in process stock adalah barang dengan *supply* minimum yang dimiliki di dalam proses agar pekerjaan dapat dilakukan dengan urutan dan gerakan yang sama berulang-ulang, jika melakukan pekerjaan sesuai dengan urutan kerja.

Tabel standar kerja kombinasi adalah sebuah tabel yang menjelaskan urutan pekerjaan dan waktu yang digunakan oleh masing-masing operator dalam melakukan proses pada suatu lini produksi (Widadgo dan Basri, 2006). Selain itu, tabel standar kerja kombinasi merupakan alat untuk menentukan beban dan urutan

kerja agar dapat sesuai dengan batas *takt time*. Tabel ini sangat berguna untuk *balancing* beban kerja.

Menurut Widadgo dan Basri (2006), tabel standar kerja kombinasi memiliki 3 (tiga) tipe, yaitu:

1. Tipe 1 (Satu)

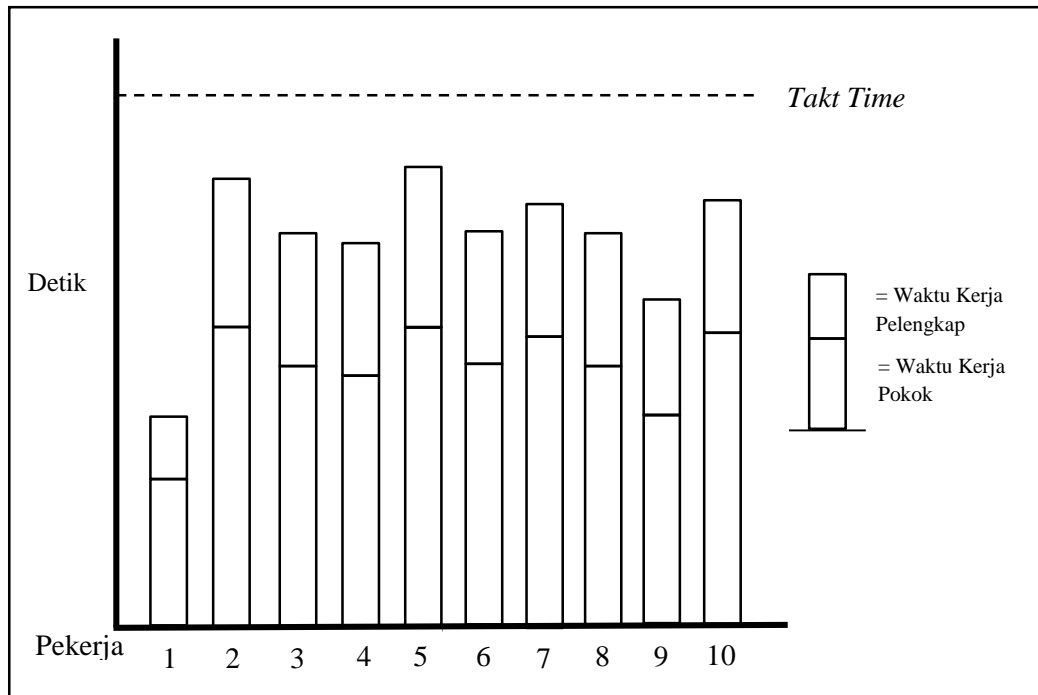
Tabel standar kerja kombinasi tipe pertama digunakan untuk melihat waktu kerja operator per satu siklus (*cycle*). Pada tabel ini, waktu kerja diklasifikasikan menjadi tiga jenis yaitu, ambil, proses dan jalan. Klasifikasi waktu kerja ini berguna untuk membedakan pekerjaan yang dilakukan. Contoh tabel standar kerja kombinasi tipe pertama dapat dilihat pada Gambar 2.7.

Posisi	Urutan	Nama Pekerjaan	Waktu			20	40
			Ambil	Proses	Jalan		
	1	Lihat <i>Harigami</i>		2	2		
	2	Ambil <i>Part</i>	2		2		
2	3	Pasang <i>Part A</i>		2			
2	4	Pasang <i>Part B</i>		2	2		
	5	Ambil dan Letakan Alat	2		2		
2	6	Kencangkan		2	2		
	7	Kembali					
Total			4	8	10		
			22				

Gambar 2.7 Tabel Standar Kerja Kombinasi Tipe 1
(Sumber: Widadgo dan Basri, 2006)

2. Tipe 2 (Dua)

Tabel standar kerja kombinasi tipe kedua digunakan untuk memperlihatkan perbandingan setiap waktu kerja operator per satu siklus (*cycle*) dan *takt time*. Pada tabel ini, waktu kerja diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu waktu kerja pokok dan waktu kerja pelengkap. Contoh tabel standar kerja kombinasi tipe kedua dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Tabel Standar Kerja Kombinasi Tipe 2
(Sumber: Widadgo dan Basri, 2006)

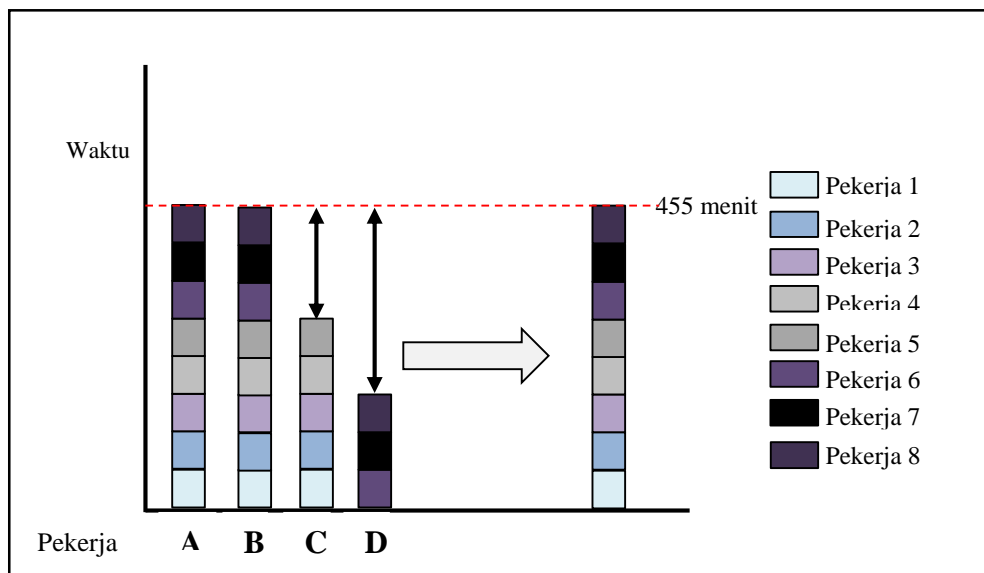
3. Tipe 3 (Tiga)

Digunakan untuk mengkonfirmasi rencana keseluruhan operasi dengan membuat standarisasi kerja baik *line* maupun pekerjaan setiap orang didalam proses. TSKK Tipe 3 ini dikenal juga dengan istilah *yamazumi chart*. *Yamazumi chart* atau *yamazumi board* adalah alat visual yang digunakan dalam *lean manufacturing* untuk membantu dalam mendesain sel-sel produksi dan memonitor perbaikan terus-menerus (Gunhartono, 2012). *Yamazumi Chart* memudahkan untuk memvisualisasikan berbagai elemen pekerjaan yang berlangsung dalam proses produksi, kemudian membandingkannya dengan *output* yang diharapkan atau *output* yang telah ditentukan perusahaan. Secara bahasa, arti *yamazumi* sendiri adalah menumpuk, dan grafik *yamazumi* berbentuk tumpukan sederhana dari *bar chart* dari lamanya waktu setiap aktivitas dalam proses produksi.

Menggunakan *yamazumi* dapat juga digunakan untuk menyoroti area kerja, dimana operator menghadapi tingkat stres kerja yang tinggi (*Muri Overburden*) sementara di waktu yang sama dengan area yang berbeda, bisa terjadi operator

lain menghabiskan waktu menunggu atau *idle*. Kecepatan proses produksi secara total bisa dibilang sama dengan kecepatan proses produksi paling lambat dalam rantai produksi. *Yamazumi* inilah yang akan memberitahu kelemahan atau kelambatan proses yang terjadi pada rantai proses produksi. Papan *yamazumi* juga dapat membedakan antara kegiatan atau proses yang memberikan (*value-added*) dan (*non-value-added*), serta *waste process* pada proses produksi. Hal ini akan memudahkan untuk memvisualisasikan penghematan yang dibuat.

Ada dua cara yang dapat ditempuh untuk melakukan penghematan dengan berdasar pada *yamazumi chart*. Pertama, tentu saja dengan menghilangkan non-nilai tambah dan *waste* dari proses produksi, lalu menambahkan proses bernilai tambah untuk membuat proses jauh lebih efisien. Sedangkan yang kedua, adalah dengan memindahkan beban kerja kepada proses yang sebelumnya atau proses berikutnya. Contoh tabel standar kerja kombinasi tipe ketiga (*yamazumi chart*) dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Tabel Standar Kerja Kombinasi Tipe 3 (*Yamazumi Chart*)
(Sumber: Widadgo dan Basri, 2006)

2.4 Perancangan dan Pengukuran Kerja

Perancangan dan pengukuran kerja menurut Wignjosoebroto (1995) merupakan disiplin ilmu yang dirancang untuk memberi pengetahuan mengenai

prinsip dan prosedur yang harus dilaksanakan dalam upaya memahami berbagai hal yang berkaitan dengan efektifitas dan efisiensi kerja. Dalam melakukan perancangan sistem kerja yang efektif dan efisien hal pokok yang diamati adalah segala hal yang berkaitan dengan prosedur-prosedur yang harus dilakukan dalam pelaksanaan kerja. Disini hal-hal yang berhubungan dengan gerakan-gerakan kerja maupun metode kerja yang lebih sederhana dan mudah dilakukan harus terus dikembangkan dan diaplikasikan.

2.4.1 Pengaturan Kerja

Untuk mendapatkan sebuah metode kerja yang lebih baik perlu dilakukan pengaturan kerja dengan terlebih dahulu menganalisa dan melakukan penelitian kerja dari sebuah sistem kerja yang ada. Analisa dan penelitian kerja yang dimaksud adalah suatu aktivitas yang ditujukan untuk mempelajari prinsip-prinsip dan teknik-teknik mendapatkan rancangan sistem dan tata cara kerja yang paling efektif dan efisien. Prinsip maupun teknik-teknik tersebut diaplikasikan guna mengatur komponen-komponen kerja yang terlibat dalam sebuah sistem kerja. Komponen-komponen yang dimaksud seperti manusia, mesin, material, fasilitas kerja, serta lingkungan kerja yang ada sedemikian rupa sehingga dicapai tingkat efektifitas dan efisiensi kerja yang tinggi. Komponen-komponen tersebut diukur dari waktu yang dimanfaatkan, tenaga atau energi yang dipakai serta dampak-dampak lain yang akan ditimbulkannya.

Komponen-komponen kerja tersebut akan diatur secara bersama-sama agar berada dalam suatu komposisi tata letak yang sebaik-baiknya sehingga bisa memberikan alur gerak, tata cara ataupun prosedur kerja yang tertib dan lancar. Dengan pengaturan tata cara kerja tersebut, maka semua langkah serta gerakan-gerakan kerja baik gerakan manusia, mesin atau peralatan, maupun perpindahan material yang tidak produktif maupun yang tidak memberikan kontribusi nilai tambah akan diupayakan untuk bisa ditekan semaksimal mungkin. Dengan perbaikan tata cara kerja ini akan menambah efektifitas gerak dan langkah kerja yang harus dilaksanakan dalam suatu sistem kerja.

Dari apa yang telah diuraikan diatas maka dapat disimpulkan bahwa tujuan dari kegiatan pengaturan kerja dengan metode penelitian kerja ini adalah sebagai berikut:

1. Perbaiki proses, prosedur dan tata cara pelaksanaan pekerjaan atau kegiatan.
2. Perbaiki dan penghematan penggunaan material, energi, mesin atau fasilitas kerja serta tenaga kerja manusia.
3. Pendayagunaan usaha manusia dan pengurangan keletihan yang tidak perlu.
4. Perbaiki tata ruang kerja yang lebih baik.

2.4.2 Pengukuran Waktu Kerja

Pengukuran waktu kerja menurut Wignjosoebroto (1995) adalah suatu aktivitas untuk menentukan waktu yang dibutuhkan oleh seorang operator terampil dalam melaksanakan sebuah kegiatan kerja, yang dilakukan dalam kondisi dan tempo kerja yang normal. Sedangkan menurut Sitalaksana (2006), pengukuran waktu kerja adalah pekerjaan mengamati dan mencatat waktu-waktu kerja baik setiap elemen ataupun siklus dengan menggunakan alat-alat yang telah disiapkan.

Menurut Sitalaksana (2006), pengukuran waktu kerja dilakukan terhadap beberapa alternatif sistem kerja yang terbaik diantaranya dilihat dari segi waktu, dicari sistem kerja yang membutuhkan waktu penyelesaian tersingkat. Pengukuran waktu ditujukan juga untuk mendapatkan waktu baku penyelesaian pekerjaan yaitu waktu yang dibutuhkan secara wajar oleh pekerja normal untuk menyelesaikan suatu pekerjaan yang dijalankan dalam sistem terbaik.

Tujuan pokok dari aktivitas ini berkaitan erat dengan usaha menetapkan waktu baku atau waktu standar (*standard time*). Ada berbagai macam cara untuk mengukur dan menetapkan waktu standar yang pada umumnya dilaksanakan dengan pengukuran waktu kerja sebagai berikut:

1. *Stopwatch Time Study*
2. *Sampling Kerja*
3. *Standard Data*
4. *Predetermined Motion Time System*

Dan dalam penelitian ini, metode pengukuran waktu kerja yang digunakan adalah pengukuran waktu kerja secara langsung dengan *stopwatch time study*. Penelitian dilakukan dengan cara mengamati dan mencatat waktu kerja operator dengan menggunakan *stopwatch* sebagai alat pengukur waktu, dimana pengukuran dilakukan untuk setiap elemen pekerjaan maupun satu siklus pekerjaan secara utuh, sehingga dapat diketahui berapa lama waktu yang dibutuhkan oleh seorang operator terampil pada kecepatan normal untuk mengerjakan suatu tugas tertentu. Waktu yang berhasil diukur dan dicatat kemudian dimodifikasikan dengan mempertimbangkan tempo kerja operator dan menambahkan faktor-faktor kelonggaran yang diberikan kepada operator.

2.4.2.1 Pengukuran Waktu Kerja dengan Jam Henti (*Stopwatch Time Study*)

Pengukuran waktu berguna untuk memilih cara kerja terbaik dari beberapa alternatif yang diusulkan, waktu yang dipakai sebagai patokan (*standard*) adalah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan dengan pengerjaan terpendek (tercepat).

Teknik pengukuran waktu dibagi menjadi pengukuran secara langsung dan pengukuran secara tidak langsung. Pengukuran secara langsung dilakukan di tempat dimana pekerjaan yang bersangkutan dijalankan, termasuk di dalamnya cara jam berhenti dan *sampling* pekerjaan. Untuk pengukuran waktu secara tidak langsung, perhitungan waktu dilakukan tanpa harus berada di tempat pekerjaan. Bisa dilakukan dengan membaca tabel-tabel yang menggambarkan elemen-elemen gerakan, termasuk didalamnya data waktu baku dan data waktu gerakan (Sutalaksana, 2006).

Pengukuran waktu kerja dengan jam henti (*stopwatch time study*) diperkenalkan pertama kali oleh Frederick W. Taylor sekitar abad 19. Metode ini baik diaplikasikan untuk pekerjaan-pekerjaan yang berlangsung singkat dan berulang (Wignjosoebroto, 1995).

Dalam konteks pengukuran kerja, metode *stopwatch time study* merupakan teknik pengukuran kerja dengan menggunakan *stopwatch* sebagai alat pengukur waktu yang ditunjukkan dalam penyelesaian suatu aktifitas yang diamati (*actual*

time). Waktu yang berhasil diukur dan dicatat kemudian dimodifikasikan dengan mempertimbangkan tempo kerja operator dan menambahkannya dengan *allowances*.

Untuk kelancaran kegiatan pengukuran dan analisis, maka selain *stopwatch* sebagai *timing device* diperlukan *time study form* guna mencatat data waktu yang diukur, serta untuk mencatat segala informasi yang berkaitan dengan aktivitas yang diukur tersebut seperti sketsa gambar *layout* area kerja, kondisi kerja (kecepatan kerja mesin, gambar produk, nama operator, dan lain-lain) dan deskripsi yang berkaitan dengan *elemental breakdown* (dapat dilihat dalam prosedur pelaksanaan pengukuran waktu kerja).

Ada tiga metode yang umum digunakan untuk mengukur elemen-elemen kerja dengan menggunakan jam-henti (*stopwatch*), yaitu pengukuran waktu secara terus menerus (*continuous timing*), pengukuran waktu secara berulang (*repetitive timing*), dan pengukuran waktu secara penjumlahan (*accumulative timing*), (Wignjosoebroto, 1995).

Pada pengukuran waktu secara terus menerus (*continuous timing*), pengamat kerja akan menekan tombol *stopwatch* pada saat elemen kerja pertama dimulai dan membiarkan jarum penunjuk *stopwatch* berjalan terus menerus sampai periode atau siklus selesai berlangsung. Di sini pengamat bekerja terus mengamati jalannya jarum *stopwatch* dan mencatat waktu yang ditunjukkan *stopwatch* setiap akhir dari elemen-elemen kerja pada lembar pengamatan. Waktu sebenarnya dari masing-masing elemen diperoleh dari pengurangan pada saat pengukuran waktu selesai.

Pada pengukuran waktu secara berulang-ulang (*repetitive timing*) yang disebut juga sebagai *snap back method*, penunjuk *stopwatch* akan selalu dikembalikan (*snap back*) jarum ke posisi nol setiap akhir dari elemen kerja yang diukur. Setelah dilihat dan dicatat waktu kerja, kemudian tombol ditekan lagi dan segera jarum penunjuk bergerak untuk mengukur elemen kerja berikutnya. Demikian seterusnya sampai semua elemen terukur. Dengan cara *repetitive timing*, data waktu untuk setiap elemen kerja yang diukur dapat dicatat secara

langsung tanpa ada pengerjaan tambahan untuk pengurangan seperti yang dijumpai dalam metode pengukuran secara terus menerus.

Selain itu, pengamat dapat segera mengetahui data waktu selama proses kerja berlangsung untuk setiap elemen kerja. Variasi yang terlalu besar dari data waktu dapat diakibatkan oleh kesalahan membaca atau menggunakan *stopwatch* ataupun karena penyimpangan-penyimpangan yang terjadi dalam pelaksanaan kerja.

Pada pengukuran waktu secara kumulatif memungkinkan pengamat membaca data waktu secara langsung di setiap elemen kerja yang ada. Di sini akan digunakan 2 atau lebih *stopwatch* yang akan bekerja secara bergantian. Dua atau tiga *stopwatch* dalam hal ini akan didekatkan sekaligus pada tempat pengamat dan dihubungkan dengan suatu tuas. Apabila *stopwatch* pertama dijalankan, maka *stopwatch* nomor 2 dan 3 berhenti (*stop*) dan jarum tetap pada posisi nol. Apabila elemen kerja sudah berakhir maka tuas ditekan, hal ini akan menghentikan gerakan jarum dari *stopwatch* pertama dan menggerakkan *stopwatch* kedua untuk mengukur elemen kerja berikutnya. Dalam hal ini, *stopwatch* nomor 3 tetap pada posisi nol. Pengamat selanjutnya bisa mencatat data waktu yang diukur oleh *stopwatch* pertama. Apabila elemen kerja sudah berakhir maka tuas ditekan lagi sehingga hal ini akan menghentikan jarum. Penunjuk pada *stopwatch* kedua pada posisi yang diukur dan selanjutnya akan menggerakkan *stopwatch* ketiga untuk mengukur elemen kerja berikutnya lagi. Gerakan tuas ini selain menghentikan jarum penunjuk *stopwatch* kedua dan menggerakkan jarum *stopwatch* ketiga, juga mengembalikan jarum penunjuk *stopwatch* pertama ke posisi nol (untuk bersiap-siap mengukur elemen kerja yang lain, demikian seterusnya. Dalam hal ini pembacaan metode akumulatif memberikan keuntungan, yaitu lebih mudah dan teliti karena jarum *stopwatch* tidak dalam keadaan bergerak pada saat pembacaan data waktu dilaksanakan.

Pada penelitian kali ini, pengukuran waktu kerja dengan jam henti yang digunakan secara berulang-ulang (*repetitive timing*). Pengukuran waktu penyelesaian suatu pengerjaan dimulai sejak gerakan pertama sampai pekerjaan

itu selesai (disebut satu siklus) dan dilakukan berulang-ulang sampai pengukuran cukup secara statistik.

Dari hasil pengukuran dengan cara ini akan diperoleh waktu baku untuk menyelesaikan suatu siklus pekerjaan, kemudian waktu ini akan dipergunakan sebagai standar penyelesaian pekerjaan bagi semua pekerja yang akan melaksanakan pekerjaan yang sama.

Rumus yang digunakan untuk menentukan jumlah pengukuran yang harus dilakukan adalah:

$$N' = \left(\frac{\frac{Z_{\alpha}}{a} \sqrt{N(\sum Xi^2) - (\sum Xi)^2}}{(\sum Xi)} \right)^2 \dots\dots\dots(8)$$

dimana:

N' = jumlah pengukuran/pengamatan yang seharusnya dilaksanakan.

N = jumlah pengukuran pendahuluan yang telah dilakukan.

X_i = waktu penyelesaian yang diukur pada pengamatan ke- i .

$Z_{\alpha} = 1,96 \rightarrow$ dengan tingkat ketelitian sebesar 5 %

a = tingkat ketelitian atau keakurasian.

2.4.2.2 Pengukuran Waktu Kerja Secara Tidak Langsung

Pengukuran waktu kerja secara tidak langsung adalah pengukuran waktu kerja tanpa pengamat harus berada di tempat pekerjaan yang diukur (Wignjosubroto, 2008). Disini aktivitas yang dilakukan hanya melakukan perhitungan waktu kerja dengan membaca tabel-tabel waktu yang tersedia asalkan mengetahui jalannya pekerjaan melalui elemen-elemen pekerjaan atau elemen-elemen gerakan. Cara ini bisa dilakukan dalam aktivitas data waktu baku (*standard time*) dan data waktu gerakan (*predetermined motion time system*).

1. Pengukuran Kerja dengan Metode Standar Data

Penetapan waktu baku dengan metode standar data (data waktu baku) sangat sederhana sekali di samping tentunya juga lebih mudah atau cepat dilaksanakan. Problem yang dirasakan cukup kompleks dalam hal ini mungkin

hanya pada saat pengumpulan data waktu baku untuk berbagai jenis pekerjaan (elemen-elemen kegiatan) melalui aktivitas *stopwatch time study* seperti yang biasanya dilakukan. Dengan menggunakan metode standar data jelas akan mengurangi aktivitas-aktivitas pengukuran kerja tertentu, mempercepat proses yang diperlukan untuk menetapkan waktu baku, dan cenderung memberikan ketelitian dan konsistensi terhadap waktu baku yang dibutuhkan untuk penyelesaian pekerjaannya. Problematika diatas khususnya diaplikasikan untuk elemen-elemen kegiatan yang konstan seperti kegiatan *setup, loading* atau *unloading, handling machine*, dan lain-lain.

2. Pengukuran Kerja dengan Metode Analisis Regresi

Metode pengukuran kerja dengan menggunakan rumus yang dikembangkan melalui rumus-rumus standar atau teoritis maupun yang bersifat eksperimen, seringkali akan sangat bermanfaat dalam kasus-kasus dimana elemen-elemen kerja tidak berupa variabel yang sama dengan yang telah didefinisikan dalam formulasi yang telah distandarkan dan/atau rumus-rumus baku yang tersedia. Untuk “menyederhanakan” hal ini, maka pendekatan dengan menggunakan model analisa regresi akan dapat diaplikasikan, yaitu bilamana sejumlah data waktu dapat diperoleh melalui beberapa eksperimen, dan dikaitkan dengan satu atau variabel tertentu. Metode analisa regresi dipergunakan untuk mengembangkan model formulasi matematis yang bisa dipakai sebagai “pendekatan” untuk menetapkan waktu operasi dikaitkan dengan variabel-variabel yang relevan.

3. Pengukuran Waktu Baku dengan Waktu Gerakan (*Predetermined Motion Time System*)

Predetermined Time System akan terdiri dari suatu kumpulan data waktu dan prosedur sistematis dengan menganalisa dan membagi-bagi setiap operasi kerja (manual) yang dilaksanakan oleh operator ke dalam gerakan-gerakan kerja, gerakan-gerakan anggota tubuh, ataupun elemen-elemen gerakan manual lainnya dan kemudian menetapkan nilai waktu masing-masing berdasarkan waktu yang ada. Masing-masing sistem dengan menggunakan data waktu ini ditetapkan berdasarkan studi yang ekstensif dengan memperhatikan semua

aspek yang berkaitan dengan performansi kerja manusia melalui prosedur pengukuran kerja, evaluasi, dan pemakuan data waktu yang diperolehnya. Aplikasi dari *Predetermined Time System* mengharuskan membagi-bagi secara detail operasi kerja yang akan diukur dalam gerakan-gerakan dasar sesuai dengan sistem yang akan dipakainya nanti. Masing-masing sistem yang ada dalam *Predetermined Time System* akan memiliki aturan dan prosedur yang spesifik yang harus diikuti secara tepat.

2.5 Perhitungan Waktu Standar

Waktu standar atau waktu baku adalah lamanya waktu yang diperlukan oleh seorang pekerja terampil untuk menyelesaikan satu siklus pekerjaan dalam kecepatan normal yang disesuaikan dengan faktor penyesuaian dan faktor kelonggaran yang diberikan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut. Jika data telah mencukupi syarat $N_1 < N$, maka tahap perhitungan untuk memperoleh besaran nilai waktu standar pekerjaan adalah sebagai berikut:

1. Menghitung waktu siklus (Ws) dengan cara:

$$Ws = \frac{\sum Xi}{N} \dots\dots\dots(9)$$

2. Menghitung waktu normal (NT) dengan cara:

$$NT = Ws (1 + Rating Factors) \dots\dots\dots(10)$$

3. Menghitung waktu standar (ST) dengan cara:

$$ST = NT (1 + Allowance) \dots\dots\dots(11)$$

Untuk menentukan besaran nilai *Rating Factors*, dapat dilakukan dengan cara memberikan nilai faktor penyesuaian bagi faktor yang bekerja. Adapun faktor-faktor yang dinilai tersebut adalah sebagai berikut:

1. Kemampuan (*Skill*)
2. Usaha (*Effort*)
3. Konsistensi (*Consistency*)
4. Kondisi (*Condition*)

Sedangkan untuk besaran nilai faktor kelonggaran (*Allowance*) dilakukan dengan cara memberikan nilai faktor kelonggaran bagi pekerja berdasarkan

faktor-faktor yang yang mempengaruhi operator dalam bekerja. Faktor-faktor kelonggaran yang diberikan dilihat dari hal-hal berikut ini:

1. Kebutuhan Pribadi
2. Keadaan Lingkungan
3. Tenaga Yang Dikeluarkan
4. Sikap Kerja
5. Gerakan Kerja
6. Kelelahan Mata
7. Temperatur Tempat Kerja

2.5.1 Faktor Penyesuaian (*Rating Factors*)

Kemungkinan besar bagian paling sulit didalam pelaksanaan pengukuran kerja adalah kegiatan evaluasi kecepatan atau tempo kerja operator pada saat pengukuran kerja berlangsung. Teknik atau cara untuk menilai atau mengevaluasi kecepatan kerja operator dikenal dengan “Faktor Penyesuaian (*Rating Factors*)”. Secara umum kegiatan faktor penyesuaian ini dapat didefinisikan sebagai cara untuk menormalkan ketidaknormalan kerja yang dilakukan oleh pekerja pada saat *observasi* atau pengamatan dilakukan.

Dengan melakukan *rating* ini diharapkan waktu kerja yang diukur bisa dinormalkan kembali. Ketidaknormalan dari waktu kerja ini diakibatkan oleh operator yang bekerja secara kurang wajar yaitu bekerja dalam tempo atau kecepatan yang tidak sebagaimana mestinya pada saat pengamatan dilakukan. Dan untuk menormalkan waktu kerja yang diperoleh dari hasil pengamatan, maka penyesuaian ini pun dilakukan. Ada banyak cara dalam menentukan faktor penyesuaian bagi seorang pekerja. Dalam penelitian ini, salah satu teknik faktor penyesuaian yang digunakan adalah *Westing House System of Rating*.

Westing House System Rating ini pertama kali dikenalkan oleh *Westing House Company* (1927) yang memperkenalkan sebuah sistem rating yang merupakan penyempurnaan dari sistem rating sebelumnya. Dimana dalam sistem ini selain kemampuan (*skill*) dan usaha (*effort*) yang telah ada sebelumnya, *westing house* juga menambahkan kondisi kerja (*condition*) dan konsistensi

(*consistency*) dari operator dalam melakukan kerja. Dari hal ini kemudian *westing house* telah berhasil membuat sebuah tabel penyesuaian yang berisikan nilai-nilai yang didasarkan pada tingkatan yang ada untuk masing-masing faktor tersebut. Tabel dari faktor penyesuaian tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Faktor Penyesuaian berdasarkan *Westing House Rating Factors*

WESTING HOUSE RATING FACTORS					
SKILL			EFFORT		
<i>Super Skill</i>	A1	0,15	<i>Excessive</i>	A1	0,13
	A2	0,13		A2	0,12
<i>Excellent</i>	B1	0,11	<i>Excellent</i>	B1	0,1
	B2	0,08		B2	0,08
<i>Good</i>	C1	0,06	<i>Good</i>	C1	0,05
	C2	0,03		C2	0,02
<i>Average</i>	D	0	<i>Average</i>	D	0
SKILL			EFFORT		
<i>Fair</i>	E1	-0,05	<i>Fair</i>	E1	-0,04
	E2	-0,1		E2	-0,08
<i>Poor</i>	F1	-0,16	<i>Poor</i>	F1	-0,12
	F2	-0,22		F2	-0,17
CONDITION			CONSISTENCY		
<i>Ideal</i>	A	0,06	<i>Perfect</i>	A	0,04
<i>Excellent</i>	B	0,04	<i>Excellent</i>	B	0,03
<i>Good</i>	C	0,02	<i>Good</i>	C	0,01
<i>Average</i>	D	0	<i>Average</i>	D	0
<i>Fair</i>	E	-0,03	<i>Fair</i>	E	-0,02
<i>Poor</i>	F	-0,07	<i>Poor</i>	F	-0,04

(Sumber: Wignjosoebroto, 2008)

2.5.2 Faktor Kelonggaran (*Allowance*)

Waktu normal untuk suatu elemen operasi kerja adalah semata-mata menunjukkan bahwa seorang operator yang berkualifikasi baik akan bekerja menyelesaikan pekerjaan pada kecepatan atau tempo kerja yang normal. Walaupun demikian pada prakteknya kita akan melihat bahwa tidaklah bisa diharapkan operator tersebut akan mampu bekerja secara terus-menerus sepanjang hari tanpa adanya interupsi sama sekali. Disini kenyataannya operator akan sering

menghentikan kerja dan membutuhkan waktu-waktu khusus untuk keperluan seperti *personal needs*, istirahat melepas lelah dan alasan-alasan lain di luar kontrolnya.

Dalam menilai seberapa besar faktor kelonggaran yang diberikan, penulis menggunakan bantuan tabel persentase kelonggaran berdasarkan faktor yang berpengaruh yang dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 *Persentase Kelonggaran Berdasarkan Faktor Yang Berpengaruh*

FAKTOR		KELONGGARAN	
KEBUTUHAN PRIBADI			
1	Pria	0 – 2,5	
2	Wanita	2 – 5,0	
KEADAAN LINGKUNGAN			
1	Bersih, Sehat, Tidak Bising	0	
2	Siklus Kerja Berulang - Ulang Antara 5 - 10 Detik	0 – 1	
3	Siklus Kerja Berulang - Ulang Antara 0 - 5 Detik	1 – 3	
4	Sangat Bising	0 – 5	
5	Ada Faktor Penurunan Kualitas	0 – 5	
6	Ada Getaran Lantai	5 – 10	
7	Keadaan Yang Luar Biasa	5 – 10	
TENAGA YANG DIKELUARKAN		PRIA	WANITA
1	Dapat Diabaikan	Tanpa Beban	
2	Sangat Ringan	0-6	0-6
3	Ringan	6-7	6-7
4	Sedang	7-12	7-16
5	Berat	19-12	16-30
6	Sangat Berat	19-30	
SIKAP KERJA			
1	Duduk	0-1	
2	Berdiri Di Atas Dua Kaki	1-2,5	
3	Berdiri Di Atas Satu Kaki	2,5-4	
4	Berbaring	2,5-4	
5	Membungkuk	4-10	

(Sumber: Satalaksana dkk, 1979)

Tabel 2.2 *Persentase* Kelonggaran Berdasarkan Faktor Yang Berpengaruh (Lanjutan)

FAKTOR		KELONGGARAN	
GERAKAN KERJA			
1	Normal	0	
2	Agak Terbatas	0-5	
3	Sulit	0-5	
4	Anggota Badan Terbatas	5-10	
5	Seluruh Badan Terbatas	10-15	
KELELAHAN MATA		TERANG	BURUK
1	Pandangan Terputus	0	1
2	Pandangan Terus Menerus	2	2
3	Pandangan Terus Menerus Dengan Faktor Berubah – Ubah	2	5

(Sumber: Sतालaksana dkk, 1979)

Kelonggaran waktu untuk kebutuhan pribadi (*Personal Allowance*) umumnya diaplikasikan sebagai prosentase tertentu dari waktu normal dan bisa berpengaruh pada *Handling time* maupun *machine time*.

2.6 Uji Statistik

Uji statistik dilakukan sebelum melakukan perhitungan terhadap data-data yang telah didapat. Dilakukan untuk mengetahui apakah data-data yang didapat sudah cukup, normal dan standar sehingga layak untuk diolah dalam perhitungan.

2.6.1 Uji Kenormalan Data

Uji kenormalan data dilakukan untuk mengetahui apakah data yang telah diperoleh dari hasil penelitian berdistribusi normal atau tidak (Sतालaksana, 2006). Uji kenormalan data ini dilakukan untuk seluruh sampel hasil pengukuran yang diperoleh dari hasil penelitian yang dilakukan. Sampel tersebut akan diuji apakah berhipotesis nol yang artinya bahwa sampel tersebut berasal dari populasi yang berdistribusi normal atau berhipotesis *alternative* atau tandingannya yang artinya bahwa sampel tersebut berasal dari populasi yang berdistribusi tidak normal.

Menurut Kurniawan (2008), pada dasarnya uji normalitas adalah membandingkan antara data empiris (data yang kita miliki) dengan data teoritis (data distribusi normal) dan kategorinya merupakan jenis uji kesesuaian

(*Goodness of Fit*). Banyak ahli statistik yang mencoba membuat pendekatan uji kesesuaian untuk menguji kenormalan data, salah satunya adalah *Kolmogorov-Smirnov*. Uji *Kolmogorov-Smirnov*, bila hasil uji signifikan maka nilai *p-value* $\geq 0,05$ sehingga data tersebut berdistribusi normal. Cara menghitung *p-value* adalah mendapatkan luasan daerah di bawah kurva normal, menggunakan persamaan distribusi normal:

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma} \dots\dots\dots(12)$$

Dimana :

μ = rata-rata dari data populasi x = nilai batas interval

σ = standar deviasi dari data populasi z = distribusi normal

Menurut Kurniawan (2008), apabila nilai uji statistik $z = 1.84$. Dengan demikian nilai *p-value* untuk pengujian ini adalah probabilitas observasi suatu nilai z yang lebih dari 1.84. Nilai ini merupakan luas daerah di bawah kurva normal di sebelah kanan $z = 1,84$.

$$\begin{aligned} \text{Dengan demikian, } p\text{-value} &= P(z > 1,84) \\ &= 1 - 0,9671 \text{ (nilai dari tabel distribusi normal)} \\ &= 0,0329 \end{aligned}$$

Oleh karena akan menguji keselarasan data atau kenormalan data untuk satu sampel, dan skala pengukuran bukan nominal, maka digunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*.

1. Pemasukan data ke MINITAB

Dari menu utama *File*, pilih menu *New*, lalu klik *mouse* pada *Minitab Project*.

Pengisian data:

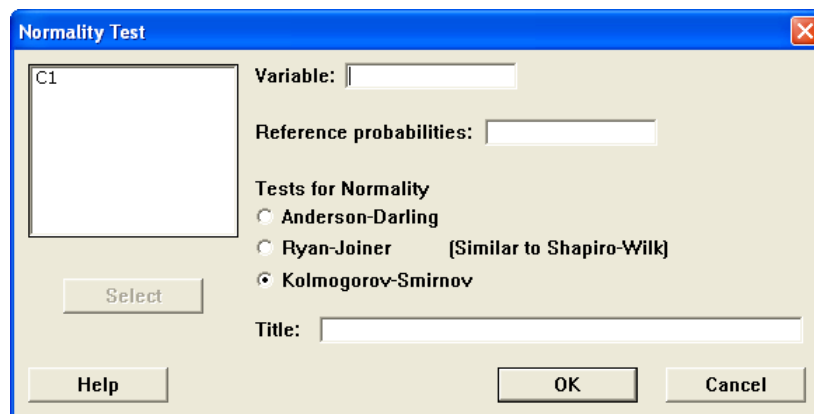
- a. Klik *mouse* pada tabel *worksheet* kolom C1
- b. Letakkan *pointer* pada baris 1 kolom tersebut, lalu ketik menurun ke bawah sesuai data (25 data).

Data di atas bisa disimpan dengan nama *Kolmogorov-Smirnov*.

2. Pengolahan data dengan MINITAB

Langkah-langkah:

- a. Buka *file Kolmogorov-Smirnov*
- b. Dari menu utama MINITAB, pilih menu *Statistics*, kemudian pilih sub menu *Basic Statistics*, sesuai kasus pilih *Normality Test* untuk uji satu sampel. Kemudian akan muncul kotak dialog *Kolmogorov-Smirnov*, seperti Gambar 2.10.

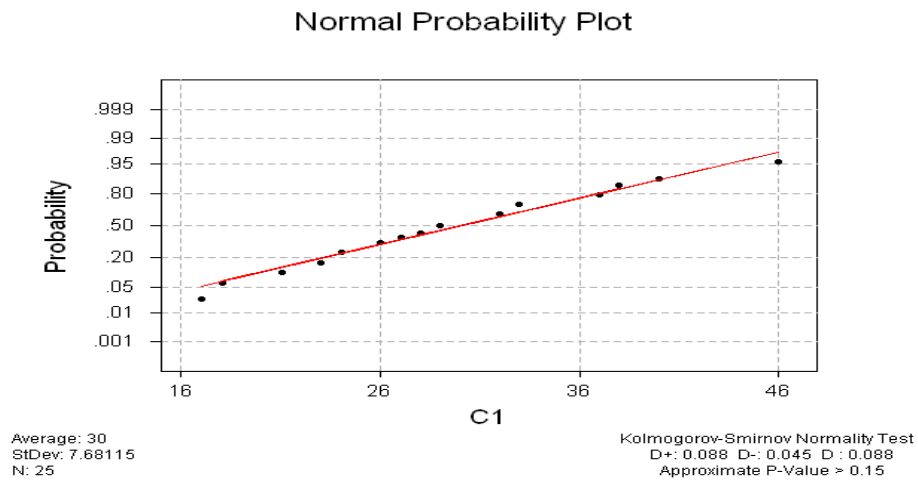


Gambar 2.10 Kotak Dialog *Kolmogorov-Smirnov*
(Sumber: Spiegel, 1999)

Pengisian:

- a. *Variable*, Masukan variabel C1
- b. *Reference Probabilities*, diabaikan
- c. Untuk *Test for Normality*, karena dalam kasus ini akan diuji distribusi normal menggunakan metode *Kolmogorov-Smirnov*, maka klik *mouse* pada pilihan *Kolmogorov-Smirnov*.
- d. *Title*, menuliskan judul untuk mengetahui kasus yang di uji
- e. Tekan OK untuk proses data.

Setelah itu akan muncul grafik, seperti pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11 Grafik Hasil Uji Kenormalan Data *Kolmogorov-Smirnov*
(Sumber: Spiegel, 1999)

Analisis Hipotesis:

- a. $H_0: F(x) = F_0(x)$, dengan $F(x)$ adalah fungsi distribusi populasi yang diwakili oleh sampel, dan $F_0(x)$ adalah fungsi distribusi suatu populasi berdistribusi normal dengan $\mu = 30$ dan $\sigma = 7,68$ (lihat gambar 2.17)
- b. $H_1: F(x) \neq F_0(x)$ atau distribusi populasi tidak normal.

NB: Uji dilakukan dua sisi, karena adanya tanda ‘ \neq ’

Pengambilan Keputusan:

Dasar Pengambilan Keputusan adalah besaran probabilitas:

- a. Jika probabilitas $> 0,05$, maka H_0 diterima.
- b. Jika probabilitas $< 0,05$, maka H_0 ditolak.

Keputusan:

Terlihat bahwa pada *Approximate P-Value* $> 0,15$, atau probabilitas diatas $0,05$ ($0,15 > 0,05$). Maka H_0 diterima, atau populasi tersebut berdistribusi normal.

2.6.2 Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data dilakukan untuk mengetahui apakah data yang telah diambil dalam pengamatan sudah cukup atau belum (Sutalaksana, 2006). Jika setelah dilakukan perhitungan secara statistik ternyata data yang diperoleh belum mencukupi, maka harus dilakukan penambahan data kembali. Langkah-langkah yang harus dilakukan dalam melaksanakan perhitungan uji kecukupan data (Sutalaksana, 2006) adalah sebagai berikut:

1. Mencari nilai rata-rata dari data yang kita dapatkan dengan rumus berikut:

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{N} \dots\dots\dots(13)$$

2. Menguji kecukupan data dengan menghitung berapa besar nilai N^1 (dimana pada penelitian kali ini tingkat kepercayaan yang digunakan sebesar 95% dan tingkat ketelitian sebesar 5%) menggunakan rumus berikut:

$$N' = \left(\frac{40 \sqrt{N (\sum Xi^2) - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right)^2 \dots\dots\dots(14)$$

3. Untuk mengetahui apakah data yang kita dapatkan sudah mencukupi atau belum dapat diketahui dengan cara membandingkan nilai N^1 dengan N dengan ketentuan sebagai berikut:

Jika $N' < N$: Data dinyatakan sudah cukup

Jika $N' > N$: Data dinyatakan belum cukup, sehingga harus ditambah lagi.

2.6.3 Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data dilakukan untuk mengetahui apakah data-data yang diperoleh itu masuk kedalam batas kontrol atau bahkan diluar batas kontrol dengan menggunakan Peta Kendali \bar{X} dan R. Adapun langkah-langkah dalam melakukan pengujian keseragaman data adalah sebagai berikut:

1. Menentukan jumlah hasil data keseluruhan yang kita peroleh dari pengumpulan data lapangan.
2. Mencari nilai \bar{X} (waktu rata-rata) dengan rumus:

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{N} \dots\dots\dots(15)$$

3. Menghitung standar deviasi (δx) dari waktu sebenarnya dengan rumus:

$$\delta x = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{N-1}} \dots\dots\dots(16)$$

4. Mencari Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB) dengan cara sebagai berikut:

$$BKB = \bar{X} - k\delta x \quad BKA = \bar{X} + k\delta x \dots\dots\dots(17)$$

k = 1 (tingkat keyakinan 0%-68%)

k = 2 (tingkat keyakinan 69%-95%)

k = 3 (tingkat keyakinan 96%-99%)

5. Memindahkan data yang telah diperoleh kedalam bentuk grafik dengan batas-batas kontrol yang telah ditetapkan.

Apabila data yang diperoleh tersebut terdapat data yang berada diluar batas kontrol. Maka data tersebut harus dihilangkan dan dilakukan perhitungan kembali seperti semula. Karena data yang berada diluar batas kontrol menyebabkan data tidak seragam.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini diuraikan langkah-langkah dalam penyelesaian masalah yang akan dihadapi agar mendapatkan suatu analisis yang baik. Adapun langkah-langkah dalam penelitian ini adalah dengan metode studi pendahuluan, studi lapangan bersamaan dengan studi pustaka, perumusan masalah, tujuan penelitian, pengumpulan data, pengolahan data, analisis dan pembahasan, kesimpulan serta saran. Langkah-langkah tersebut akan dijelaskan secara rinci. Dari penjelasan teknik analisis data sebelumnya dapat dibuat kerangka berfikir untuk pemecahan masalah yang telah disebutkan sebelumnya. Kerangka pemecahan masalah tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.1.

3.1 Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan dalam penelitian ini meliputi studi lapangan dan studi pustaka.

3.1.1 Studi Lapangan

Studi lapangan dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai masalah yang terjadi pada tempat penelitian. Studi lapangan dimulai dengan melakukan pengamatan langsung ke lapangan untuk mengetahui kondisi perusahaan dan disertai dengan wawancara langsung dengan pihak perusahaan (kepala seksi, *foreman*, *checkman*, dan operator) agar permasalahan yang ada pada perusahaan dapat diketahui dengan jelas. Studi lapangan dalam tugas akhir ini berkaitan dengan waktu siklus pada masing-masing stasiun kerja dan elemen-elemen kerja *Sub Assy Cover L Crank Case* dan *Sub Assy Cylinder Head* di *Line B Assembly Engine*.

3.1.2 Studi Pustaka

Setelah melakukan studi lapangan, tahap selanjutnya adalah studi pustaka. Studi pustaka dilakukan untuk menunjang penelitian sebagai landasan teori dari

penelitian. Studi pustaka memberikan gambaran maupun metode yang akan digunakan dalam pengolahan data untuk memecahkan permasalahan yang sedang dihadapi. Studi kepustakaan dalam tugas akhir ini berkaitan dengan sistem produksi *just in time*, *line balancing* dan *yamazumi chart*, perhitungan waktu siklus, perhitungan waktu normal, perhitungan waktu standar, uji statistik, analisis peningkatan efisiensi lini, serta hal lain yang dapat membantu penyelesaian tugas akhir ini.

3.2 Perumusan Masalah

Setelah melakukan studi lapangan dan studi pustaka, maka tahap selanjutnya adalah mengidentifikasi dan merumuskan masalah. Identifikasi masalah dilakukan untuk mengetahui apa permasalahan yang sedang dihadapi oleh perusahaan. Perumusan masalah merupakan sekumpulan pertanyaan yang akan dicari jawabannya melalui pengumpulan data, pengolahan data dan analisis masalah. Perumusan masalah pada karya tugas akhir ini berkaitan dengan peningkatan efisiensi *Sub Assy Cover L Crank Case* dan *Sub Assy Cylinder Head* di *Line B Assembly Engine* dengan pendekatan *yamazumi chart* pada PT Astra Honda Motor.

3.3 Tujuan Penelitian

Setelah melakukan perumusan masalah, maka langkah selanjutnya adalah menentukan tujuan dari penelitian ini. Tujuan penelitian ditetapkan sebagai pedoman, langkah-langkah apa yang akan dilakukan dan data apa saja yang diperlukan agar tujuan akhir pada penelitian yang dilakukan dapat tercapai. Maksud atau tujuan yang hendak dicapai dari penelitian ini harus diuraikan secara spesifik dan jelas. Adapun tujuan pada penelitian ini telah diuraikan pada Bab I dimana penelitian dilakukan di PT Astra Honda Motor.

3.4 Pengumpulan Data

Setelah melakukan perumusan masalah dan menentukan tujuan penelitian maka tahap selanjutnya adalah pengumpulan data untuk membantu pengolahan

data. Kemudian data tersebut digunakan untuk memberikan informasi sebagai dasar dalam analisis dan pemecahan masalah. Jenis-jenis data yang digunakan meliputi data primer dan sekunder. Data primer berguna untuk pengolahan sedangkan data sekunder digunakan untuk pendukung data primer.

Data primer adalah data yang diperoleh dari sumber-sumber asli. Sumber asli disini diartikan data yang bersumber dari pengamatan secara langsung di perusahaan. Data yang langsung diukur dari lapangan, yaitu waktu siklus per elemen kerja pada masing-masing stasiun kerja.

3.4.1 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk mendukung penyelesaian permasalahan yang dihadapi perusahaan. Pengumpulan data didapat dengan melakukan penelitian di proses produksi dan data yang diberikan oleh perusahaan. Adapun metode yang digunakan dalam pengumpulan data adalah sebagai berikut:

1. Observasi langsung

Yaitu metode yang dilakukan dilakukan secara langsung terhadap kegiatan yang diteliti, dengan maksud mendapatkan informasi awal yang lengkap mengenai kegiatan produksi, serta dengan mengumpulkan dan mendapatkan sejumlah informasi yang berasal dari dokumentasi pada *Line B Assembling Engine*. Pengamatan langsung juga dilakukan untuk mengidentifikasi waktu siklus pada setiap stasiun kerja serta menentukan masalah yang diangkat dalam penelitian. Hasil yang didapat dari kegiatan observasi ini adalah rincian kegiatan proses produksi, *flow process*, standar operasi, serta waktu siklus pada masing-masing stasiun kerja *Sub Assy Cover L Crank Case* dan *Sub Assy Cylinder Head* di *Line B Assembly Engine* di PT Astra Honda Motor.

2. Wawancara (*Interview*)

Yaitu metode pengumpulan data dan informasi dengan mengajukan pertanyaan-pertanyaan secara langsung untuk mendapatkan data-data yang diperlukan kepada responden yang mengetahui dengan jelas permasalahan yang akan dibahas, dalam hal ini wawancara dilakukan pada operator terkait,

checkman, foreman, kepala seksi dan pembimbing lapangan di Line B Assembling Engine.

3.4.2 Jenis Data

Data yang dikumpulkan merupakan salah satu unsur yang sangat penting sebagai masukan (*input*) dalam melakukan pengolahan data dan pembahasan dalam laporan ini. Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data primer dan sekunder. Data primer digunakan dalam pengolahan data sedangkan data sekunder digunakan sebagai pendukung data primer. Data yang telah didapatkan tersebut akan digunakan dalam penyusunan, data-data tersebut sebagai berikut:

1. Data primer

Data primer adalah data yang diperoleh langsung tanpa perantara, yang didapat berupa opini secara individual atau kelompok, hasil observasi dan data mengenai segala hal yang berkaitan dengan data waktu siklus per elemen kerja pada masing-masing stasiun kerja *Sub Assy Cover L Crank Case* dan *Sub Assy Cylinder Head* di *Line B Assembly Engine*. Data primer yang dihasilkan berupa data pengukuran waktu pada proses produksi serta perhitungan langsung jumlah tenaga kerja setiap stasiun kerja.

2. Data sekunder

Data sekunder data yang diperoleh dari data yang telah diteliti dan dikumpulkan oleh pihak lain. Data sekunder yang dikumpulkan dalam observasi ini seperti:

- a. Data umum perusahaan.
- b. *Layout area Line B Assembling Engine*
- c. Struktur organisasi
- d. *Operation Standart Sub Assy Cover L Crank Case dan Sub Assy Cylinder Head di Line B Assembly Engine*
- e. SIPOC diagram
- f. Jadwal waktu kerja dan total Produksi
- g. Jumlah tenaga kerja yang ada pada *Line B Assembling Engine*

3.5 Pengolahan Data

Pada tahap ini dijelaskan tahap-tahap dalam mengolah data terhadap data yang telah diambil dari tahap pengumpulan data, dengan metode-metode yang dipilih guna memecahkan masalah secara baik dan terencana. Langkah-langkah dalam pengolahan data sebagai berikut:

1. Perhitungan Waktu Siklus Setiap Stasiun Kerja

Perhitungan waktu siklus dilakukan dengan cara melakukan pengukuran waktu pada masing-masing stasiun kerja dengan banyaknya jumlah pengamatan untuk setiap stasiun kerja.

2. Perhitungan Rata-Rata Waktu Siklus Setiap Stasiun Kerja

Perhitungan rata-rata waktu siklus pada masing-masing stasiun kerja untuk semua proses, bahwa data yang dikumpulkan telah cukup mengikuti distribusi normal dan seragam, yang bertujuan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan oleh operator untuk menyelesaikan proses produksi pada masing-masing stasiun kerja.

3. Pengujian Data

Pengujian data yang dilakukan meliputi uji kenormalan data, uji keseragaman data, dan uji kecukupan data.

a. Uji kenormalan data

Uji kenormalan data merupakan suatu jenis uji statistik untuk menentukan apakah suatu populasi berdistribusi normal atau tidak.

b. Uji keseragaman data

Uji keseragaman data diukur dengan jalan menentukan batas kontrol atas dan batas kontrol bawah. Jika terdapat data ekstrim, buang data ekstrimnya. Jika tidak ada maka data telah seragam.

c. Uji kecukupan data

Uji kecukupan data dilakukan untuk mengetahui apakah data hasil pengamatan yang telah diambil sudah mencukupi. Jika belum, maka perlu dilakukan pengamatan tambahan untuk mencukupi kekurangan data tersebut. Data dianggap cukup apabila jumlah observasi yang telah

dilakukan (N') adalah lebih kecil dari jumlah observasi yang telah dilakukan (N).

4. Perhitungan Waktu Normal

Waktu normal dihitung dengan cara mengalikan waktu siklus yang diperoleh dengan faktor penyesuaian (*rating factors*) yang telah ditentukan sebelumnya, dimana faktor penyesuaian yang digunakan adalah *westing house system of rating*.

5. Perhitungan Waktu Standar

Waktu standar dihitung dengan cara mengalikan waktu normal (*normal time*) yang telah dihitung sebelumnya diatas dengan faktor kelonggaran (*allowance*) yang telah ditentukan. Pada *Line B Assembling Engine*, faktor kelonggaran yang ditetapkan sebesar 0,14 atau 14%.

6. Perhitungan Efisiensi Lini Produksi

Dari hasil perhitungan rata-rata waktu standar per stasiun kerja, maka tahap selanjutnya yaitu penentuan efisiensi lini produksi. Penentuan efisiensi lini produksi, antara lain dengan menghitung:

a. Efisiensi stasiun kerja

Efisiensi stasiun kerja didapatkan dari rasio antara waktu standar tiap stasiun kerja dan waktu standar stasiun kerja terbesar.

b. *Idle Time* (Waktu Menunggu)

Idle Time didapatkan dari hasil pengurangan antar jumlah perkalian total tenaga kerja dan waktu kerja dengan total waktu siklus per stasiun kerja.

c. *Balance Delay* (Waktu Senggang)

Perhitungan yang dilakukan untuk mendapatkan *balance delay*, yaitu dengan mengalikan total tenaga kerja dan waktu kerja dikurang dengan total waktu siklus per stasiun kerja, kemudian dibagi dengan perkalian dari total tenaga kerja dan waktu kerja. Dari hasil perkalian tersebut dikalikan 100%.

d. Efisiensi Lintasan

Efisiensi lintasan merupakan rasio perbandingan total waktu standar stasiun kerja dibagi dengan waktu siklus dikalikan jumlah stasiun kerja atau jumlah efisiensi stasiun kerja dibagi jumlah stasiun kerja.

7. Membuat *Yamazumi Chart* Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Tahap ini bertujuan untuk mengetahui waktu siklus dari masing-masing elemen kerja sebelum dan setelah penempatan elemen kerja yang efektif. Dari penumpukan waktu kerja ini akan terlihat waktu kerja dan waktu tunggu operator, kemudian dapat ditentukan penempatan elemen kerja yang memungkinkan sesuai dengan kemampuan operator.

3.6 Analisis dan Pembahasan

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap hasil pengolahan data sehingga dapat menjawab tujuan dari penelitian ini. Analisis yang dilakukan meliputi:

1. Analisis Waktu Standar

Analisis perhitungan waktu standar dilakukan untuk menentukan berapa waktu yang dibutuhkan oleh masing-masing stasiun kerja pada bagian *Sub Assy Cover L Crank Case* dan *Sub Assy Cylinder Head* di *Line B Assembly Engine*, sehingga terdapat waktu menunggu.

2. Analisis Elemen Kerja dan *Yamazumi Chart* Awal

Analisis elemen kerja dan *yamazumi chart* awal ini digunakan untuk mengetahui stasiun kerja yang memiliki waktu standar tertinggi dan waktu standar terendah. Dari hasil tersebut akan dapat diketahui elemen kerja apa saja yang akan dipindahkan ke setiap stasiun kerja pada *Sub Assy Cover L Crank Case* dan *Sub Assy Cylinder Head* di *Line B Assembly Engine*.

3. Analisis Perpindahan Elemen Kerja dan Perbaikan *Yamazumi Chart*

Setelah mengetahui kondisi *yamazumi chart* awal, maka dapat dilakukan analisis bagaimana perubahan susunan elemen kerja pada masing-masing stasiun kerja *Sub Assy Cover L Crank Case* dan *Sub Assy Cylinder Head* di *Line B Assembly Engine*. Kemudian melakukan perbaikan *yamazumi chart* untuk mengetahui apakah elemen kerja yang dipindahkan tidak melebihi dari *takt time* yang telah ditentukan pada masing-masing stasiun kerja.

4. Analisis Perbaikan *Layout*

Analisis perbaikan layout dilakukan karena adanya perpindahan elemen kerja yang menyebabkan berubahnya stasiun kerja pada *Sub Assy Cover L Crank Case* dan *Sub Assy Cylinder Head* di *Line B Assembly Engine*

5. Analisis Perbaikan Standar Operasi

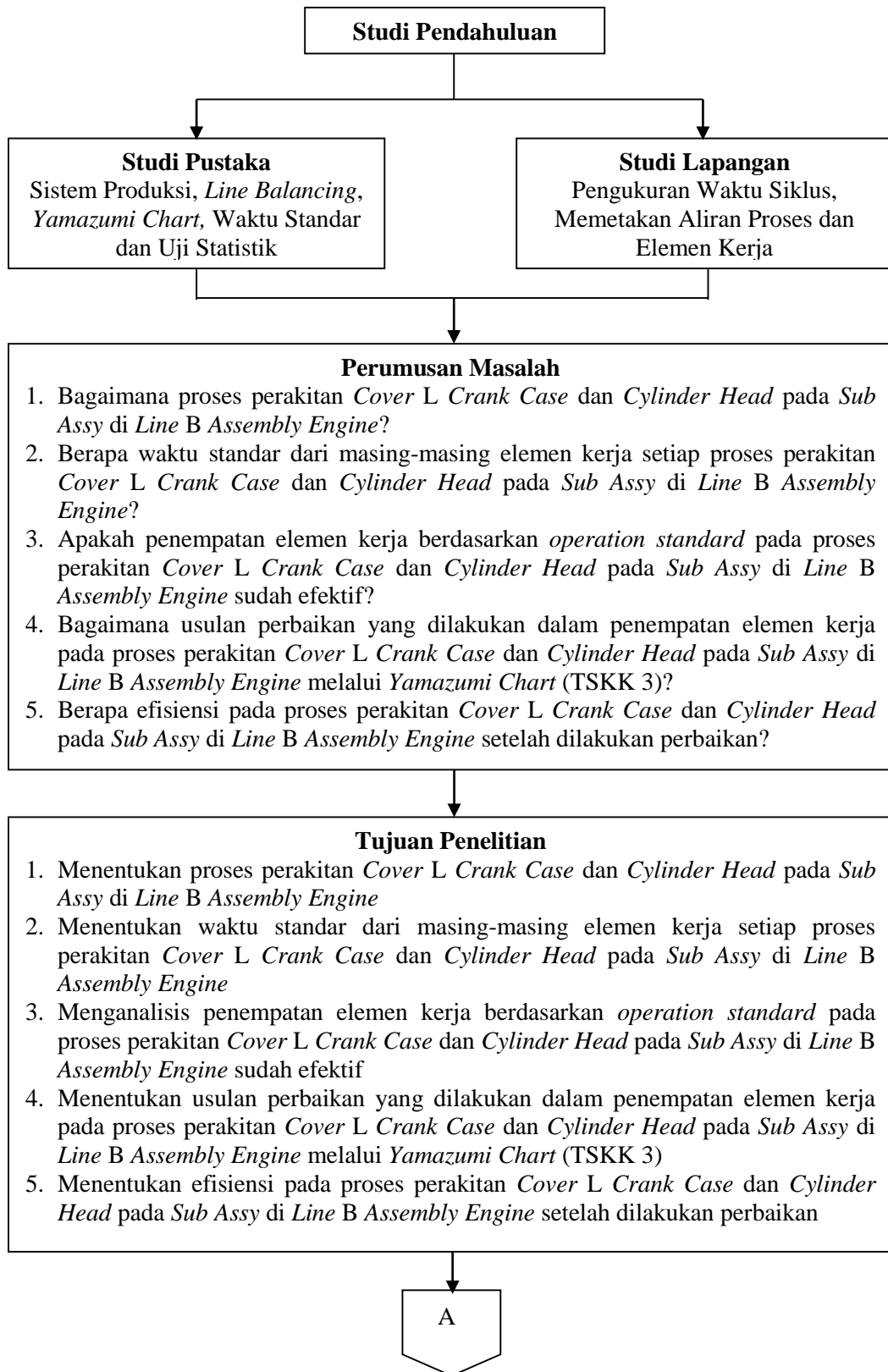
Setelah dilakukan perpindahan elemen kerja dan perbaikan *yamazumi chart*, selanjutnya melakukan perbaikan standar operasi untuk memberikan informasi elemen apa saja yang berpindah dan dipindahkan ke stasiun berapa. Dengan begitu memudahkan tenaga kerja dalam melakukan kegiatan produksi di setiap stasiun kerja *Sub Assy Cover L Crank Case* dan *Sub Assy Cylinder Head* di *Line B Assembly Engine*.

6. Analisis Waktu Standar dan Efisiensi Setelah Perbaikan

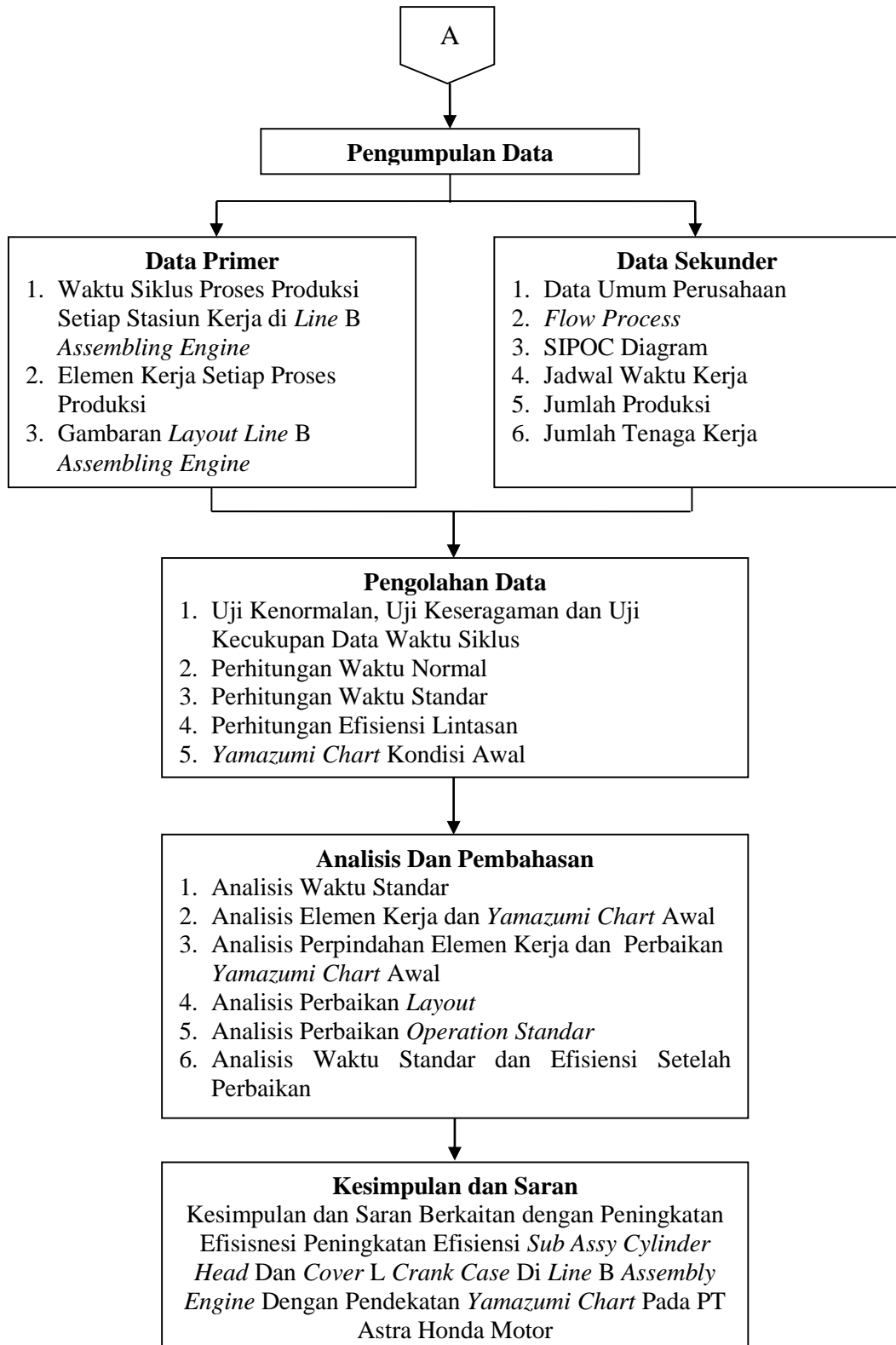
Perbandingan waktu standar dan efisiensi dari setiap stasiun kerja pada kondisi awal dengan waktu standar dan efisiensi pada kondisi setelah perbaikan dilakukan untuk mengetahui apakah perbaikan yang dilakukan terhadap perpindahan elemen kerja sudah baik atau belum. Jika setelah dilakukan perbaikan efisiensi dari setiap stasiun kerja dan efisiensi lintasan meningkat, maka perbaikan berhasil dilakukan.

3.7 Kesimpulan dan Saran

Langkah terakhir dari penulisan tugas akhir ini adalah menarik kesimpulan dan saran. Kesimpulan diperoleh dari hasil penelitian yang dilakukan berdasarkan pengolahan data dan analisis masalah untuk menjawab tujuan penelitian. Selain itu memberikan saran-saran yang membangun sebagai pertimbangan perbaikan bagi perusahaan di masa yang akan datang.



Gambar 3.1 Kerangka Pemecahan Masalah



Gambar 3.1 Kerangka Pemecahan Masalah (Lanjutan)

BAB IV

PENGUMPULAN & PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan dalam pembuatan karya tugas akhir ini berasal dari hasil wawancara kepada operator terkait, *checkman*, *foreman*, kepala seksi dan pembimbing lapangan, serta mengambil informasi dari perpustakaan PT Astra Honda Motor.

4.1.1 Sejarah Perusahaan

PT Astra Honda Motor adalah pelopor industri sepeda motor di Indonesia yang didirikan pada tanggal 11 Juni 1971 dengan nama awal PT Federal Motor. Pada saat itu PT Federal Motor hanya merakit sedangkan komponennya diimpor dari Jepang dalam bentuk *marking letely knock down*. Tipe sepeda motor yang pertama kali diproduksi oleh PT Astra Honda Motor adalah tipe bisnis bermesin 4 tak dengan kapasitas 90 cc dengan jumlah produksi 1.500 pada tahun pertama, kemudian naik menjadi 30.000 unit pada tahun selanjutnya dan terus berkembang hingga sekarang.

Kebijakan pemerintah terkait lokalisasi komponen otomotif mendorong PT Federal Motor untuk memproduksi sendiri komponen sepeda motornya pada tahun 2001 melalui beberapa anak perusahaannya. Seiring dengan perkembangan pasar, terjadi perubahan komposisi kepemilikan saham di PT Federal Motor. Pada tahun 2000, PT Federal Motor beserta beberapa anak perusahaannya digabung menjadi satu dengan nama PT Federal Motor dengan komposisi kepemilikan saham masing-masing 50% PT Astra Honda Motor Tbk. dan 50% JPG Co., Ltd. Saat ini PT Astra Honda Motor memiliki 4 fasilitas pabrik perakitan, pabrik pertama berlokasi di Sunter, Jakarta Utara yang juga berfungsi sebagai kantor pusat. Pabrik kedua berlokasi di Pegangsaan Dua, Kelapa Gading. Pabrik ketiga berlokasi di kawasan MM 2100 Cikarang Barat, Bekasi. Pabrik keempat berlokasi di Karawang. Pabrik keempat ini merupakan fasilitas pabrik perakitan terbaru yang mulai beroperasi sejak tahun 2014.

Salah satu puncak prestasi yang berhasil diraih PT Astra Honda Motor adalah pencapaian produksi ke-50 juta pada tahun 2015. Prestasi ini merupakan prestasi pertama yang berhasil diraih oleh industri sepeda motor di Indonesia bahkan untuk tingkat ASEAN.

4.1.2 Profil Perusahaan

Setiap perusahaan memiliki profil perusahaan untuk memberikan informasi mengenai identitas perusahaan serta untuk membedakan antar perusahaan. Profil PT Astra Honda Motor dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Profil Perusahaan PT Astra Honda Motor

No	Profil Perusahaan	Keterangan
1.	Nama Perusahaan	PT Astra Honda Motor
2.	Status Perusahaan	Perseroan Terbatas
3.	Status Investasi	Penanaman Modal Asing (PMA)
4.	Alamat Kantor Pusat	Kawasan Sunter, Jakarta Utara, D.K.I. Jakarta
5.	Alamat Pabrik	1. <i>Plant</i> 1 (Kawasan Sunter, Jakarta Utara, D.K.I. Jakarta) 2. <i>Plant</i> 2 (Kawasan Pegangsaan, Kelapa Gading, Jakarta) 3. <i>Plant</i> 3 (Kawasan Industri Cikarang Barat, Jawa Barat) 4. <i>Plant</i> 4 dan 5 (Kawasan Indotaisei, Karawang, Jawa Barat) 5. <i>Dies and Mould Division</i> Kawasan Industri Pulogadung 6. PT Astra Honda Motor <i>Training Centre</i> (Kawasan Sunter, D.K.I. Jakarta) 7. <i>Parts Centre</i> Kawasan Cakung Barat, Jakarta
6.	Jam Kerja	Kantor = 07.30 – 16.30 WIB Pabrik = <i>Shift</i> I (07.00 – 16.00 WIB) <i>Shift</i> II (16.00 – 24.00 WIB) <i>Shift</i> III (24.00 – 07.00 WIB)
7.	Jumlah Karyawan	23.659 orang (Desember 2015)
8.	Total Distribusi	5.800.000 unit/tahun
9.	Tanggal Pendirian	11 Juni 1971 (d/h Federal Motor) 31 Oktober 2000 menjadi PT Astra Honda Motor

(Sumber: PT Astra Honda Motor)

Tabel 4.1 Profil Perusahaan PT Astra Honda Motor (Lanjutan)

No	Profil Perusahaan	Keterangan
10.	Jenis Produk	Sepeda Motor 1. Tipe Cub/Bebek 2. Tipe Sport 3. Tipe Matic 4. Big Bike
11.	Kepemilikan	50% PT Astra Honda Motor Tbk. dan 50% JPG Co., Ltd
12.	Referensi Standar	JIS (<i>Japan Industrial Standard</i>) SII (Standar Industri Indonesia) SNI (Standar Nasional Indonesia) ES (<i>Engineering Standard</i>) ISO 9001 ISO 14001 ISO 17025 OHSAS 18001
13.	Aktivitas	Agen Tunggal Pemegang Merek (APM), Manufaktur, Perakitan dan Distributor Sepeda Motor

(Sumber: PT Astra Honda Motor)

4.1.3 Visi dan Misi Perusahaan

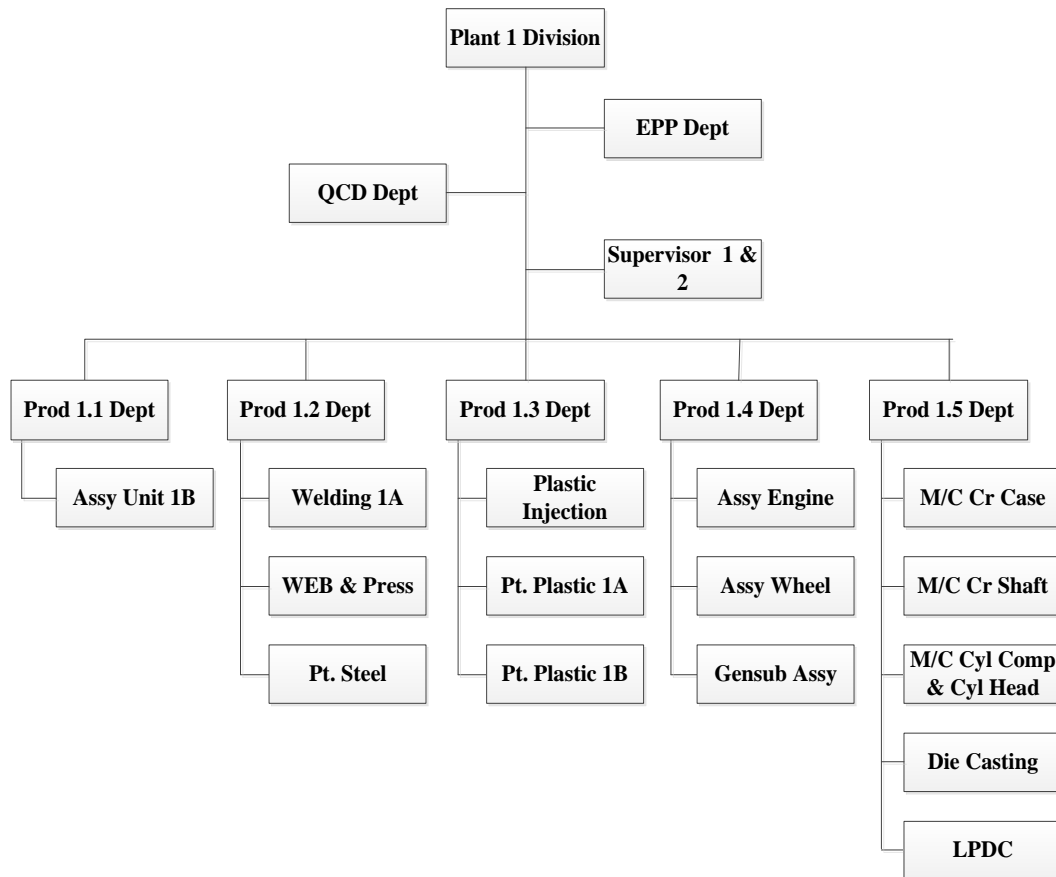
PT Astra Honda Motor, perusahaan yang menjalankan fungsi produksi, penjualan dan pelayanan purna jual yang lengkap untuk kepuasan pelanggan dan memiliki:

- Visi: menjadi pemimpin pasar sepeda motor di Indonesia dan menjadi pemain kelas dunia, dengan mewujudkan impian konsumen, menciptakan kegembiraan bagi konsumen dan berkontribusi kepada masyarakat Indonesia.
- Misi: menciptakan solusi mobilitas bagi masyarakat dengan produk dan pelayanan terbaik.

4.1.4 Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi merupakan kerjasama untuk mencapai tujuan organisasi yang bersangkutan. Suatu bagan organisasi dapat menggambarkan pembagian tugas dan fungsi yang ada dalam perusahaan. Pada PT Astra Honda Motor bagian *production* sendiri terbagi menjadi lima departemen yang dikepalai oleh seorang

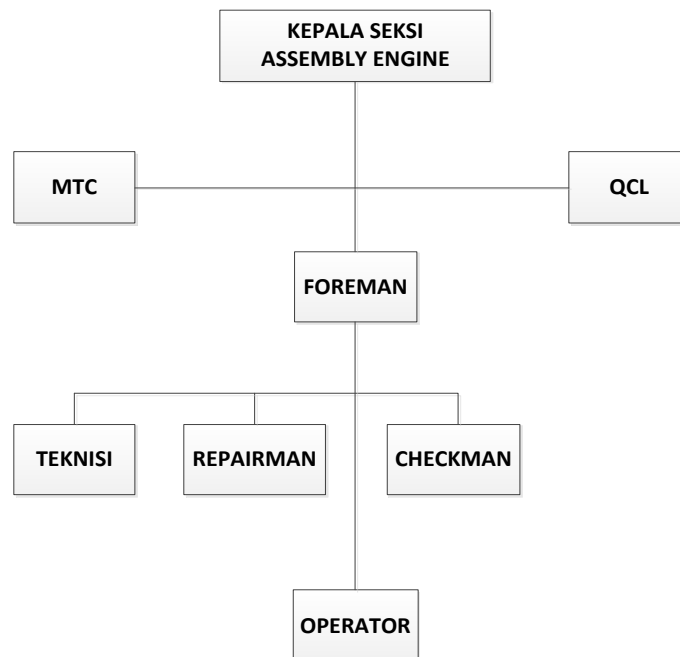
kepala seksi. Bagan struktur organisasi yang terdapat di PT Astra Honda Motor yang dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Struktur Organisasi PT Astra Honda Motor
(Sumber : PT Astra Honda Motor)

4.1.5 Struktur Organisasi *Line B Assembling Engine*

Dalam divisi *Line B Assembling Engine* terdiri atas seorang kepala seksi, QCL (*Quality Control Line*), MTC (*Material Tools and Consumable*), teknisi, *foreman*, *checkman*, *repairman*, dan operator. Struktur organisasi pada *Line B Assembling Engine* dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Struktur Organisasi *Line B Assembling Engine*
(Sumber: PT Astra Honda Motor)

Berikut ini adalah tugas (*job description*) dari masing-masing bagian yang ada pada *Line B Assembling Engine*:

- *Section Head* bertugas mengkoordinasikan, mengarahkan dan menjalankan lini produksi dengan melibatkan seluruh sumber daya yang ada di seksi untuk memastikan proses produksi berjalan dengan lancar dan jumlah produksi tercapai sesuai dengan perencanaan dan target mengacu pada QCDSM (*Quality, Cost, Delivery, Safety, Moral*) yang telah ditentukan, serta melakukan perbaikan yang berkesinambungan.
- *QCL (Quality Control Leader)* bertugas melakukan pemeriksaan visual, pengukuran produk dengan alat inspeksi yang telah ditentukan untuk mengidentifikasi penyimpangan produk sesuai *check sheet* yang disediakan.
- *Foreman* bertanggungjawab terhadap kelancaran proses produksi dan tercapainya target produksi berdasarkan aspek QCDSM di area atau lini produksinya untuk menghasilkan produk yang sesuai standar QCD (*Quality, Cost, Delivery*) yang telah ditetapkan.

- MTC (*Material Tools and Consumable*) bertugas melakukan kegiatan administrasi operasional seksi dan pendataan, order, kontrol stok, pelaporan pemakaian barang dan peralatan penunjang 5K2S (Ketertiban, Kerapihan, Kebersihan, Kelestarian, Kedisiplinan, Semangat Kerja, *Safety*) untuk menunjang kegiatan produksi.
- *Checkman* bertugas melakukan pengecekan proses, *tools & equipment*, dilakukan sesuai standar operasi dan pengecekan *part* yang akan diproses telah sesuai dengan tipe yang akan diproduksi untuk memastikan proses produksi dalam menghasilkan produk sesuai dengan gambar QCD.
- *Repairman* bertugas melakukan perbaikan unit motor jika ditemukan penyimpangan kualitas untuk memastikan produk yang akan dikirim ke proses selanjutnya telah sesuai dengan standar kualitas yang telah ditetapkan.
- Operator bertugas melakukan proses produksi di stasiun kerja sesuai dengan standar operasi dan menggunakan fasilitas produksi agar menghasilkan produk dengan standar QCD yang telah ditetapkan

4.1.6 Diagram SIPOC

Diagram SIPOC menunjukkan bahwa proses diawali dari *supplier* yang diperankan oleh *machining* dan *vendor*. *Supplier* melakukan proses *input* kepada *Assembly Engine*. *Input* dari *supplier* berupa komponen yang akan dipakai untuk process *assembling engine* di Seksi *Assembly Engine*. Hasil *output* dari proses tersebut adalah *unit engine*. Kemudian *unit engine* tersebut akan dikirim kepada *customer*. *Customer* dari *Assembly Engine* adalah Seksi *Assembly Unit (Gensub)* yang bertugas untuk merakit *engine* dengan komponen lainnya menjadi motor yang siap jual. Diagram SIPOC *Line B Assembly Engine* dapat dilihat pada Gambar 4.3



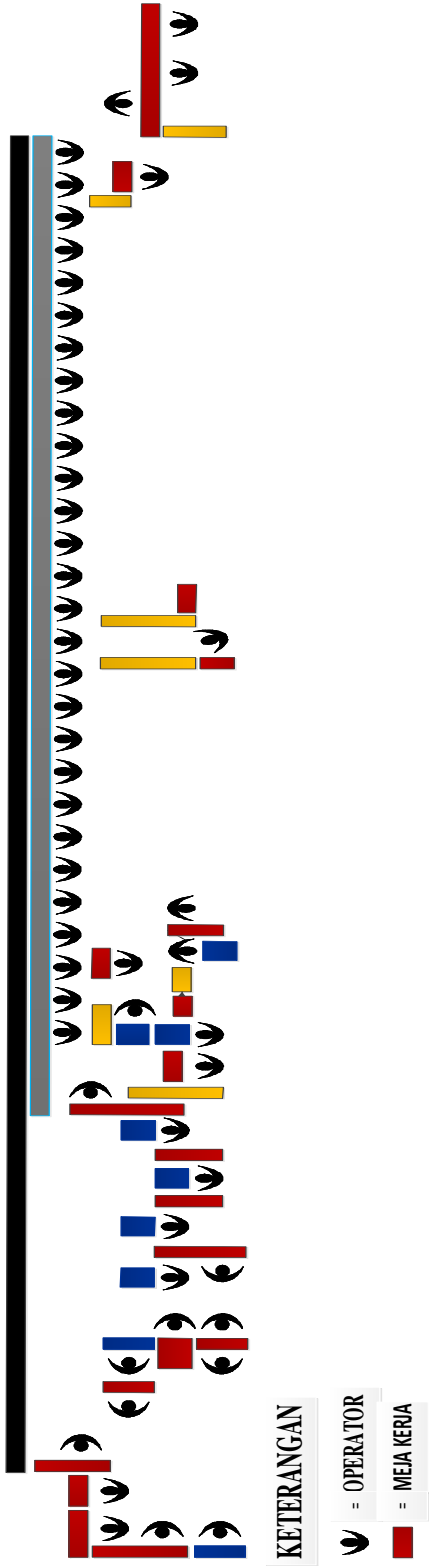
Gambar 4.3 Diagram SIPOC *Assembly Engine*
(Sumber: PT Astra Honda Motor)

Proses produksi yang berlangsung di Seksi *Assembly Engine* dilakukan di 54 stasiun kerja dengan 54 operator. Untuk kontrol kualitas dilakukan pada beberapa stasiun kerja yang berfungsi untuk pengecekan, diantaranya adalah stasiun kerja QG1, QG2, QG3, dan QG4. Jumlah target produksi dari Seksi *Assembly Engine* adalah 2.200 unit/hari dengan pembagian *shift* 1 sebanyak 1.200 unit dan *shift* 2 sebanyak 1.000 unit. Waktu siklus dari proses produksi di Seksi *Assembly Engine* adalah ≤ 22 detik untuk tiap prosesnya.

4.1.7 Layout Line B *Assembly Engine*

Di *Line B Assembly Engine* terdapat 5 *sub assy* dan 1 *line* perakitan utama. Pada 5 *sub assy* dan 1 *line* perakitan terdiri dari beberapa stasiun kerja. Dimana 1 stasiun kerja ditempatkan 1 orang operator. Sehingga total operator pada *Line B Assembly Engine* yaitu 54 operator. Selain itu pada *Line B Assembly Engine* ada beberapa stasiun kerja yang menggunakan mesin dan ada pula yang dilakukan secara manual tetapi menggunakan alat bantu. Mesin dan alat yang digunakan beragam sesuai dengan kebutuhan untuk merakit *parts*. *Layout Line B Assembly Engine* berupa lintasan sehingga membentul lini atau garis, kecuali di bagian *sub assy* termasuk *Sub Assy Cover L Crank Case* dan *Sub Assy Cylinder Head*. *Layout Line B Assembly Engine* dapat dilihat pada Gambar 4.4.

Layout Assembly Engine



Gambar 4.6 *Layout Line B Striping*
(Sumber: PT Astra Honda Motor)

Gambar 4.4 *Layout Assembly Engine*
(Sumber: PT Astra Honda Motor)

4.1.8 Waktu Produksi Harian di *Line B Assembly Engine*

Waktu kerja pada *Line B Assembly Engine* yaitu dari hari Senin sampai Jumat yang dibagi menjadi dua *shift* kerja dengan jumlah tenaga kerja yang sama. Setiap *shift* biasanya diawali dengan P5M (Pertemuan 5 Menit) yang dianggap sebagai *briefing* awal kepada seluruh operator diluar jam kerja efektif. Keterangan waktu dan total waktu kerja efektif dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 *Shift* dan Waktu Kerja

<i>Shift</i>	Waktu	Waktu Kerja	Istirahat + P5M	Total Waktu Kerja Efektif
1	07.00-16.00	9 Jam	1 x 40 menit 2 x 10 menit 2 x 5 menit	470 Menit
2	16.00-24.00	8 Jam	1 x 40 menit 2 x 10 menit 2 x 5 menit	410 Menit

(Sumber : PT Astra Honda Motor)

Keterangan waktu dan total waktu kerja efektif:

a. *Shift* 1

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu Kerja} &= 9 \text{ jam} \\
 &= 9 \times 60 \text{ menit} \\
 &= 540 \text{ menit} \\
 \text{Istirahat} &= 1 \times 40 \text{ menit} = 40 \text{ menit} \\
 &= 2 \times 10 \text{ menit} = 20 \text{ menit} \\
 &= 2 \times 5 \text{ menit} = 10 \text{ menit} \\
 \hline
 \text{Total} &= 70 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total Waktu Kerja Efektif} &= \text{Waktu Kerja} - \text{Waktu Istirahat} \\
 &= 540 \text{ menit} - 70 \text{ menit} \\
 &= 470 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

b. *Shift* 2

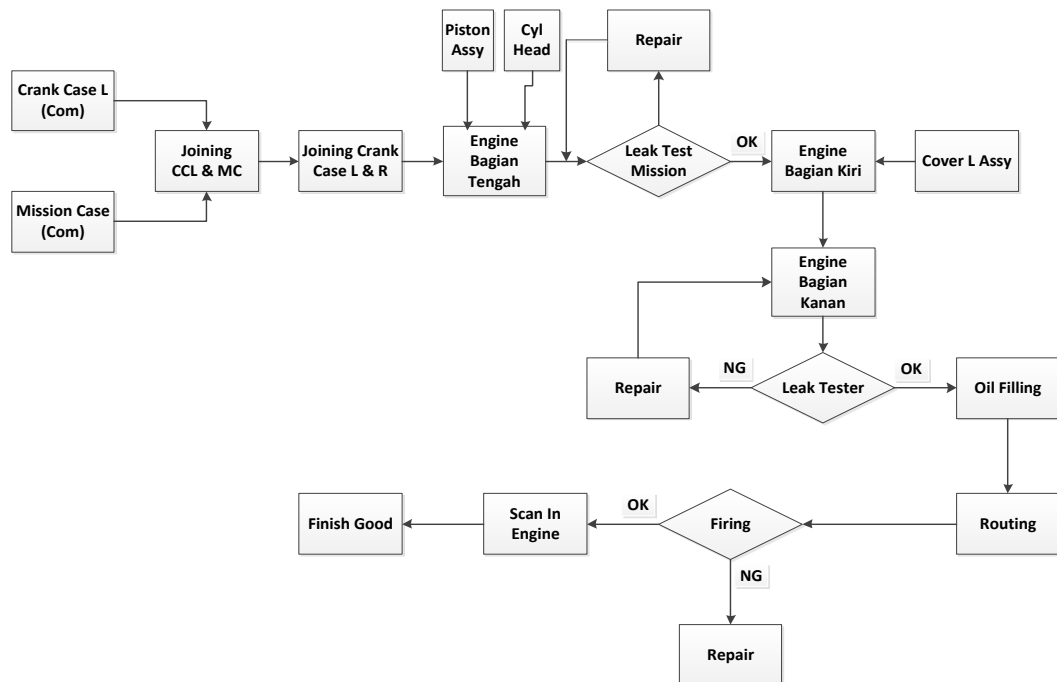
$$\begin{aligned}
 \text{Waktu Kerja} &= 8 \text{ jam} \\
 &= 8 \times 60 \text{ menit} \\
 &= 480 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Istirahat	= 1 x 40 menit = 40 menit
	= 2 x 10 menit = 20 menit
	= 2 x 5 menit = 10 menit
Total	= 70 menit

Total Waktu Kerja Efektif = Waktu Kerja – Waktu Istirahat
= 480 menit – 70 menit
= 410 menit

4.1.9 Aliran Proses *Line B Assembling Engine*

Aliran proses *assembling engine* merupakan aliran yang menggambarkan proses-proses operasional di lini perakitan *engine* dari beberapa *sub assy* dan *assy* secara lebih terperinci sehingga mudah dipahami dan mudah dilihat berdasarkan urutan langkah dari suatu proses ke proses lainnya. Aliran proses pada *Line B Assembling Engine* dapat dilihat pada Gambar 4.5.



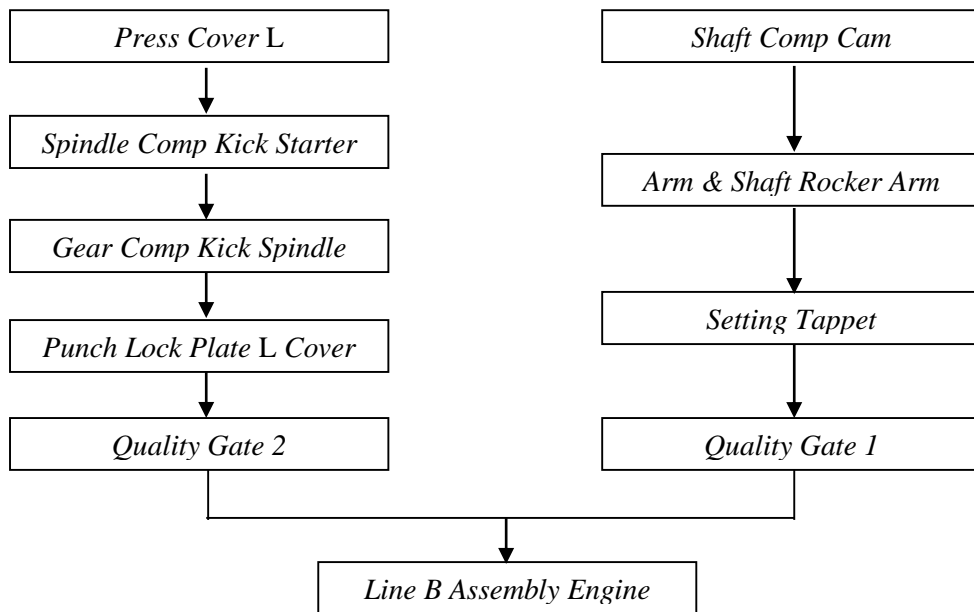
Gambar 4.5 Aliran Proses *Line B Assembling Engine*
(Sumber: Seksi Assy Engine Line B)

Proses pada *Line B Assembling Engine* merupakan proses perakitan mesin motor di PT Astra Honda Motor dimana pada proses ini merupakan gabungan dari beberapa komponen yang akan dirakit untuk menghasilkan suatu mesin motor. Proses ini merupakan proses yang sangat penting, karena apabila terjadi kesalahan ketika merakit maka mesin motor tidak dapat digunakan dan motor juga tidak dapat dihidupkan.

Pada *Line B Assembling Engine* terdapat beberapa stasiun kerja *quality gate* yang berfungsi untuk mengontrol kualitas dari proses produksi disetiap bagian AKK, biasanya terletak pada akhir perakitan baik itu *sub assy* maupun *assy*. Kemudian pada stasiun kerja terakhir terdapat *scan barcode* yang merupakan *final inspection* untuk memeriksa hasil produksi keseluruhan. Jika pada *final inspection* tidak ditemukan cacat produk maka proses selanjutnya yaitu siap dikirim ke *assy unit*, tetapi jika dari hasil *final inspection* ditemukan cacat produk maka akan dikirim pada bagian *repair* untuk memperbaiki ulang hasil produksi yang cacat kemudian dilakukan *final inspection* ulang lalu diteruskan pada proses *assy unit*.

4.1.10 Aliran Proses Cover L Crank Case Dan Cylinder Head

Pada penelitian ini hanya dilakukan pada bagian *Sub Assy Cover L Crank Case* dan *Sub Assy Cylinder Head*. Pada *Sub Assy Cover L Crank Case* dan *Sub Assy Cylinder Head* ini merupakan awal dari proses perakitan sebelum masuk kedalam lini perakitan utama yang ada di *Line B Assembling Engine*. Dimana nantinya setiap *sub assy* akan bertemu pada proses akhir perakitan. Pada *Sub Assy Cover L Crank Case* terdapat 5 proses perakitan sedangkan pada *Sub Assy Cylinder Head* terdapat 4 proses perakitan. Aliran proses *Sub Assy Cover L Crank Case* dan *Sub Assy Cylinder Head* dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Aliran Proses *Sub Assy Cover L Crank Case* dan *Sub Assy Cylinder Head*
(Sumber: Hasil Pengumpulan Data)

4.1.11 Gambaran Produk

Pada penelitian ini, *part* yang diteliti yaitu *Cover L Crank Case* dan *Cylinder Head*. Kedua *part* tersebut dirakit pada *sub assy* yang berbeda. Dimana kedua *part* tersebut sebelumnya telah dibuat pada proses sebelumnya, sehingga pada *sub assy* ini proses yang dilakukan hanya merakit komponen-komponen pada *Cover L Crank Case* dan *Cylinder Head*. *Cover L Crank* merupakan penutup dari *Crank Case* yang fungsinya sebagai rumah dari komponen yang ada dibagian dalamnya. Sedangkan *Cylinder Head* fungsinya sebagai tempat pembakaran pada *engine*. Gambar *Cover L Crank Case* dan *Cylinder Head* yang dapat dilihat pada Gambar 4.7 dan Gambar 4.8



Gambar 4.8 *Cover L Crank Case*
(Sumber: www.wikipedia.com)



Gambar 4.7 *Cylinder Head*
(Sumber: www.wikipedia.com)

4.1.12 Urutan Proses Perakitan *Cover L Crank Case* dan *Cylinder Head*

Proses perakitan (*assembly*) adalah proses penggabungan beberapa atau banyak *part* atau komponen menjadi kesatuan untuk menghasilkan suatu produk akhir. Proses perakitan ini memerlukan suatu lini perakitan yang terdiri dari urutan banyak stasiun kerja dengan tugas penggabungan tertentu. Proses perakitan dapat dilakukan secara manual (dilakukan oleh operator) dan otomatis (dengan menggunakan mesin). Berikut merupakan urutan proses perakitan *Cover L Crank Case* dan *Cylinder Head* dengan stasiun kerja yang ada:

1. Proses Perakitan *Cover L Crank Case* pada setiap stasiun kerja dapat dilihat pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Proses Perakitan *Cover L Crank Case*

No	Stasiun Kerja	Proses
1	S07	<i>Press Cover L</i>
2	S08	<i>Spindle Comp Kick Starter</i>
3	S09	<i>Gear Comp Kick Spindle</i>
4	S10	<i>Punch Lock Plate L Cover</i>
5	QG2	<i>Quality Gate 2</i>

(Sumber: PT Astra Honda Motor)

Proses perakitan *Cover L Crank Case* terdiri dari 5 stasiun kerja yang dilakukan oleh 4 operator dan 1 *Quality Gate*. Jadi setiap satu stasiun kerja terdiri dari satu operator.

Setelah sampai pada proses terakhir yaitu proses *Quality Gate*, kemudian *Cover L Crank Case* akan diletakkan di *conveyor* untuk diteruskan pada proses selanjutnya yaitu proses perakitan *engine*. Berikut gambaran di *layout* bagian proses perakitan *Cover L Crank Case* dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 *Layout* Perakitan *Cover L Crank Case*
(Sumber: PT Astra Honda Motor)

2. Proses Perakitan *Cylinder Head* pada setiap stasiun kerja dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Proses Perakitan *Cylinder Head*

No	Stasiun Kerja	Proses
1	S02	<i>Shaft Comp Cam</i>
2	S03	<i>Arm & Shaft Rocker Arm</i>
3	S04	<i>Setting Tappet</i>
4	QG1	<i>Quality Gate 1</i>

(Sumber: PT Astra Honda Motor)

Proses perakitan *Cylinder Head* terdiri dari 4 stasiun kerja yang dilakukan oleh 3 operator dan 1 *Quality Gate*. Jadi setiap satu stasiun kerja terdiri dari satu operator.

Setelah sampai pada proses terakhir yaitu proses *Quality Gate*, kemudian *Cylinder Head* akan diletakkan di *conveyor* untuk diteruskan pada proses selanjutnya yaitu proses perakitan *engine*. Berikut gambaran di *layout* bagian proses perakitan *Cylinder Head* dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 *Layout Perakitan Cylinder Head*
(Sumber: PT Astra Honda Motor)

4.1.13 Elemen Kerja

Elemen kerja produktif adalah kegiatan yang ada pada setiap stasiun kerja dan dapat memberikan nilai tambah pada material yang sedang diproses. Pada proses perakitan *Cover L Crank Case* dan *Cylinder Head* pada bagian *Sub Assy* di *Line B Assembly Engine*, elemen kerja setiap operator dapat dilihat pada masing-masing tabel dibawah ini:

1. Elemen Kerja Perakitan *Cover L Crank Case* pada setiap stasiun kerja dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Elemen Kerja Proses Perakitan *Cover L Crank Case*

No	Stasiun Kerja	Proses	Eelemen Kerja
1	S07	<i>Press Cover L</i>	Memasang <i>bush 10x15x19, brg ball radial 6002UU</i> dan <i>joint breather</i>
			Mengambil dan meletakkan <i>Cover L Crank</i> pada mesin <i>lower jig press</i>
			Menekan tombol <i>on</i> dan menunggu (memasang <i>bush kick spindle</i> dan <i>circlip in 32</i>)
			Mengambil <i>Cover L Crank Case</i> dari mesin dan meletakkan pada stasiun berikutnya
2	S08	<i>Spindle Comp Kick Starter</i>	Mengambil dan meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> pada <i>Jig Cover L</i>
			Memasang <i>collar kick boss, spindle kick starter</i> dan mengaitkan <i>spg kick return</i> pada <i>Cover L Crank Case</i>
			Memasang <i>washer 16x22, circlip ex 16</i> dengan tang pada <i>Cover L Crank Case</i>
			Membenturkan <i>spindle kick starter</i> pada <i>stopper</i> dan meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> ke stasiun berikutnya

(Sumber: PT. Astra Honda Motor)

Tabel 4.5 Elemen Kerja Proses Perakitan *Cover L Crank Case* (Lanjutan)

No	Stasiun Kerja	Proses	Elemen Kerja
3	S09	<i>Gear Comp Kick Spindle</i>	Mengambil dan meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> pada <i>Jig Cover L</i>
			Memasang <i>gear comp kick driven</i>
			Memasang <i>plate L cover</i> dan mengencangkan <i>screw tapping 4x12 (5pcs)</i> dengan <i>electric screw driver</i>
			Meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> ke stasiun berikutnya
4	S10	<i>Punch Lock Plate L Cover</i>	Mengambil dan meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> pada <i>jig punch lock plate L cover</i>
			Memasang <i>oil seal 16x26x6</i>
			Menekan tombol <i>switch start</i> dan menunggu
			Memberi <i>oil seal</i> dan meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> ke stasiun berikutnya
5	QG2	<i>Quality Gate 2</i>	Memasang <i>spring kick driven</i> pada <i>gear comp kick driven</i>
			Mengencangkan <i>spindle kick sarter</i> dengan <i>guide arm kick starter</i>
			<i>Marking lock plate L cover, gear comp kick driven, spring kick driven gear</i> dan <i>screw tapping 4 x 12 (5pcs)</i>
			Meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> dan <i>face drive</i> pada <i>container</i>
			Meletakkan <i>fly wheel</i> dan <i>stator comp</i> pada <i>container</i>

(Sumber: PT. Astra Honda Motor)

2. Elemen Kerja Perakitan *Cylinder Head* pada setiap stasiun kerja dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Elemen Kerja Proses Perakitan *Cylinder Head*

No	Stasiun Kerja	Proses	Elemen Kerja
1	S02	<i>Shaft Comp Cam</i>	Mengambil dan meletakkan <i>Cylinder Head</i> di meja kerja
			Memasang dan mengencangkan <i>bolt stud 2 6x12 (2pcs)</i>
			Memasang <i>shaft comp cam</i>
			Memasang dan mengencangkan <i>bolt wash 6x13</i>
			Memasang dan mengencangkan <i>arm assy in valve rocker</i>
			Memasang <i>sensor oxygen</i> dan meletakkan <i>Cylinder Head</i> pada stasiun berikutnya

(Sumber: PT. Astra Honda Motor)

Tabel 4.6 Elemen Kerja Proses Perakitan *Cylinder Head* (Lanjutan)

No	Stasiun Kerja	Proses	Elemen Kerja
2	S03	<i>Arm & Shaft Rocker Arm</i>	Mengambil <i>Cylinder Head</i> dan mengencangkan sensor oxygen
			Memasang dan mengencangkan <i>bolt stud</i> 6x40
			Mengencangkan <i>torsi bolt wash</i> 6x13
			Memasang dan mengencangkan <i>arm assy ex valve rocker</i>
			Meletakkan <i>Cylinder Head</i> di stasiun berikutnya
3	S04	<i>Setting Tappet</i>	Mengambil dan meletakkan <i>Cylinder Head</i> di meja kerja
			Memasang dan mengencangkan <i>bolt flange</i> 5x12 (2 pcs) dengan <i>impulse</i>
			Mengecek <i>torsi sensor oxygen</i> dengan <i>torque</i>
			Meletakkan <i>Cylinder Head</i> pada <i>jig</i> mesin <i>setting tappet</i> dan memasang <i>guide stopper</i> , lalu tekan tombol <i>on</i> dan menunggu
			Mengambil <i>Cylinder Head</i> dari <i>jig</i> mesin <i>setting tappet</i> dan meletakkan pada meja <i>quality gate</i>
4	QG1	<i>Quality Gate 1</i>	Mengambil <i>Cylinder Head</i>
			Mengencangkan <i>bolt flange</i> 5x12
			Marking <i>shaft comp cam, arm assy in valve rocker, shaft ex rocker arm, arm assy ex valve rocker, bolt stud 2 6x12, bolt stud 2 6x40, dan bolt wash 6x13</i>
			Mengecek dengan <i>carter</i>
			Meletakkan <i>Cylinder Head</i> pada <i>container</i>
			Mengambil dan meletakkan <i>Cylinder Comp</i> pada <i>container</i>

(Sumber: PT. Astra Honda Motor)

4.1.14 Pengukuran Waktu Siklus (*Cycle Time*)

Teknik pengukuran waktu yang dilakukan dalam penelitian ini memakai cara langsung, yaitu dengan mengamati pekerjaan dan mencatat waktu di setiap elemen kerja dengan menggunakan jam henti (*stopwatch*) yang dilakukan sebanyak 30 kali pengamatan. Pengamatan 30 kali ini dikelompokkan kedalam beberapa sub grup untuk mempermudah dalam melakukan perhitungan, dengan rumus:

$$\text{Subgrup} = 3,3 \log N$$

$$\text{Kolom} = N/\text{subgrup}$$

$$\text{Subgrup} = 3,3 \log 30$$

$$\text{Kolom} = 30/5$$

$$\text{Subgrup} = 4,87$$

$$\text{Kolom} = 6$$

$$\text{Subgrup} = 5$$

Berikut waktu siklus pada masing-masing stasiun kerja pada proses perakitan *Cover L Crank Case* dan *Cylinder Head*:

1. Waktu siklus per elemen kerja proses perakitan *Cover L Crank Case* pada stasiun kerja S07 dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Pengukuran Waktu Siklus *Cover L Crank Case* Pada SK S07

Sub Grup	Proses Ke-1				
	Mengambil dan Meletakkan Komponen Pada JIG MC Press				
	Pengukuran Waktu (Detik)				
	X1	X2	X3	X4	X5
1	2,3	2,1	3,2	2,5	2,1
2	2,3	1,9	2,7	3,0	2,4
3	3,0	2,5	2,5	2,2	3,0
4	3,0	3,1	3,3	2,5	2,4
5	2,0	3,0	3,0	2,2	2,4
6	2,1	2,0	2,0	2,8	2,7

Sub Grup	Proses Ke-2				
	Mengambil dan Meletakkan Cover L Pada JIC MC Press				
	Pengukuran Waktu (Detik)				
	X1	X2	X3	X4	X5
1	2,1	2,2	2,2	2,0	2,5
2	2,5	2,0	1,9	2,4	2,0
3	2,0	2,3	1,9	2,2	2,6
4	2,0	1,9	2,5	1,9	2,4
5	2,2	2,4	2,5	2,4	2,1
6	2,3	2,1	2,4	2,3	2,8

Sub Grup	Proses Ke-3				
	Menekan <i>Switch On Press</i>				
	Pengukuran Waktu (Detik)				
	X1	X2	X3	X4	X5
1	10,2	10,0	10,6	9,9	10,4
2	10,0	9,9	10,2	11,0	9,9
3	10,5	10,1	10,3	10,4	11,3
4	10,2	10,2	10,0	10,2	10,2
5	10,2	9,8	10,8	11,0	10,4
6	10,2	10,8	10,8	11,0	10,3

Sub Grup	Proses Ke-4				
	Mengambil dan Meletakkan Cover L Pada SK Selanjutnya				
	Pengukuran Waktu (Detik)				
	X1	X2	X3	X4	X5
1	2,0	1,8	1,7	2,2	1,5
2	1,4	1,2	1,8	1,6	1,4
3	1,3	1,4	1,8	2,1	1,4
4	1,9	1,9	1,5	1,9	1,8
5	1,2	1,3	1,5	1,2	1,7
6	1,2	1,3	2,3	1,3	1,5

(Sumber: Hasil Pengumpulan Data)

Pada SK S07 terdapat 4 elemen kerja, sehingga data yang diambil sebanyak 4 kali, dengan satu kali pengambilan data sebanyak 30 pengamatan. Untuk data waktu siklus seluruh elemen kerja perakitan *Cover L Crank Case* pada *Sub Assy* di *Assembly Engine* terdapat dalam lampiran A.

2. Waktu siklus per elemen kerja proses perakitan *Cylinder Head* pada stasiun kerja S02 dapat dilihat pada Tabel 4.8

Tabel 4.8 Pengukuran Waktu Siklus *Cylinder Head* Pada SK S02

Sub Grup	Proses Ke-1				
	Mengambil dan Meletakkan <i>Cylinder Head</i>				
	Pengukuran Waktu (Detik)				
	X1	X2	X3	X4	X5
1	2,3	2,1	3,2	2,5	2,1
2	2,3	1,9	2,7	3,0	2,4
3	3,0	2,5	2,5	2,2	3,0
4	3,0	3,1	3,3	2,5	2,4
5	2,0	3,0	3,0	2,2	2,4
6	2,1	2,0	2,0	2,8	2,7

Sub Grup	Proses Ke-2				
	Mengambil dan Mengencangkan <i>Bolt Stud</i>				
	Pengukuran Waktu (Detik)				
	X1	X2	X3	X4	X5
1	2,1	2,2	2,2	2,0	2,5
2	2,5	2,0	1,9	2,4	2,0
3	2,0	2,3	1,9	2,2	2,6
4	2,0	1,9	2,5	1,9	2,4
5	2,2	2,4	2,5	2,4	2,1
6	2,3	2,1	2,4	2,3	2,8

Sub Grup	Proses Ke-3				
	Memasang <i>Shaft Comp Cam</i>				
	Pengukuran Waktu (Detik)				
	X1	X2	X3	X4	X5
1	10,2	10,0	10,6	9,9	10,4
2	10,0	9,9	10,2	11,0	9,9
3	10,5	10,1	10,3	10,4	11,3
4	10,2	10,2	10,0	10,2	10,2
5	10,2	9,8	10,8	11,0	10,4
6	10,2	10,8	10,8	11,0	10,3

Sub Grup	Proses Ke-4				
	Memasang <i>Bolt Wash</i>				
	Pengukuran Waktu (Detik)				
	X1	X2	X3	X4	X5
1	2,0	1,8	1,7	2,2	1,5
2	1,4	1,2	1,8	1,6	1,4
3	1,3	1,4	1,8	2,1	1,4
4	1,9	1,9	1,5	1,9	1,8
5	1,2	1,3	1,5	1,2	1,7
6	1,2	1,3	2,3	1,3	1,5

(Sumber: Hasil Pengumpulan Data)

Tabel 4.8 Pengukuran Waktu Siklus *Cylinder Head* Pada SK S02 (Lanjutan)

Sub Grup	Proses Ke-5					Sub Grup	Proses Ke-6				
	Memasang dan Mengencangkan <i>Arm Assy</i>						Memasang <i>Sensor Oxygen</i>				
	Pengukuran Waktu (Detik)						Pengukuran Waktu (Detik)				
	X1	X2	X3	X4	X5		X1	X2	X3	X4	X5
1	10,2	10,0	10,6	9,9	10,4	1	2,0	1,8	1,7	2,2	1,5
2	10,0	9,9	10,2	11,0	9,9	2	1,4	1,2	1,8	1,6	1,4
3	10,5	10,1	10,3	10,4	11,3	3	1,3	1,4	1,8	2,1	1,4
4	10,2	10,2	10,0	10,2	10,2	4	1,9	1,9	1,5	1,9	1,8
5	10,2	9,8	10,8	11,0	10,4	5	1,2	1,3	1,5	1,2	1,7
6	10,2	10,8	10,8	11,0	10,3	6	1,2	1,3	2,3	1,3	1,5

(Sumber: Hasil Pengumpulan Data)

Pada SK S02 terdapat 6 elemen kerja, sehingga data yang diambil sebanyak 6 kali, dengan satu kali pengambilan data sebanyak 30 pengamatan. Untuk data waktu siklus seluruh elemen kerja perakitan *Cylinder Head* pada *Sub Assy* di *Assembly Engine* terdapat dalam lampiran A.

4.2 Pengolahan Data

Setelah semua data diperoleh, selanjutnya data-data tersebut diolah untuk memperoleh hasil yang diinginkan sesuai dengan tujuan dari penelitian yang dilakukan.

4.2.1 Perhitungan Rata-Rata Waktu Siklus (*Cycle Time*)

Setelah melakukan pengukuran data waktu siklus, tahap selanjutnya adalah menghitung rata-rata waktu siklus tersebut. Untuk menghitung waktu siklus tersebut data yang telah dikumpulkan harus di rata-ratakan terlebih dahulu sesuai dengan sub grup masing-masing.

1. Perhitungan rata-rata waktu siklus per elemen kerja proses perakitan *Cover L Crank Case* pada stasiun kerja S07 dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Perhitungan Rata-Rata Waktu Siklus Elemen Kerja Perakitan *Cover L Crank Case* pada SK S07

Time Measurement (sec)						
Work Station S07:						
Sub Grup	Mengambil dan Meletakkan Komponen Pada JIG MC Press					Average Sub Grup
	Pengamatan Ke-X					
	X1	X2	X3	X4	X5	
1	2,3	2,1	3,2	2,5	2,1	2,44
2	2,3	1,9	2,7	3,0	2,4	2,46
3	3,0	2,5	2,5	2,2	3,0	2,64
4	3,0	3,1	3,3	2,5	2,4	2,86
5	2,0	3,0	3,0	2,2	2,4	2,52
6	2,1	2,0	2,0	2,8	2,7	2,32
Total Cycle Time (sec)						15,24
Average Cycle Time (sec)						2,54

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Perhitungan rata-rata waktu siklus per elemen kerja proses perakitan *Cover L Crank Case* dilakukan untuk mengetahui berapa waktu siklus rata-rata yang dibutuhkan dalam melakukan satu elemen kerja. Waktu siklus ini yang selanjutnya akan digunakan untuk menghitung waktu normal.

Untuk perhitungan waktu siklus seluruh elemen kerja perakitan *Cover L Crank Case* pada *Sub Assy* di *Assembly Engine* terdapat dalam lampiran B. Selanjutnya hasil rekapitulasi untuk semua waktu siklus seluruh elemen kerja proses perakitan *Cover L Crank Case* dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Rekapitulasi Perhitungan Waktu Siklus seluruh Elemen Kerja Proses Perakitan *Cover L Crank Case*

No	Stasiun Kerja	Proses	Elemen Kerja	Waktu Siklus (Detik)	Total Waktu Siklus (Detik)
1	S07	Press Cover L	Memasang <i>bush</i> 10x15x19, <i>brg ball radial</i> 6002UU dan <i>joint breather</i>	2,4	16,1
			Mengambil dan meletakkan <i>Cover L Crank</i> pada mesin <i>lower jig press</i>	2,1	

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Tabel 4.10 Rekapitulasi Perhitungan Waktu Siklus seluruh Elemen Kerja Proses Perakitan *Cover L Crank Case* (Lanjutan)

No	Stasiun Kerja	Proses	Elemen Kerja	Waktu Siklus (Detik)	Total Waktu Siklus (Detik)
			Menekan tombol <i>on</i> dan menunggu (memasang <i>bush kick spindle</i> dan <i>circlip in 32</i>)	10,0	
			Mengambil <i>Cover L Crank Case</i> dari mesin dan meletakkan pada stasiun berikutnya	1,6	
2	S08	<i>Spindle Comp Kick Starter</i>	Mengambil dan meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> pada <i>Jig Cover L</i>	1,0	14,1
			Memasang <i>collar kick boss, spindle kick starter</i> dan mengaitkan <i>spg kick return</i> pada <i>Cover L Crank Case</i>	7,1	
			Memasang <i>washer 16x22, circlip ex 16</i> dengan tang pada <i>Cover L Crank Case</i>	5,0	
			Membenturkan <i>spindle kick starter</i> pada <i>stopper</i> dan meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> ke stasiun berikutnya	1,0	
3	S09	<i>Gear Comp Kick Spindle</i>	Mengambil dan meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> pada <i>Jig Cover L</i>	1,2	16,4
			Memasang <i>gear comp kick driven</i>	4,1	
			Memasang <i>plate L cover</i> dan mengencangkan <i>screw tapping 4x12 (5pcs)</i> dengan <i>electric screw driver</i>	10,2	
			Meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> ke stasiun berikutnya	0,9	
4	S10	<i>Punch Lock Plate L Cover</i>	Mengambil dan meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> pada <i>jig punch lock plate L cover</i>	1,0	9,4
			Memasang <i>oil seal 16x26x6</i>	1,6	
			Menekan tombol <i>switch start</i> dan menunggu	2,4	
			Memberi <i>oil seal</i> dan meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> ke stasiun berikutnya	1,8	
			Memasang <i>spring kick driven</i> pada <i>gear comp kick driven</i>	2,6	
5	QG2	<i>Quality Gate 2</i>	Mengencangkan <i>spindle kick sarter</i> dengan <i>guide arm kick starter</i>	3,1	13,1

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Tabel 4.10 Rekapitulasi Perhitungan Waktu Siklus seluruh Elemen Kerja Proses Perakitan *Cover L Crank Case* (Lanjutan)

No	Stasiun Kerja	Proses	Elemen Kerja	Waktu Siklus (Detik)	Total Waktu Siklus (Detik)
			<i>Marking lock plate L cover, gear comp kick driven, spring kick driven gear dan screw tapping 4 x 12 (5pcs)</i>	3,3	
			Meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> dan <i>face drive</i> pada <i>container</i>	1,9	
			Meletakkan <i>fly wheel</i> dan <i>stator comp</i> pada <i>container</i>	5,8	

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Pada stasiun kerja S07 total waktu siklus per elemen kerja yaitu:

- Memasang *bush 10x15x19*, *brg ball radial 6002UU* dan *joint breather* sebesar 2,5 detik
- Mengambil dan meletakkan *Cover L Crank* pada mesin *lower jig press* sebesar 2,2 detik
- Menekan tombol *on* dan menunggu (memasang *bush kick spindle* dan *crirclip in 32*) sebesar 10,4 detik
- Mengambil *Cover L Crank Case* dari mesin dan meletakkan pada stasiun berikutnya sebesar 1,6 detik

Sehingga waktu yang dibutuhkan untuk staisun kerja S07 yaitu total waktu keseluruhan elemen kerja yaitu sebesar 16,7 derik dan untuk stasiun kerja selanjutnya langkah-langkah yang dilakukan sama seperti staisun kerja S07.

2. Perhitungan rata-rata waktu siklus per elemen kerja proses perakitan *Cylinder Head* pada SK S02 dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Perhitungan Rata-Rata Waktu Siklus Elemen Kerja Perakitan *Cylinder Head* pada SK S02

Time Measurement (sec)						
Work Station S02:						
Sub Grup	Mengambil dan meletakkan <i>Cylinder Head</i>					Average Sub Grup
	Pengamatan Ke-X					
	X1	X2	X3	X4	X5	
1	3,3	3,1	2,9	3,6	3,6	3,3
2	2,9	3,7	3,5	3,4	3,8	3,5
3	3,3	3,8	3,0	3,5	3,3	3,4
4	3,8	3,2	3,8	3,3	3,7	3,6
5	3,8	3,7	3,3	3,8	3,4	3,6
6	3,5	3,5	3,0	2,9	3,6	3,3
Total Cycle Time (sec)						20,6
Average Cycle Time (sec)						3,4

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Perhitungan rata-rata waktu siklus per elemen kerja proses perakitan *Cylinder Head* dilakukan untuk mengetahui berapa waktu siklus rata-rata yang dibutuhkan dalam melakukan satu elemen kerja. Waktu siklus ini yang selanjutnya akan digunakan untuk menghitung waktu normal.

Untuk perhitungan waktu siklus seluruh elemen kerja perakitan *Cylinder Head* pada *Sub Assy* di *Assembly Engine* terdapat dalam lampiran B. Selanjutnya hasil rekapitulasi untuk semua waktu siklus seluruh elemen kerja proses perakitan *Cylinder Head* dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Rekapitulasi Perhitungan Waktu Siklus seluruh Elemen Kerja Proses Perakitan *Cylinder Head*

No	Stasiun Kerja	Proses	Elemen Kerja	Waktu Siklus (Detik)	Total Waktu Siklus (Detik)
1	S02	<i>Shaft Comp Cam</i>	Mengambil dan meletakkan <i>Cylinder Head</i> di meja kerja	3,3	18,8
			Memasang dan mengencangkan <i>bolt stud 2 6x12 (2pcs)</i>	4,9	

Tabel 4.12 Rekapitulasi Perhitungan Waktu Siklus seluruh Elemen Kerja Proses Perakitan *Cylinder Head* (Lanjutan)

No	Stasiun Kerja	Proses	Elemen Kerja	Waktu Siklus (Detik)	Total Waktu Siklus (Detik)
			Memasang <i>shaft comp cam</i>	2,3	
			Memasang dan mengencangkan <i>bolt wash 6x13</i>	1,9	
			Memasang dan mengencangkan <i>arm assy in valve rocker</i>	3,5	
			Memasang <i>sensor oxygen</i> dan meletakkan <i>Cylinder Head</i> pada stasiun berikutnya	2,9	
2	S03	<i>Arm & Shaft Rocker Arm</i>	Mengambil <i>Cylinder Head</i> dan mengencangkan <i>sensor oxygen</i>	5,0	17,2
			Memasang dan mengencangkan <i>bolt stud 6x40</i>	5,0	
			Mengencangkan <i>torsi bolt wash 6x13</i>	1,9	
			Memasang dan mengencangkan <i>arm assy ex valve rocker</i>	3,4	
			Meletakkan <i>Cylinder Head</i> di stasiun berikutnya	1,9	
3	S04	<i>Setting Tappet</i>	Mengambil dan meletakkan <i>Cylinder Head</i> di meja kerja	1,7	15,6
			Memasang dan mengencangkan <i>bolt flange 5x12 (2 pcs)</i> dengan <i>impulse</i>	4,3	
			Mengecek <i>torsi sensor oxygen</i> dengan <i>torque</i>	4,0	
			Meletakkan <i>Cylinder Head</i> pada <i>jig</i> mesin <i>setting tappet</i> dan memasang <i>guide stopper</i> , lalu tekan tombol <i>on</i> dan menunggu	4,0	
			Mengambil <i>Cylinder Head</i> dari <i>jig</i> mesin <i>setting tapet</i> dan meletakkan pada meja <i>quality gate</i>	1,6	
4	QG1	<i>Quality Gate 1</i>	Mengambil <i>Cylinder Head</i>	1,0	10,9
			Mengencangkan <i>bolt flange 5x12</i>	2,1	

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Tabel 4.12 Rekapitulasi Perhitungan Waktu Siklus seluruh Elemen Kerja Proses Perakitan *Cylinder Head* (Lanjutan)

No	Stasiun Kerja	Proses	Elemen Kerja	Waktu Siklus (Detik)	Total Waktu Siklus (Detik)
			Marking <i>shaft comp cam, arm assy in valve rocker, shaft ex rocker arm, arm assy ex valve rocker, bolt stud 2 6x12, bolt stud 2 6x40, dan bolt wash 6x13</i>	1,1	
			Mengecek dengan <i>carter</i>	1,6	
			Meletakkan <i>Cylinder Head</i> pada <i>container</i>	1,9	
			Mengambil dan meletakkan <i>Cylinder Comp</i> pada <i>container</i>	3,2	

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Pada stasiun kerja S02 total waktu siklus per elemen kerja yaitu:

- Mengambil dan meletakkan *Cylinder Head* di meja kerja sebesar 3,4 detik
- Memasang dan mengencangkan *bolt stud 2 6x12* (2pcs) sebesar 5,1 detik
- Memasang *shaft comp cam* sebesar 2,4 detik
- Memasang dan mengencangkan *bolt wash 6x13* sebesar 2,0 detik
- Memasang dan mengencangkan *arm assy in valve rocker* sebesar 3,7 detik
- Memasang *sensor oxygen* dan meletakkan *Cylinder Head* pada stasiun berikutnya sebesar 3,0 detik

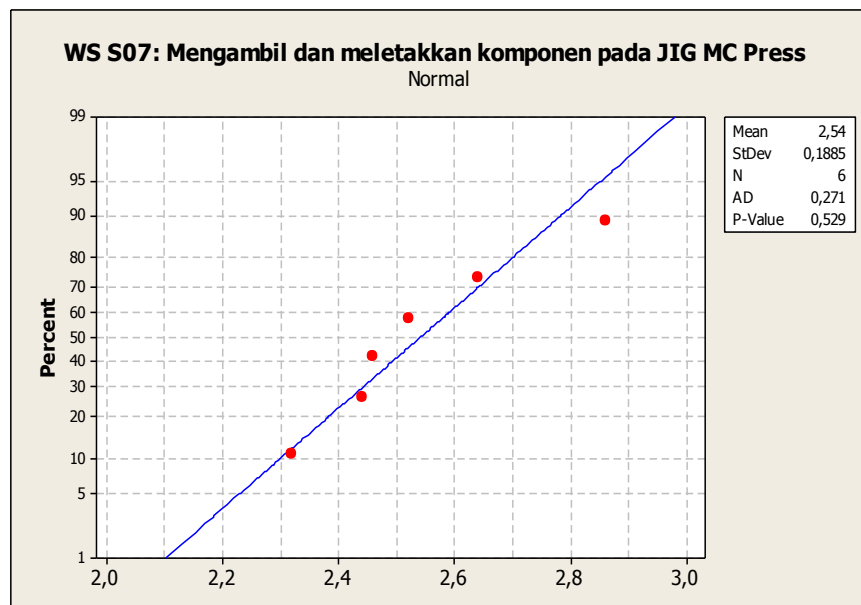
Sehingga waktu yang dibutuhkan untuk stasiun kerja S02 yaitu total waktu keseluruhan elemen kerja yaitu sebesar 19,8 detik dan untuk stasiun kerja selanjutnya langkah-langkah yang dilakukan sama seperti stasiun kerja S02.

4.2.2 Uji Kenormalan Data

Uji kenormalan data digunakan untuk membuktikan apakah sampel yang diuji memenuhi kriteria berhipotesis nol yaitu sampel tersebut berdistribusi normal atau sebaliknya. Maksudnya adalah sampel yang telah memenuhi kriteria berhipotesis alternatif atau tandingannya yang berarti sampel tersebut tidak berdistribusi normal. Untuk melaksanakan uji kenormalan data hasil perhitungan

menggunakan bantuan Uji *Kolmogorov–Smirnov* yang terdapat dalam *software* MINITAB dengan ketentuan *P-Value* $< 0,05$ data yang didapatkan terdistribusi tidak normal dan *P-Value* $> 0,05$ data yang didapatkan terdistribusi normal. Berdasarkan hasil pengujian dengan *software* MINITAB, semua data tersebar normal dengan ketentuan *P-Value* $> 0,05$.

1. Grafik uji kenormalan data terhadap nilai rata-rata waktu siklus yang diperoleh dari elemen kerja memasang *bush* 10x15x19, *brg ball radial* 6002UU dan *joint breather* pada SK S07 pada proses perakitan *Cover L Crank Case* dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Grafik Uji Kenormalan Data Proses Perakitan *Cover L Crank Case* pada SK S07
(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Dari uji kenormalan data pada elemen kerja memasang *bush* 10x15x19, *brg ball radial* 6002UU dan *joint breather* pada SK S07 pada proses perakitan *Cover L Crank Case* diperoleh hasil:

- *Mean* (rata-rata) waktu yang dibutuhkan untuk melakukan elemen kerja tersebut sebesar 2,54 detik
- *Standard deviasi* sebesar 0,1885
- *P-Value* sebesar $0,529 > 0,05$ artinya data berdistribusi normal

Untuk gambar grafik hasil uji kenormalan seluruh stasiun kerja proses perakitan *Cover L Crank Case* dapat dilihat pada Lampiran C dan rekapitulasi untuk semua uji kenormalan seluruh elemen kerja proses perakitan *Cover L Crank Case* dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Rekapitulasi Uji Kenormalan Data seluruh Elemen Kerja Pada Proses Perakitan *Cover L Crank Case*

No	Stasiun Kerja	Proses	Eelemen Kerja	Populasi	P-Value	Keterangan
1	S07	Press Cover L	Memasang <i>bush</i> 10x15x19, <i>brg ball radial</i> 6002UU dan <i>joint breather</i>	0,05	0,529	Normal
			Mengambil dan meletakkan <i>Cover L Crank</i> pada mesin <i>lower jig press</i>	0,05	0,208	Normal
			Menekan tombol <i>on</i> dan menunggu (memasang <i>bush kick spindle</i> dan <i>cricclip in 32</i>)	0,05	0,292	Normal
			Mengambil <i>Cover L Crank Case</i> dari mesin dan meletakkan pada stasiun berikutnya	0,05	0,515	Normal
2	S08	Spindle Comp Kick Starter	Mengambil dan meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> pada <i>Jig Cover L</i>	0,05	0,758	Normal
			Memasang <i>collar kick boss, spindle kick starter</i> dan mengaitkan <i>spg kick return</i> pada <i>Cover L Crank Case</i>	0,05	0,683	Normal
			Memasang <i>washer 16x22, circlip ex 16</i> dengan tang pada <i>Cover L Crank Case</i>	0,05	0,616	Normal
			Membenturkan <i>spindle kick starter</i> pada <i>stopper</i> dan meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> ke stasiun berikutnya	0,05	0,684	Normal
3	S09	Gear Comp Kick Spindle	Mengambil dan meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> pada <i>Jig Cover L</i>	0,05	0,124	Normal
			Memasang <i>gear comp kick driven</i>	0,05	0,897	Normal
			Memasang <i>plate L cover</i> dan mengencangkan <i>screw tapping 4x12 (5pcs)</i> dengan <i>electric screw driver</i>	0,05	0,820	Normal

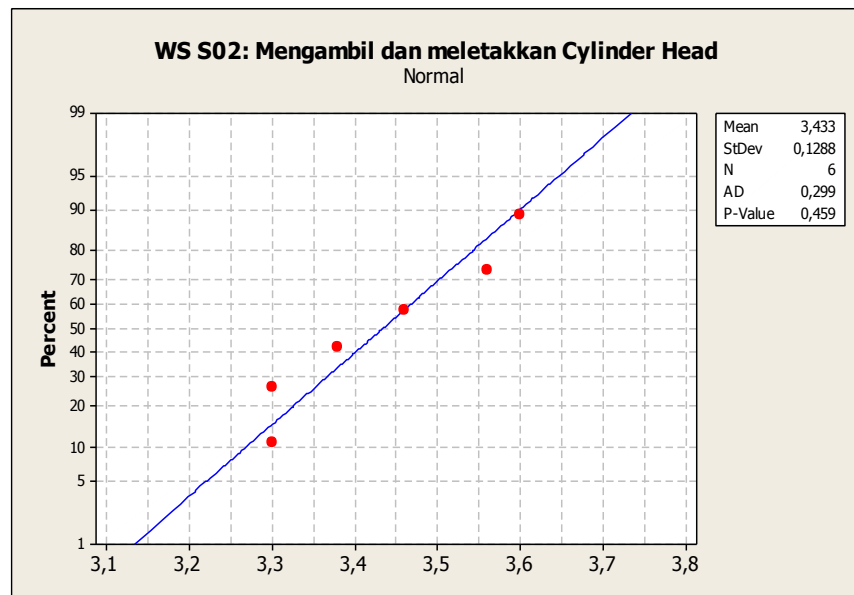
Tabel 4.13 Rekapitulasi Uji Kenormalan Data seluruh Elemen Kerja Pada Proses Perakitan *Cover L Crank Case* (Lanjutan)

No	Stasiun Kerja	Proses	Eelemen Kerja	Populasi	P-Value	Keterangan
			Meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> ke stasiun berikutnya	0,05	0,503	Normal
4	S10	<i>Punch Lock Plate L Cover</i>	Mengambil dan meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> pada <i>jig punch lock plate L cover</i>	0,05	0,758	Normal
			Memasang <i>oil seal 16x26x6</i>	0,05	0,515	Normal
			Menekan tombol <i>switch start</i> dan menunggu	0,05	0,529	Normal
			Memberi <i>oil seal</i> dan meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> ke stasiun berikutnya	0,05	0,646	Normal
			Memasang <i>spring kick driven</i> pada <i>gear comp kick driven</i>	0,05	0,112	Normal
5	QG2	<i>Quality Gate 2</i>	Mengencangkan <i>spindle kick sarter</i> dengan <i>guide arm kick starter</i>	0,05	0,504	Normal
			<i>Marking lock plate L cover, gear comp kick driven, spring kick driven gear</i> dan <i>screw tapping 4 x 12 (5pcs)</i>	0,05	0,225	Normal
			Meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> dan <i>face drive</i> pada <i>container</i>	0,05	0,869	Normal
			Meletakkan <i>fly wheel</i> dan <i>stator comp</i> pada <i>container</i>	0,05	0,474	Normal

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Rekapitulasi uji kenormalan data pada seluruh elemen kerja proses perakitan *Cover L Crank Case* dikatakan normal karena nilai *P-Value* yang didapat setelah diuji lebih besar dari nilai populasi atau $P\text{-Value} > 0,05$.

- Grafik uji kenormalan data terhadap nilai rata-rata waktu siklus yang diperoleh dari elemen kerja mengambil dan meletakkan *Cylinder Head* di meja kerja pada SK S02 pada proses perakitan *Cylinder Head* dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Grafik Uji Kenormalan Data Proses Perakitan *Cylinder Head* pada SK S02
(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Dari uji kenormalan data pada elemen kerja mengambil dan meletakkan *Cylinder Head* di meja kerja pada SK S02 pada proses perakitan *Cylinder Head* diperoleh hasil:

- *Mean* (rata-rata) waktu yang dibutuhkan untuk melakukan elemen kerja tersebut sebesar 3,433 detik
- *Standard deviasi* sebesar 0,1288
- *P-Value* sebesar 0,459 > 0,05 artinya data berdistribusi normal

Untuk gambar grafik hasil uji kenormalan seluruh stasiun kerja proses perakitan *Cylinder Head* dapat dilihat pada Lampiran C dan rekapitulasi untuk semua uji kenormalan seluruh elemen kerja proses perakitan *Cylinder Head* dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Rekapitulasi Uji Kenormalan Data seluruh Elemen Kerja Pada Proses Perakitan *Cylinder Head*

No	Stasiun Kerja	Proses	Elemen Kerja	Populasi	P-value	Keterangan
1	S02	<i>Shaft Comp Camp</i>	Mengambil dan meletakkan <i>Cylinder Head</i> di meja kerja	0,05	0,459	Normal

Tabel 4.14 Rekapitulasi Uji Kenormalan Data seluruh Elemen Kerja Pada Proses Perakitan *Cylinder Head* (Lanjutan)

No	Stasiun Kerja	Proses	Elemen Kerja	Populasi	P-value	Keterangan
			Memasang dan mengencangkan <i>bolt stud</i> 2 6x12 (2pcs)	0,05	0,280	Normal
			Memasang <i>shaft comp cam</i>	0,05	0,090	Normal
			Memasang dan mengencangkan <i>bolt wash</i> 6x13	0,05	0,497	Normal
			Memasang dan mengencangkan <i>arm assy in valve rocker</i>	0,05	0,216	Normal
2	S03	<i>Arm & Shaft Rocker Arm</i>	Mengambil <i>Cylinder Head</i> dan mengencangkan sensor oxygen	0,05	0,477	Normal
			Memasang dan mengencangkan <i>bolt stud</i> 6x40	0,05	0,665	Normal
			Mengencangkan <i>torsi bolt wash</i> 6x13	0,05	0,379	Normal
			Memasang dan mengencangkan <i>arm assy ex valve rocker</i>	0,05	0,791	Normal
			Meletakkan <i>Cylinder Head</i> di stasiun berikutnya	0,05	0,461	Normal
3	S04	<i>Setting Tappet</i>	Mengambil dan meletakkan <i>Cylinder Head</i> di meja kerja	0,05	0,207	Normal
			Memasang dan mengencangkan <i>bolt flange</i> 5x12 (2 pcs) dengan <i>impulse</i>	0,05	0,304	Normal
			Mengecek <i>torsi sensor oxygen</i> dengan <i>torque</i>	0,05	0,467	Normal
			Meletakkan <i>Cylinder Head</i> pada <i>jig</i> mesin <i>setting tappet</i> dan memasang <i>guide stopper</i> , lalu tekan tombol <i>on</i> dan menunggu	0,05	0,696	Normal
			Mengambil <i>Cylinder Head</i> dari <i>jig</i> mesin <i>setting tappet</i> dan meletakkan pada meja <i>quality gate</i>	0,05	0,247	Normal
4	QG1	<i>Quality Gate 1</i>	Mengambil <i>Cylinder Head</i>	0,05	0,684	Normal
			Mengencangkan <i>bolt flange</i> 5x12	0,05	0,208	Normal

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Tabel 4.14 Rekapitulasi Uji Kenormalan Data seluruh Elemen Kerja Pada Proses Perakitan *Cylinder Head* (Lanjutan)

	Stasiun Kerja	Proses	Elemen Kerja	Populasi	P-value	Keterangan
			Marking <i>shaft comp cam, arm assy in valve rocker, shaft ex rocker arm, arm assy ex valve rocker, bolt stud 2 6x12, bolt stud 2 6x40, dan bolt wash 6x13</i>	0,05	0,124	Normal
			Mengecek dengan <i>carter</i>	0,05	0,515	Normal
			Meletakkan <i>Cylinder Head</i> pada <i>container</i>	0,05	0,461	Normal
			Mengambil dan meletakkan <i>Cylinder Comp</i> pada <i>container</i>	0,05	0,529	Normal

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Rekapitulasi uji kenormalan data pada seluruh elemen kerja proses perakitan *Cylinder Head* dikatakan normal karena nilai *P-Value* yang didapat setelah diuji lebih besar dari nilai populasi atau *P-Value* > 0,05.

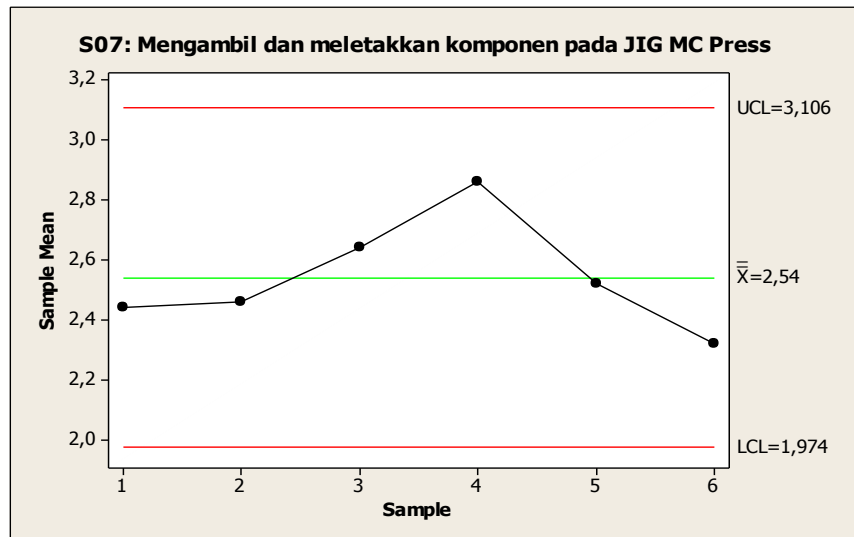
4.2.3 Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data dilakukan dengan tujuan untuk mengidentifikasi adanya data yang jauh menyimpang dari rata-rata sebenarnya dikarenakan adanya data yang terlalu besar atau terlalu kecil. Dari data yang diuji akan didapat batas kontrol, sehingga data dapat dikatakan seragam apabila berada diantara batas kontrol tersebut. Batas kontrol dibagi menjadi dua, yaitu *Upper Control Limit* (UCL) dan *Lower Control Limit* (LCL). Uji keseragaman data ini menggunakan *software* MINITAB dengan tingkat keyakinan 95% dan ketelitian 10%. Dengan rumus sebagai berikut:

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

$$UCL = \bar{X} + 2 \sigma_x \quad LCL = \bar{X} - 2 \sigma_x$$

1. Grafik uji keseragaman data terhadap nilai rata-rata waktu siklus yang diperoleh dari elemen kerja memasang *bush* 10x15x19, *brg ball radial* 6002UU dan *joint breather* pada SK S07 pada proses perakitan *Cover L Crank Case* dapat dilihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Grafik Uji Keseragaman Data Proses Perakitan *Cover L Crank Case* pada SK S07
(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Dari gambar grafik elemen kerja memasang *bush* 10x15x19, *brg ball radial* 6002UU dan *joint breather* pada SK S07 proses perakitan *Cover L Crank Case* diperoleh hasil yaitu:

- UCL (batas kontrol atas) sebesar 3,106 detik
- LCL (batas kontrol bawah) sebesar 1,974 detik
- Sedangkan *mean* (rata-rata) diperoleh dari uji kenormalan yang telah dilakukan sebesar 2,54 detik

Berdasarkan hasil pengujian dengan *software* MINITAB, semua data seragam karena tidak ada yang keluar batas kontrol. Untuk gambar grafik hasil uji keseragaman seluruh stasiun kerja *Cover L Crank Case* dapat dilihat pada Lampiran C dan rekapitulasi untuk semua uji keseragaman seluruh elemen kerja proses perakitan *Cover L Crank Case* dapat dilihat pada Tabel 4.15 berikut:

Tabel 4.15 Rekapitulasi Uji Keseragaman Data Seluruh Elemen Kerja Pada Proses Perakitan *Cover L Crank Case*

No	Work Station	Process	Work Element	Mean	UCL	LCL	Out Of Control	Keterangan
1	S07	Press Cover L	Memasang <i>bush</i> 10x15x19, <i>brg ball radial</i> 6002UU dan <i>joint breather</i>	2,54	3,11	1,97	0	Seragam
			Mengambil dan meletakkan <i>Cover L Crank</i> pada mesin <i>lower jig press</i>	2,23	2,52	1,94	0	Seragam
			Menekan tombol <i>on</i> dan menunggu (<i>memasang bush kick spindle</i> dan <i>crirclip in 32</i>)	10,36	10,94	9,78	0	Seragam
			Mengambil <i>Cover L Crank Case</i> dari mesin dan meletakkan pada stasiun berikutnya	1,60	2,15	1,06	0	Seragam
2	S08	Spindle Comp Kick Starter	Mengambil dan meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> pada <i>Jig Cover L</i>	1,01	1,16	0,87	0	Seragam
			Memasang <i>collar kick boss, spindle kick starter</i> dan mengaitkan <i>spg kick return</i> pada <i>Cover L Crank Case</i>	7,28	7,89	6,66	0	Seragam
			Memasang <i>washer 16x22, circlip ex 16</i> dengan tang pada <i>Cover L Crank Case</i>	5,22	5,86	4,58	0	Seragam
			Membenturkan <i>spindle kick starter</i> pada <i>stopper</i> dan meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> ke stasiun berikutnya	1,01	1,22	0,81	0	Seragam
3	S09	Gear Comp Kick Spindle	Mengambil dan meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> pada <i>Jig Cover L</i>	1,23	1,36	1,09	0	Seragam
			Memasang <i>gear comp kick driven</i>	4,33	5,52	3,14	0	Seragam

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

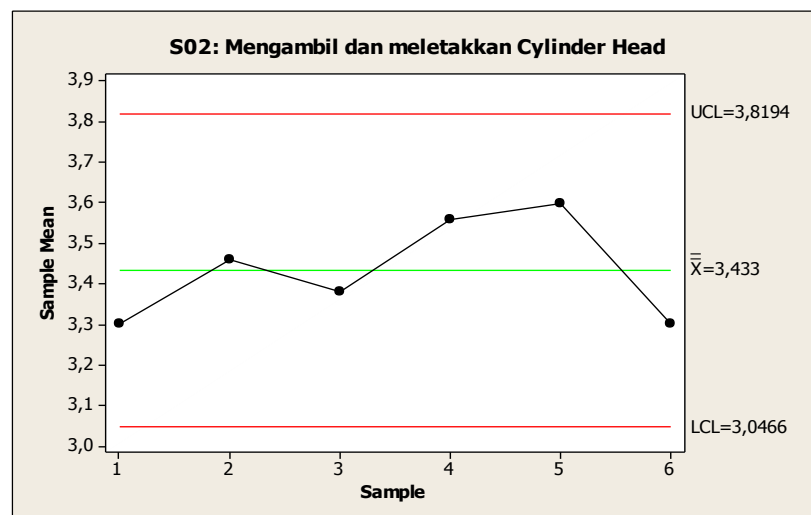
Tabel 4.15 Rekapitulasi Uji Keseragaman Data Seluruh Elemen Kerja Pada Proses Perakitan
Cover L Crank Case (Lanjutan)

No	Work Station	Process	Work Element	Mean	UCL	LCL	Out Of Control	Keterangan
			Memasang <i>plate L cover</i> dan mengencangkan <i>screw tapping 4x12 (5pcs)</i> dengan <i>electric screw driver</i>	10,55	11,80	9,29	0	Seragam
			Meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> ke stasiun berikutnya	0,94	1,25	0,64	0	Seragam
4	S10	<i>Punch Lock Plate L Cover</i>	Mengambil dan meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> pada <i>jig punch lock plate L cover</i>	1,01	1,16	0,87	0	Seragam
			Memasang <i>oil seal 16x26x6</i>	1,60	2,15	1,06	0	Seragam
			Menekan tombol <i>switch start</i> dan menunggu	2,54	3,11	1,97	0	Seragam
			Memberi <i>oil seal</i> dan meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> ke stasiun berikutnya	1,75	2,13	1,38	0	Seragam
			Memasang <i>spring kick driven</i> pada <i>gear comp kick driven</i>	2,58	3,26	1,90	0	Seragam
5	QG2	<i>Quality Gate 2</i>	Mengencangkan <i>spindle kick sarter</i> dengan <i>guide arm kick starter</i>	3,19	3,74	2,64	0	Seragam
			<i>Marking lock plate L cover, gear comp kick driven, spring kick driven gear</i> dan <i>screw tapping 4 x 12 (5pcs)</i>	3,39	3,83	2,97	0	Seragam
			Meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> dan <i>face drive</i> pada <i>container</i>	2,00	2,20	1,80	0	Seragam
			Meletakkan <i>fly wheel</i> dan <i>stator comp</i> pada <i>container</i>	5,87	6,07	5,68	0	Seragam

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Dari rekapitulasi yang telah dilakukan pada setiap elemen kerja proses perakitan *Cover L Crank Case* bahwa tidak ada yang keluar dari batas kontrol atas dan batas kontrol bawah, sehingga dapat dikatakan bahwa data yang diambil sudah seragam. Rekapitulasi ini diambil sesuai pada data yang ada pada gambar grafik per elemen kerja.

2. Grafik uji keseragaman data terhadap nilai rata-rata waktu siklus yang diperoleh dari elemen kerja mengambil dan meletakkan *Cylinder Head* di meja kerja pada SK S02 pada proses perakitan *Cylinder Head* dapat dilihat pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Grafik Uji Keseragaman Data Proses Perakitan *Cylinder Head* pada SK S02 (Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Dari gambar grafik elemen kerja mengambil dan meletakkan *Cylinder Head* di meja kerja pada SK S02 pada proses perakitan *Cylinder Head* diperoleh hasil yaitu:

- UCL (batas kontrol atas) sebesar 3,8194 detik
- LCL (batas kontrol bawah) sebesar 3,0466 detik
- Sedangkan *mean* (rata-rata) diperoleh dari uji kenormalan yang telah dilakukan sebesar 3,433 detik

Berdasarkan hasil pengujian dengan *software* MINITAB, semua data seragam karena tidak ada yang keluar batas kontrol. Untuk gambar hasil uji keseragaman seluruh stasiun kerja *Cylinder Head* dapat dilihat pada Lampiran C dan rekapitulasi untuk semua uji keseragaman seluruh elemen kerja proses perakitan *Cylinder Head* dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Rekapitulasi Uji Keseragaman Data Seluruh Elemen Kerja Pada Proses Perakitan *Cylinder Head*

No	Work Station	Process	Work Element	Mean	UCL	LCL	Out Of Control	Keterangan
1	S02	Shaft Comp Cam	Mengambil dan meletakkan <i>Cylinder Head</i> di meja kerja	3,43	3,82	3,05	0	Seragam
			Memasang dan mengencangkan <i>bolt stud 2 6x12 (2pcs)</i>	5,14	5,69	4,58	0	Seragam
			Memasang <i>shaft comp cam</i>	2,43	2,74	2,13	0	Seragam
			Memasang dan mengencangkan <i>bolt wash 6x13</i>	2,03	2,15	1,91	0	Seragam
			Memasang dan mengencangkan <i>arm assy in valve rocker</i>	3,72	3,93	3,51	0	Seragam
			Memasang <i>sensor oxygen</i> dan meletakkan <i>Cylinder Head</i> pada stasiun berikutnya	3,05	3,53	2,56	0	Seragam
2	S03	Arm & Shaft Rocker Arm	Mengambil <i>Cylinder Head</i> dan mengencangkan <i>sensor oxygen</i>	5,17	5,69	4,66	0	Seragam
			Memasang dan mengencangkan <i>bolt stud 6x40</i>	5,21	5,58	4,84	0	Seragam
			Mengencangkan <i>torsi bolt wash 6x13</i>	1,99	2,26	1,73	0	Seragam
			Memasang dan mengencangkan <i>arm assy ex valve rocker</i>	3,61	4,10	3,13	0	Seragam
			Meletakkan <i>Cylinder Head</i> di stasiun berikutnya	2,02	2,54	1,49	0	Seragam

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Tabel 4.16 Rekapitulasi Uji Keseragaman Data Seluruh Elemen Kerja Pada Proses Perakitan *Cylinder Head* (Lanjutan)

No	Work Station	Process	Work Element	Mean	UCL	LCL	Out Of Control	Keterangan
3	S04	Setting Tappet	Mengambil dan meletakkan <i>Cylinder Head</i> di meja kerja	1,79	2,06	1,53	0	Seragam
			Memasang dan mengencangkan <i>bolt flange 5x12</i> (2 pcs) dengan <i>impulse</i>	4,47	5,83	3,12	0	Seragam
			Mengecek <i>torsi sensor oxygen</i> dengan <i>torque</i>	4,09	4,29	3,88	0	Seragam
			Meletakkan <i>Cylinder Head</i> pada <i>jig mesin setting tappet</i> dan memasang <i>guide stopper</i> , lalu tekan tombol <i>on</i> dan menunggu	4,07	4,90	3,24	0	Seragam
			Mengambil <i>Cylinder Head</i> dari <i>jig mesin setting tappet</i> dan meletakkan pada meja <i>quality gate</i>	1,67	2,03	1,32	0	Seragam
4	QG1	Quality Gate 1	Mengambil <i>Cylinder Head</i>	1,01	1,22	0,81	0	Seragam
			Mengencangkan <i>bolt flange 5x12</i>	2,23	2,52	1,95	0	Seragam
			Marking <i>shaft comp cam, arm assy in valve rocker, shaft ex rocker arm, arm assy ex valve rocker, bolt stud 2 6x12, bolt stud 2 6x40, dan bolt wash 6x13</i>	1,23	1,36	1,09	0	Seragam
			Mengecek dengan <i>carter</i>	1,60	2,15	1,06	0	Seragam
			Meletakkan <i>Cylinder Head</i> pada <i>container</i>	2,02	2,55	1,49	0	Seragam
			Mengambil dan meletakkan <i>Cylinder Comp</i> pada <i>container</i>	3,39	3,83	2,97	0	Seragam

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Dari rekapitulasi yang telah dilakukan pada setiap elemen kerja proses perakitan *Cylinder Head* bahwa tidak ada yang keluar dari batas kontrol atas dan batas kontrol bawah, karena *mean* (rata-rata) terletak diantara UCL dan LCL, sehingga dapat dikatakan bahwa data yang diambil sudah seragam. Rekapitulasi ini diambil sesuai pada data yang ada pada gambar grafik per elemen kerja.

4.2.4 Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data dilakukan dengan mencari nilai N' dengan ketentuan bahwa data sudah mencukupi apabila $N > N'$, dimana data yang telah dikumpulkan sebanyak 6 sub grup. Perhitungan uji kecukupan data yang dilakukan menggunakan tingkat keyakinan 95% dan ketelitian 5%. Maka uji kecukupan data dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$N' = \left[\frac{20\sqrt{N(\sum Xi^2) - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right]^2$$

Apabila $N' < N$ maka data yang telah ada dinyatakan cukup.

1. Uji Kecukupan Data pada Proses Perakitan *Cover L Crank Case* dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Uji Kecukupan Data Proses Perakitan *Cover L Crank Case* pada SK S07

WS: S07						
Mengambil dan meletakkan komponen pada JIG MC Press						
No.	X	x ²		No.	x	x ²
1	2,3	5,29		16	3,3	10,89
2	2,3	5,29		17	3,0	9,00
3	3,0	9,00		18	2,0	4,00
4	3,0	9,00		19	2,5	6,25
5	2,0	4,00		20	3,0	9,00
6	2,1	4,41		21	2,2	4,84

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Tabel 4.17 Uji Kecukupan Data Proses Perakitan
Cover L Crank Case pada SK S07 (Lanjutan)

WS: S07						
Mengambil dan meletakkan komponen pada JIG MC Press						
No.	X	x ²		No.	x	x ²
7	2,1	4,41		22	2,5	6,25
8	1,9	3,61		23	2,2	4,84
9	2,5	6,25		24	2,8	7,84
10	3,1	9,61		25	2,1	4,41
11	3,0	9,00		26	2,4	5,76
12	2,0	4,00		27	3,0	9,00
13	3,2	10,24		28	2,4	5,76
14	2,7	7,29		29	2,4	5,76
15	2,5	6,25		30	2,7	7,29
Total					76,2	198,54

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

$$N' = \left[\frac{20 \sqrt{N(\sum Xi^2) - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{20 \sqrt{30(198,54) - (76,20)^2}}{76,20} \right]^2$$

$$N' = 10,31682$$

Untuk tabel hasil perhitungan uji kecukupan data dari elemen kerja pada tiap stasiun kerja Cover L Crank Case dapat dilihat pada Lampiran C, rekapitulasi untuk semua uji kecukupan seluruh elemen kerja dapat dilihat pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 Rekapitulasi Uji Kecukupan Data Seluruh Elemen Kerja Pada Proses Perakitan
Cover L Crank Case

No	Stasiun Kerja	Proses	Eelemen Kerja	N'	N	Keterangan
1	S07	Press Cover L	Memasang bush 10x15x19, brg ball radial 6002UU dan joint breather	10,32	30	Cukup
			Mengambil dan meletakkan Cover L Crank pada mesin lower jig press	4,46	30	Cukup
			Menekan tombol on dan menunggu (memasang bush kick spindle dan crirclip in 32)	0,55	30	Cukup

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Tabel 4.18 Rekapitulasi Uji Kecukupan Data Seluruh Elemen Kerja Pada Proses Perakitan *Cover L Crank Case* (Lanjutan)

No	Stasiun Kerja	Proses	Eelemen Kerja	N'	N	Keterangan
			Mengambil <i>Cover L Crank Case</i> dari mesin dan meletakkan pada stasiun berikutnya	15,09	30	Cukup
2	S08	<i>Spindle Comp Kick Starter</i>	Mengambil dan meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> pada <i>Jig Cover L</i>	8,25	30	Cukup
			Memasang <i>collar kick boss, spindle kick starter</i> dan mengaitkan <i>spg kick return</i> pada <i>Cover L Crank Case</i>	1,58	30	Cukup
			Memasang <i>washer 16x22, circlip ex 16</i> dengan tang pada <i>Cover L Crank Case</i>	7,24	30	Cukup
			Membenturkan <i>spindle kick starter</i> pada <i>stopper</i> dan meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> ke stasiun berikutnya	13,95	30	Cukup
3	S09	<i>Gear Comp Kick Spindle</i>	Mengambil dan meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> pada <i>Jig Cover L</i>	3,53	30	Cukup
			Memasang <i>gear comp kick driven</i>	10,06	30	Cukup
			Memasang <i>plate L cover</i> dan mengencangkan <i>screw tapping 4x12 (5pcs)</i> dengan <i>electric screw driver</i>	3,30	30	Cukup
			Meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> ke stasiun berikutnya	10,39	30	Cukup
4	S10	<i>Punch Lock Plate L Cover</i>	Mengambil dan meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> pada <i>jig punch lock plate L cover</i>	8,24	30	Cukup
			Memasang <i>oil seal 16x26x6</i>	15,09	30	Cukup
			Menekan tombol <i>switch start</i> dan menunggu	10,32	30	Cukup
			Memberi <i>oil seal</i> dan meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> ke stasiun berikutnya	5,70	30	Cukup
			Memasang <i>spring kick driven</i> pada <i>gear comp kick driven</i>	10,32	30	Cukup
5	QG2	<i>Quality Gate 2</i>	Mengencangkan <i>spindle kick sarter</i> dengan <i>guide arm kick starter</i>	3,13	30	Cukup

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Tabel 4.18 Rekapitulasi Uji Kecukupan Data Seluruh Elemen Kerja Pada Proses Perakitan *Cover L Crank Case* (Lanjutan)

No	Stasiun Kerja	Proses	Eelemen Kerja	N'	N	Keterangan
			<i>Marking lock plate L cover, gear comp kick driven, spring kick driven gear dan screw tapping 4 x 12 (5pcs)</i>	2,53	30	Cukup
			Meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> dan <i>face drive</i> pada <i>container</i>	1,89	30	Cukup
			Meletakkan <i>fly wheel</i> dan <i>stator comp</i> pada <i>container</i>	0,71	30	Cukup

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Dari rekapitulasi yang telah dilakukan pada setiap elemen kerja proses perakitan *Cover L Crank Case* bahwa data yang diambil sebanyak 30 kali sudah cukup, karena setelah dilakukan uji kecukupan data, hasil yang diperoleh tidak melebihi angka 30 atau tidak melebihi banyaknya data yang diambil. Rekapitulasi ini diambil sesuai pada perhitungan yang ada per elemen kerja.

2. Uji Kecukupan Data pada Proses Perakitan *Cylinder Head* dapat dilihat pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19 Uji Kecukupan Data Proses Perakitan *Cylinder Head* pada SK S02

WS: S02					
Mengambil dan meletakkan <i>Cylinder Head</i>					
No.	X	x ²	No.	X	x ²
1	3,3	10,89	16	3,8	14,44
2	2,9	8,41	17	3,3	10,89
3	3,3	10,89	18	3,0	9,00
4	3,8	14,44	19	3,6	12,96
5	3,8	14,44	20	3,4	11,56
6	3,5	12,25	21	3,5	12,25
7	3,1	9,61	22	3,3	10,89
8	3,7	13,69	23	3,8	14,44
9	3,8	14,44	24	2,9	8,41
10	3,2	10,24	25	3,6	12,96
11	3,7	13,69	26	3,8	14,44

Tabel 4.19 Uji Kecukupan Data Proses Perakitan *Cylinder Head* pada SK S02 (Lanjutan)

WS: S02					
Mengambil dan meletakkan <i>Cylinder Head</i>					
No.	X	x ²		No.	x ²
12	3,5	12,25		27	10,89
13	2,9	8,41		28	13,69
14	3,5	12,25		29	11,56
15	3,0	9,00		30	12,96
Total				103,00	356,24

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

$$N' = \left[\frac{20\sqrt{N(\sum Xi^2) - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{20\sqrt{30(356,24) - (103,00)^2}}{103,00} \right]^2$$

$$N' = 2,94844$$

Untuk tabel hasil perhitungan uji kecukupan data dari elemen kerja pada tiap stasiun kerja *Cylinder Head* dapat dilihat pada Lampiran C, rekapitulasi untuk semua uji kecukupan seluruh elemen kerja dapat dilihat pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20 Rekapitulasi Uji Kecukupan Data Seluruh Elemen Kerja Pada Proses Perakitan *Cylinder Head*

No	Stasiun Kerja	Proses	Elemen Kerja	N'	N	Keterangan
1	S02	<i>Shaft Comp Cam</i>	Mengambil dan meletakkan <i>Cylinder Head</i> di meja kerja	2,95	30	Cukup
			Memasang dan mengencangkan <i>bolt stud 2 6x12 (2pcs)</i>	1,89	30	Cukup
			Memasang <i>shaft comp cam</i>	4,34	30	Cukup

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Tabel 4.20 Rekapitulasi Uji Kecukupan Data Seluruh Elemen Kerja Pada Proses Perakitan *Cylinder Head* (Lanjutan)

No	Stasiun Kerja	Proses	Elemen Kerja	N'	N	Keterangan
			Memasang dan mengencangkan <i>bolt wash</i> 6x13	3,31	30	Cukup
			Memasang dan mengencangkan <i>arm assy in valve rocker</i>	2,09	30	Cukup
			Memasang <i>sensor oxygen</i> dan meletakkan <i>Cylinder Head</i> pada stasiun berikutnya	2,03	30	Cukup
2	S03	<i>Arm & Shaft Rocker Arm</i>	Mengambil <i>Cylinder Head</i> dan mengencangkan <i>sensor oxygen</i>	1,76	30	Cukup
			Memasang dan mengencangkan <i>bolt stud</i> 6x40	2,81	30	Cukup
			Mengencangkan <i>torsi bolt wash</i> 6x13	3,22	30	Cukup
			Memasang dan mengencangkan <i>arm assy ex valve rocker</i>	3,02	30	Cukup
			Meletakkan <i>Cylinder Head</i> di stasiun berikutnya	4,86	30	Cukup
3	S04	<i>Setting Tappet</i>	Mengambil dan meletakkan <i>Cylinder Head</i> di meja kerja	6,96	30	Cukup
			Memasang dan mengencangkan <i>bolt flange</i> 5x12 (2 pcs) dengan <i>impulse</i>	6,32	30	Cukup
			Mengecek <i>torsi sensor oxygen</i> dengan <i>torque</i>	4,08	30	Cukup
			Meletakkan <i>Cylinder Head</i> pada <i>jig</i> mesin <i>setting tappet</i> dan memasang <i>guide stopper</i> , lalu tekan tombol <i>on</i> dan menunggu	4,24	30	Cukup
			Mengambil <i>Cylinder Head</i> dari <i>jig</i> mesin <i>setting tapet</i> dan meletakkan pada meja <i>quality gate</i>	6,82	30	Cukup
4	QG1	<i>Quality Gate 1</i>	Mengambil <i>Cylinder Head</i>	13,95	30	Cukup
			Mengencangkan <i>bolt flange</i> 5x12	4,46	30	Cukup
			Marking <i>shaft comp cam, arm assy in valve rocker, shaft ex rocker arm, arm assy ex valve rocker, bolt stud 2 6x12, bolt stud 2 6x40, dan bolt wash 6x13</i>	3,53	30	Cukup
			Mengecek dengan <i>carter</i>	15,09	30	Cukup
			Meletakkan <i>Cylinder Head</i> pada <i>container</i>	4,86	30	Cukup
			Mengambil dan meletakkan <i>Cylinder Comp</i> pada <i>container</i>	2,53	30	Cukup

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Dari rekapitulasi yang telah dilakukan pada setiap elemen kerja proses perakitan *Cylinder Head* bahwa data yang diambil sebanyak 30 kali sudah cukup, karena setelah dilakukan uji kecukupan data, hasil yang diperoleh tidak melebihi angka 30 atau tidak melebihi banyaknya data yang diambil. Rekapitulasi ini diambil sesuai pada perhitungan yang ada per elemen kerja.

4.2.5 Perhitungan Waktu Normal (*Normal Time*)

Waktu normal untuk setiap stasiun kerja diperoleh dengan cara mengalikan waktu siklus yang diperoleh dengan faktor penyesuaian (*rating factors*). Waktu siklus diperoleh dari waktu siklus terlama pada setiap stasiun kerja. Sehingga waktu normal pada stasiun kerja dapat dihitung dengan formulasi sebagai berikut:

$$\text{Normal Time} = \text{Cycle Time} (100\% + \text{Rating Factors}\%)$$

Berdasarkan rumus di atas, maka dapat diperoleh waktu normal yang dikerjakan oleh semua operator di setiap stasiun kerja, dengan menggunakan waktu siklus elemen kerja terbesar pada tiap stasiun kerja yang dapat dilihat pada tabel rekapitulasi waktu siklus. Pada *Rating Factor* terdapat beberapa kriteria yang dapat dipertimbangkan dalam menentukan kemampuan yang dimiliki oleh masing-masing operator diantaranya yaitu *skill*, *effort*, *condition* dan *consistency*. Tabel *Performance Rating* dapat dilihat pada Tabel 4.21.

Tabel 4.21 *Performance Ratings* dengan Sistem *Westinghouse*

SKILL		EFFORT	
+ 0,15 A1	<i>Superskill</i>	+ 0,13 A1	<i>Superskill</i>
+ 0,13 A2		+ 0,12 A2	
+ 0,11 B1	<i>Excellent</i>	+ 0,10 B1	<i>Excellent</i>
+ 0,08 B2		+ 0,08 B2	
+ 0,06 C1	<i>Good</i>	+ 0,05 C1	<i>Good</i>
+ 0,03 C2		+ 0,02 C2	
0,00 D	<i>Average</i>	0,00 D	<i>Average</i>
- 0,05 E1	<i>Fair</i>	- 0,04 E1	<i>Fair</i>
- 0,10 E2		- 0,08 E2	
- 0,16 F1	<i>Poor</i>	- 0,12 F1	<i>Poor</i>
- 0,22 F2		- 0,17 F2	

(Sumber: Sतालaksana dkk, 1979)

Tabel 4.21 *Performance Ratings* dengan Sistem *Westinghouse*

<i>CONDITION</i>		<i>CONSISTENCY</i>		
+ 0,06	A	<i>Ideal</i>	+ 0,04 A	<i>Ideal</i>
+ 0,04	B	<i>Excelllent</i>	+ 0,03 B	<i>Excelllent</i>
+ 0,02	C	<i>Good</i>	+ 0,01 C	<i>Good</i>
0,00	D	<i>Average</i>	0,00 D	<i>Average</i>
- 0,03	E	<i>Fair</i>	- 0,02 E	<i>Fair</i>
- 0,07	F	<i>Poor</i>	- 0,04 F	<i>Poor</i>

(Sumber: Sतालaksana dkk, 1979)

Rating factor di setiap stasiun kerja berbeda-beda karena disesuaikan dengan keterampilan, usaha, kondisi kerja dan konsistensi dari operator yang mengerjakannya.

1. *Rating factor* pada proses perakitan *Cover L Crank Case* dapat dilihat pada Tabel 4.22.

Tabel 4.22 Perhitungan *Rating Factor* Pada Proses Perakitan *Cover L Crank Case*

No	WS	Process	Rating Factor		
1	S07	Stator & Motor Cover Press	<i>Skill</i>	Average (D)	0
			<i>Effort</i>	Average (D)	0
			<i>Condition</i>	Average (D)	0
			<i>Consistency</i>	Average (D)	0
			Total		0.0
2	S08	Motor Aging Test	<i>Skill</i>	Average (D)	0
			<i>Effort</i>	Average (D)	0
			<i>Condition</i>	Average (D)	0
			<i>Consistency</i>	Average (D)	0
			Total		0.0
3	S09	Soldering	<i>Skill</i>	Average (D)	0
			<i>Effort</i>	Average (D)	0
			<i>Condition</i>	Average (D)	0
			<i>Consistency</i>	Average (D)	0
			Total		0.0
4	S10	Pump Casing Setting	<i>Skill</i>	Average (D)	0
			<i>Effort</i>	Average (D)	0
			<i>Condition</i>	Average (D)	0
			<i>Consistency</i>	Average (D)	0
			Total		0.0
5	QG2	Impeller Setting	<i>Skill</i>	Good (C2)	0,03
			<i>Effort</i>	Average (D)	0
			<i>Condition</i>	Average (D)	0
			<i>Consistency</i>	Average (D)	0
			Total		0.03

(Sumber: Hasil Pengamatan Lapangan)

Dari perhitungan *rating factor* pada stasiun kerja proses perakitan *Cover L Crank Case* diperoleh hasil:

- Pada SK S07 total *rating factor* sebesar 0,0 karena *skill, effort, condition* dan *consistency* yang dimiliki pada operator ini tidak terlalu besar atau masih berada pada rata-rata.
- Pada SK S08 total *rating factor* sebesar 0,0 karena *skill, effort, condition* dan *consistency* yang dimiliki pada operator ini tidak terlalu besar atau masih berada pada rata-rata.
- Pada SK S09 total *rating factor* sebesar 0,0 karena *skill, effort, condition* dan *consistency* yang dimiliki pada operator ini tidak terlalu besar atau masih berada pada rata-rata.
- Pada SK S10 total *rating factor* sebesar 0,0 karena *skill, effort, condition* dan *consistency* yang dimiliki pada operator ini tidak terlalu besar atau masih berada pada rata-rata.
- Pada SK QG2 total *rating factor* sebesar 0,03 didapat dari nilai *skill* sebesar 0,03 karena operator yang melakukan pekerjaan di SK ini harus memiliki kemampuan yang lebih tinggi sedikit. Sedangkan *effort, condition* dan *consistency* yang dimiliki pada operator ini tidak terlalu besar atau masih berada pada rata-rata.

Berdasarkan *rating factor* yang telah didapat, maka waktu normal yang diperoleh pada proses perakitan *Cover L Crank Case* dapat dilihat pada Tabel 4.23.

Tabel 4.23 Hasil Perhitungan Waktu Normal Pada Proses Perakitan *Cover L Crank Case*

No	Work Station	Process	Work Element	Cycle Time (sec)	RF	Normal Time (sec)	Total Normal Time (sec)
1	S07	Press Cover L	Memasang <i>bush</i> 10x15x19, <i>brg ball radial</i> 6002UU dan <i>joint breather</i>	2,5	100%	2,4	16,1
			Mengambil dan meletakkan <i>Cover L Crank</i> pada mesin <i>lower jig press</i>	2,2	100%	2,1	

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Tabel 4.23 Hasil Perhitungan Waktu Normal Pada Proses Perakitan
Cover L Crank Case (Lanjutan)

No	Work Station	Process	Work Element	Cycle Time (sec)	RF	Normal Time (sec)	Total Normal Time (sec)
			Menekan tombol <i>on</i> dan menunggu (memasang <i>bush kick spindle</i> dan <i>crirclip in 32</i>)	10,4	100%	10,0	
			Mengambil <i>Cover L Crank Case</i> dari mesin dan meletakkan pada stasiun berikutnya	1,6	100%	1,6	
2	S08	<i>Spindle Comp Kick Starter</i>	Mengambil dan meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> pada <i>Jig Cover L</i>	1,0	100%	1,0	14,1
			Memasang <i>collar kick boss, spindle kick starter</i> dan mengaitkan <i>spg kick return</i> pada <i>Cover L Crank Case</i>	7,3	100%	7,1	
			Memasang <i>washer 16x22, circlip ex 16</i> dengan tang pada <i>Cover L Crank Case</i>	5,2	100%	5,0	
			Membenturkan <i>spindle kick starter</i> pada <i>stopper</i> dan meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> ke stasiun berikutnya	1,0	100%	1,0	
3	S09	<i>Gear Comp Kick Spindle</i>	Mengambil dan meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> pada <i>Jig Cover L</i>	1,2	100%	1,2	16,4
			Memasang <i>gear comp kick driven</i>	5,3	100%	4,1	
			Memasang <i>plate L cover</i> dan mengencangkan <i>screw tapping 4x12 (5pcs)</i> dengan <i>electric screw driver</i>	10,7	100%	10,2	
			Meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> ke stasiun berikutnya	0,9	100%	0,9	
4	S10	<i>Punch Lock Plate L Cover</i>	Mengambil dan meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> pada <i>jig punch lock plate L cover</i>	1,0	100%	1,0	9,4
			Memasang <i>oil seal 16x26x6</i>	1,6	100%	1,6	

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Tabel 4.23 Hasil Perhitungan Waktu Normal Pada Proses Perakitan
Cover L Crank Case (Lanjutan)

<i>No</i>	<i>Work Station</i>	<i>Process</i>	<i>Work Element</i>	<i>Cycle Time (sec)</i>	<i>RF</i>	<i>Normal Time (sec)</i>	<i>Total Normal Time (sec)</i>
			Menekan tombol <i>switch start</i> dan menunggu	2,5	100%	2,4	
			Memberi <i>oil seal</i> dan meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> ke stasiun berikutnya	1,8	100%	1,8	
			Memasang spring kick driven pada gear comp kick driven	2,6	100%	2,6	
5	QG2	Quality Gate 2	Mengencangkan <i>spindle kick sarter</i> dengan <i>guide arm kick starter</i>	3,2	103%	3,2	14,5
			Marking lock plate L cover, gear comp kick driven, spring kick driven gear dan screw tapping 4 x 12 (5pcs)	3,4	103%	3,4	
			Meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> dan <i>face drive</i> pada <i>container</i>	2,0	103%	2,0	
			Meletakkan <i>fly wheel</i> dan <i>stator comp</i> pada <i>container</i>	5,9	103%	5,9	

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Dari rekapitulasi yang telah dilakukan pada setiap elemen kerja proses perakitan *Cover L Crank Case* untuk menentukan waktu normal yaitu dengan cara memasukkan waktu siklus yang telah diperoleh sebelumnya. Kemudian memasukkan *rating factor* yang telah didapat. Selanjutnya untuk memperoleh waktu normal yaitu dengan cara mengalikan waktu siklus dengan *rating factor* (dapat dilihat pada rumus). Setelah didapat waktu normal pada masing-masing elemen kerja, kemudian menggabungkan waktu normal elemen kerja tersebut pada tiap stasiun kerja

2. *Rating factor* pada proses perakitan *Cover L Crank Case* dapat dilihat pada Tabel 4.24

Tabel 4.24 Perhitungan *Rating Factor* Pada Proses Perakitan *Cylinder Head*

No	WS	Process	Rating Factor		
			Skill	Average (D)	
1	S02	Stator & Motor Cover Press	Skill	Average (D)	0
			Effort	Average (D)	0
			Condition	Average (D)	0
			Consistency	Average (D)	0
			Total		
2	S03	Motor Aging Test	Skill	Average (D)	0
			Effort	Average (D)	0
			Condition	Average (D)	0
			Consistency	Average (D)	0
			Total		
3	S04	Soldering	Skill	Average (D)	0
			Effort	Average (D)	0
			Condition	Average (D)	0
			Consistency	Average (D)	0
			Total		
4	QG 1	Pump Casing Setting	Skill	Good (C2)	0,03
			Effort	Average (D)	0
			Condition	Average (D)	0
			Consistency	Average (D)	0
			Total		

(Sumber: Hasil Pengamatan Lapangan)

Dari perhitungan *rating factor* pada stasiun kerja proses perakitan *Cylinder Head* diperoleh hasil:

- Pada SK S02 total *rating factor* sebesar 0,0 karena *skill*, *effort*, *condition* dan *consistency* yang dimiliki pada operator ini tidak terlalu besar atau masih berada pada rata-rata.
- Pada SK S03 total *rating factor* sebesar 0,0 karena *skill*, *effort*, *condition* dan *consistency* yang dimiliki pada operator ini tidak terlalu besar atau masih berada pada rata-rata.
- Pada SK S04 total *rating factor* sebesar 0,0 karena *skill*, *effort*, *condition* dan *consistency* yang dimiliki pada operator ini tidak terlalu besar atau masih berada pada rata-rata.
- Pada SK QG1 total *rating factor* sebesar 0,03 didapat dari nilai *skill* sebesar 0,03 karena operator yang melakukan pekerjaan di SK ini harus memiliki

kemampuan yang lebih tinggi sedikit. Sedangkan *effort*, *condition* dan *consistency* yang dimiliki pada operator ini tidak terlalu besar atau masih berada pada rata-rata.

Berdasarkan *rating factor* yang telah didapat, maka waktu normal yang diperoleh pada proses perakitan *Cylinder Head* dapat dilihat pada Tabel 4.25.

Tabel 4.25 Hasil Perhitungan Waktu Normal Pada Proses Perakitan *Cylinder Head*

No	Work Station	Process	Work Element	Cycle Time (sec)	RF	Normal Time (sec)	Total Normal Time (sec)
1	S02	Shaft Comp Cam	Mengambil dan meletakkan <i>Cylinder Head</i> di meja kerja	3,4	100%	3,3	18,8
			Memasang dan mengencangkan <i>bolt stud 2 6x12 (2pcs)</i>	5,2	100%	4,9	
			Memasang <i>shaft comp cam</i>	2,4	100%	2,3	
			Memasang dan mengencangkan <i>bolt wash 6x13</i>	2,0	100%	1,9	
			Memasang dan mengencangkan <i>arm assy in valve rocker</i>	3,8	100%	3,5	
			Memasang <i>sensor oxygen</i> dan meletakkan <i>Cylinder Head</i> pada stasiun berikutnya	3,0	100%	2,9	
2	S03	Arm & Shaft Rocker Arm	Mengambil <i>Cylinder Head</i> dan mengencangkan sensor oxygen	5,2	100%	5,0	17,2
			Memasang dan mengencangkan <i>bolt stud 6x40</i>	5,2	100%	5,0	
			Mengencangkan <i>torsi bolt wash 6x13</i>	2,0	100%	1,9	
			Memasang dan mengencangkan <i>arm assy ex valve rocker</i>	3,6	100%	3,4	
			Meletakkan <i>Cylinder Head</i> di stasiun berikutnya	2,0	100%	1,9	

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Tabel 4.25 Hasil Perhitungan Waktu Normal Pada Proses Perakitan *Cylinder Head* (Lanjutan)

No	Work Station	Process	Work Element	Cycle Time (sec)	RF	Normal Time (sec)	Total Normal Time (sec)
3	S04	Setting Tappet	Mengambil dan meletakkan <i>Cylinder Head</i> di meja kerja	2,6	100%	1,7	15,6
			Memasang dan mengencangkan <i>bolt flange 5x12</i> (2 pcs) dengan <i>impulse</i>	5,4	100%	4,3	
			Mengecek <i>torsi sensor oxygen</i> dengan <i>torque</i>	4,2	100%	4,0	
			Meletakkan <i>Cylinder Head</i> pada <i>jig mesin setting tappet</i> dan memasang <i>guide stopper</i> , lalu tekan tombol <i>on</i> dan menunggu	5,1	100%	4,0	
			Mengambil <i>Cylinder Head</i> dari <i>jig mesin setting tappet</i> dan meletakkan pada meja <i>quality gate</i>	2,6	100%	1,6	
4	QG1	Quality Gate 1	Mengambil <i>Cylinder Head</i>	1,0	103%	1,1	11,5
			Mengencangkan <i>bolt flange 5x12</i>	2,2	103%	2,2	
			Marking <i>shaft comp cam, arm assy in valve rocker, shaft ex rocker arm, arm assy ex valve rocker, bolt stud 2 6x12, bolt stud 2 6x40, dan bolt wash 6x13</i>	1,2	103%	1,2	
			Mengecek dengan <i>carter</i>	2,6	103%	1,7	
			Meletakkan <i>Cylinder Head</i> pada <i>container</i>	2,0	103%	2,0	
			Mengambil dan meletakkan <i>Cylinder Comp</i> pada <i>container</i>	3,4	103%	3,3	

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Dari rekapitulasi yang telah dilakukan pada setiap elemen kerja proses perakitan *Cylinder Head* untuk menentukan waktu normal yaitu dengan cara memasukkan waktu siklus yang telah diperoleh sebelumnya. Kemudian memasukkan *rating factor* yang telah didapat. Selanjutnya untuk memperoleh

waktu normal yaitu dengan cara mengalikan waktu siklus dengan *rating factor* (dapat dilihat pada rumus). Setelah didapat waktu normal pada masing-masing elemen kerja, kemudian menggabungkan waktu normal elemen kerja tersebut pada tiap stasiun kerja.

4.2.6 Perhitungan Waktu Standar (*Standard Time*)

Waktu standar dihitung dengan cara mengalikan waktu normal dengan faktor kelonggaran (*allowance*) yang telah ditentukan sebelumnya. Sehingga waktu standar setiap stasiun kerja dapat dihitung dengan formulasi sebagai berikut:

$$\text{Standard Time} = \text{Normal Time} (1 + \text{allowance})$$

Pada bagian *Line B Assembly Engine*, faktor kelonggaran yang diberikan oleh PT Astra Honda Motor adalah sebesar 0,14 dan dapat dilihat pada Tabel 4.26.

Tabel 4.26 Faktor Kelonggaran (*Allowance*) Pada Bagian *Line B Assembly Engine*

No.	Faktor Kelonggaran (<i>Allowance</i>)		
1.	Kebutuhan Pribadi	Pria	1%
2.	Keadaan Lingkungan	Bising	2%
3.	Tenaga yang Dikeluarkan	Sedang	5%
4.	Sikap Kerja	Berdiri di atas Dua Kaki	2%
5.	Gerakan Kerja	Normal	1%
6.	Kelelahan Mata	Pandangan Terus Menerus	2%
7.	Temperatur Tempat Kerja	Normal	1%
Total Faktor Kelonggaran (<i>Allowance</i>)			14%

(Sumber: Hasil Pengamatan Lapangan)

Faktor-faktor kelonggaran digunakan untuk menentukan kondisi apa saja yang dapat mempengaruhi pekerjaan operator. Faktor kelonggaran ini dibuat mengacu pada faktor kelonggaran yang telah ditetapkan (dapat dilihat pada Tabel 3.2). Sehingga total waktu kelonggaran yang diperoleh yaitu 14%.

Berdasarkan rumus dan tabel di atas, maka dapat diperoleh waktu standar yang dikerjakan oleh semua operator di setiap stasiun kerja.

1. Waktu standar pada proses perakitan *Cover L Crank Case* dapat dilihat pada Tabel 4.27.

Tabel 4.27 Waktu Standar pada Proses Perakitan *Cover L Crank Case*

No	Work Station	Process	Work Element	Normal Time (sec)	Allowance	Standard Time (sec)	Total Standard Time (sec)
1	S07	Press Cover L	Memasang <i>bush</i> 10x15x19, <i>brg ball radial</i> 6002UU dan <i>joint breather</i>	2,4	14%	2,7	18,3
			Mengambil dan meletakkan <i>Cover L Crank</i> pada mesin <i>lower jig press</i>	2,1	14%	2,4	
			Menekan tombol <i>on</i> dan menunggu (memasang <i>bush kick spindle</i> dan <i>crirclip in 32</i>)	10,0	14%	11,4	
			Mengambil <i>Cover L Crank Case</i> dari mesin dan meletakkan pada stasiun berikutnya	1,6	14%	1,8	
2	S08	Spindle Comp Kick Starter	Mengambil dan meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> pada <i>Jig Cover L</i>	1,0	14%	1,1	15,9
			Memasang <i>collar kick boss, spindle kick starter</i> dan mengaitkan <i>spg kick return</i> pada <i>Cover L Crank Case</i>	7,1	14%	8,0	
			Memasang <i>washer 16x22, circlip ex 16</i> dengan tang pada <i>Cover L Crank Case</i>	5,0	14%	5,7	
			Membenturkan <i>spindle kick starter</i> pada <i>stopper</i> dan meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> ke stasiun berikutnya	1,0	14%	1,1	

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Tabel 4.27 Waktu Standar pada Proses Perakitan *Cover L Crank Case* (Lanjutan)

No	Work Station	Process	Work Element	Normal Time (sec)	Allowance	Standard Time (sec)	Total Standard Time (sec)
3	S09	<i>Gear Comp Kick Spindle</i>	Mengambil dan meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> pada <i>Jig Cover L</i>	1,2	14%	1,3	18,6
			Memasang <i>gear comp kick driven</i>	4,1	14%	4,7	
			Memasang <i>plate L cover</i> dan mengencangkan <i>screw tapping 4x12 (5pcs)</i> dengan <i>electric screw driver</i>	10,2	14%	11,6	
			Meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> ke stasiun berikutnya	0,9	14%	1,0	
4	S10	<i>Punch Lock Plate L Cover</i>	Mengambil dan meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> pada <i>jig punch lock plate L cover</i>	1,0	14%	1,1	10,4
			Memasang <i>oil seal 16x26x6</i>	1,6	14%	1,8	
			Menekan tombol <i>switch start</i> dan menunggu	2,4	14%	2,7	
			Memberi <i>oil seal</i> dan meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> ke stasiun berikutnya	1,8	14%	2,0	
			Memasang <i>spring kick driven</i> pada <i>gear comp kick driven</i>	2,6	14%	2,8	
5	QG2	<i>Quality Gate 2</i>	Mengencangkan <i>spindle kick sarter</i> dengan <i>guide arm kick starter</i>	3,2	14%	3,6	16,4

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Tabel 4.27 Waktu Standar pada Proses Perakitan *Cover L Crank Case* (Lanjutan)

No	Work Station	Process	Work Element	Normal Time (sec)	Allowance	Standard Time (sec)	Total Standard Time (sec)
			Marking lock plate L cover, gear comp kick driven, spring kick driven gear dan screw tapping 4 x 12 (5pcs)	3,4	14%	3,8	
			Meletakkan Cover L Crank Case dan face drive pada container	2,0	14%	2,3	
			Meletakkan fly wheel dan stator comp pada container	5,9	14%	6,7	

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Dari rekapitulasi yang telah dilakukan pada setiap elemen kerja proses perakitan *Cover L Crank Case* untuk menentukan waktu standar yaitu dengan cara memasukkan waktu normal yang telah diperoleh sebelumnya. Kemudian memasukkan *allowance* (kelonggaran) yang telah didapat. Selanjutnya untuk memperoleh waktu standar yaitu dengan cara mengalikan waktu normal dengan $(1 + allowance)$. Setelah didapat waktu standar pada masing-masing elemen kerja, kemudian menggabungkan waktu standar elemen kerja tersebut pada tiap stasiun kerja.

2. Waktu Standar pada proses perakitan *Cylinder Head* dapat dilihat pada Tabel 4.28.

Tabel 4.28 Waktu Standar pada Proses Perakitan *Cylinder Head*

No	Work Station	Process	Work Element	Normal Time (sec)	Allowance	Standard Time (sec)	Total Standard Time (sec)
2	S02	Shaft Comp Cam	Mengambil dan meletakkan <i>Cylinder Head</i> di meja kerja	3,3	14%	3,7	21,4
			Memasang dan mengencangkan <i>bolt stud</i> 2 6x12 (2pcs)	4,9	14%	5,6	
			Memasang <i>shaft comp cam</i>	2,3	14%	2,6	
			Memasang dan mengencangkan <i>bolt wash</i> 6x13	1,9	14%	2,2	
			Memasang dan mengencangkan <i>arm assy in valve rocker</i>	3,5	14%	4,0	
			Memasang <i>sensor oxygen</i> dan meletakkan <i>Cylinder Head</i> pada stasiun berikutnya	2,9	14%	3,3	
3	S03	Arm & Shaft Rocker Arm	Mengambil <i>Cylinder Head</i> dan mengencangkan sensor oxygen	5,0	14%	5,7	19,7
			Memasang dan mengencangkan <i>bolt stud</i> 6x40	5,0	14%	5,7	
			Mengencangkan <i>torsi bolt wash</i> 6x13	1,9	14%	2,2	
			Memasang dan mengencangkan <i>arm assy ex valve rocker</i>	3,4	14%	3,9	
			Meletakkan <i>Cylinder Head</i> di stasiun berikutnya	1,9	14%	2,2	
4	S04	Setting Tappet	Mengambil dan meletakkan <i>Cylinder Head</i> di meja kerja	1,7	14%	1,9	17,6
			Memasang dan mengencangkan <i>bolt flange</i> 5x12 (2 pcs) dengan <i>impulse</i>	4,3	14%	4,9	
			Mengecek <i>torsi sensor oxygen</i> dengan <i>torque</i>	4,0	14%	4,5	

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Tabel 4.28 Waktu Standar pada Proses Perakitan *Cylinder Head* (Lanjutan)

No	Work Station	Process	Work Element	Normal Time (sec)	Allowance	Standard Time (sec)	Total Standard Time (sec)
			Meletakkan <i>Cylinder Head</i> pada <i>jig</i> mesin <i>setting tappet</i> dan memasang <i>guide stopper</i> , lalu tekan tombol <i>on</i> dan menunggu	4,0	14%	4,5	
			Mengambil <i>Cylinder Head</i> dari <i>jig</i> mesin <i>setting tapet</i> dan meletakkan pada meja <i>quality gate</i>	1,6	14%	1,8	
5	QG1	<i>Quality Gate 1</i>	Mengambil <i>Cylinder Head</i>	1,1	14%	1,2	13,1
			Mengencangkan <i>bolt flange 5x12</i>	2,2	14%	2,5	
			Marking <i>shaft comp cam, arm assy in valve rocker, shaft ex rocker arm, arm assy ex valve rocker, bolt stud 2 6x12, bolt stud 2 6x40, dan bolt wash 6x13</i>	1,2	14%	1,4	
			Mengecek dengan <i>carter</i>	1,7	14%	1,9	
			Meletakkan <i>Cylinder Head</i> pada <i>container</i>	2,0	14%	2,3	
			Mengambil dan meletakkan <i>Cylinder Comp</i> pada <i>container</i>	3,3	14%	3,8	

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Dari rekapitulasi yang telah dilakukan pada setiap elemen kerja proses perakitan *Cylinder Head* untuk menentukan waktu standar yaitu dengan cara memasukkan waktu normal yang telah diperoleh sebelumnya. Kemudian memasukkan *allowance* (kelonggaran) yang telah didapat. Selanjutnya untuk memperoleh waktu standar yaitu dengan cara mengalikan waktu normal dengan $(1 + allowance)$. Setelah didapat waktu standar pada masing-masing elemen kerja, kemudian menggabungkan waktu standar elemen kerja tersebut pada tiap stasiun kerja.

4.2.7 Perhitungan Efisiensi Kondisi Awal

Seperti dijelaskan sebelumnya bahwa hal yang berpengaruh pada penyusunan stasiun kerja adalah kecepatan lintasan yang ditentukan dari tingkat kapasitas permintaan serta waktu operasi terpanjang. Kecepatan lintasan yang telah ditetapkan dari perusahaan (*Takt Time*) untuk *Line B Assembly Engine* yaitu sebesar 22 detik. Sedangkan berdasarkan perhitungan waktu standar sebelumnya diketahui bahwa waktu standar terpanjang pada proses perakitan *Cover L Crank Case* yaitu pada stasiun kerja S09 (*Gear Comp Kick Spindle*) sebesar 18,6 detik, sedangkan waktu standar terpanjang pada proses perakitan *Cylinder Head* yaitu stasiun kerja S02 (*Shaft Comp Cam*) sebesar 21,4 detik. Oleh karena itu, waktu yang dipakai untuk membantu penyeimbangan lini adalah sebesar 22 detik karena *takt time* lebih besar dari waktu standar ($T/T > ST$).

Perhitungan kondisi awal pada bagian *Line B Assembly Engine* meliputi efisiensi tiap stasiun kerja, waktu menunggu (*idle time*) tiap stasiun kerja, *Line Efficiency*, *Balance Delay* dan *Smoothness Index*. Untuk menghitung efisiensi stasiun kerja dan waktu menunggu pada kondisi awal dapat dihitung dengan cara:

1. Menghitung efisiensi stasiun kerja dan waktu menunggu pada kondisi awal pada proses perakitan *Cover L Crank Case*:

$$\text{Work Station Efficiency} = \frac{ST_i}{ST_{max}} \times 100\%$$

$$\text{WS Efficiency S07} = \frac{18,3}{18,6} \times 100\% = 98,39\%$$

$$\begin{aligned} \text{Idle Time pada WS S07} &= \text{Standard Time Terbesar} - \text{Standard Time WS} \\ &= 18,6 - 18,3 = 0,3 \text{ detik} \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas diperoleh efisiensi stasiun kerja S07 sebesar 98,39% dan waktu menunggu sebesar 0.3 detik. Dengan cara yang sama, maka hasil perhitungan efisiensi dan waktu menunggu tiap stasiun kerja lainnya dilihat pada Tabel 4.29.

Tabel 4.29 Rekapitulasi Perhitungan Efisiensi Stasiun Kerja dan Waktu Menunggu Pada Kondisi Awal Proses Perakitan *Cover L Crank Case*

No	WS	Process	Standard Time (sec)	Work Station Efficiency (%)	Idle Time
1	S07	<i>Press Cover L</i>	18,3	98,39	0,3
2	S08	<i>Spindle Comp Kick Starter</i>	15,9	84,95	2,7
3	S09	<i>Gear Comp Kick Spindle</i>	18,6	100,00	0
4	S10	<i>Punch Lock Plate L Cover</i>	10,4	55,91	8,2
5	QG2	<i>Quality Gate 2</i>	16,4	88,17	2,2
Total			79,6	85,48	13,4

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Dari rekapitulasi terhadap semua stasiun kerja pada proses perakitan *Cover L Crank Case* diperoleh total efisiensi sebesar 85,48%. Efisiensi tersebut masih belum memenuhi target perusahaan dengan efisiensi 90%. Sedangkan total waktu menunggu sebesar 13,4 detik.

Setelah menghitung efisiensi dan waktu menunggu tiap stasiun kerja, dapat diperoleh persentase *Line Efficiency*, *Balance Delay* dan *Smoothness Index* pada proses perakitan *Cover L Crank Case*. Perhitungan *Line Efficiency*, *Balance Delay* dan *Smoothness Index* adalah sebagai berikut:

$$1. \text{Line Efficiency} = \frac{\sum_{i=1}^n ST_i}{(n)(ST_{max})} \times 100\%$$

$$\text{Line Efficiency} = \frac{79,6}{5 \times 18,6} \times 100\% = 85,59\%$$

$$2. \text{Balance Delay} = 100\% - \text{Line efficiency}$$

$$\text{Balance Delay} = 100\% - 85,59\% = 14,41\%$$

$$3. \text{Smoothness Index} = \sqrt{(ST_{max} - ST_i)^2}$$

$$\text{Smoothness Index} = \sqrt{(79,46)} = 15,89\text{sec}$$

Dengan cara yang sama, maka hasil perhitungan tiap *Smoothness Index* pada stasiun kerja proses perakitan *Cover L Crank Case* lainnya dilihat pada Tabel 4.30.

Tabel 4.30 Perhitungan *Smoothness Index* Seluruh Stasiun Kerja
Proses Perakitan *Cover L Crank Case*

No	WS	Process	(WSt _{max} – WSt _i)	(WSt _{max} – WSt _i) ²
1	S07	<i>Press Cover L</i>	0,3	0,09
2	S08	<i>Spindle Comp Kick Starter</i>	2,7	7,29
3	S09	<i>Gear Comp Kick Spindle</i>	0	0
4	S10	<i>Punch Lock Plate L Cover</i>	8,2	67,24
5	QG1	<i>Quality Gate 2</i>	2,2	4,84
Total				79,46
<i>Smoothness Index (sec)</i>				15,89

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan perhitungan di atas didapat *smoothness index* sebesar 15,89 detik atau 0,2648 menit.

- Menghitung efisiensi stasiun kerja dan waktu menunggu pada kondisi awal pada proses perakitan *Cylinder Head*

$$\text{Work Station Efficiency} = \frac{ST_i}{ST_{max}} \times 100\%$$

$$\text{WS Efficiency S02} = \frac{21,4}{21,4} \times 100\% = 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{Idle Time pada WS S02} &= \text{Standard Time Terbesar} - \text{Standard Time WS} \\ &= 21,4 - 21,4 = 0 \text{ detik} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas diperoleh efisiensi stasiun kerja S02 sebesar 100% dan waktu menunggu sebesar 0 detik. Dengan cara yang sama, maka hasil perhitungan efisiensi dan waktu menunggu tiap stasiun kerja lainnya dilihat pada Tabel 4.31.

Tabel 4.31 Rekapitulasi Perhitungan Efisiensi Stasiun Kerja dan Waktu Menunggu Pada Kondisi Awal Proses Perakitan *Cylinder Head*

No	WS	Process	Standard Time (sec)	Work Station Efficiency (%)	Idle Time
1	S02	Shaft Comp Cam	21,4	100	0
2	S03	Arm & Shaft Rocker Arm	19,7	92,06	1,7
3	S04	Setting Tappet	17,6	82,24	3,8
4	QG1	Quality Gate 1	13,1	61,21	8,3
Total			71,8	83,88	13,8

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Dari rekapitulasi terhadap semua stasiun kerja pada proses perakitan *Cylinder Head* diperoleh total efisiensi sebesar 83,88%. Efisiensi tersebut masih belum memenuhi target perusahaan dengan efisiensi 90%. Sedangkan total waktu menunggu sebesar 13,8 detik.

Setelah menghitung efisiensi dan waktu menunggu tiap stasiun kerja, dapat diperoleh persentase *Line Efficiency*, *Balance Delay* dan *Smoothness Index* pada proses perakitan *Cylinder Head*. Perhitungan *Line Efficiency*, *Balance Delay* dan *Smoothness Index* adalah sebagai berikut:

$$1. \text{Line Efficiency} = \frac{\sum_{i=1}^n ST_i}{(n)(ST_{max})} \times 100\%$$

$$\text{Line Efficiency} = \frac{71,8}{4 \times 21,4} \times 100\% = 83,88\%$$

$$2. \text{Balance Delay} = 100\% - \text{Line efficiency}$$

$$\text{Balance Delay} = 100\% - 83,88\% = 16,12\%$$

$$3. \text{Smoothness Index} = \sqrt{(ST_{max} - ST_i)^2}$$

$$\text{Smoothness Index} = \sqrt{(79,46)} = 15,89\text{sec}$$

Dengan cara yang sama, maka hasil perhitungan tiap *Smoothness Index* pada stasiun kerja proses perakitan *Cylinder Head* lainnya dilihat pada Tabel 4.32.

Tabel 4.32 Perhitungan *Smoothness Index* Seluruh Stasiun Kerja
Proses Perakitan *Cylinder Head*

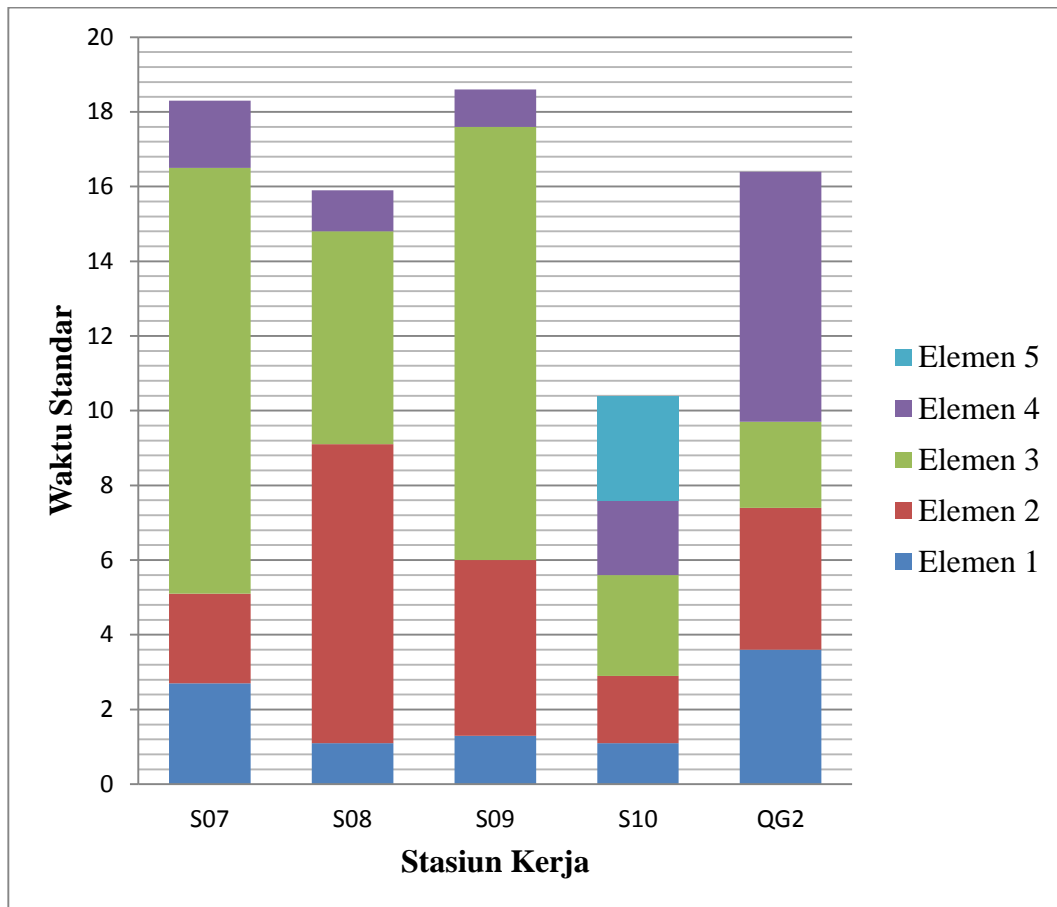
No	WS	Process	$(WSt_{max} - WSt_i)$	$(WSt_{max} - WSt_i)^2$
1	S02	<i>Shaft Comp Cam</i>	0	0
2	S03	<i>Arm & Shaft Rocker Arm</i>	1,7	2,89
3	S04	<i>Setting Tappet</i>	3,8	14,44
4	QG1	<i>Quality Gate 1</i>	8,3	68,89
Total				86,22
<i>Smoothness Index (sec)</i>				21,55

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan perhitungan di atas didapat *smoothness index* sebesar 21,55 detik atau 0,3592 menit.

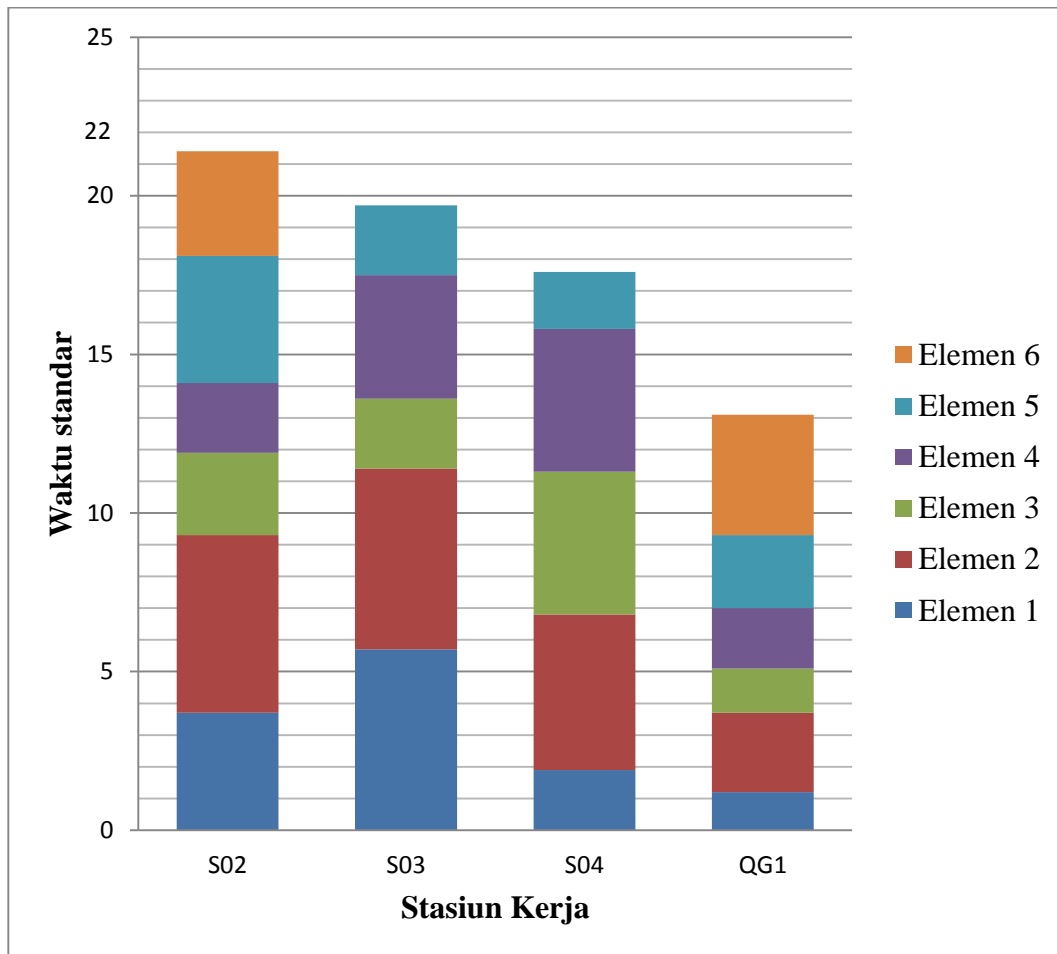
4.2.8 *Yamazumi Chart* Kondisi Awal

Dari perhitungan dan data yang didapat, diketahui *takt time* dari *Line B Assembling Engine* sebesar 22 detik. Perhitungan *takt time* 22 detik didapat dari perbandingan antara waktu kerja efektif per hari dengan jumlah produksi per hari. Kemudian *takt time* tersebut akan dijadikan sebagai acuan untuk menggambarkan perbandingan antara waktu standar dengan *takt time*. Data yang dikumpulkan seperti elemen kerja dari setiap proses pada masing-masing stasiun kerja, waktu standar, dan *takt time* maka dapat dibuat *yamazumi chart* (*chart* penumpukan). *Yamazumi chart* pada *Line B Assembling Engine* dibagi menjadi dua bagian yaitu bagian *Sub Assy Cover L Crank Case* dan *Sub Assy Cylinder Head* karena proses kerja yang berbeda. *Yamazumi chart* dibuat berdasarkan waktu standar per elemen kerja pada setiap stasiun kerja, dengan ketentuan waktu standar per elemen kerja dari masing-masing stasiun kerja harus kurang dari atau sama dengan *takt time* yang telah ditentukan. Agar waktu standar dari setiap stasiun kerja dapat tercapai. Grafik *yamazumi chart* kondisi awal *Line B Assembling Engine* bagian bagian *Sub Assy Cover L Crank Case* dan *Sub Assy Cylinder Head* dapat dilihat pada Gambar 4.15 dan 4.16.



Gambar 4.15 Yamazumi Chart Kondisi Awal Sub Assy Cover L Crank Case
(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Pada *Sub Assy Cover L Crank Case* terdapat 5 stasiun kerja yaitu S07, S08, S09, S10 dan QG2. Dari gambar di atas dapat dilihat adanya perbedaan waktu pada masing-masing stasiun kerja *Sub Assy Cover L Crank Case* dari beberapa elemen kerja. Ada stasiun kerja yang memiliki waktu standar tinggi dan ada pula stasiun kerja yang memiliki waktu standar rendah. Waktu standar untuk tiap-tiap stasiun kerja tidak melebihi *takt time* yaitu sebesar 22 detik. Sehingga masih dapat dilakukan perpindahan elemen kerja. Warna pada grafik untuk membedakan elemen-elemen kerja yang ada pada masing-masing stasiun kerja.



Gambar 4.16 Yamazumi Chart Kondisi Awal Sub Assy Cylinder Head
(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Pada *Sub Assy Cylinder Head* terdapat 4 stasiun kerja yaitu S02, S03, S04 dan QG1. Dari gambar di atas dapat dilihat adanya perbedaan waktu pada masing-masing stasiun kerja *Sub Assy Cylinder Head* dari beberapa elemen kerja. Ada stasiun kerja yang memiliki waktu standar tinggi dan ada pula stasiun kerja yang memiliki waktu standar rendah. Waktu standar untuk tiap-tiap stasiun kerja tidak melebihi *takt time* yaitu sebesar 22 detik. Sehingga masih dapat dilakukan perpindahan elemen kerja. Warna pada grafik untuk membedakan elemen-elemen kerja yang ada pada masing-masing stasiun kerja.

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengumpulan dan pengolahan data pada bab sebelumnya, maka dalam bab ini akan dilakukan analisis dan pembahasan mengenai kondisi beban kerja pada masing-masing stasiun kerja proses perakitan *Cover L Crank Case* dan *Cylinder Head* pada bagian *Sub Assy* di *Line B Assembly Engine*.

5.1 Analisis Waktu Standar

Perhitungan waktu standar pada masing-masing stasiun kerja proses perakitan *Cover L Crank Case* dan *Cylinder Head* berdasarkan hasil dari Bab IV yang telah dilakukan diperoleh dari waktu siklus dan waktu normal dari masing-masing stasiun kerja. Waktu standar dari masing-masing stasiun kerja pada perakitan *Cover L Crank Case* dan *Cylinder Head* yaitu:

1. Waktu standar pada proses perakitan *Cover L Crank Case* dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Waktu Standar pada Proses Perakitan *Cover L Crank Case*

No	Work Station	Process	Work Element	Standard Time (sec)	Total Standard Time (sec)
1	S07	Press Cover L	Memasang <i>bush</i> 10x15x19, <i>brg ball radial</i> 6002UU dan <i>joint breather</i>	2,7	18,3
			Mengambil dan meletakkan <i>Cover L Crank</i> pada mesin <i>lower jig press</i>	2,4	
			Menekan tombol <i>on</i> dan menunggu (memasang <i>bush kick spindle</i> dan <i>circlip in 32</i>)	11,4	
			Mengambil <i>Cover L Crank Case</i> dari mesin dan meletakkan pada stasiun berikutnya	1,8	
2	S08	Spindle Comp Kick Starter	Mengambil dan meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> pada <i>Jig Cover L</i>	1,1	15,9
			Memasang <i>collar kick boss, spindle kick starter</i> dan mengaitkan <i>spg kick return</i> pada <i>Cover L Crank Case</i>	8,0	

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Tabel 5.1 Waktu Standar pada Proses Perakitan *Cover L Crank Case* (Lanjutan)

No	Work Station	Process	Work Element	Standard Time (sec)	Total Standard Time (sec)
			Memasang <i>washer</i> 16x22, <i>circlip ex</i> 16 dengan tang pada <i>Cover L Crank Case</i>	5,7	
			Membenturkan <i>spindle kick starter</i> pada <i>stopper</i> dan meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> ke stasiun berikutnya	1,1	
3	S09	<i>Gear Comp Kick Spindle</i>	Mengambil dan meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> pada <i>Jig Cover L</i>	1,3	18,6
			Memasang <i>gear comp kick driven</i>	4,7	
			Memasang <i>plate L cover</i> dan mengencangkan <i>screw tapping</i> 4x12 (5pcs) dengan <i>electric screw driver</i>	11,6	
			Meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> ke stasiun berikutnya	1,0	
4	S10	<i>Punch Lock Plate L Cover</i>	Mengambil dan meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> pada <i>jig punch lock plate L cover</i>	1,1	10,4
			Memasang <i>oil seal</i> 16x26x6	1,8	
			Menekan tombol <i>switch start</i> dan menunggu	2,7	
			Memberi <i>oil seal</i> dan meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> ke stasiun berikutnya	2,0	
			Memasang <i>spring kick driven</i> pada <i>gear comp kick driven</i>	2,8	
5	QG2	<i>Quality Gate 2</i>	Mengencangkan <i>spindle kick sarter</i> dengan <i>guide arm kick starter</i>	3,6	16,4
			Marking <i>lock plate L cover, gear comp kick driven, spring kick driven gear</i> dan <i>screw tapping</i> 4 x 12 (5pcs)	3,8	
			Meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> dan <i>face drive</i> pada <i>container</i>	2,3	
			Meletakkan <i>fly wheel</i> dan <i>stator comp</i> pada <i>container</i>	6,7	

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Dari tabel di atas dapat dilihat adanya perbedaan waktu standar pada proses perakitan *Cover L Crank Case*. Pada proses perakitan *Cover L Crank Case* terdapat 5 stasiun kerja dengan masing-masing waktu standar yaitu stasiun kerja S07 sebesar 18,3 detik, stasiun kerja S08 sebesar 15,9 detik, stasiun kerja S09 sebesar 18,3 detik, 18,6. stasiun kerja S10 sebesar 10,4 detik, dan stasiun kerja

QG2 sebesar 16,4 detik. Dari perbedaan waktu standar tersebut, stasiun kerja yang memiliki waktu standar tertinggi yaitu stasiun kerja S09 sebesar 18,3 detik dan stasiun kerja yang memiliki waktu standar terendah yaitu stasiun kerja S10 sebesar 10,4 detik. Sehingga adanya waktu menunggu pada stasiun kerja S10 dan QG2 yang menyebabkan ketidakseimbangan pada lintasan produksi.

2. Waktu Standar pada proses perakitan *Cylinder Head* dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Waktu Standar pada Proses Perakitan *Cylinder Head*

No	Work Station	Process	Work Element	Standard Time (sec)	Total Standard Time (sec)
1	S02	<i>Shaft Comp Cam</i>	Mengambil dan meletakkan <i>Cylinder Head</i> di meja kerja	3,7	21,4
			Memasang dan mengencangkan <i>bolt stud 2 6x12 (2pcs)</i>	5,6	
			Memasang <i>shaft comp cam</i>	2,6	
			Memasang dan mengencangkan <i>bolt wash 6x13</i>	2,2	
			Memasang dan mengencangkan <i>arm assy in valve rocker</i>	4,0	
			Memasang <i>sensor oxygen</i> dan meletakkan <i>Cylinder Head</i> pada stasiun berikutnya	3,3	
2	S03	<i>Arm & Shaft Rocker Arm</i>	Mengambil <i>Cylinder Head</i> dan mengencangkan sensor oxygen	5,7	19,7
			Memasang dan mengencangkan <i>bolt stud 6x40</i>	5,7	
			Mengencangkan <i>torsi bolt wash 6x13</i>	2,2	
			Memasang dan mengencangkan <i>arm assy ex valve rocker</i>	3,9	
			Meletakkan <i>Cylinder Head</i> di stasiun berikutnya	2,2	
3	S04	<i>Setting Tappet</i>	Mengambil dan meletakkan <i>Cylinder Head</i> di meja kerja	1,9	17,6
			Memasang dan mengencangkan <i>bolt flange 5x12 (2 pcs)</i> dengan <i>impulse</i>	4,9	

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Tabel 5.2 Waktu Standar pada Proses Perakitan *Cylinder Head* (Lanjutan)

No	Work Station	Process	Work Element	Standard Time (sec)	Total Standard Time (sec)
			Memasang dan mengencangkan <i>bolt flange 5x12</i> (2 pcs) dengan <i>impulse</i>	4,9	
			Mengecek <i>torsi sensor oxygen</i> dengan <i>torque</i>	4,5	
			Meletakkan <i>Cylinder Head</i> pada <i>jig</i> mesin <i>setting tappet</i> dan memasang <i>guide stopper</i> , lalu tekan tombol <i>on</i> dan menunggu	4,5	
			Mengambil <i>Cylinder Head</i> dari <i>jig</i> mesin <i>setting tapet</i> dan meletakkan pada meja <i>quality gate</i>	1,8	
5	QG1	<i>Quality Gate 1</i>	Mengambil <i>Cylinder Head</i>	1,2	13,1
			Mengencangkan <i>bolt flange 5x12</i>	2,5	
			Marking <i>shaft comp cam, arm assy in valve rocker, shaft ex rocker arm, arm assy ex valve rocker, bolt stud 2 6x12, bolt stud 2 6x40, dan bolt wash 6x13</i>	1,4	
			Mengecek dengan <i>carter</i>	1,9	
			Meletakkan <i>Cylinder Head</i> pada <i>container</i>	2,3	
			Mengambil dan meletakkan <i>Cylinder Comp</i> pada <i>container</i>	3,8	

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Dari tabel di atas dapat dilihat adanya perbedaan waktu standar pada proses perakitan *Cylinder Head*. Pada proses perakitan *Cylinder Head* terdapat 4 stasiun kerja dengan masing-masing waktu standar yaitu stasiun kerja S02 sebesar 21,4 detik, stasiun kerja S03 sebesar 19,7 detik, stasiun kerja S04 sebesar 17,6 detik dan stasiun kerja QG1 sebesar 13,1 detik. Dari perbedaan waktu standar tersebut, stasiun kerja yang memiliki waktu standar tertinggi yaitu stasiun kerja S02 sebesar 21,4 detik dan stasiun kerja yang memiliki waktu standar terendah yaitu stasiun kerja QG1 sebesar 13,1 detik. Sehingga adanya waktu menunggu pada stasiun kerja S03, S04 dan QG1 yang menyebabkan ketidakseimbangan pada lintasan produksi.

5.2 Analisis Elemen Kerja dan *Yamazumi Chart* Awal

Dari perhitungan dan data yang didapat pada Bab IV, diketahui *takt time* dari *Line B Assembling Engine* sebesar 22 detik. Perhitungan *takt time* 22 detik didapat dari perbandingan antara waktu kerja efektif per hari dengan jumlah produksi per hari. Kemudian *takt time* tersebut akan dijadikan sebagai acuan untuk menggambarkan perbandingan antara waktu standar dengan *takt time*. Data yang dikumpulkan seperti elemen kerja dari setiap proses pada masing-masing stasiun kerja, waktu standar, dan *takt time* maka dapat dibuat *yamazumi chart* (*chart* penumpukan). *Yamazumi chart* pada *Line B Assembling Engine* dibagi menjadi dua bagian yaitu bagian *Sub Assy Cover L Crank Case* dan *Sub Assy Cylinder Head* karena proses kerja yang berbeda. *Yamazumi chart* dibuat berdasarkan waktu standar per elemen kerja pada setiap stasiun kerja, dengan ketentuan waktu standar per elemen kerja dari masing-masing stasiun kerja harus kurang dari atau sama dengan *takt time* yang telah ditentukan. Agar waktu standar dari setiap stasiun kerja dapat tercapai.

Pada kondisi awal dari standar operasi yang ada kemudian dapat dibuat *yamazumi chart* kondisi awal, agar dapat melihat stasiun kerja mana saja yang belum mencapai target waktu produktif yang diinginkan (Gambar 4.14 dan 4.15). Untuk mencapai waktu standar yang tidak melebihi atau sama dengan *takt time*, maka perlu dilakukan perpindahan dalam penempatan elemen kerja. Perpindahan ini dilakukan dengan melihat stasiun kerja yang memiliki waktu standar terendah. Dalam melakukan perpindahan dalam penempatan elemen kerja perlu adanya acuan. Acuan yang digunakan untuk perpindahan elemen kerja pada *Line B Assembling Engine* adalah dengan melihat waktu tunggu dari masing-masing stasiun kerja. Apabila waktu tunggu dari stasiun kerja yang dipilih cukup untuk memindahkan elemen kerja maka perpindahan elemen kerja dapat dilakukan. Lalu acuan yang kedua adalah elemen kerja yang akan dipindahkan ke posisi stasiun kerja terdekat dengan stasiun kerja yang memiliki waktu menunggu cukup besar.

5.3 Analisis Perpindahan Elemen Kerja dan Perbaikan *Yamazumi Chart*

Perpindahan elemen kerja dilakukan pada beberapa stasiun kerja dibagian *Sub Assy Cover L Crank Case* dan *Sub Assy Cylinder Head* yang memiliki waktu menunggu cukup besar, sehingga waktu standar dari setiap stasiun kerja tercapai dan tidak melebihi *takt time*. Perpindahan elemen kerja pada *Line B Assembling Engine* bagian *Sub Assy Cover L Crank Case* dan *Sub Assy Cylinder Head* yaitu:

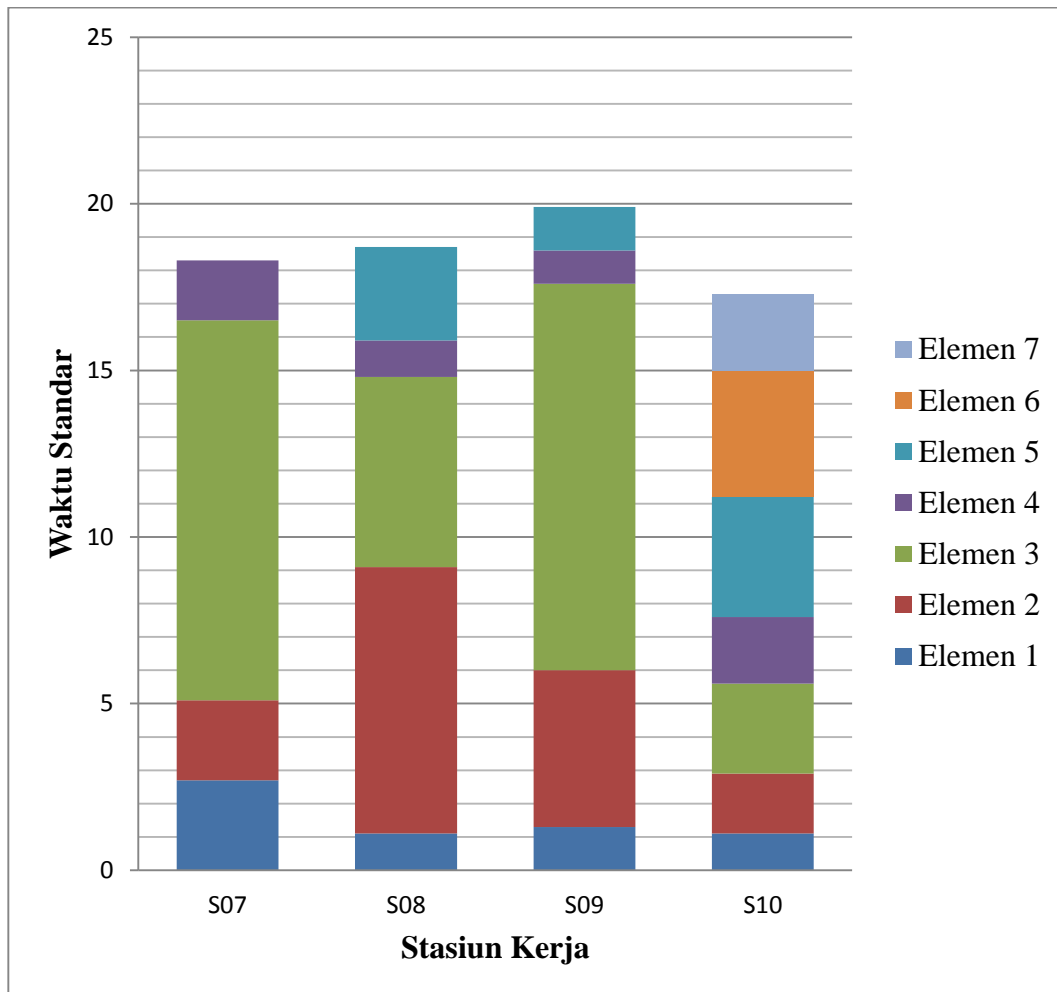
1. Elemen kerja memasang *spring kick driven* pada *gear comp kick driven* dari stasiun kerja S10 dipindah ke stasiun kerja S08
2. Elemen kerja mengambil dan meletakkan *Cover L Crank Case* pada *jig punch lock plate L cover* dari stasiun kerja S10 dipindah ke stasiun kerja QG2
3. Elemen kerja memasang *oil seal 16x26x6* dari stasiun kerja S10 dipindah ke stasiun kerja QG2
4. Elemen kerja menekan tombol *switch start* dan menunggu dari stasiun kerja S10 dipindah ke stasiun kerja QG2
5. Elemen kerja memberi *oil seal* dan meletakkan *Cover L Crank Case* ke stasiun berikutnya dari stasiun kerja S10 dipindah ke stasiun kerja QG2.
6. Elemen kerja mengencangkan *bolt flange 5x12* dari stasiun kerja QG1 dipindah ke stasiun kerja S04.
7. Elemen kerja meletakkan *fly wheel* dan *stator comp* pada *container* dari stasiun kerja QG2 dipindah ke stasiun kerja QG1.

Dari penjelasan di atas terdapat 7 elemen kerja yang dipindahkan pada masing-masing stasiun kerja. tetapi tidak semua elemen kerja yang ada pada stasiun kerja dipindahkan. Pada *Sub Assy Cover L Crank Case* terdapat 2 stasiun kerja yang tidak dilakukan perpindahan elemen kerja yaitu stasiun kerja S07 dan stasiun kerja S09 karena waktu standar yang dimiliki pada stasiun kerja tersebut hampir mencapai *takt time*. Selain itu pada stasiun kerja sebelumnya memiliki waktu standar per elemen kerja yang besar sehingga apabila dipindahkan ke stasiun kerja S07 dan S08 maka waktu standar per stasiun kerja akan melebihi *takt time*. Kemudian pada *Sub Assy Cylinder Head* juga terdapat 2 stasiun kerja yang tidak dilakukan perpindahan elemen kerja yaitu stasiun kerja S02 dan stasiun kerja S03 karena waktu standar yang dimiliki pada stasiun kerja tersebut hampir

mencapai *takt time*. Selain itu pada stasiun kerja sebelumnya memiliki waktu standar per elemen kerja yang besar sehingga apabila dipindahkan ke stasiun kerja S02 dan S03 maka waktu standar per stasiun kerja akan melebihi *takt time*.

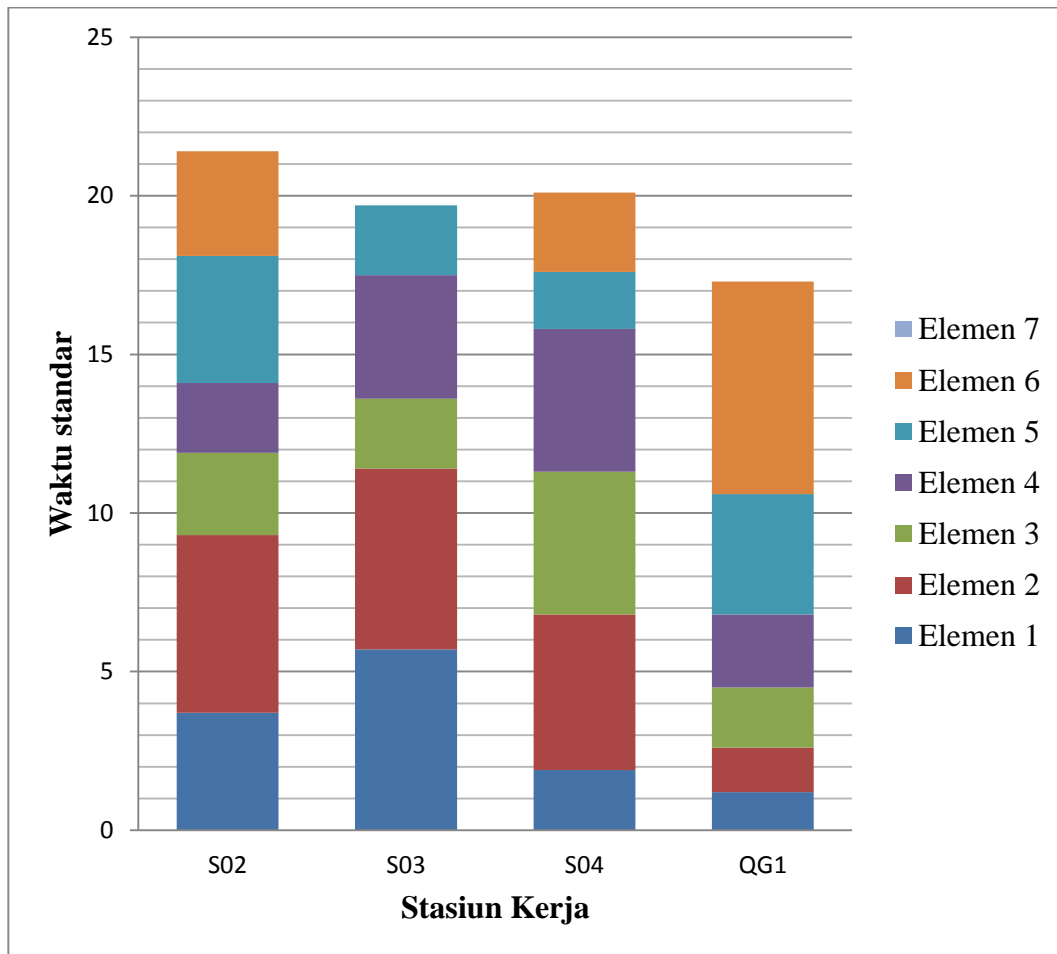
Pada elemen kerja memasang *spring kick driven* pada *gear comp kick driven* di stasiun kerja S10 dipindahkan ke stasiun kerja S08, sehingga melewati stasiun kerja S09, dikarenakan pada elemen kerja tersebut tidak termasuk ke dalam lintasan produksi dan *part* dari elemen kerja tersebut yang nantinya akan dikerjakan pada stasiun kerja S09. Selanjutnya pada elemen kerja meletakkan *fly wheel* dan *stator comp* pada *container* pada stasiun kerja QG2 yang ada di bagian *Sub Assy Cover L Crank Case* dipindahkan ke stasiun kerja QG1 yang ada di bagian *Sub Assy Cylinder Head*, karena elemen kerja tersebut tidak termasuk ke dalam lintasan produksi. Dari perpindahan elemen kerja di bagian *Sub Assy Cover L Crank Case* menyebabkan hilangnya stu stasiun kerja yaitu stasiun kerja S10, sehingga jumlah stasiun kerja pada *Sub Assy Cover L Crank Case* yaitu 4 stasiun kerja diantaranya stasiun kerja S07, S08, S09 dan QG2.

Setelah dilakukan perpindahan elemen kerja, selanjutnya yaitu membuat *yamazumi chart* untuk mengetahui apakah elemen kerja yang dipindahkan tidak melebihi atau sama dengan *takt time*. Apabila perpindahan elemen kerja tidak melebihi atau sama dengan *takt time* maka perpindahan elemen kerja tersebut telah sesuai. Tetapi apabila perpindahan elemen kerja melebihi *takt time* maka perlu dilakukan perbaikan ulang. Grafik *yamazumi chart* setelah perbaikan pada bagian *Sub Assy Cover L Crank Case* dan *Sub Assy Cylinder Head* dapat dilihat pada Gambar 5.1 dan 5.2.



Gambar 5.1 Perbaikan *Yamazumi Chart Sub Assy Cover L Crank Case*
(Sumber: Hasil Analisis Data)

Pada *Sub Assy Cover L Crank Case* sebelum dilakukan perbaikan terdapat 5 stasiun kerja yaitu S07, S08, S09, S10 dan QG2, setelah dilakukan perbaikan menjadi 4 stasiun kerja yaitu S07, S08, S09 dan QG2. Dari *yamazumi chart* di atas dapat dilihat waktu standar dari masing-masing stasiun kerja sudah hampir seimbang walaupun tidak sama, selain itu tidak melebihi *takt time* yang berarti perpindahan elemen kerja pada *Sub Assy Cover L Crank Case* telah sesuai.



Gambar 5.2 Perbaikan Yamazumi Chart Sub Assy Cylinder Head
(Sumber: Hasil Analisis Data)

Pada *Sub Assy Cylinder Head* sebelum dilakukan perbaikan terdapat 4 stasiun kerja yaitu S02, S03, S04 dan QG1, setelah dilakukan perbaikan tetap 4 stasiun kerja, sehingga pada *Cylinder Head* tidak ada stasiun kerja yang dihilangkan. Dari *yamazumi chart* di atas dapat dilihat waktu standar dari masing-masing stasiun kerja sudah hampir seimbang walaupun tidak sama, selain itu tidak melebihi *takt time* yang berarti perpindahan elemen kerja pada *Sub Assy Cylinder Head* telah sesuai.

5.4 Analisis Perbaikan *Layout*

Dari perpindahan elemen kerja pada stasiun kerja di bagian *Sub Assy Cover L Crank Case* dan *Sub Assy Cylinder Head* yang menyebabkan hilangnya satu stasiun kerja pada *Sub Assy Cover L Crank Case*, maka juga terjadi perubahan pada *layout* di bagian *Sub Assy Cover L Crank Case* dan *Sub Assy Cylinder Head*. Perbaikan *layout* pada *Sub Assy Cover L Crank Case* dan *Sub Assy Cylinder Head* dapat dilihat pada Gambar 5.3 dan Gambar 5.4

1. *Layout* sebelum perbaikan yaitu *layout* kondisi awal atau sebelum dilakukan perpindahan elemen kerja



Gambar 5.3 (a) *Layout* Proses Perakitan *Cover L Crank Case* dan (b) *Layout* Proses Perakitan *Cylinder Head*
(Sumber: Hasil Analisis Data)

Stasiun kerja pada *layout* sebelum perpindahan elemen kerja pada proses perakitan *Cover L Crank Case* masih terdapat 5 stasiun kerja, sedangkan *layout* stasiun kerja pada proses perakitan *Cylinder Head* terdapat 4 stasiun kerja.

2. *Layout* setelah perbaikan yaitu *layout* setelah dilakukan perpindahan elemen kerja



Gambar 5.4 (a) *Layout* Proses Perakitan *Cover L Crank Case* dan (b) *Layout* Proses Perakitan *Cylinder Head*
(Sumber: Hasil Analisis Data)

Stasiun kerja pada *layout* setelah perpindahan elemen kerja pada proses perakitan *Cover L Crank Case* menjadi 4 stasiun kerja, sedangkan *layout* stasiun kerja pada proses perakitan *Cylinder Head* tetap yaitu 4 stasiun kerja.

5.5 Analisis Perbaikan Standar Operasi

Setelah dilakukan perbaikan *yamazumi chart* pada Gambar 5.1 dan 5.2, dapat dilihat bahwa seluruh stasiun kerja pada bagian *Sub Assy Cover L Crank Case* dan *Sub Assy Cylinder Head* di *Line B Assembling Engine* sudah mencapai target yaitu dibawah *takt time* atau sama dengan yang telah ditentukan dari perhitungan sebelumnya.

Perpindahan beberapa elemen kerja dari beberapa stasiun kerja pada bagian *Sub Assy Cover L Crank Case* dan *Sub Assy Cylinder Head* adalah sebagai berikut:

1. Elemen kerja memasang *spring kick driven* pada *gear comp kick driven* dari stasiun kerja S10 dipindah ke stasiun kerja S08
2. Elemen kerja mengambil dan meletakkan *Cover L Crank Case* pada *jig punch lock plate L cover* dari stasiun kerja S10 dipindah ke stasiun kerja QG2
3. Elemen kerja memasang *oil seal 16x26x6* dari stasiun kerja S10 dipindah ke stasiun kerja QG2
4. Elemen kerja menekan tombol *switch start* dan menunggu dari stasiun kerja S10 dipindah ke stasiun kerja QG2

5. Elemen kerja memberi *oil seal* dan meletakkan *Cover L Crank Case* ke stasiun berikutnya dari stasiun kerja S10 dipindah ke stasiun kerja QG2.
6. Elemen kerja mengencangkan *bolt flange 5x12* dari stasiun kerja QG1 dipindah ke stasiun kerja S04.
7. Elemen kerja meletakkan *fly wheel* dan *stator comp* pada *container* dari stasiun kerja QG2 dipindah ke stasiun kerja QG1.

Setelah dilakukan perpindahan elemen kerja maka standar operasi yang semula juga akan berubah. Standar operasi setelah dilakukan perbaikan baik pada bagian *Sub Assy Cover L Crank Case* dan *Sub Assy Cylinder Head* dapat dilihat pada Tabel 5.3 dan 5.4.

Tabel 5.3 Standar Operasi *Sub Assy Cover L Crank Case* Setelah Perbaikan

No	Work Station	Process	Work Element
1	S07	Press Cover L	Memasang <i>bush 10x15x19, brg ball radial 6002UU</i> dan <i>joint breather</i>
			Mengambil dan meletakkan <i>Cover L Crank</i> pada mesin <i>lower jig press</i>
			Menekan tombol <i>on</i> dan menunggu (memasang <i>bush kick spindle</i> dan <i>crirclip in 32</i>)
			Mengambil <i>Cover L Crank Case</i> dari mesin dan meletakkan pada stasiun berikutnya
2	S08	Spindle Comp Kick Starter	Mengambil dan meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> pada <i>Jig Cover L</i>
			Memasang <i>collar kick boss, spindle kick starter</i> dan mengaitkan <i>spg kick return</i> pada <i>Cover L Crank Case</i>
			Memasang <i>washer 16x22, circlip ex 16</i> dengan tang pada <i>Cover L Crank Case</i>
			Membenturkan <i>spindle kick starter</i> pada <i>stopper</i> dan meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> ke stasiun berikutnya
			Memasang spring kick driven pada gear comp kick driven
3	S09	Gear Comp Kick Spindle	Mengambil dan meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> pada <i>Jig Cover L</i>
			Memasang <i>gear comp kick driven</i>
			Memasang <i>plate L cover</i> dan mengencangkan <i>screw tapping 4x12 (5pcs)</i> dengan <i>electric screw driver</i>
			Meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> ke stasiun berikutnya

(Sumber: Hasil Analisis Data)

Tabel 5.3 Standar Operasi *Sub Assy Cover L Crank Case* Setelah Perbaikan (Lanjutan)

No	Work Station	Process	Work Element
4	QG2	<i>Quality Gate 2 (Punch Lock Plate L Cover)</i>	Mengambil dan meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> pada <i>jig punch lock plate L cover</i>
			Memasang <i>oil seal 16x26x6</i>
			Menekan tombol <i>switch start</i> dan menunggu
			Memberi <i>oil seal</i> dan meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> ke stasiun berikutnya
			Mengencangkan <i>spindle kick sarter</i> dengan <i>guide arm kick starter</i>
			Marking <i>lock plate L cover, gear comp kick driven, spring kick driven gear</i> dan <i>screw tapping 4 x 12 (5pcs)</i>
			Meletakkan <i>Cover L Crank Case</i> dan <i>face drive</i> pada <i>container</i>

(Sumber: Hasil Analisis Data)

Sebelum perbaikan stasiun kerja pada *Cover L Crank Case* terdapat 5 stasiun kerja yaitu S07, S08, S09, S10 dan QG2. Setelah perbaikan stasiun kerja pada *Cover L Crank Case* menjadi 4 stasiun kerja yaitu S07, S08, S09 dan QG2, sehingga adanya stasiun kerja yang dihilangkan yaitu stasiun kerja S10. Pada tabel di atas dapat dilihat adanya perubahan elemen kerja pada stasiun kerja S08 dan QG2.

Tabel 5.4 Standar Operasi *Sub Assy Cylinder Head* Setelah Perbaikan

No	Work Station	Process	Work Element
1	S02	<i>Shaft Comp Cam</i>	Mengambil dan meletakkan <i>Cylinder Head</i> di meja kerja
			Memasang dan mengencangkan <i>bolt stud 2 6x12 (2pcs)</i>
			Memasang <i>shaft comp cam</i>
			Memasang dan mengencangkan <i>bolt wash 6x13</i>
			Memasang dan mengencangkan <i>arm assy in valve rocker</i>
			Memasang <i>sensor oxygen</i> dan meletakkan <i>Cylinder Head</i> pada stasiun berikutnya
2	S03	<i>Arm & Shaft Rocker Arm</i>	Mengambil <i>Cylinder Head</i> dan mengencangkan <i>sensor oxygen</i>
			Memasang dan mengencangkan <i>bolt stud 6x40</i>
			Mengencangkan <i>torsi bolt wash 6x13</i>
			Memasang dan mengencangkan <i>arm assy ex valve rocker</i>
			Meletakkan <i>Cylinder Head</i> di stasiun berikutnya
3	S04	<i>Setting Tappet</i>	Mengambil dan meletakkan <i>Cylinder Head</i> di meja kerja
			Memasang dan mengencangkan <i>bolt flange 5x12 (2 pcs)</i> dengan <i>impulse</i>
			Mengecek <i>torsi sensor oxygen</i> dengan <i>torque</i>
			Meletakkan <i>Cylinder Head</i> pada <i>jig mesin setting tappet</i> dan memasang <i>guide stopper</i> , lalu tekan tombol <i>on</i> dan menunggu

Tabel 5.4 Tabel 5.4 Standar Oerasi *Sub Assy Cylinder Head* Setelah Perbaikan (Lanjutan)

No	Work Station	Process	Work Element
			Mengambil <i>Cylinder Head</i> dari <i>jig</i> mesin <i>setting tapet</i> dan meletakkan pada meja <i>quality gate</i>
			Mengencangkan <i>bolt flange 5x12</i>
4	QG1	Quality Gate 1	Mengambil <i>Cylinder Head</i>
			Marking <i>shaft comp cam, arm assy in valve rocker, shaft ex rocker arm, arm assy ex valve rocker, bolt stud 2 6x12, bolt stud 2 6x40, dan bolt wash 6x13</i>
			Mengecek dengan <i>carter</i>
			Meletakkan <i>Cylinder Head</i> pada <i>container</i>
			Mengambil dan meletakkan <i>Cylinder Comp</i> pada <i>container</i>
			Meletakkan <i>fly wheel</i> dan <i>stator comp</i> pada <i>container</i>

(Sumber: Hasil Analisis Data)

Sebelum dan setelah perbaikan stasiun kerja pada *Cylinder Head* tetap yaitu 4 stasiun kerja. Pada tabel di atas dapat dilihat adanya perubahan elemen kerja pada stasiun kerja S04 dan QG1.

5.6 Analisis Waktu Standar dan Efisiensi Setelah Perbaikan

Setelah dilakukan perbaikan pada standar operasi, selanjutnya adalah menghitung kembali waktu standar pada masing-masing stasiun kerja bagian *Sub Assy Cover L Crank Case* dan *Sub Assy Cylinder Head*. Kemudian menghitung efisiensi lintasan. Waktu standar pada *Sub Assy Cover L Crank Case* Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Waktu Standar *Sub Assy Cover L Crank Case* Setelah Perbaikan

Sebelum Perbaikan				Setelah Perbaikan			
Work Station	Process	Work Element	Time	Time	Work Element	Process	Work Station
S07	Press Cover L	1	2,7	2,7	1	Press Cover L	S07
		2	2,4	2,4	2		
		3	11,4	11,4	3		
		4	1,8	1,8	4		
Total			18,3	18,3	Total		
S08	Spindle Comp Kick Starter	1	1,1	1,1	1	Spindle Comp Kick Starter	S08
		2	8,0	8,0	2		
		3	5,7	5,7	3		
		4	1,1	1,1	4		
				2,8	5 (S10)		
Total			15,9	18,7	Total		

Tabel 5.5 Waktu Standar *Sub Assy Cover L Crank Case* Setelah Perbaikan (Lanjutan)

Sebelum Perbaikan				Setelah Perbaikan			
Work Station	Process	Work Element	Time	Time	Work Element	Process	Work Station
S09	Gear	1	1,3	1,3	1	Gear Comp Kick Spindle	S09
	Comp	2	4,7	4,7	2		
	Kick	3	11,6	11,6	3		
	Spindle	4	1,0	1,0	4		
Total			18,6	18,6	Total		
S10	Punch Lock Plate L Cover	1	1,1	1,1	1 (S10)	Quality Gate 2	QG2
		2	1,8	1,8	2 (S10)		
		3	2,7	2,7	3 (S10)		
		4	2,0	2,0	4 (S10)		
		5	2,8	3,6	5		
Total			10,4	3,8	6		
QG2	Quality Gate 2	1	3,6	2,3	7		
		2	3,8				
		3	2,3				
		4	6,7				
Total			16,4	17,3	Total		

(Sumber: Hasil Analisis Data)

Setelah menghitung waktu standar, selanjutnya menghitung kembali efisiensi yang didapat dari stasiun kerja terbaru, dapat dilihat pada Tabel 5.6.

$$\text{Work Station Efficiency} = \frac{ST_i}{ST_{max}} \times 100\%$$

$$\text{WS Efficiency S07} = \frac{18,3}{18,7} \times 100\% = 97,86\%$$

Idle Time pada WS S07

$$= \text{Standard Time Terbesar} - \text{Standard Time WS}$$

$$\text{Idle Time} = 18,7 - 18,3 = 0,4 \text{ detik}$$

Dari perhitungan diatas diperoleh efisiensi stasiun kerja S07 sebesar 97,86% dan *idle time* sebesar 0,4 detik. Dengan cara yang sama, maka hasil perhitungan *efficiency* dan *idle time* tiap *work station* lainnya dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Perhitungan *Work Station Efficiency* dan *Idle Time*
Sub Assy Cover L Crank Case

No	WS	Process	Standard Time (sec)	Work Station Efficiency (%)	Idle Time (sec)
1	S07	Press Cover L	18,3	97,86	0,4
2	S08	Spindle Comp Kick Starter	18,7	100	0
3	S09	Gear Comp Kick Spindle	18,6	99,47	0,1
4	QG2	Quality Gate (Punch Lock Plate L Cover)	17,3	92,51	1,4
Total			72,9	97,46	1,8

(Sumber: Hasil Analisis Data)

Dari rekapitulasi terhadap semua stasiun kerja pada proses perakitan *Cover L Crank Case* setelah dilakukan perpindahan elemen maka diperoleh total efisiensi sebesar 97,46% artinya sudah memenuhi target perusahaan dengan efisiensi 90%. Sedangkan total waktu menunggu sebesar 1,8 detik. Hasil perhitungan ini berbeda dengan kondisi awal.

Tabel 5.7 Waktu Standar *Sub Assy Cylinder Head* Setelah Perbaikan

Sebelum Perbaikan				Setelah Perbaikan			
Work Station	Process	Work Element	Time	Time	Work Element	Process	Work Station
S02	Shaft Comp Cam	1	3,7	3,7	1	Shaft Comp Cam	S02
		2	5,6	5,6	2		
		3	2,6	2,6	3		
		4	2,2	2,2	4		
		5	4,0	4,0	5		
		6	3,3	3,3	6		
Total			21,4	21,4	Total		
S03	Arm & Shaft Rocker Arm	1	5,7	5,7	1	Arm & Shaft Rocker Arm	S03
		2	5,7	5,7	2		
		3	2,2	2,2	3		
		4	3,9	3,9	4		
		5	2,2	2,2	5		
Total			19,7	19,7	Total		
S04	Setting Tappet	1	1,9	1,9	1	Setting Tappet	S04
		2	4,9	4,9	2		
		3	4,5	4,5	3		
		4	4,5	4,5	4		
		5	1,8	1,8	5		
				2,5	6 (QG1)		
Total			17,6	20,1	Total		

Tabel 5.7 Waktu Standar *Sub Assy Cylinder Head* Setelah Perbaikan (Lanjutan)

Sebelum Perbaikan				Setelah Perbaikan			
Work Station	Process	Work Element	Time	Time	Work Element	Process	Work Station
QG1	Quality Gate 1	1	1,2	1,2	1	Quality Gate 1	QG1
		2	1,4	1,4	2		
		3	1,9	1,9	3		
		4	2,3	2,3	4		
		5	3,8	3,8	5		
		6	2,5	6,7	6 (QG2)		
Total			13,1	17,3	Total		

(Sumber: Hasil Analisis Data)

Setelah menghitung waktu standar, selanjutnya menghitung kembali efisiensi yang didapat dari stasiun kerja terbaru, dapat dilihat pada Tabel 5.8.

$$\text{Work Station Efficiency} = \frac{ST_i}{ST_{max}} \times 100\%$$

$$\text{WS Efficiency S02} = \frac{21,4}{21,4} \times 100\% = 100\%$$

Idle Time pada WS S07

$$= \text{Standard Time Terbesar} - \text{Standard Time WS}$$

$$\text{Idle Time} = 21,4 - 21,4 = 0 \text{ detik}$$

Dari perhitungan diatas diperoleh efisiensi stasiun kerja S02 sebesar 100% dan *idle time* sebesar 0 detik. Dengan cara yang sama, maka hasil perhitungan *efficiency* dan *idle time* tiap stasiun kerja lainnya dilihat pada Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Perhitungan *Work Station Efficiency* dan *Idle Time* *Sub Assy Cylinder Head*

No	WS	Process	Standard Time (sec)	Work Station Efficiency (%)	Idle Time (sec)
1	S02	Shaft Comp Cam	21,4	100	0
2	S03	Arm & Shaft Rocker Arm	19,7	92,06	1,7
3	S04	Setting Tappet	20,1	93,93	1,1
4	QG1	Quality Gate 1	17,3	85,67	3,1
Total			78,5	91,71	5,9

(Sumber: Hasil Analisis Data)

Dari rekapitulasi terhadap semua stasiun kerja pada proses perakitan *Cylinder Head* setelah dilakukan perpindahan elemen kerja maka diperoleh total efisiensi sebesar 91,71% artinya sudah memenuhi target perusahaan dengan efisiensi 90%. Sedangkan total waktu menunggu sebesar 5,9 detik. Hasil perhitungan ini berbeda dengan kondisi awal.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil analisis dan pembahasan pada *Sub Assy Cover L Crank Case* dan *Sub Assy Cylinder Head* di *Line B Assembling Engine* adalah sebagai berikut:

1. Pada *Sub Assy Cover L Crank Case* dan *Sub Assy Cylinder Head* di *Line B Assembling* merupakan bagian perakitan dari *assembling engine*, dimana kedua *sub assy* ini menjadi langkah awal dari perakitan *assembling engine*. Proses perakitan pada bagian ini juga berbeda karena produk yang dirakit berbeda, sehingga terdapat 2 perakitan produksi yaitu perakitan *Cover L Crank Case* dan perakitan *Cylinder Head*. Kedua *sub assy* ini nantinya akan bertemu dan disatukan pada *conveyor* awal untuk selanjutnya di proses pada perakitan utama di *assembling engine*.
2. Terdapat perbedaan waktu standar pada masing-masing stasiun kerja, hal ini yang menyebabkan adanya waktu menunggu. Pada proses perakitan *Cover L Crank Case* efisiensi awal sebesar 85,84%. Sedangkan pada proses perakitan *Cylinder Head* efisiensi awal sebesar 83,88%.
3. Penempatan elemen kerja pada *Sub Assy Cover L Crank Case* dan *Sub Assy Cylinder Head* di *Line B Assembling Engine* belum sesuai apabila dilihat dari hasil perhitungan waktu standar, karena adanya waktu menunggu pada beberapa stasiun kerja. Selain itu terdapat ketidakseimbangan lintasan, pada *Sub Assy Cover L Crank Case* terdapat 5 stasiun kerja dan pada *Sub Assy Cylinder Head* terdapat 4 stasiun kerja.
4. Perbaikan menggunakan *yamazumi chart* pada *Sub Assy Cover L Crank Case* dan *Sub Assy Cylinder Head* terdapat 7 elemen kerja yang berpindah. Selain itu perbaikan yang dilakukan juga mengurangi satu stasiun kerja pada *Sub Assy Cover L Crank Case*, sehingga jumlah stasiun kerja menjadi 4 stasiun kerja. Dengan pengurangan satu stasiun kerja pada *Sub Assy Cover L Crank Case*

maka adanya keseimbangan lintasan antara *Sub Assy Cover L Crank Case* dan *Sub Assy Cylinder Head*

5. Waktu standar setelah dilakukan perbaikan akan berubah pada stasiun kerja yang dilakukan perpindahan elemen kerja. Masih terdapat perbedaan waktu tetapi tidak menyebabkan ketidakseimbangan lintasan. Setelah dilakukan perbaikan efisiensi pada *Sub Assy Cover L Crank Case* naik menjadi 97,46% dan efisiensi pada *Sub Assy Cylinder Head* naik menjadi 91,71%.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan pada *Sub Assy Cover L Crank Case* dan *Sub Assy Cylinder Head* di *Line B Assembling Engine*, terdapat beberapa saran yang diharapkan dapat memberikan masukan untuk perusahaan. Saran yang dapat diberikan untuk perbaikan adalah sebagai berikut :

1. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, sebaiknya waktu kerja yang diberikan kepada tenaga kerja lebih diperhatikan dengan melihat perbandingan antara *takt time* dan waktu standar, agar efisiensi pada *Sub Assy Cover L Crank Case* dan *Sub Assy Cylinder Head* di *Line B Assembling Engine* meningkat dan target produksi dapat dipertahankan.
2. Perusahaan harus melakukan perbaikan secara berkelanjutan terhadap standar operasi yang dibuat agar terjadi keseimbangan antar beban kerja
3. Perusahaan harus melihat kemampuan yang dimiliki oleh tenaga kerja agar tidak terjadi ketidakseimbangan antara beban kerja yang diberikan kepada tenaga kerja
4. Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan masukan bagi penelitian atau kajian lain yang berhubungan dengan ketidakseimbangan lintasan yang diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Baroto, Teguh. (2002). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*, Cetakan Pertama. Jakarta : Ghalia Indonesia.
- Gaspersz, V. (2004). *Production Planning & Inventory Control Berdasarkan Pendekatan Sistem Terintegrasi MRP II dan JIT Menuju Manufaktur 21*, Penerbit Vincent Foundation dan PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Ginting, Rosnani. (2007). *Sistem Produksi*. Yogyakarta: GRAHA ILMU.
- Groover, Mikell P. (2001). *Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing*
- Liker, Jeffrey K. (2006). *The Toyota Way : 14 Prinsip Manajemen dari Perusahaan Manufaktur Terhebat di Dunia*. Erlangga, Jakarta.
- Monden, Yasuhiro. (2002). *Sistem Produksi Toyota: Suatu Ancangan Terpadu Untuk Penerapan Just In Time, PPM dan Yayasan Toyota Astra*, Seri Manajemen No. 7, Jakarta.
- Purnomo, Hari. (2003). *Pengantar Teknik Industri*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Schroeder, Roger. G. (1996). *Manajemen Operasi: Pengambilan Keputusan dalam Suatu Fungsi Operasi (terj.)*, Ed. Ke-3, Erlangga, Jakarta.
- Spigel, Marry R dan Larry J, Stephens. (2004). *Statistik. Edisi Ketiga*. Cetakan Pertama. Jakarta : Erlangga.
- Sutalaksana, Z. Iftikar, Anggawisata Ruhana, dan Tjakraatmadja John H. (1979). *Teknik Tata Cara Kerja*. Departemen Industri–ITB, Bandung.
- Sutalaksana, Anggawisastra, Tjakraatmadja. (2006). *Teknik Perancangan Sistem Kerja*. Bandung: ITB.
- Widagdo, Agus Gutomo dan Basri, Hasan. (2006). *Hand Out Toyota Production System Training for PT Astra Daihatsu Motor's Vendor*. PT Astra Daihatsu Motor, Jakarta.
- Wignjosoebroto, Sritomo. (2003). *Ergonomi Studi Gerakan dan Waktu*. Edisi Pertama. Jakarta: Guna Widya.
- Wignjosoebroto, Sritomo. (2008). *Teknik Tata Cara dan Pengukuran Kerja*. Edisi Pertama. Jakarta: Guna Widya.