

NO. DOK. 4536.

Copy : 1

D.
650-542.
PUJ
V.

LAPORAN TUGAS AKHIR

**USULAN PERBAIKAN WAKTU SETUP JIG PADA MESIN LAS UNTUK
MENINGKATKAN VOLUME PRODUKSI KNALPOT MENGGUNAKAN
METODE SMED (SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE) DI BAGIAN
WELDING MUFFLER LINE 1A PLANT TB I**

PT SUZUKI INDOMOBIL MOTOR

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Program Diploma Empat (D-IV)

Teknik dan Manajemen Industri

OLEH :

NAMA : HENDRI PUJANTO

NIM : 1211004

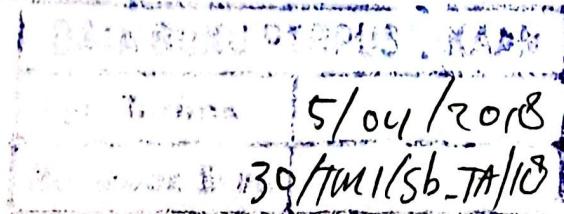


SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INDUSTRI

KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI

JAKARTA

2015



**SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INDUSTRI
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI**

TANDA PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING

JUDUL TUGAS AKHIR :

**“USULAN PERBAIKAN WAKTU SETUP JIG PADA MESIN LAS UNTUK
MENINGKATKAN VOLUME PRODUKSI KNALPOT MENGGUNAKAN
METODE *SMED (SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE)* DI BAGIAN
WELDING MUFFLER LINE 1A PLANT TB I PT SUZUKI INDOMOBIL
MOTOR”.**

DISUSUN OLEH

**NAMA : HENDRI PUJANTO
NIM : 1211004
PROGRAM STUDI : TEKNIK DAN MANAJEMEN INDUSTRI**

**Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diajukan dan
Dipertahankan dalam Ujian Tugas Akhir
Sekolah Tinggi Manajemen Industri**

Jakarta, September 2015

Dosen Pembimbing



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

SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INDUSTRI
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI

LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL TUGAS AKHIR:

**USULAN PERBAIKAN WAKTU SETUP JIG PADA MESIN LAS UNTUK
MENINGKATKAN VOLUME PRODUKSI KNALPOT MENGGUNAKAN
METODE SMED (*SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE*) DI BAGIAN
WELDING MUFFLER LINE 1A PLANT TB I PT SUZUKI INDOMOBIL
MOTOR**

DISUSUN OLEH:

**NAMA : HENDRI PUJANTO
NIM : 1211004
PROGRAM STUDI : TEKNIK DAN MANAJEMEN INDUSTRI**

Telah diuji oleh Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Sekolah Tinggi Manajemen Industri pada hari Kamis, 12 November 2015.

Jakarta, November 2015

Penguji 1,



Siti Aisyah, S.T, M.T

Penguji 2,



Dr. Hendrastuti H Agung M.T

Penguji 3,



Benny Winandri, M.Sc, MM

Penguji 4,



Indah Kurnia M. L, S.T, M.T



LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR

Nama : Hendri, Pujianto
 NIM : 1211004
 Judul TA : Usulan Perbaikan Waktu Setup Sjg Pada Mesin Las Untuk Mengakalkan Volume Produksi Knalpot Menggunakan Metode (Single Minute Exchange of Die) di Bagian Welding Muffler Line TA Plant TB I PT SUZUKI INDOMOBIL MOTOR
 Pembimbing : Ibu. Indah Kurnia Mahasih Lianny, S.T., M.T.
 Asisten Pembimbing : _____

Tanggal	BAB	Keterangan	Paraf
24-6-2015	BAB I	Revisi	✓
2-7-2015	BAB I	Revisi	✓
13-7-2015	BAB I - III	Revisi	✓
30-7-2015	BAB I - III	BAB I ACC BAB II - III Revisi	✓
5-8-2015	BAB II - III	Revisi	✓
12-8-2015	BAB II - III	ACC BAB II - III	✓
19-8-2015	BAB IV	Revisi	✓
26-8-2015	BAB IV - V	ACC BAB IV BAB V Revisi	✓
27-8-2015	BAB V - VI	ACC BAB V - VI	✓
28-8-2015		Pelengkapan	✓
15-9-2015		Revisi penulisan	✓
17-9-2015		ACC	✓

Mengetahui,
Ka Prodi

.....

NIP : (09102924 203121001

Pembimbing

Indah Kurnia Mahasih Li

NIP : 19770803 200112 2



LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : HENDRI PUJANTO

NIM : 1211004

Berstatus sebagai mahasiswa jurusan Teknik dan Manajemen Industri di Sekolah Tinggi Manajemen Industri Kementerian Perindustrian RI, dengan ini menyatakan bahwa hasil karya Tugas Akhir yang telah saya buat dengan judul "**USULAN PERBAIKAN WAKTU SETUP JIG PADA MESIN LAS UNTUK MENINGKATKAN VOLUME PRODUKSI KNALPOT MENGGUNAKAN METODE SMED (SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE) DI BAGIAN WELDING MUFFLER LINE 1A PLANT TB I PT SUZUKI INDOMOBIL MOTOR**".

- **Dibuat** dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan literatur hasil kuliah, survei lapangan, assistensi dengan 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 diatas, maka saya bersedia menerima sanksi atas apa yang telah saya lakukan sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Jakarta, September 2015

Yang Membuat Pernyataan



Hendri Pujianto

ABSTRAK

PT Suzuki Indomobil Motor (PT SIM) adalah perusahaan manufaktur yang memproduksi kendaraan bermotor roda dua dan roda empat. PT SIM mempunyai permasalahan pada waktu *setup* jig dalam pergantian *lot* produksi pada lini pengelasan yaitu sebesar 1907,2 detik. Dengan adanya permasalahan tersebut, perlu melakukan pengurangan waktu *setup* jig pada mesin. Pengurangan waktu *setup* dapat dilakukan dengan menggunakan metode *Single Minute Exchange of Die* (SMED). Metode SMED memisahkan kegiatan *setup* menjadi dua, yaitu internal *setup* dan eksternal *setup*. Internal *setup* merupakan kegiatan *setup* yang hanya dapat dilakukan pada saat mesin berhenti. Eksternal *setup* merupakan kegiatan *setup* yang dapat dilakukan pada saat mesin sedang berjalan atau beroperasi. Dengan mengubah internal *setup* menjadi eksternal *setup*, maka kegiatan *setup* yang dilakukan pada saat mesin berhenti dapat dilakukan pada saat mesin berjalan sehingga waktu *setup* dapat berkurang. Langkah internal *setup* yang diubah ke *setup* eksternal adalah langkah transportasi pengambilan dan pengembalian jig, operasi pemilihan jig dalam transportasi pengambilan jig dan operasi *setting* jig pada mesin yang memiliki lebih dari satu jig. Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa dengan diterapkannya metode SMED, waktu *setup* mengalami penurunan dari 1907,2 detik menjadi 1234,7 detik atau menurun sebesar 672,5 detik untuk sekali pergantian *lot* yang membutuhkan *setup* pada seluruh mesin. Penghematan waktu *setup* ini meningkatkan volume produksi dari 351 unit menjadi 388 unit atau meningkat sebesar 37 unit.

Kata kunci: Metode SMED, waktu *setup*, *setup* internal, *setup* eksternal

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang telah memberikan nikmat dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“USULAN PERBAIKAN WAKTU SETUP JIG PADA MESIN LAS UNTUK MENINGKATKAN VOLUME PRODUKSI KNALPOT MENGGUNAKAN METODE SMED (SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE) DI BAGIAN WELDING MUFFLER LINE 1A PLANT TB I PT SUZUKI INDOMOBIL MOTOR”** dengan baik. Tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua, Ibu Yelnita dan Bapak Pujiman yang selalu memberikan cinta dan kasih sayang, serta doa maupun nasehat demi kelancaran dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi oleh mahasiswa Sekolah Tinggi Manajemen Industri, Kementerian Perindustrian R.I, Jakarta untuk menempuh sidang sarjana Diploma IV program studi Teknik dan Manajemen Industri.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada :

- Bapak Drs. Achmad Zawawi, MA, MM selaku Ketua Sekolah Tinggi Manajemen Industri, Kementerian Perindustrian RI.
- Ibu Indah Kurnia Mahasih Lianny, S.T, M.T. selaku Pembantu Ketua I Bidang Akademik Sekolah Tinggi Manajemen Industri, Kementerian Perindustrian RI dan selaku dosen pembimbing yang telah membantu dan membimbing penulis dalam proses penyusunan tugas akhir ini.
- Bapak Dr. Mustofa, S.T, M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik dan Manajemen Industri,
- Ibu Wilda Sukmawati, S.T, M.T. selaku pembimbing akademik yang telah memberikan motivasi.

- Seluruh jajaran HRD PT SIM yang telah memberikan kesempatan kepada kami selaku mahasiswa untuk melaksanakan Penelitian di perusahaan yang Bapak/Ibu pimpin.
- Ibu AA Surjawati, AMI, M.T selaku Manajer PPC dan Bapak Kuswara selaku Manajer *Welding* PT SIM yang sebagai pembimbing lapangan penyusun telah memberikan banyak informasi kepada penyusun tentang pelaksanaan Penelitian di PT SIM.
- Buat para sahabat yang telah menemani penulis sepanjang perjalanan hidup di dunia kuliah baik suka maupun duka yaitu Agus Sidiq, Reny, Fajar, Yayandri, Adit, Tomi, Dendy, Huda, Tasya dan semua Genk Muda kelas IA21 serta seluruh teman-teman di STMI, terutama angkatan 2011.
- Seluruh civitas akademik Sekolah Tinggi Manajemen Industri, Kementerian Perindustrian RI.
- Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini belum dapat dikatakan sempurna karena keterbatasan pengetahuan penulis. Untuk itu dengan segala kerendahan hati penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun guna perbaikan dan penyempurnaan tugas akhir ini.

Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca umumnya, *Amin*.

Wassalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Jakarta, September 2015

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING	
LEMBAR PENGESAHAN	
LEMBAR BIMBINGAN TUGAS AKHIR	
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Pembatasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Konsep <i>Lean Manufacturing</i>	6
2.2 Pemborosan (<i>Waste</i>)	9
2.3 Sistem Produksi	12
2.3.1 Pengertian Sistem Produksi	12
2.3.2 Macam-macam Sistem Produksi.....	13
2.3.2.1 Sistem Produksi Dorong (<i>Push System</i>)	13
2.3.2.2 Sistem Produksi Tarik (<i>Pull System</i>)	15
2.4 Analisis Perancangan Sistem Kerja	18
2.4.1 Peta Kerja	18
2.4.2 Klasifikasi Peta Kerja	20

2.4.3 Simbol-simbol yang Digunakan di Peta Kerja	21
2.4.4 Penggunaan Peta Kerja	22
2.4.5 Pengukuran Waktu Kerja	29
2.4.5.1 Tahap Pengukuran Waktu	30
2.4.5.2 Tingkat Ketelitian dan Kepercayaan	31
2.4.5.3 Pengukuran Jam Kerja Dengan Jam Henti (<i>Stopwatch Time Study</i>)	31
2.4.5.4 Faktor Penyesuaian (<i>Rating Factor</i>)	36
2.4.5.5 Faktor Kelonggaran (<i>Allowance</i>)	39
2.4.5.6 Uji Data	41
2.4.5.7 Perhitungan Waktu Baku (<i>Standard Time</i>)	44
2.5 <i>Single Minute Exchange of Die</i> (SMED)	46
2.5.1 Sejarah SMED	47
2.5.2 Struktur Produksi SMED	49
2.5.3 Langkah-langkah Dasar diProsedur <i>Setup</i>	51
2.5.4 Perbaikan <i>Setup</i>	52
2.5.5 Teknik Untuk Menerapkan SMED	55
2.5.6 Manfaat SMED	60
2.5.7 Aturan Meningkatkan <i>Changeover</i>	63
2.6 5S (<i>Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke</i>)	65
2.6.1 Langkah-Langkah 5S.....	71
2.7 <i>Takt Time</i>	71
2.8 Efisiensi	72

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis dan Sumber Data.....	73
3.1.1 Jenis Data.....	73
3.1.2 Sumber Data	74
3.2 Metode Pengumpulan Data.....	74
3.3 Kerangka Pemecahan Masalah.....	75
3.3.1 Studi Lapangan	75
3.3.2 Studi Pustaka	75

3.3.3 Perumusan Masalah.....	75
3.3.4 Tujuan Penelitian.....	75
3.3.5 Pengumpulan Data.....	76
3.3.6 Pengolahan Data	76
3.3.7 Analisis dan Pembahasan	77
3.3.8 Kesimpulan dan Saran	78

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data.....	80
4.1.1 Sejarah Berdirinya PT Suzuki Indomobil Motor.....	80
4.1.2 Visi dan Misi Perusahaan	83
4.1.3 Struktur Organisasi, Tugas dan Fungsi Organisasi	84
4.1.4 Aliran Proses dan Distribusi Sepeda Motor Suzuki ...	88
4.1.5 Waktu Operasional Perusahaan	89
4.1.6 Rencana Produksi	91
4.1.7 Peta Proses Operasi Komponen.....	92
4.1.8 Data <i>Layout</i>	97
4.1.9 Data Langkah dan Waktu <i>Setup</i>	97
4.1.10 Data <i>Performance Rating</i>	102
4.1.11 Data <i>Setup Jig</i> Pergantian Model Pada Mesin.....	105
4.2 Pengolahan Data	107
4.2.1 Menghitung Waktu Siklus <i>Setup</i>	107
4.2.2 Uji Data.....	110
4.2.3 Waktu Baku <i>Setup</i>	114
4.2.4 Identifikasi <i>Setup</i> Internal dan <i>Setup</i> Eksternal	117
4.2.5 Menghitung Waktu <i>Setup Jig</i> Pergantian Model	119
4.2.6 Menghitung Waktu Efektif.....	121
4.2.7 Menghitung <i>Takt time</i>	125
4.2.8 Menghitung Volume Produksi	125

BAB V ANALISIS MASALAH

5.1 Analisis Pemborosan Waktu <i>Setup Jig</i> Terhadap Jumlah Produksi	128
--	-----

5.2	Usulan Perbaikan dengan Metode SMED	131
5.2.1	Mengubah Kegiatan <i>Setup</i> Internal ke <i>Setup</i> Eksternal.....	131
5.2.2	Menghitung Waktu <i>Setup</i> Jig Pergantian Model Setelah Usulan Perbaikan.....	134
5.2.2	Menghitung Waktu Efektif Setelah Usulan Perbaikan.....	137
5.3	Analisis Pengaruh Perbaikan Waktu <i>Setup</i> Jig Terhadap Volume Produksi	141
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		
6.1	Kesimpulan.....	145
6.2	Saran	146
DAFTAR PUSTAKA		147
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Deskripsi Gambar	Halaman
2.1	<i>A model of lean manufacturing</i>	8
2.2	Skema Sistem Produksi	13
2.3	Gambaran Sistem Dorong yang Biasa Digunakan	14
2.4	Aliran Material dan Signal dalam Sistem Produksi Tarik	15
2.5	Macam-macam Peta Kerja.....	20
2.6	Langkah-Langkah Sistematis Pembuatan Peta Proses Operasi ..	23
2.7	Peta Proses Produk Banyak	24
2.8	Peta Peta Aliran Proses.....	25
2.9	Diagram Aliran	26
2.10	Peta Proses Manusia dan Mesin	27
2.11	Peta Kelompok Kerja.....	28
2.12	Peta Tangan Kiri dan Tangan Kanan.....	28
2.13	Diagram Alir Pengukuran Waktu Kerja dalam <i>Stopwatch Time Study</i>	35
2.14	Contoh Penggunaan Minitab16 untuk Uji Keseragaman Data...	43
2.15	<i>Input</i> untuk Uji Keseragaman.....	43
2.16	Masukkan Rata-rata dan Standar Deviasi	43
2.17	Contoh Hasil Uji Keseragaman	44
2.18	Struktur Produksi	49
2.19	Konseptual Perbaikan <i>Setup</i>	52
2.20	Tahap konseptual dan Teknik Praktis.....	55
2.21	Proses dalam <i>Seiri</i>	68
3.1	Kerangka Pemecahan Masalah	79
4.1	Struktur Organisasi PT Suzuki Indomobil Motor.....	85
4.2	Aliran Distribusi Kendaraan Sepeda Motor Dan Mobil Merk Suzuki	88
4.3	Aliran Produksi PT Suzuki Indomobil Motor	89
4.4	Peta Proses Operasi Model XE351	93

4.5	Peta Proses Operasi Model XE313, 333	94
4.6	Peta Proses Operasi Model XE541	95
4.7	Peta Proses Operasi Model XE511/512/513NE	96
4.8	<i>Layout welding muffler line 1A</i>	97
4.9	Peta Kontrol Keseragaman MS 1-04 (1)	112

DAFTAR TABEL

Tabel	Deskripsi Tabel	Halaman
2.1	Faktor Penyesuaian Berdasarkan <i>Westing House Rating Factors</i> ..	38
2.2	Persentase Kelonggaran Berdasarkan Faktor yang Berpengaruh....	39
2.3	Langkah Dalam Proses <i>Setup</i>	51
4.1	Data Tenaga Kerja pada PT SIM Tambun I.....	87
4.2	Waktu Kerja <i>Shift</i> Pagi	89
4.3	Waktu Kerja <i>Shift</i> Malam	90
4.4	Rencana Jangka Pendek (unit).....	90
4.5	Pengamatan Langkah dan Pengukuran Waktu Siklus <i>Setup</i> (detik)	98
4.6	Faktor Penyesuaian Operator	103
4.7	Faktor Kelonggaran PT SIM	105
4.8	Pergantian Jig Model 313, 333 \longleftrightarrow 351NE.....	105
4.9	Pergantian Jig Model 351NE (P12, 14, 02, 19, 24, 27 dan N00) \longleftrightarrow 351NE (P31, 08, 84).....	106
4.10	Pergantian Jig Model 541LE \longleftrightarrow 511, 512, 513	106
4.11	Pergantian Jig Model 351, 313, 333 \longleftrightarrow 511, 512, 513 dan 541 ..	107
4.12	Perhitungan Waktu Siklus Rata-rata (detik).....	108
4.13	Rekapitulasi Waktu Siklus <i>Setup</i> Rata-rata (detik)	108
4.14	Rekapitulasi Hasil Uji Data	113
4.15	Perhitungan Waktu Baku <i>Setup</i>	116
4.16	Identifikasi <i>Setup</i> Internal dan <i>Setup</i> Eksternal (detik)	117
4.17	Waktu <i>Setup</i> Jig Pergantian Model 313, 333 \longleftrightarrow 351NE (detik) ..	119
4.18	Waktu <i>Setup</i> Jig Pergantian Model 351NE (P12, 14, 02, 19, 24, 27 dan N00) \longleftrightarrow 351NE (P31, 08, 84) (detik)	120
4.19	Waktu <i>Setup</i> Jig Pergantian Model 541LE \longleftrightarrow 511, 512, 513 (detik)	120
4.20	Waktu <i>Setup</i> Jig Pergantian Model Model 351, 313, 333 \longleftrightarrow 511, 512, 513 dan 541 (detik).....	121

4.21	Perhitungan <i>Loss Time</i> (detik).....	121
4.22	Waktu Efektif Perhari Sebelum Usulan Perbaikan (detik).....	124
4.23	Efisiensi Perhari Sebelum Usulan Perbaikan	126
4.24	Rekapitulasi Volume Produksi Sebelum Usulan Perbaikan (unit)..	127
5.1	Pemborosan Langkah <i>Setup</i> (detik).....	129
5.2	Pengubahan <i>Setup</i> Internal dan <i>Setup</i> Eksternal (detik).....	131
5.3	Rekapitulasi Waktu <i>Setup</i> pada Mesin Setelah Usulan Perbaikan (detik)	134
5.4	Waktu <i>Setup</i> Jig Pergantian model 313, 333 \longleftrightarrow 351NE Setelah Usulan Perbaikan (detik)	134
5.5	Waktu <i>Setup</i> Jig Pergantian Model 351NE (P12, 14, 02, 19, 24, 27 dan N00) \longleftrightarrow 351NE (P31, 08, 84) Setelah Usulan Perbaikan (detik)	135
5.6	Waktu <i>Setup</i> Jig Pergantian Model 541LE \longleftrightarrow 511, 512, 513 Setelah Usulan Perbaikan (detik)	136
5.7	Waktu <i>Setup</i> Jig Pergantian Model 351, 313, 333 \longleftrightarrow 511, 512, 513 dan 541 Setelah Usulan Perbaikan (detik).....	136
5.8	Perhitungan <i>Loss Time</i> Setelah Usulan Perbaikan (detik).....	137
5.9	Waktu Efektif Perhari Setelah Usulan Perbaikan (detik)	140
5.10	Perbandingan Waktu Efektif Sebelum dan Setelah Usulan Perbaikan (detik)	140
5.11	Perhitungan Efisiensi Perhari Setelah Usulan Perbaikan	142
5.12	Perbandingan Efisiensi Sebelum dan Setelah Perbaikan.....	142
5.13	Rekapitulasi Perhitungan Volume Produksi dan Peningkatan Unit diproduksi Setelah Usulan Perbaikan.....	144
5.14	Rekapitulasi Hasil Sebelum dan Setelah Usulan Perbaikan.....	144

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Deskripsi Lampiran
A	Perhitungan Waktu Siklus Rata-rata
B	Uji Data
C	Volume Produksi Sebelum Usulan Perbaikan
D	Volume Unit Produksi dan Peningkatan Unit diproduksi Setelah Perbaikan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Semakin pesatnya perkembangan industri otomotif, membuat persaingan industri otomotif semakin ketat dan dituntut untuk selalu dapat membuat variasi atas produk yang dihasilkannya agar dapat bersaing. Hal itu membuat para pelaku industri berlomba-lomba untuk meningkatkan kualitas produk dan dapat memenuhi permintaan pasar yang cenderung fluktuatif dengan spesifikasi produk yang variatif pula. Untuk merespon dengan cepat terhadap perubahan kebutuhan konsumen dan dapat beralih dari satu produk ke produk lain adalah dengan mereduksi waktu *setup* yaitu selang waktu antara memproduksi ukuran produksi (*lot*) pertama ke *lot* selanjutnya.

PT Suzuki Indomobil Motor (PT SIM) adalah perusahaan manufaktur yang memproduksi kendaraan bermotor roda dua dan roda empat. PT SIM menghasilkan beberapa macam jenis sepeda motor yaitu *underbone*, *scooter* dan *sport*. Perakitan sepeda motor membutuhkan berbagai macam *part* salah satunya adalah *muffler/knalpot*, dimana salah satu proses yang dilalui untuk membuatnya adalah pengelasan. Proses produksi pada bagian pengelasan berupa ukuran produksi (*lot*) dengan jenis knalpot yang bervariasi berdasarkan jadwal rencana produksi yang dibuat oleh departemen PPIC. Pergantian *lot* produksi yang berbeda variasi knalpot membutuhkan pergantian *jig* pada beberapa mesin las. Hal ini mengakibatkan panjangnya waktu *setup* yang dilakukan untuk pergantian *jig* dan merupakan pemborosan, sehingga sangat perlu diperhatikan waktu *setup* untuk meningkatkan volume produksi.

Titik fokus perusahaan adalah bagaimana mereduksi waktu yang dibutuhkan untuk melakukan *setup* *jig* pada mesin. Dengan kondisi sekarang, waktu *setup* yang dibutuhkan mencapai 32 menit untuk waktu terlama *setup* pergantian *lot*, dengan frekuensi *setup* minimal 2 kali per *shift*. Kondisi ini tidak mendukung untuk memenuhi rencana produksi harian untuk mencapai target, karena lamanya waktu *setup* mengurangi volume unit knalpot yang diproduksi.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Semakin pesatnya perkembangan industri otomotif, membuat persaingan industri otomotif semakin ketat dan dituntut untuk selalu dapat membuat variasi atas produk yang dihasilkannya agar dapat bersaing. Hal itu membuat para pelaku industri berlomba-lomba untuk meningkatkan kualitas produk dan dapat memenuhi permintaan pasar yang cenderung fluktuatif dengan spesifikasi produk yang variatif pula. Untuk merespon dengan cepat terhadap perubahan kebutuhan konsumen dan dapat beralih dari satu produk ke produk lain adalah dengan mereduksi waktu *setup* yaitu selang waktu antara memproduksi ukuran produksi (*lot*) pertama ke *lot* selanjutnya.

PT Suzuki Indomobil Motor (PT SIM) adalah perusahaan manufaktur yang memproduksi kendaraan bermotor roda dua dan roda empat. PT SIM menghasilkan beberapa macam jenis sepeda motor yaitu *underbone*, *scooter* dan *sport*. Perakitan sepeda motor membutuhkan berbagai macam *part* salah satunya adalah *muffler/knalpot*, dimana salah satu proses yang dilalui untuk membuatnya adalah pengelasan. Proses produksi pada bagian pengelasan berupa ukuran produksi (*lot*) dengan jenis knalpot yang bervariasi berdasarkan jadwal rencana produksi yang dibuat oleh departemen PPIC. Pergantian *lot* produksi yang berbeda variasi knalpot membutuhkan pergantian *jig* pada beberapa mesin las. Hal ini mengakibatkan panjangnya waktu *setup* yang dilakukan untuk pergantian *jig* dan merupakan pemborosan, sehingga sangat perlu diperhatikan waktu *setup* untuk meningkatkan volume produksi.

Titik fokus perusahaan adalah bagaimana mereduksi waktu yang dibutuhkan untuk melakukan *setup* *jig* pada mesin. Dengan kondisi sekarang, waktu *setup* yang dibutuhkan mencapai 32 menit untuk waktu terlama *setup* pergantian *lot*, dengan frekuensi *setup* minimal 2 kali per *shift*. Kondisi ini tidak mendukung untuk memenuhi rencana produksi harian untuk mencapai target, karena lamanya waktu *setup* mengurangi volume unit knalpot yang diproduksi.

Lean manufacturing sebagai suatu filosofi berlandaskan pada konsep untuk meminimasi pemborosan (*waste*). Salah satu metode *improvement* yang digunakan adalah SMED (*Single Minute Exchange of Die*) yaitu suatu pendekatan yang dianggap sebagai salah satu solusi tepat yang digunakan untuk mereduksi waktu *setup* mesin. Tujuannya adalah untuk mempercepat waktu yang dibutuhkan untuk melakukan *setup* pergantian dari memproduksi satu jenis produk ke model produk lainnya, sehingga volume produksi dapat meningkat.

1.2. Perumusan Masalah

Dari permasalahan yang dijelaskan di atas, maka dapat diidentifikasi permasalahan yang dihadapi oleh perusahaan adalah:

1. Berapa besar pemborosan waktu *setup* jig di bagian *welding muffler line 1A* PT SIM?
2. Bagaimana mengurangi waktu *setup* jig untuk meningkatkan volume produksi di bagian *welding muffler line 1A* PT SIM?
3. Berapa besar peningkatan volume produksi setelah perbaikan di bagian *welding muffler line 1A* PT SIM?

1.3. Tujuan Penelitian

Maksud dari penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai bentuk hasil dari pelaksanaan kegiatan penelitian yang dilakukan sebelumnya di lapangan. Sesuai dengan permasalahan yang dihadapi, maka tujuan dari penelitian yang telah dilakukan adalah untuk:

1. Menghitung besar pemborosan waktu *setup* jig di bagian *welding muffler line 1A* PT SIM.
2. Memberikan usulan perbaikan waktu *setup* jig dalam meningkatkan volume produksi dengan pendekatan metode SMED di bagian *welding muffler line 1A* PT SIM.
3. Menghitung besar peningkatan volume produksi setelah perbaikan di bagian *welding muffler line 1A* PT SIM.

1.4. Pembatasan Masalah

Mengingat luasnya bidang penelitian Tugas Akhir ini, keterbatasan kemampuan peneliti, dan waktu yang tersedia, maka dalam penelitian ini dilakukan pembatasan sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan pada bulan Mei 2015
2. Keperluan peralatan dan gangguan-gangguan seperti kerusakan, pembatalan dan perubahan jumlah produksi tidak diperhitungkan.
3. Penelitian ini tidak membahas mengenai perhitungan biaya.

1.5. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian Tugas Akhir ini diharapkan dapat memberi masukan bagi mahasiswa, institusi pendidikan dan perusahaan untuk dalam membuat keputusan mengenai evaluasi sebagai tindak lanjut perbaikan sistem produksi.

Maka manfaat dari hasil penelitian Tugas Akhir ini yaitu:

1. Bagi Perusahaan
 - a. Memberikan masukan kepada PT SIM untuk dapat memperbaiki waktu *setup* di bagian *welding muffler line 1A* PT SIM.
 - b. Sebagai bahan pertimbangan bagi perusahaan untuk mengatasi permasalahan mengurangi waktu *setup* jig guna peningkatan volume produksi.
2. Bagi institusi pendidikan
 - a. Mendapatkan umpan balik yang berguna untuk mengembangkan dan meningkatkan materi perkuliahan dan kurikulum di dalam kerangka usaha pengembangan ilmu yang dibina di perguruan tinggi, sehingga proses pendidikan dan pengajaran yang dilaksanakan dapat lebih disesuaikan dengan kemajuan yang terjadi di dunia industri.
 - b. Meningkatkan, memperluas dan mempererat kerjasama antara Sekolah Tinggi Manajemen Industri (STMI) dengan pihak perusahaan melalui rintisan yang dilakukan mahasiswa yang sedang melakukan penelitian.
 - c. Hasil penelitian Tugas Akhir ini diharapkan dapat menambahkan data kepustakaan agar dapat menjadi tambahan referensi untuk menindak

lanjuti hasil penelitian Tugas Akhir ini dengan mengambil langkah yang berbeda.

3. Bagi Orang Lain

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah ilmu dan informasi untuk melakukan penelitian selanjutnya ke arah yang lebih baik, lebih mendalam dan lebih kompleks.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dimaksudkan untuk memberikan gambaran yang menyeluruh dan informasi yang jelas agar mudah dipahami. Sistematika penulisan pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisikan mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, pembatasan masalah, metode penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORI

Bab ini berisikan penjelasan tentang teori-teori yang relevan dengan permasalahan yang akan dibahas dan digunakan sebagai landasan teori dalam menyusun tugas akhir ini. Teori yang dimaksud antara lain: *lean manufacturing*, sistem produksi, *Just In Time*, analisis perancangan sistem kerja, pendekatan SMED, dan 5S.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan langkah-langkah yang akan ditempuh untuk memecahkan permasalahan. Penjelasan mengenai pengukuran waktu *setup* jig, membuat pendekatan SMED dan perhitungan peningkatan volume produksi.

BAB IV : PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini berisikan mengenai pengumpulan data, yaitu sejarah perusahaan, visi dan misi perusahaan, struktur organisasi, tugas dan fungsi organisasi, aliran proses dan distribusi perusahaan

serta data waktu operasional perusahaan, rencana produksi harian, proses pembuatan knalpot dan waktu *setup* jig setiap pergantian *lot* yang berbeda variasi. Selanjutnya dilakukan pengolahan data, yaitu menghitung pemborosan waktu *setup* jig dan menghitung volume produksi akibat pemborosan waktu *setup* jig.

BAB V : ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan analisis dan pembahasan dari hasil pengumpulan dan pengolahan data. Apakah sudah relevan dan bisa diterapkan ke perusahaan sesuai dengan tujuan yang diharapkan.

BAB VI : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan tentang kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian yang dilakukan berdasarkan pengolahan dan analisis masalah, serta saran yang membangun sebagai perbaikan perusahaan dimasa yang akan datang.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Konsep *Lean Manufacturing*

Prinsip utama dari pendekatan *lean* adalah untuk mengurangi atau peniadaan pemborosan (*waste*) (Pujawan, 2005). Istilah “*lean*” yang dikenal luas dalam dunia manufaktur dewasa ini dikenal dalam berbagai nama yang berbeda seperti: *lean production*, *lean manufacturing*, *toyota production system* dan lain-lain. Meskipun demikian, *lean* dipercaya oleh sebagian orang dikembangkan di Jepang, khususnya Toyota sebagai pelopor sistem *lean manufacturing*. Pengertian *lean manufacturing* yaitu sebuah pendekatan sistematik untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) atau aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non-value-adding activities*) melalui peningkatan terus-menerus secara radikal (*radical continuous improvement*) dengan cara mengalirkan produk (*material, work in process, output*) dan informasi menggunakan sistem tarik (*pull system*) dari pelanggan internal dan eksternal untuk mengejar keunggulan dan kesempurnaan (Gaspersz, 2007).

Sementara definisi bervariasi, definisi berikut merupakan penyulingan berbagai sumber ilmiah suatu teknik sosial sistem produksi yang tujuan utamanya adalah untuk menghilangkan pemborosan dengan bersamaan mengurangi atau meminimalkan pemasok, pelanggan dan variabilitas internal (Verma dan Boyer, 2010).

Kegiatan terpadu yang dirancang untuk mencapai volume tinggi, kualitas produksi yang tinggi, menggunakan persedian bahan baku yang minimal, *work in process* dan barang jadi (Jacobs, dkk., 2010).

Tujuan dari *lean manufacturing* adalah meningkatkan terus menerus *costumer value* melalui peningkatan terus menerus rasio antara nilai tambah terhadap *waste* (Gaspersz, 2007). Menunggu waktu antrian dan penundaan lainnya dianggap pemborosan dan sangat diminimumkan atau dihilangkan dalam *lean manufacturing*.

Pendekatan *lean* yang diterapakan di pabrik Toyota kemudian disarikan oleh Womack dan jones dalam bukunya *Lean Thinking* menjadi 5 prinsip berikut (Pujawan, 2005):

1. Identifikasi apa yang memberikan nilai dan apa yang tidak dilihat dari sudut pandang pelanggan dan bukan dari perspektif organisasi, fungsi atau departemen.
2. Identifikasi langkah-langkah yang diperlukan untuk merancang, memesan, dan memproduksi produk disepanjang aliran proses nilai tambah untuk menandai adanya pemborosan.
3. Buat kegiatan yang memberikan nilai tambah mengalir tanpa gangguan, berbalik atau menunggu.
4. Buatlah hanya yang diminta oleh pelanggan.
5. Berupayalah untuk sempurna dengan secara kontinyu mengurangi pemborosan.

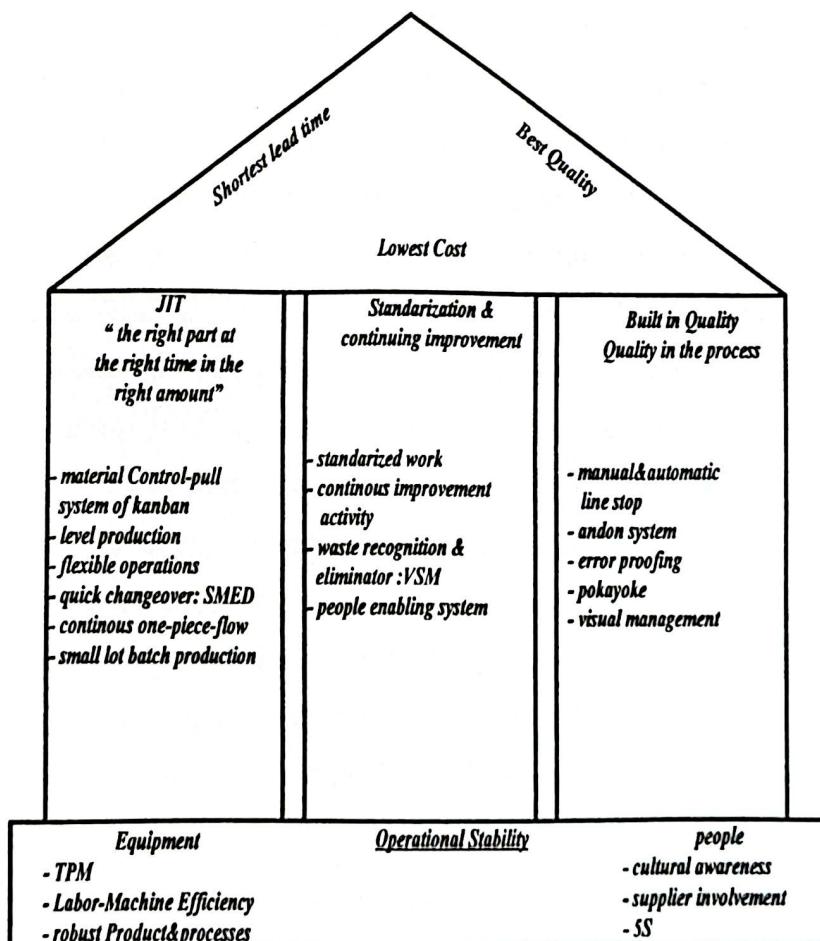
Salah satu proses penting dalam pendekatan *lean* adalah identifikasi aktivitas-aktivitas mana yang memberikan nilai tambah dan mana yang tidak. Seyogyanya aktivitas-aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah dikurangi atau bahkan dihilangkan. Namun, sering kali kita bisa jumpai di lapangan ada aktivitas-aktivitas yang sebenarnya tidak memberikan nilai tambah namun tidak bisa dihilangkan. Dalam konteks ini kita akan membedakan aktivitas-aktivitas menjadi tiga yaitu (Pujawan, 2005):

1. Aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*non-value adding*) dan bisa direduksi atau dihilangkan
2. Aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah tapi perlu dilakukan (*necessary but non-value adding*)
3. Aktivitas yang memang memberikan nilai tambah (*value adding*)

Aktivitas produksi, yaitu mengubah bahan baku menjadi produk setengah jadi atau produk jadi adalah kegiatan yang memberikan nilai tambah. Nilai tambah tersebut harus dikaitkan dengan perspektif pelanggan. Artinya perubahan bahan baku menjadi produk jadi adalah sesuatu yang punya nilai bagi pelanggan karena produk tersebut punya fungsi atau bisa dimanfaatkan oleh pelanggan.

Kegiatan memindahkan material tidak memberikan nilai tambah namun sering kali tidak bisa dihilangkan kecuali dengan melakukan perombakan dramatis pada tata letak fasilitas produksi. Demikian juga halnya dengan kegiatan transportasi dan penyimpanan. Kedua kegiatan ini tidak memberikan nilai tambah namun sering kali harus dilakukan.

Beberapa *improvement* untuk *lean* dari suatu model *lean manufacturing* seperti *value streaming mapping* (VSM), perbaikan terus-menerus (*Kaizen*), 5S, *quick changeover (SMED)*, *Total Productive maintenance (TPM)* dan lain-lain, dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 *A model of lean manufacturing*
(Sumber: Gaspersz, 2007)

Model *lean manufacturing* pada gambar diatas menjelaskan bahwa salah satu tiang yang menyusun adalah JIT yang didalamnya terdapat beberapa jenis *improvement* yang digunakan dalam *lean manufacturing*.

2.2. Pemborosan (*Waste*)

Pemborosan (*waste*) atau sering disebut dengan *muda* dalam bahasa Jepang merupakan segala aktivitas kerja yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses transformasi *input* menjadi *output* sepanjang *value stream* (Gaspersz, 2007). Penghilangan *waste* (*muda*) merupakan prinsip dasar dalam *lean manufacturing*. Konsep penghilangan pemborosan ini harus diajarkan ke setiap anggota organisasi sehingga efektivitas dan efisiensi kerja dapat ditingkatkan.

Terdapat 2 jenis *waste* yang mendasar yang harus dipertimbangkan dalam melakukan analisis penghilangan *waste*, diantaranya *Type One Waste* dan *Type Two Waste*. *Type One Waste* adalah aktivitas kerja yang tidak menciptakan nilai tambah dalam proses transformasi *input* menjadi *output* sepanjang *value stream*, namun aktivitas itu pada saat sekarang tidak dapat dihindarkan karena berbagai alasan, misalnya aktivitas pemeriksaan dan penyortiran. Pada perspektif *lean* aktivitas ini merupakan aktivitas yang tidak bernilai tambah sehingga disebut *waste*, namun kegiatan ini masih diperlukan. Dalam jangka panjang *Type One Waste* harus dapat dihilangkan atau dikurangi. *Type One Waste* ini sering disebut sebagai *Incidental Activity* atau *Incidental Work*. *Type Two Waste* merupakan aktivitas yang tidak menciptakan nilai tambah dan dapat dihilangkan dengan segera, misalnya menghilangkan produk cacat (*defect*) atau kesalahan (*error*). Tipe ini sering disebut sebagai *waste* saja, karena hal itu merupakan pemborosan yang harus dapat diidentifikasi dan dihilangkan dengan segera. *Type Two Waste* ini sering disebut sebagai *waste* saja, karena benar-benar merupakan pemborosan yang harus dapat diidentifikasi dan dihilangkan dengan segera

Jenis *waste* yang bersifat *obvious* (jelas) adalah sesuatu yang mudah dikenali dan dapat dihilangkan dengan segera dan dengan biaya yang kecil ataupun tanpa biaya sama sekali. Jenis *waste* yang bersifat *hidden* (tersembunyi) adalah *waste* yang hanya dapat dihilangkan dengan metode kerja terbaru, bantuan teknologi ataupun kebijakan baru.

Pekerjaan yang tidak menambah nilai merupakan pekerjaan yang murni pemborosan. Hal ini termasuk kegiatan yang tak dibutuhkan dan harus dihapus secara sempurna. Contoh kegiatan ini adalah waktu menunggu. Pemborosan ini

haruslah dihapuskan karena tidak memiliki kegunaan. Toyota telah mengidentifikasi tujuh jenis aktivitas utama yang tidak memiliki nilai tambah dalam bisnis atau proses manufaktur namun menurut Liker (2004), terdapat pemborosan kedelapan. Pemborosan-pemborosan tersebut adalah:

1. **Produksi Berlebih (*Over Production*)**

Memproduksi barang yang belum dipesan, akan menimbulkan pemborosan seperti kelebihan tenaga kerja dan kelebihan tempat penyimpanan serta biaya transportasi yang meningkat karena adanya persediaan lebih.

2. ***Waiting* (Menunggu)**

Para pekerja hanya mengamati mesin otomatis yang sedang berjalan atau berdiri menunggu langkah proses, alat dan pasokan komponen yang selanjutnya dan lain sebagainya. Atau menganggur saja akibat kehabisan material, keterlambatan proses, mesin rusak atau *bottleneck* kapasitas.

3. **Transportasi yang Tidak Perlu**

Membawa *Work In Process* (WIP) dalam jarak yang jauh, menciptakan angkutan yang tidak efisien, atau memindahkan material, komponen, atau barang jadi ke dalam atau ke luar gudang antar proses.

4. **Memproses Secara Berlebih**

Melakukan langkah yang tidak diperlukan untuk memproses komponen. Melaksanakan pemrosesan yang tidak efisien karena alat dan rancangan yang buruk, menyebabkan gerakan yang tidak perlu dan memproduksi barang cacat.

5. **Persediaan Berlebih**

Kelebihan material, barang dalam proses atau barang jadi yang menyebabkan *lead time* yang panjang, barang kadaluwarsa, barang rusak, peningkatan biaya pengangkutan dan penyimpanan serta keterlambatan pengiriman.

6. **Gerakan yang Tidak Perlu**

Setiap gerakan karyawan yang mubazir saat melakukan pekerjaannya, seperti mencari, meraih atau menumpuk komponen, alat dan lain sebagainya. Berjalan juga merupakan pemborosan.

7. Produk Cacat

Memproduksi komponen cacat atau yang memerlukan perbaikan. Perbaikan atau pengrajan ulang, *scrap*, memproduksi barang pengganti dan inspeksi berarti tambahan penanganan, waktu dan upaya yang sia-sia.

8. Kreatifitas Karyawan yang Tidak Dimanfaatkan

Kehilangan waktu, gagasan, keterampilan, peningkatan dan kesempatan belajar karena tidak melibatkan atau mendengarkan karyawan.

Kedelapan *waste/pemborosan* di atas, Toyota menyebutnya dengan istilah *Muda*. Namun terdapat dua istilah lainnya yang menyebabkan produktivitas kerja dan sistem produksi akan terganggu yaitu *Muri* dan *Mura*. Ketiga istilah tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut (Liker, 2004):

1. *Muda* (tidak menambah nilai), adalah aktifitas yang tidak berguna yang memperpanjang *lead time* sebagai akibat dari kedelapan pemborosan di atas. Seperti, menimbulkan gerakan tambahan untuk memperoleh komponen/peralatan, menciptakan kelebihan persediaan atau berakibat pada berbagai jenis waktu menunggu.
2. *Muri* (memberi beban berlebih kepada orang atau peralatan), adalah memanfaatkan mesin atau orang diluar batas kemampuannya. Membebani orang secara berlebih menimbulkan masalah dalam keselamatan kerja dan kualitas. Membebani peralatan secara berlebih menyebabkan kerusakan dan produk cacat.
3. *Mura* (ketidakseimbangan), terjadinya *Mura* diakibatkan oleh jadwal produksi yang tidak teratur atau volume produksi yang berfluktuasi karena masalah internal, seperti kerusakan mesin atau kekurangan komponen atau produk cacat. Memanfaatkan mesin/orang diluar batas kemampuannya, membebani orang secara berlebih menimbulkan masalah dalam keselamatan kerja dan kualitas. Membebani peralatan secara berlebih akan menyebabkan kerusakan dan produk cacat.

Menurut Verma dan Boyer (2010) dalam tiga jenis umum pemborosan yang diamati dalam berbagai bentuk yang berbeda dalam manufaktur dan layanan sistem, terdapat pemborosan yang lain yaitu pemborosan *setup*.

Waktu *setup* adalah komponen penting dari setiap proses produksi. Namun, selama *setup*, proses produksi tidak menghasilkan *output* apapun, karena sumber daya seperti karyawan, bahan baku dan komponen yang menganggur. Misalnya, produsen es krim harus *setup mixer* dengan bahan-bahan untuk setiap rasa sebelum memulai proses pencampuran. Oleh karena itu, waktu *setup* adalah kegiatan yang diperlukan, tetapi juga pada yang menghasilkan pemborosan. Waktu karyawan yang terbuang sementara *mixer* sedang sarat dengan bahan-bahan es krim. Oleh karena itu, dalam sistem produksi ramping, banyak upaya dilakukan untuk mengurangi waktu *setup* yang terkait dengan berbagai langkah proses produksi.

2.3. Sistem Produksi

2.3.1. Pengertian Sistem Produksi

Sistem produksi berasal dari dua kata yang disatukan, yaitu sistem dan produksi, dimana dari setiap kata memiliki arti tersendiri.

Sistem adalah suatu kumpulan dari elemen-elemen yang saling berhubungan yang secara keseluruhan lebih besar dari jumlah elemen tersebut (Schroeder, 1996). Sistem juga dapat diartikan sebagai kumpulan dari elemen yang terdiri dari orang, mesin dan/atau informasi, yang berhubungan satu sama lain untuk mencapai suatu tujuan (Forgarty, dkk., 1991).

Sedangkan produksi adalah proses perubahan atau penukaran masukan-masukan seperti bahan-bahan, tenaga kerja, mesin-mesin, fasilitas dan teknologi menjadi suatu hasil produk-produk atau jasa (Buffa, 1994). Pengertian lain dari produksi adalah aktivitas yang bertanggung jawab untuk menciptakan nilai tambah produk yang merupakan output dari setiap organisasi (Gaspersz, 2004).

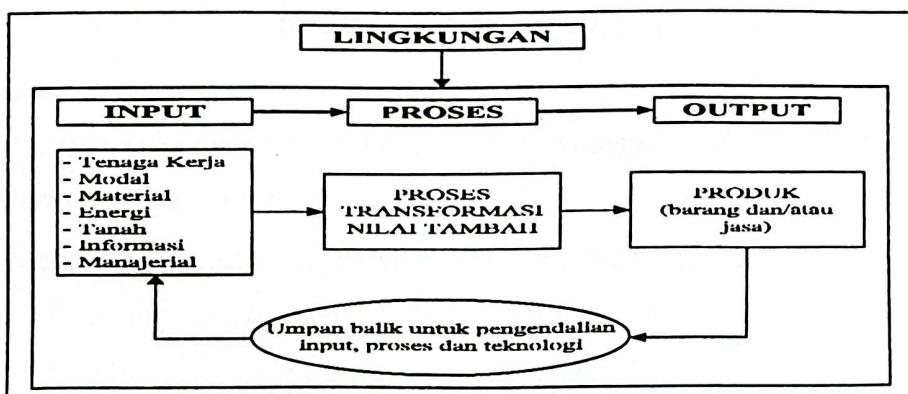
Berdasarkan pengertian di atas, maka sistem produksi adalah alat yang kita gunakan untuk mengubah masukan sumber daya guna menciptakan barang dan jasa yang berguna sebagai keluaran (Buffa, 1994).

Dan menurut Gaspersz (2004) mendefinisikan sistem produksi sebagai sistem integral yang mempunyai komponen struktural dan fungsional. Dalam sistem produksi modern terjadi suatu proses transformasi nilai tambah yang

mengubah input menjadi output yang dapat dijual dengan harga kompetitif di pasar.

Berdasarkan pengertian di atas, maka dapat disimpulkan bahwa pengertian sistem produksi adalah kumpulan elemen yang saling berinteraksi guna mengubah masukan menjadi keluaran yang memiliki nilai tambah.

Konsep dasar sistem produksi terdiri dari *input* (masukan), proses (transformasi atau konversi), dan *output* (keluaran), yang dapat disingkat menjadi IPO, serta adanya mekanisme umpan balik untuk pengendalian sistem produksi guna meningkatkan perbaikan terus menerus. Secara sederhana, skema konsep dasar sistem produksi dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Skema Sistem Produksi
(Sumber: Gaspersz, 2004)

2.3.2. Macam-macam Sistem Produksi

Ciri sistem produksi adalah suatu rangkaian dari beberapa langkah dan proses yang melibatkan seluruh sumber daya. Rangkaian proses tersebut dapat menggunakan salah satu atau gabungan dari dua sistem produksi, yaitu sistem dorong (*push system*) dan/atau sistem tarik (*pull system*) (Gaspersz, 2004).

2.3.2.1. Sistem Produksi Dorong (*Push System*)

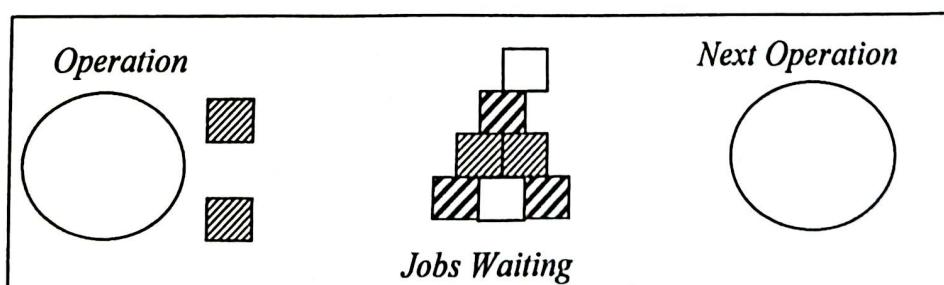
Dalam sistem dorong, yang merupakan sistem yang umum digunakan oleh industri manufaktur, perpindahan material dan pembuatan produk dilakukan dengan cara mendorong material dari satu proses ke proses berikutnya dengan dimulai dari proses paling awal menuju ke proses paling akhir. Sekali beroperasi, maka pekerjaan akan mengalir terus dari satu proses ke proses berikutnya tanpa mempertimbangkan bagaimana dan apa yang akan terjadi pada proses paling

akhir. Aktivitas ini akan berlangsung terus menerus meskipun proses-proses sesudah (*subsequent process*) tidak mengkonsumsi jumlah material pada tingkat yang sama dengan material yang didorong dari proses sebelum (*preceding process*).

Dalam sistem dorong selalu memiliki sediaan, baik berupa sediaan bahan baku, barang dalam proses, maupun barang jadi. Sebelum diproses, perusahaan memiliki sediaan bahan baku di gudang. Setelah selesai diproses, produk jadi disimpan di dalam gudang sampai ada pembeli. Alasan diperlukannya sediaan ini adalah untuk:

- a. Memenuhi permintaan pelanggan.
- b. Menghindari masalah apabila terjadi penghentian atau kerusakan fasilitas pemanufakturan.
- c. Memanfaatkan potongan tunai dan rabat (potongan pembelian) Pada jumlah pembelian yang besar.
- d. Mengantisipasi kenaikan harga di masa yang akan datang.

Pada *push system* terdapat penganggaran terhadap tingkat kerusakan (*defect*) tertentu dan umpan balik yang berkaitan dengan barang yang rusak tersebut. Namun, penganggaran hanya disajikan pada akhir periode produksi. Sistem produksi dorong dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Gambaran Sistem Dorong yang Biasa Digunakan
(Sumber: Nicholas, 1998)

Masalah yang timbul adalah diperlukannya investasi yang cukup besar untuk menyediakan tempat guna menyimpan sediaan serta diperlukan tenaga untuk menjaga barang yang disimpan" (Tjiptono dan Diana, 2001).

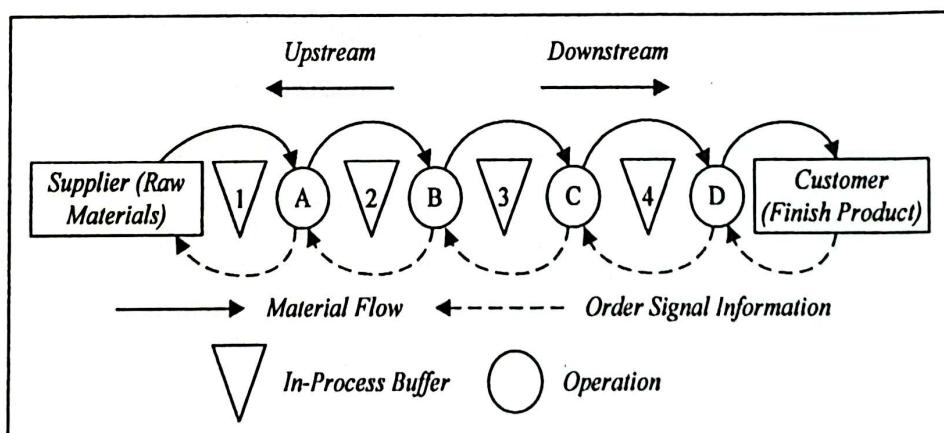
Kelemahan dari sistem ini adalah "Apabila perusahaan menggunakan *push system*, sekali sistem itu beroperasi, akan sangat sulit untuk menghentikan proses karena dinamika dari sistem itu. Pekerja yang terlibat dalam sistem dorong

akan tidak bereaksi secara cepat terhadap perubahan-perubahan dalam permintaan suatu *part*" (Gaspersz, 2004).

2.3.2.2. Sistem Produksi Tarik (*Pull System*)

Sistem tarik adalah suatu sistem pengendalian produksi dimana proses paling akhir dijadikan sebagai titik awal produksi. Dengan demikian rencana produksi yang dikehendaki, dengan jumlah dan tanggal yang telah ditentukan, diberikan kepada proses paling akhir. Dalam Sistem Tarik, proses sesudah akan meminta atau menarik material dari proses sebelum dengan berdasarkan pada kebutuhan aktual dari proses sesudah. Dalam hal ini proses sebelum tidak boleh memproduksi dan mendorong atau memberikan komponen kepada proses sesudah sebelum ada permintaan dari proses sesudah. Dengan cara ini rencana proses produksi akan berjalan dari departemen produksi akhir ke departemen produksi paling awal.

Dalam Sistem Tarik jumlah persediaan diusahakan sekecil mungkin dan biasanya disimpan dalam *lot* yang berukuran standar dengan membatasi jumlah dari *lot* tersebut. Penggambaran sistem produksi tarik dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Aliran Material dan Signal dalam Sistem Produksi Tarik
(Sumber: Nicholas, 1998)

Dalam gambaran sistem tarik di atas, yang dimaksud dengan *buffer* adalah sejumlah kecil material dalam kontainer yang disimpan di dalam stasiun kerja dengan tujuan untuk mengimbangi tingkat permintaan yang ada, dengan setiap *buffer* terdiri dari sejumlah kontainer yang telah ditentukan. Sistem

produksi ini bertujuan untuk menghilangkan persediaan atau produksi tanpa stok. Sistem produksi tarik ini juga dikenal dengan *Just In Time* (Nicholas, 1998).

Sistem produksi tepat waktu (*Just In Time*) merupakan suatu pendekatan yang digunakan untuk meminimumkan pemborosan didalam produksi. Fokus *Just In Time* adalah untuk membantu membagi pemborosan pada waktu, energi, bahan baku dan kesalahan (Vollmann, dkk., 2005). JIT adalah serangkaian prinsip, alat, dan teknik yang memungkinkan perusahaan memproduksi dan mengirim produk dalam kuantitas kecil, dengan *lead time* yang singkat untuk memenuhi keinginan pelanggan yang spesifik (Liker, 2006). JIT adalah suatu metode untuk menyesuaikan diri terhadap perubahan akibat adanya gangguan dan perubahan permintaan dengan membuat semua proses menghasilkan barang yang diperlukan pada waktu diperlukan dalam jumlah yang diperlukan (Monden, 1995).

Konsep dasar dari sistem produksi *Just In Time* (JIT) adalah memproduksi *output* yang diperlukan, pada waktu dibutuhkan oleh pelanggan, dalam jumlah sesuai dengan kebutuhan pelanggan, pada setiap tahap proses dalam sistem produksi dengan cara yang paling ekonomis atau paling efisien (Gaspersz, 2004).

Dalam sistem JIT, hanya *final assembly line* yang menerima jadwal produksi, sedangkan semua stasiun kerja yang lain dan pemasok (*supplier*) menerima pesanan produksi dari *sub sekuens* operasi berikutnya. Dengan kata lain, stasiun kerja sebelumnya menerima pesanan produksi dari stasiun kerja berikutnya, kemudian pemasok produk itu sesuai kuantitas kebutuhan pada waktu yang tepat dengan spesifikasi yang tepat pula. Dalam kasus seperti ini, stasiun kerja berikutnya sering disebut sebagai stasiun kerja pengguna (*using work station*). Apabila stasiun kerja pengguna itu menghentikan produksi untuk suatu waktu tertentu, secara otomatis stasiun kerja pemasok (*supplying work station*) akan berhenti memasok produk, karena tidak menerima pesanan produksi.

Secara sederhana dideskripsikan bahwa JIT hanya meminta unit-unit yang dibutuhkan tersedia dalam jumlah yang dibutuhkan dan pada saat dibutuhkan. Logika dasar pemikiran JIT adalah tidak ada yang akan diproduksi sampai ia dibutuhkan. Memproduksi satu unit ekstra sama buruknya dengan

memproduksi kurang satu unit. Menyelesaikan produksi sehari lebih cepat juga sama buruknya dengan memproduksi sehari lebih lambat.

Sistem produksi JIT merupakan pendukung dari Sistem Produksi Toyota, maka tujuan utama sistem ini sama dengan tujuan SPT. Tujuan utama dari sistem produksi JIT adalah meningkatkan laba, *Return On Investment* (ROI) dan meningkatkan produktivitas total industri secara keseluruhan melalui pengurangan biaya, pengurangan persediaan dan peningkataan kualitas. Cara untuk mencapai pengurangan biaya dan perbaikan produktivitas adalah dengan menghilangkan semua pemborosan secara terus menerus dan melibatkan para pekerja dalam melakukannya.

Menurut Gaspersz (2004) pada dasarnya sistem produksi tepat waktu mempunyai enam tujuan dasar sebagai berikut:

1. Mengintegrasikan dan mengoptimalkan setiap langkah dalam proses manufakturing.
2. Menghasilkan produk berkualitas sesuai keinginan pelanggan.
3. Menurunkan ongkos manufakturing secara terus-menerus.
4. Menghasilkan produk hanya berdasarkan permintaan pelanggan.
5. Mengembangkan fleksibilitas manufakturing.
6. Mempertahankan komitmen tinggi untuk bekerja sama dengan pemasok dan pelanggan.

Tujuan JIT memerlukan perubahan sistem fisik dan program untuk membuat perubahan. Sebuah contoh utama adalah pengurangan waktu *setup* dan sebuah kendali kearah ukuran *lot* lebih kecil. Hal ini diperlukan untuk membuat semua produk terus-menerus. Hal ini juga konsisten dengan mengurangi tingkat persediaan. Waktu *setup* biasanya dikurangi dengan menerapkan teknik teknik industri umum untuk menganalisis proses *setup* sendiri. Sering para pekerja sendiri menggunakan kamera video. Hasil *setup* pengurangan waktu telah mengesankan memang dari beberapa jam telah berkurang menjadi kurang dari 10 menit. Tujuan sekarang sedang dicapai oleh banyak perusahaan dinyatakan oleh Shigeo Shingo: SMED (*Single minute exchange of die*, berarti semua giliran berlangsung dalam waktu kurang dari 10 menit) (Vollmann, dkk., 2005)

Perbedaan antara sistem dorong dan sistem tarik adalah sistem dorong mengendalikan hasil produksi (*output*) dengan mengendalikan pekerjaan yang dilakukan berdasarkan "pesanan yang diperkirakan", kemudian mengukur tingkat persediaan *work in process* (WIP), sedangkan sistem tarik mengendalikan WIP dengan cara mengendalikan lantai produksi, kemudian mengukur tingkat persediaan WIP.

2.4. Analisis Perancangan Sistem Kerja

Studi tata cara pengukuran kerja pada dasarnya akan sangat tergantung dan dipengaruhi oleh macam operasi yang berlangsung dalam sebuah sistem produksinya (Wignjosoebroto, 2006).

Seorang perancang harus mampu mengetahui dan mengatur faktor-faktor yang membentuk suatu sistem kerja, yang secara garis besar terdiri dari pekerja, mesin dan peralatan, material serta lingkungan. Sistem kerja tersebut diharapkan dapat menghasilkan efisiensi dan efektivitas yang tinggi. Dalam *setup* kerja dilakukan dengan berbagai macam alternatif sistem kerja, dengan pertimbangan alternatif sistem kerja yang terbaik berdasarkan kriteria waktu, tenaga, psikologis dan fisiologis.

Salah satu teknik penggambaran *setup* kerja untuk perancangan sistem kerja adalah dengan menggunakan peta-peta kerja.

2.4.1. Peta Kerja

Peta-peta kerja merupakan suatu alat komunikasi yang sistematis dan logis guna menganalisa proses kerja dari tahap awal sampai akhir, melalui peta kerja kita mendapatkan infomasi-informasi yang diperlukan untuk memperbaiki metode kerja antara lain (Wignjosoebroto, 2006):

1. Benda kerja, berupa gambar kerja, jumlah, spesifikasi material, dimensi ukuran, pekerjaan dan lain-lain.
2. Macam proses yang dilakukan, jenis, dan spesifikasi mesin, peralatan produksi, alat dan lain-lain.
3. Waktu operasi (waktu standar) untuk setiap proses atau elemen kegiatan disamping total waktu penyelesaiannya.

4. Kapasitas mesin ataupun kapasitas kerja lainnya yang dipergunakan.

Lewat peta-peta ini kita dapat melihat semua langkah atau kejadian yang dialami oleh suatu benda kerja dan mulai masuk ke pabrik (berbentuk bahan baku), kemudian menggambarkan semua langkah yang dialaminya, seperti transportasi, operasi mesin, pemeriksaan dan perakitan, sampai akhirnya menjadi produk jadi, baik produk lengkap atau merupakan bagian dari suatu produk lengkap.

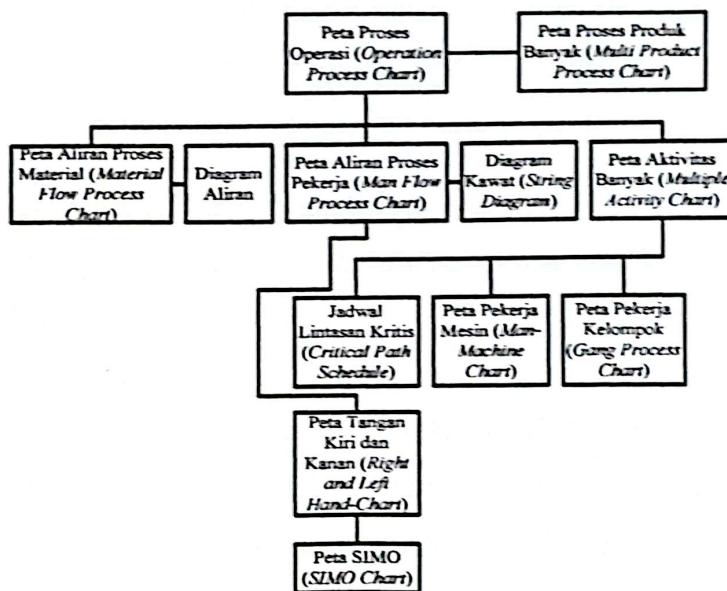
Perbaikan yang mungkin dilakukan dengan peta kerja, antara lain (Wignjosoebroto, 2006):

1. Menghilangkan aktivitas *handling* yang tidak efisien.
2. Mengurangi jarak perpindahan operasi kerja dari suatu elemen kerja ke elemen yang lain.
3. Mengurangi waktu-waktu yang tidak produktif seperti halnya dengan waktu menunggu (*delay*).
4. Mengatur operasi kerja menurut langkah-langkah kerja yang lebih efektif dan efisien.
5. Menggabungkan suatu operasi kerja dengan operasi kerja yang lain bilamana mungkin.
6. Menemukan operasi kerja yang lebih efektif dengan maksud mempermudah pelaksanaan.
7. Menemukan mesin atau fasilitas-fasilitas produksi lainnya yang mampu bekerja lebih produktif.
8. Menunjukkan aktivitas-aktivitas inspeksi yang berlebihan.

Peta kerja merupakan alat yang baik untuk dipakai menganalisa suatu operasi kerja dengan tujuan mempermudah atau menyederhanakan proses kerja yang ada. Disamping itu juga merupakan alat yang penting guna menetapkan urutan proses yang seharusnya dilaksanakan dan menetapkan lokasi, mesin, serta personil yang seharusnya yang diperlukan untuk masing-masing langkah penggerjaan tersebut.

Penggambaran peta kerja atau peta proses ini bisa diaplikasikan untuk manusia (operator) atau bahan baku (material). *Man-process chart* dalam hal ini akan menggambarkan urutan-urutan elemen kerja dimana seorang pekerja akan

melaksanakan pekerjaan tersebut. *Material process chart* akan menggambarkan urutan secara detail mengenai proses kerja yang berlangsung terhadap material tersebut dari awal sampai menjadi produk jadi. Berikut pada Gambar 2.5 disajikan macam-macam peta kerja (Wignjosoebroto, 2006).



Gambar 2.5 Macam-macam Peta Kerja
(Sumber: Wignjosoebroto, 2006)

2.4.2. Klasifikasi Peta Kerja

Peta kerja dapat digambarkan secara berbeda menurut derajat detail ataupun ruang lingkup yang ingin dijelaskan. Dalam hal ini penggambaran peta kerja dapat diklasifikasikan:

1. Peta kerja keseluruhan

Suatu kegiatan disebut sebagai kegiatan kerja keseluruhan apabila kegiatan tersebut melibatkan sebagian besar atau semua fasilitas yang diperlukan untuk membuat/mengerjakan produk yang bersangkutan. Ada berbagai macam peta kerja yang umum dipakai untuk menganalisa proses kerja keseluruhan, yaitu antara lain:

- Peta Proses Operasi (*Operation Process Chart*)
- Peta Proses Produk Banyak (*Multi Product Process Chart*)
- Peta Aliran Proses (*Flow of Process Chart*)
- Diagram Aliran (*Flow of Diagram*)

2. Peta kerja setempat

Suatu kegiatan kerja disebut kegiatan kerja setempat apabila kegiatan tersebut terjadi dalam suatu stasiun kerja. Peta kerja guna menganalisa kerja setempat yaitu:

- a. Peta Pekerja dan Mesin (*Man and Machine Process Chart*)
- b. Peta Kelompok Kerja (*Gang Process Chart*)
- c. Peta Tangan Kiri dan Tangan Kanan (*Operator Process Chart*)

2.4.3. Simbol-Simbol yang Digunakan di Peta Kerja

Lambang yang diperlukan dalam pemakaian peta kerja (Wignjosoebroto, 2006) adalah sebagai berikut:

1. Operasi

Kegiatan operasi apabila suatu proyek (material) akan mengalami perubahan sifat baik fisik maupun kimiawi, dalam suatu proses transformasi. Kegiatan mengurai rakit juga dipertimbangkan sebagai suatu operasi kerja, contoh:

- a. Memaku.
- b. Mengebor benda kerja.

2. Transportasi

Kegiatan transportasi terjadi bila fasilitas kerja lainnya yang dianalisa bergerak berpindah tempat yang bukan merupakan bagian dari suatu operasi kerja, contoh:

- a. Meindahkan barang dengan kereta dorong.
- b. Memindahkan barang dengan alat penarik.

3. Pemeriksaan

Kegiatan inspeksi atau pemeriksaan terjadi apabila suatu objek diperiksa baik kualitas maupun kuantitas apakah sudah sesuai dengan karakteristik performans yang distandardkan, contoh:

- a. Menguji kualitas atau kuantitas bahan
- b. Membaca skala pengukur temperatur.

4.  Menunggu

Proses menunggu terjadi apabila material, benda kerja, operator atau fasilitas kerja dalam kondisi berhenti dan tidak terjadi kegiatan apapun selain menunggu., contoh:

- a. Objek menunggu untuk diproses atau diperiksa.
- b. Material menunggu diproses karena adanya kerusakan teknis pada mesin.

5.  Penyimpanan

Proses penyimpanan terjadi apabila benda kerja disimpan untuk jangka waktu yang cukup lama. Jika benda kerja tersebut akan diambil kembali, biasanya memerlukan suatu prosedur perizinan tertentu, contoh:

- a. Barang jadi disimpan dalam *warehouse*.
- b. Bahan baku disimpan dalam *storage*.

6.  Aktivitas Gabungan

Seringkali dijumpai kondisi-kondisi dimana dua elemen kerja harus dilaksanakan secara bersamaan. Contohnya kegiatan operasi yang harus dilaksanakan bersama dengan kegiatan pemeriksaan pada stasiun kerja yang sama pula, contoh:

- a. Proses pengelasan dengan pemeriksaan kondisi beban kerja.
- b. Proses pemeriksaan warna dengan proses pengguntingan.

2.4.4. Penggunaan Peta Kerja

Penjelasan mengenai penggunaan dari masing-masing peta-peta kerja yang telah disebutkan diatas adalah sebagai berikut:

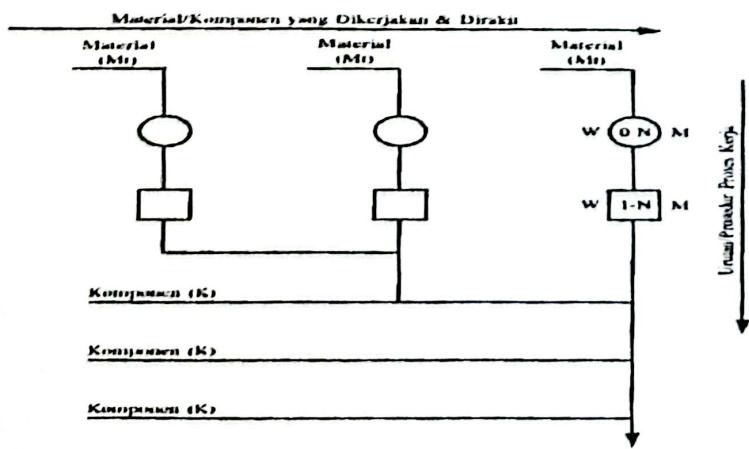
1. Peta Proses Operasi (*Operation Process Chart*)

Peta Proses Operasi (*Operation Process Chart*) seringkali disingkat dengan peta operasi atau (*Operation Chart*) adalah peta kerja yang mencoba menggambarkan urutan kerja dengan jalan membagi pekerjaan tersebut ke dalam elemen-elemen operasi secara detail (Wignjosoebroto, 2006). Disini tahapan proses operasi kerja harus diuraikan secara logis dan sistematis. Dengan demikian keseluruhan operasi kerja dapat digambarkan dari awal

(*raw material*) sampai menjadi produk akhir (*finished goods product*) sehingga analisa perbaikan dari masing-masing operasi kerja secara individual maupun urut-urutannya secara keseluruhan akan dapat dilakukan. Peta operasi kerja yang makan waktu beberapa menit per siklus kerja.

Peta proses operasi ini akan memberikan daftar elemen-elemen operasi suatu pekerjaan secara berurutan. Suatu elemen kadang-kadang disebut pula dengan langkah atau detail pekerjaan atau operasi adalah subdivisi yang berlangsung singkat yang membagi-bagi siklus kerja atau operasi secara keseluruhan. Elemen-elemen ini harus mudah didefinisikan saat mulai dan berakhir. Untuk pembuatan peta operasi ini maka simbol-simbol ASME yang dipakai adalah simbol operasi, inspeksi dan gabungan antara operasi dengan inspeksi. Urutan kerja tersebut digambarkan dalam block diagram. Penggunaan block diagram ini merupakan bentuk peta proses sederhana yang dibuat untuk menganalisa tahapan proses yang harus dilalui dalam pelaksanaan operasi manufakturing suatu produk secara analitis dan logis.

Dalam penggambaran peta proses operasi tampak bahwa ruang lingkup operasi yang dibahas sangat luas tetapi tidak begitu detail. Penggambaran dengan peta ini hanya terfokus kepada aktivitas-aktivitas yang produktif saja. Hal ini akan sangat bermanfaat untuk langkah awal dalam proses perencanaan pembuatan produk. Langkah-langkah sistematis pembuatan peta proses operasi dapat dilihat pada Gambar 2.6.

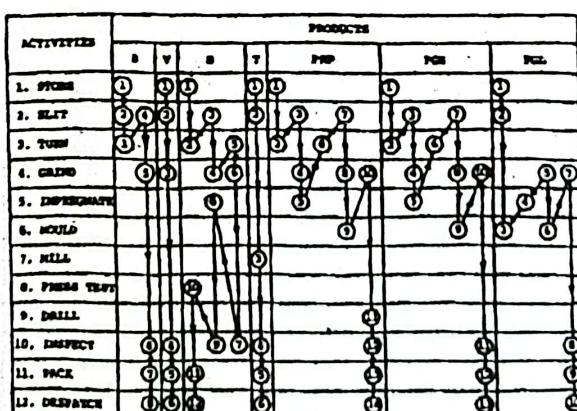


Gambar 2.6 Langkah-Langkah Sistematis Pembuatan Peta Proses Operasi
(Sumber: Wignjosoebroto, 2006)

Adapun manfaat dari peta proses operasi (Sutalaksana, dkk., 1979), yaitu antara lain:

- Dapat mengetahui kebutuhan akan mesin dan penggangarannya
 - Dapat memperkirakan kebutuhan akan bahan baku
 - Sebagai alat untuk menentukan tata letak pabrik
 - Sebagai alat untuk melakukan perbaikan cara kerja yang sedang dipakai
 - Sebagai alat untuk latihan kerja.
2. Peta Proses Produk Banyak (*Multi Product Process Chart*)

Disini tata letak dari fasilitas produksi haruslah bisa diatur sedemikian rupa sehingga mampu memberikan aktivitas perpindahan material yang paling minimal. Agar aktivitas *material handling* bisa minimal, maka *layout* fasilitas produksi sebaiknya diatur menurut tipe “*product layout*” dimana dalam hal ini mesin ataupun fasilitas produksi diatur secara berurutan sesuai dengan langkah-langkah penggerjaan yang telah digambarkan dalam peta proses operasinya. Contoh Peta Proses Produk Banyak dapat dilihat pada Gambar 2.7.

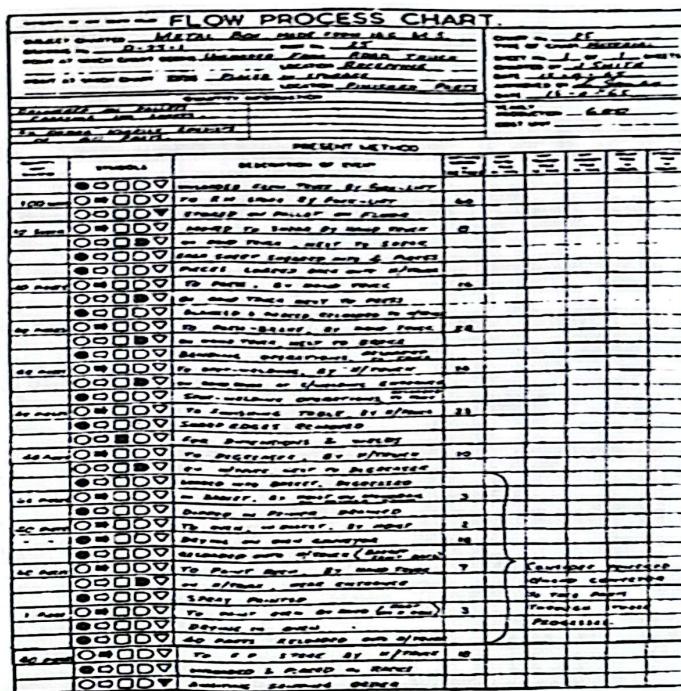


Gambar 2.7 Peta Proses Produk Banyak
(Sumber: Wignjosoebroto, 2006)

3. Peta Aliran Proses (*Flow Process Chart*)

Peta aliran proses adalah suatu peta yang akan menggambarkan semua aktivitas, baik aktivitas produktif maupun tidak produktif yang terlibat dalam proses pelaksanaan kerja (Wignjosoebroto, 2006). Tidak seperti peta proses operasi yang hanya menggambarkan aktivitas yang produktif

(kegiatan produksi dan inspeksi), maka peta aliran proses juga akan menggambarkan aktivitas-aktivitas yang tidak produktif seperti transportasi (*material handling*), *delay/idle* dan penyimpanan. Contoh Peta Aliran Proses dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Peta Aliran Proses
(Sumber: Wignjosoebroto, 2006)

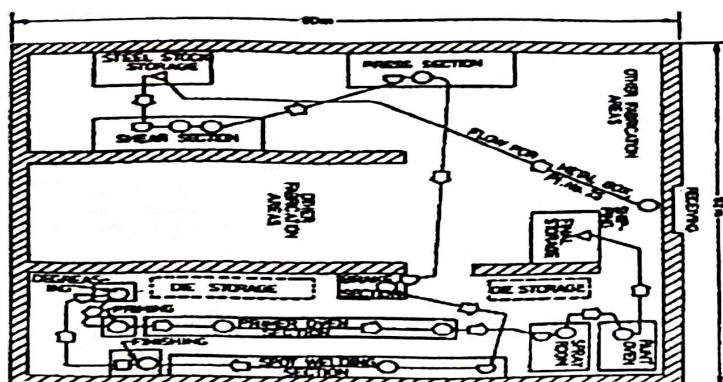
Secara lebih terperinci dapat diuraikan kegunaan umum dari suatu peta aliran proses, yaitu sebagai berikut:

- Bisa digunakan untuk mengetahui aliran bahan atau aktivitas orang mulai awal masuk dalam suatu proses atau prosedur sampai aktivitas terakhir.
- Peta ini bisa memberikan informasi mengenai waktu penyelesaian suatu proses atau prosedur.
- Bisa digunakan untuk mengetahui jumlah kegiatan yang dialami bahan atau dilakukan oleh orang selama proses atau prosedur berlangsung.
- Sebagai alat untuk melakukan perbaikan-perbaikan proses atau metode kerja.
- Khusus untuk peta yang hanya menggambarkan aliran yang dialami oleh suatu komponen atau satu orang, secara lebih atau lengkap, maka

peta ini merupakan suatu alat yang akan mempermudah proses analisa untuk mengetahui tempat-tempat dimana terjadi ketidakefisienan atau terjadi ketidaksempurnaan pekerjaan, sehingga dengan sendirinya dapat digunakan untuk menghilangkan ongkos-ongkos yang tersembunyi.

4. Diagram Aliran (*Flow Diagram*)

Tujuan pokok dalam pembuatan diagram aliran untuk mengevaluasi langkah-langkah proses dalam situasi yang lebih jelas, di samping tentunya bisa dimanfaatkan untuk melakukan perbaikan-perbaikan di dalam desain *layout* fasilitas produksi yang ada (Wignjosoebroto, 2006). Contoh Diagram Aliran dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Diagram Aliran
(Sumber: Wignjosoebroto, 2006)

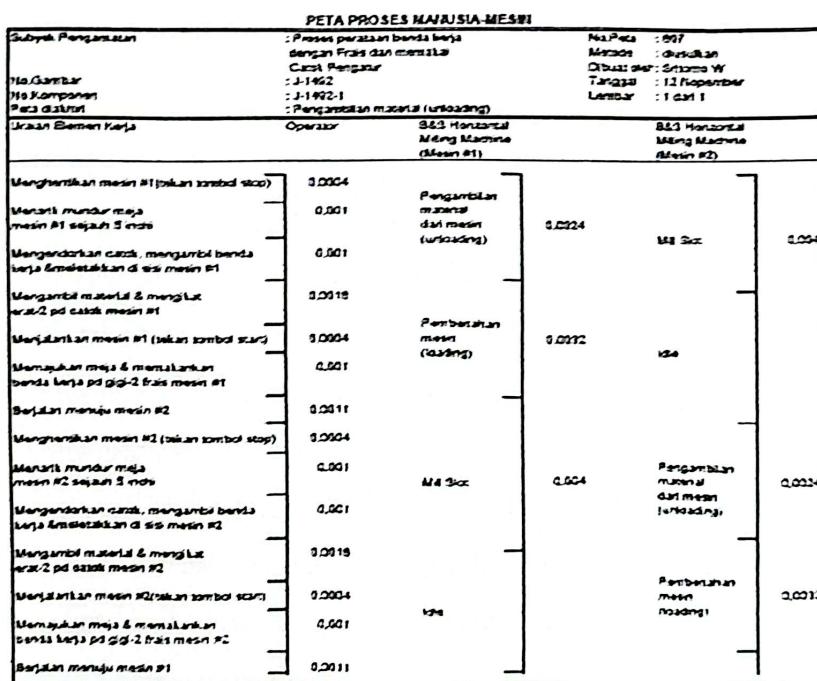
Adapun kegunaan dari diagram aliran adalah:

- a. Lebih memperjelas suatu *flow of chart*, apalagi jika arah aliran merupakan faktor penting.
- b. Menolong dalam perbaikan tata letak tempat kerja.
- c. Dapat menunjukkan dimana tempat penyimpanan, stasiun pemeriksaan dan tempat-tempat kerja dilaksanakan.
- d. Menunjukkan bagaimana arah gerakan awal dan berakhirnya suatu material atau seorang pekerja.

5. Peta Pekerja dan Mesin (*Man and Machine Process Chart*)

Peta pekerja mesin ini akan menunjukkan hubungan waktu kerja antara siklus kerja operator (pekerja) dan siklus operasi dari mesin atau fasilitas kerja lainnya yang ditangani oleh pekerja dan mesin ini sering bekerja

secara bergantian (Wignjosoebroto, 2006). Peta pekerja dan mesin menggambarkan koordinasi atau hubungan antara waktu bekerja dan menganggur dari kombinasi siklus kerja operator dan mesin. Dengan demikian peta ini akan menjadi alat analisa yang penting guna mengurangi waktu menganggur. Contoh dari peta proses manusia dan mesin dapat dilihat pada Gambar 2.10.



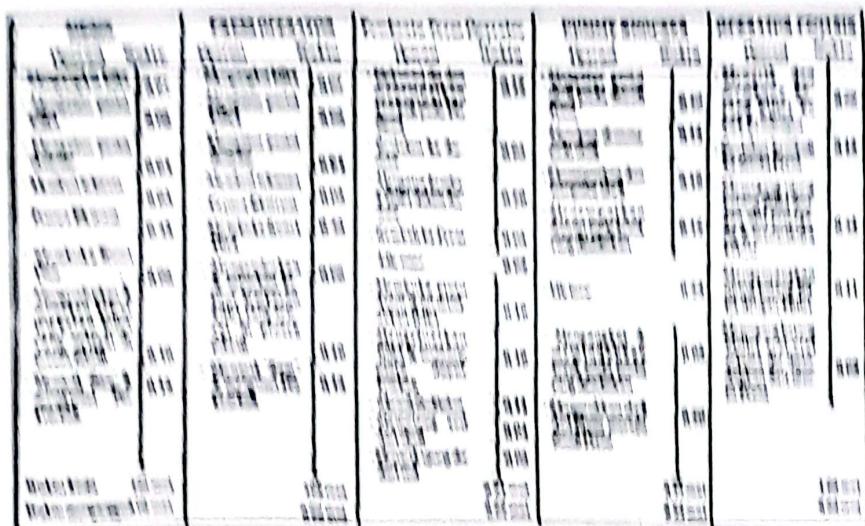
Gambar 2.10 Peta Proses Manusia dan Mesin
(Sumber: Wignjosoebroto, 2006)

Kegunaan dari peta mesin dan pekerja adalah:

- Hubungan yang jelas antar waktu kerja operator dan waktu operasi mesin yang ditanganinya.
- Efektivitas penggunaan pekerja dan mesin bisa ditingkatkan.

6. Peta Kelompok Kerja (*Gang Process Chart*)

Peta proses kelompok kerja ini akan menunjukkan hubungan antara siklus menganggur dan siklus waktu operasi dari mesin atau proses dan waktu menganggur serta waktu kerja per siklus dari pekerja-pekerja yang akan melayani mesin atau proses tersebut (Wignjosoebroto, 2006). Peta ini menggambarkan kemungkinan yang bisa diperoleh untuk memperbaiki kondisi kerja dengan jalan mengurangi waktu menganggur tadi. Contoh dari peta kelompok kerja dan mesin dapat dilihat pada Gambar 2.11.



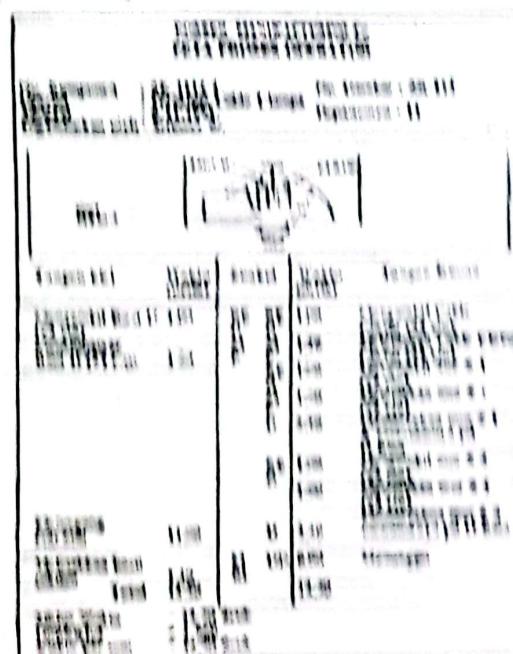
Gambar 3.11 Peta Kelompok Keju
(Sumber: Wijaya, 2006)

Adapun kegunaan dari petu proses kelompok kerja adalah

- a. Memulihkan waktu tunggu.
 - b. Mengurangi biaya produksi atau proses.
 - c. Mempercepat waktu penyelesaian.

7. Beta Tangan Kiri dan Tangan Kanan (Left and Right Hand Chart)

Lebih dikenal sebagai peti operator adalah peti setempat yang bermanfaat untuk menganalisa gerakan tangan manusia dalam melakukan pekerjaan-pekerjaan yang bersifat manual. Contoh dari peti tangan kiri dan tangan kanan dapat dilihat pada Gambar 2.12.



Gambar 3.13 Beta Tangan Kiri dan Tangan Kanan
(Sumber: Wijaya, 2006)

Penelitian ini menggunakan peta kerja keseluruhan yaitu peta proses operasi. Penelitian dilakukan dengan mengamati komponen yang diproses pada mesin kemudian dibuat peta proses untuk menjelaskan aliran material dan mesin apa yang digunakan untuk proses.

2.4.5. Pengukuran Waktu Kerja

Pengukuran kerja adalah suatu aktivitas untuk menentukan waktu yang dibutuhkan oleh seorang operator (yang memiliki *skill* rata-rata dan terlatih) dalam melaksanakan kegiatan kerja dalam kondisi atau tempo kerja yang normal.

Pengukuran waktu kerja menurut Wignjosoebroto (2006) 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. Pengukuran waktu kerja adalah pekerjaan mengamati dan mencatat waktu-waktu kerja baik setiap elemen ataupun siklus dengan menggunakan alat-alat yang telah disiapkan (Sutalaksana, dkk., 1979).

Pengukuran waktu kerja dilakukan terhadap 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 (Sutalaksana, dkk., 1979).

Teknik pengukuran waktu kerja dapat dikelompokkan ke dalam dua bagian, yaitu pengukuran waktu kerja secara langsung dan pengukuran waktu kerja secara tidak langsung. Sesuai namanya, pengukuran kerja secara langsung dilakukan di tempat pekerjaan tersebut dilaksanakan. Pengukuran ini dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu menggunakan jam henti (*stopwatch time study*) dan sampling kerja (*work sampling*). Sedangkan pengukuran waktu kerja secara tidak langsung dapat dilakukan tanpa harus mengamati langsung di tempat pekerjaan yang diukur. Pengukuran ini dapat dilakukan dengan cara melakukan perhitungan waktu kerja dengan membaca tabel-tabel waktu yang tersedia, dengan catatan harus mengetahui jalannya pekerjaan melalui elemen-elemen gerakan. Cara ini dapat

dilakukan dalam aktivitas data waktu baku (*standard data*) dan data waktu gerakan (*predetermined time system*).

Pada 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 dimodifikasi dengan mempertimbangkan tempo kerja operator dan menambahkan faktor-faktor kelonggaran yang diberikan kepada operator.

2.4.5.1. Tahapan Pengukuran Waktu

Pengukuran waktu adalah kegiatan mengamati pekerja dan mencatat waktu kerjanya, baik setiap elemen maupun siklus dengan menggunakan alat-alat yang telah disiapkan. Kegiatan pertama yang dilakukan adalah melakukan pengukuran pendahuluan, dengan tujuan untuk mengetahui berapa kali pengukuran harus dilakukan untuk tingkat ketelitian dan tingkat kepercayaan yang diinginkan. Untuk mengetahui beberapa kali pengukuran harus dilakukan, diperlukan beberapa tahap pengukuran sebagai berikut:

1. Pengukuran tahap pertama

Biasanya dilakukan sebanyak 10 kali, menguji keseragaman data dan menghitung jumlah pengukuran.

2. Apabila jumlah pengukuran belum mencukupi, dilakukan pengukuran tahap kedua. Demikian seterusnya sampai jumlah keseluruhan mencukupi untuk tingkat ketelitian dan kepercayaan yang dikehendaki.

Jika jumlah pengukuran yang diperlukan ternyata masih lebih dari jumlah pengukuran yang telah dilakukan ($N' > N$), maka data pengukuran belum cukup dan harus dilanjutkan sampai jumlah pengukuran yang diperlukan terlampaui oleh jumlah yang dilakukan (Sutalaksana, dkk., 1979).

2.4.5.2. Tingkat Ketelitian dan Kepercayaan

Dalam melakukan pengukuran waktu ini yang dicari adalah waktu yang sebenarnya diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Karena waktu penyelesaian ini tidak pernah diketahui sebelumnya, maka harus dilakukan pengukuran-pengukuran. Jumlah pengukuran yang banyak (tak terhingga) akan memberikan jawaban yang pasti, tetapi hal ini tidak mungkin dilakukan karena keterbatasan waktu, tenaga, dan biaya si pengukur, sehingga diperlukan tingkat kepastian bagi si pengukur, yaitu tingkat ketelitian dan tingkat kepercayaan

Tingkat ketelitian menunjukkan penyimpangan maksimum hasil pengukuran dari waktu penyelesaian sebenarnya, sedangkan tingkat kepercayaan menunjukkan besarnya kepercayaan pengukur bahwa hasil diperoleh memenuhi syarat ketelitian. Keduanya dinyatakan dalam persen.

Pada penelitian ini, digunakan tingkat ketelitian 5% dan keyakinan 95%. Ini berarti rata-rata hasil pengukuran dibolehkan menyimpang sejauh 5% dari rata-rata sebenarnya yang terjadi lebih dari rata-rata pengukuran hanya dapat ditoleransi dengan kemungkinan 5% (100% - 95%) dari populasi hasil pengukuran atau jumlah pengukuran. Dalam penelitian ini, metode pengukuran waktu kerja yang digunakan adalah pengukuran waktu kerja secara langsung dengan jam henti (*stopwatch time study*).

2.4.5.3. Pengukuran Jam 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, dkk., 1979).

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, 2006).

Dalam konteks pengukuran kerja, metode *stopwatch time study* merupakan teknik pengukuran kerja dengan menggunakan *stopwatch* sebagai alat pengukur waktu yang ditunjukkan dalam penyelesaian suatu aktivitas 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, 2006).

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 pengerojan 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 mengerakkan *stopwatch* ketiga untuk mengukur elemen kerja berikutnya lagi. Gerakan tuas ini selain menghentikan jarum penunjuk *stopwatch* kedua dan mengerakkan 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 Tugas Akhir 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:

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

dimana:

N' = jumlah pengukuran/pengamatan yang seharusnya dilaksanakan.

N = jumlah pengukuran pendahuluan yang telah dilakukan.

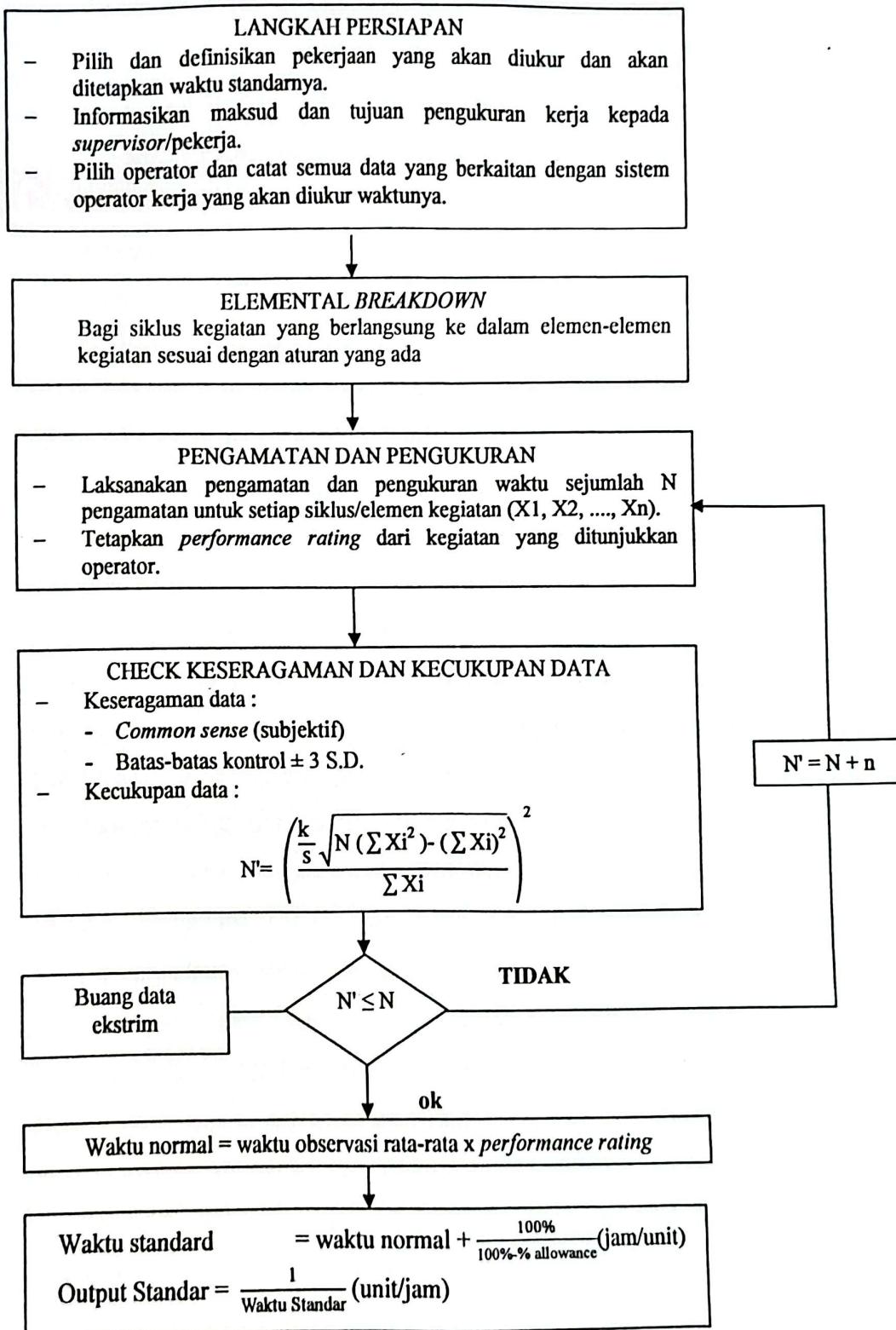
X_i = waktu penyelesaian yang diukur pada pengamatan ke- i .

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

a = tingkat ketelitian atau keakurasiannya.

Langkah-langkah sistematis dalam kegiatan pengukuran kerja dengan jam henti (*stopwatch time study*) dapat dilihat pada Gambar 2.13.

MILIK PERPUSTAKAAN STMI
Membaca : Ibadah, Mengambil : Dosa



Gambar 2.13 Diagram Alir Pengukuran Waktu Kerja dalam *Stop Watch Time Study*
(Sumber: Wignjosoebroto, 2006)

2.4.5.4. Faktor Penyesuaian (*Rating Factor*)

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. Penyesuaian adalah proses dimana analisa pengukuran waktu membandingkan penampilan operator (kecepatan atau tempo) dalam pengamatan dengan konsep pengukur sendiri tentang bekerja secara wajar. Setelah pengukuran berlangsung, pengukur harus mengamati kewajaran kerja yang ditunjukkan operator. Ketidakwajaran dapat saja terjadi, misalnya bekerja tanpa kesungguhan, sangat cepat seolah-olah diburu waktu, atau karena menjumpai kesulitan-kesulitan, seperti karena kondisi ruangan yang buruk. Sebab-sebab seperti ini mempengaruhi kecepatan kerja yang berakibat terlalu singkat atau terlalu panjangnya waktu penyelesaian. Hal ini jelas tidak diinginkan karena waktu baku yang dicari adalah waktu yang diperoleh dari kondisi dan cara kerja yang baku yang diselesaikan secara wajar.

Andai kata ketidakwajaran ada, maka pengukur harus mengetahuinya dan menilai seberapa jauh hal itu terjadi. Penilaian perlu diadakan karena berdasarkan inilah penyesuaian dilakukan. Jadi jika pengukur mendapatkan harga rata-rata siklus/element yang diketahui diselesaikan dengan kecepatan tidak wajar oleh operator, maka agar harga rata-rata tersebut menjadi wajar, pengukur harus menormalkannya dengan melakukan penyesuaian.

Biasanya penyesuaian dilakukan dengan mengalikan waktu siklus rata-rata atau waktu elemen rata-rata dengan suatu harga p yang disebut faktor penyesuaian. Besarnya harga p tentunya sedemikian rupa sehingga hasil perkalian yang diperoleh mencerminkan waktu yang seujarnya atau yang normal. Bila pengukur berpendapat bahwa operator bekerja di atas normal (terlalu cepat), maka harga p -nya akan lebih besar dari satu (p_1); sebaliknya jika operator dipandang bekerja di bawah normal, maka harga p akan lebih kecil dari satu (p). Seandainya pengukur berpendapat bahwa operator bekerja dengan wajar, maka harga p -nya sama dengan satu ($p=1$) (Sutalaksana, dkk., 1979).

Terdapat beberapa metode dalam menentukan faktor penyesuaian (Sutalaksana, dkk., 1979), yaitu :

1. Metode Persentase

Merupakan cara yang paling awal digunakan dalam melakukan penyesuaian. Besarnya faktor penyesuaian sepenuhnya dilakukan oleh pengukur melalui pengamatannya selama melakukan pengukuran. Cara ini adalah cara yang paling mudah dan sederhana tetapi cara ini bersifat subyektif, kurang teliti karena kasarnya penilaian.

2. Metode *Shumard*

Cara ini memberikan patokan-patokan penilaian melalui kelas-kelas *performance* kerja dimana setiap setiap kelas tersebut mempunyai nilai sendiri-sendiri. Di sini pengukur diberi patokan untuk menilai performansi kerja operator menurut kelas-kelas *Superfast +, Fast, Fast -, Excellent*, dan seterusnya.

3. Metode *Westinghouse*

Cara ini mengarahkan penilaian pada empat faktor yang dianggap menentukan kewajaran atau ketidakwajaran dalam bekerja, yaitu: keterampilan, usaha, kondisi kerja dan konsistensi. Setiap faktor terbagi dalam kelas-kelas dan nilainya masing-masing.

4. Metode Objektif

Merupakan metode yang memperhatikan dua faktor, yaitu : kecepatan kerja dan tingkat kesulitan pekerjaan. Kedua faktor inilah yang dipandang

bersama-sama untuk menentukan berapa harga penyesuaian untuk mendapatkan waktu normal.

5. Metode *Bedaux* dan *Sintesa*

Cara *Bedaux* tidak banyak berbeda dengan cara *Shumard*, hanya saja nilai-nilai pada cara *Bedaux* dinyatakan dalam "B". Sedangkan cara sintesa waktu penyelesaian setiap elemen gerakan dibandingkan dengan harga-harga yang diperoleh dari tabel-tabel waktu gerakan untuk kemudian dihitung harga rata-ratanya.

Pada penelitian ini, salah satu teknik faktor penyesuaian yang digunakan adalah metode *Westinghouse System of Rating*. Metode ini pertama kali dikenalkan oleh *Westinghouse 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, *Westinghouse* juga menambahkan kondisi kerja (*condition*) dan konsistensi (*consistency*) dari operator dalam melakukan kerja. Dari hal ini kemudian *Westinghouse* 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 *Westinghouse Rating Factors*

WESTINGHOUSE RATING FACTORS					
SKILL			EFFORT		
0,15	A1	<i>Super Skill</i>	0,13	A1	<i>Excessive</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	

Lanjut ...

Tabel 2.1 Faktor Penyesuaian Berdasarkan *Westinghouse Rating Factors* (lanjutan)

WESTINGHOUSE RATING FACTORS					
CONDITION			CONSISTENCY		
0,06	A	<i>Ideal</i>	0,04	A	<i>Perfect</i>
0,04	B	<i>Excellent</i>	0,03	B	<i>Excellent</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: Wignjosoebroto, 2006)

2.4.5.5. Faktor Kelonggaran (*Allowance*)

Dalam praktik sehari-hari, pengamatan akan dihadapkan pada keadaan bahwa tidaklah mungkin seorang operator mampu bekerja secara terus menerus sepanjang hari tanpa adanya interupsi sama sekali. Terkadang operator akan sering menghentikan kerja dan membutuhkan waktu-waktu khusus untuk berbagai keperluan seperti *personal needs*, istirahat menghilangkan rasa lelah, dan hambatan-hambatan lain yang tak terhindarkan.

Sehingga faktor kelonggaran disini merupakan bentuk waktu tambahan yang diberikan sebagai kompensasi bagi pekerja atas berbagai keperluan, keterlambatan dan kerugian yang dilakukan oleh operator. Faktor kelonggaran ini bisa diklasifikasikan menjadi *personal allowance*, *delay allowance*, dan *fatigue allowance*. Dalam menilai seberapa besar faktor kelonggaran yang diberikan, penyusun 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	
● Pria	0 - 2,5
● Wanita	2 - 5,0
KEADAAN LINGKUNGAN	
Bersih, Sehat, Tidak Bising	0
Siklus Kerja Berulang - Ulang Antara 5 - 10 Detik	0 - 1

Lanjut ...

Tabel 2.2 Persentase Kelonggaran Berdasarkan Faktor Yang Berpengaruh (lanjutan)

FAKTOR	KELONGGARAN (%)	
	PRIA	WANITA
KEADAAN LINGKUNGAN		
Siklus Kerja Berulang - Ulang Antara 0 - 5 Detik	1 - 3	
Sangat Bising	0 - 5	
Ada Faktor Penurunan Kualitas	0 - 5	
Ada Getaran Lantai	5 - 10	
Kedaan Yang Luar Biasa	5 - 10	
TENAGA YANG DIKELUARKAN		
Dapat Diabaikan	Tanpa Beban	0
Sangat Ringan	0 - 2.25 Kg	0 - 6
Ringan	2.25 - 9 Kg	6 - 7.5
Sedang	9 - 18 Kg	7.5 - 12
Berat	18 - 27 Kg	12 - 19
Sangat Berat	27 - 50 Kg	19 - 30
Luar Biasa Berat	> 50 Kg	30 - 50
SIKAP KERJA		
Duduk		0 - 1
Berdiri Di Atas Dua Kaki		1 - 2.5
Berdiri Di Atas Satu Kaki		2.5 - 4
Berbaring		2.5 - 4
Membungkuk		4 - 10
GERAKAN KERJA		
Normal		0
Agak Terbatas		0 - 5
Sulit		0 - 5
Anggota Badan Terbatas		5 - 10
Seluruh Badan Terbatas		10 - 15
KELELAHAN MATA		
Pandangan Terputus	0	1
Pandangan Terus Menerus	2	2
Pandangan Terus Menerus Dengan Faktor Berubah - Ubah	2	5
Pandangan Terus Menerus Dengan Fokus Tetap	4	8
TEMPERATUR TEMPAT KERJA (C)		
Beku	> 10	> 12
Rendah	10 - 0	12 - 5

Lanjut ...

Tabel 2.2 Persentase Kelonggaran Berdasarkan Faktor Yang Berpengaruh (lanjutan)

FAKTOR	KELONGGARAN	
	(%)	LEMBAB
TEMPERATUR TEMPAT KERJA (C)	NORMAL	LEMBAB
Sedang	5 – 0	8 - 0
Normal	0 – 5	0 - 8
Tinggi	5 – 40	8 - 100
Sangat tinggi	> 40	> 100

(Sumber: Sutalaksana, dkk., 1979)

2.4.5.6. Uji Data

1. Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data dilakukan untuk mengetahui apakah data hasil pengamatan yang telah diambil sudah cukup mewakili populasinya, bila belum maka perlu diadakan pengamatan tambahan hingga cukup mewakili populasinya. Pada penelitian ini, digunakan tingkat keyakinan 95% dan tingkat ketelitian 5%, maka persamaan dalam uji kecukupan data (Sutalaksana, dkk., 1979) adalah sebagai berikut:

$$N' = \left(\frac{40\sqrt{N(\Sigma X_i^2) - (\Sigma X_i)^2}}{\Sigma X_i} \right)^2$$

Dimana:

N' = banyaknya pengukuran sesungguhnya yang diperlukan

N = jumlah pengukuran pendahulu yang telah dilakukan

X_i = waktu penyelesaian yang teramat selama pengukuran yang telah dilakukan

k = harga indeks yang besarnya tergantung tingkat keyakinan

Nilai k ditentukan berdasarkan tingkat keyakinan dan tingkat ketelitian yang diinginkan, jika masing-masing adalah:

a. 95% dan 10%, maka $k = 20$

b. 95% dan 5%, maka $k = 40$

c. 99% dan 5%, maka $k = 60$

Jika:

$N \geq N'$, maka data yang hasil pengamatan yang diambil telah mencukupi . $N \leq N'$, maka perlu penambahan data.

2. 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.

Karena yang diukur adalah sistem kerja yang selalu berubah-ubah, maka perubahan yang terjadi diupayakan dalam batas kewajaran, sehingga data pengukuran yang dihasilkan akan seragam. Ketidakseragaman datang dengan tanpa disadari, maka diperlukan alat untuk mendeteksinya yang berupa batas kontrol, karena batas kontrol dapat menunjukkan seragam atau tidaknya data. Dalam pengujian keseragaman data, data yang berada diantara batas kontrol (seragam) digunakan dalam perhitungan selanjutnya (Sutalaksana, dkk.,1979).

Adapun langkah-langkah dalam melakukan pengujian keseragaman data adalah sebagai berikut:

- Menentukan jumlah hasil data keseluruhan yang kita peroleh dari pengumpulan data lapangan.
- Mencari nilai \bar{X} dengan rumus:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N}$$

- Menghitung standar deviasi dari waktu sebenarnya dengan rumus:

$$\delta x = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N - 1}}$$

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

$$BKA = \bar{X} + 2\delta x \quad BKB = \bar{X} - 2\delta x$$

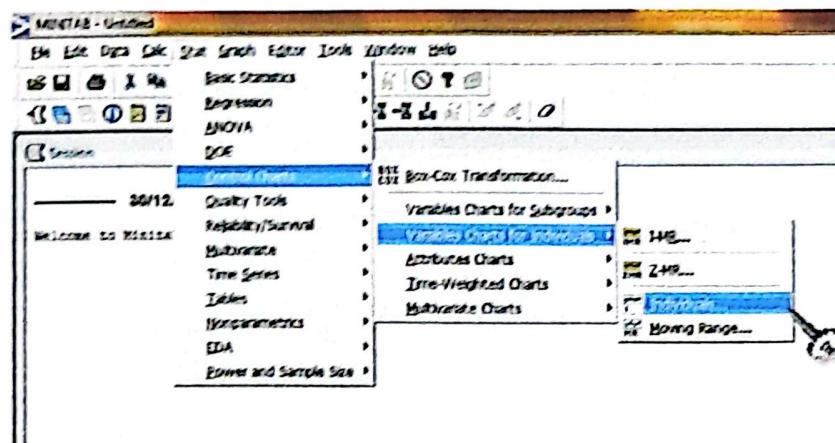
Dimana, \bar{X} = Nilai rata-rata

k = Tingkat keyakinan, 99% = 3 dan 95% = 2

δx = Standar deviasi

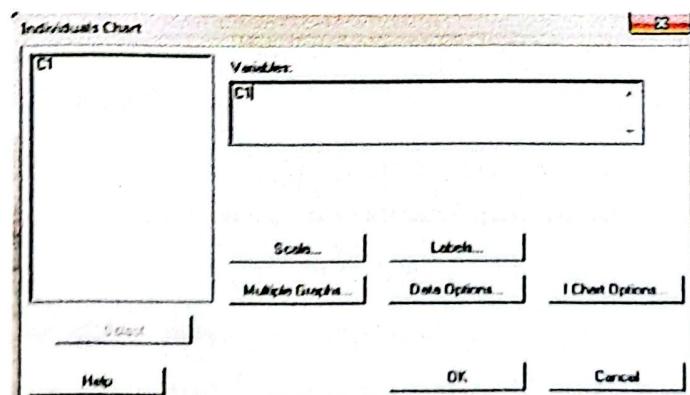
- Memindahkan data yang telah diperoleh kedalam bentuk grafik dengan batas-batas kontrol yang telah ditetapkan. dengan batas-batas kontrol yang sudah ditetapkan dapat dibantu dengan *software* Minitab16. Langkah-langkahnya yaitu :

- 1) Masukan data di *worksheet*
- 2) Lalu ikuti langkah-langkah dibawah ini :



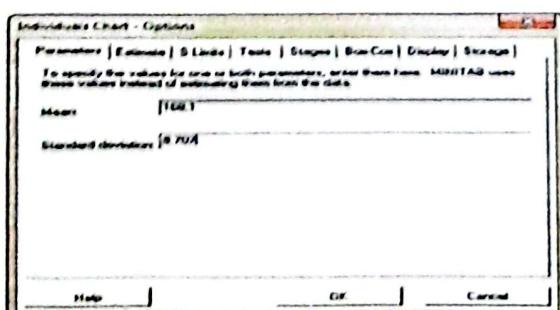
Gambar 2.14 Contoh Penggunaan Minitab16 untuk Uji Keseragaman
(Sumber: Minitab16)

- 3) Maka akan muncul tabel di bawah ini, lalu klik 2 kali yang berada di kolom kiri untuk memasukkan data yang akan diuji.



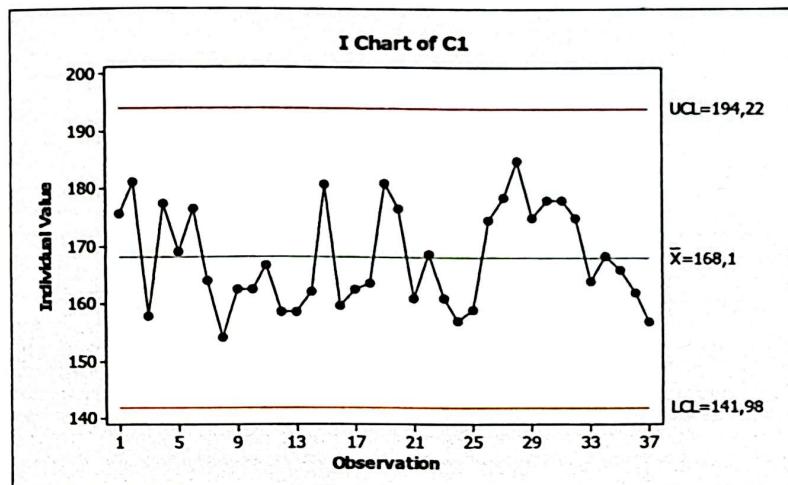
Gambar 2.15 Input untuk Uji Keseragaman
(Sumber: Minitab16)

- 4) Setelah itu pilih *I Chart Option* untuk memasukkan rata-rata dan standar deviasi data.



Gambar 2.16 Masukkan Rata-Rata dan Standar Deviasi
(Sumber: Minitab16)

5) Apabila data-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 diluar batas kontrol menyebabkan data tidak seragam.



Gambar 2.17 Contoh Hasil Uji Keseragaman
(Sumber: Minitab16)

2.4.5.7. Perhitungan Waktu Baku (*Standard Time*)

1. Waktu Siklus

Waktu siklus adalah waktu penyelesaian satu satuan produk sejak bahan baku mulai diproses menjadi barang jadi (Sutalaksana, dkk., 1979). Waktu siklus biasanya dipengaruhi *output* yang dikehendaki selama periode waktu operasi, dimana rumus perhitungan waktu siklus adalah

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N}$$

Dimana :

X_i = waktu penyelesaian yang teramati selama pengukuran

2. Waktu Normal

Waktu normal merupakan waktu yang diperlukan untuk seorang operator yang terlatih dan memiliki keterampilan rata-rata untuk melaksanakan suatu aktivitas dalam kondisi dan kecepatan normal.

Waktu normal tidak dipengaruhi waktu kelonggaran yang

diperlukan untuk melepas lelah, kebutuhan pribadi, atau adanya keterlambatan. Waktu normal dirumuskan sebagai berikut:

$$W_n = W_s \times p$$

Dimana :

W_n = Waktu Normal

W_s = Waktu Siklus

p = Faktor Penyesuaian

Faktor penyesuaian (p) ini diperhitungkan jika pengukur berpendapat bahwa operator bekerja dengan kecepatan tidak wajar sehingga hasil perhitungan waktu perlu disesuaikan atau dinormalkan dulu untuk mendapatkan waktu siklus rata-rata yang wajar jika pekerja bekerja dengan wajar maka faktor penyesuaianya $p = 1$, artinya waktu siklus rata-rata sudah normal. Jika bekerja terlalu lambat maka untuk menormalkan pengukur harus memberi harga p dan p_1 , jika dianggap bekerja terlalu cepat.

3. Waktu Baku (*Standard Time*)

Waktu baku adalah waktu yang diperlukan bagi seorang operator untuk bekerja dalam kondisi dan kecepatan normal dengan mempertimbangkan adanya faktor kelonggaran seperti faktor kelelahan, kebutuhan pribadi, dan adanya keterlambatan. Waktu baku dirumuskan sebagai berikut:

$$W_b = W_n + 1 (W_n)$$

Dimana:

W_b = Waktu Baku

W_n = Waktu Normal

1 = Faktor Kelonggaran

Dimana 1 sama dengan kelonggaran atau *allowance* yang diberikan kepada pekerja untuk menyelesaikan pekerjaannya disamping waktu normal (Sutalaksana, dkk., 1979).

2.5. SMED (*Single Minute Exchange Of Die*)

Kunjungan Shingo ke Amerika Serikat sangat terkesan oleh fakta bahwa banyak industri Amerika tertarik dengan sistem produksi Jepang. Khususnya JIT (*Just-In-Time*) dan TQC (*Total Quality Control*) yang diusahakan untuk mengintegrasikan sistem ini ke dalam operasi mereka.

Tak usah dikatakan JIT yang sangat efektif dalam manajemen industri, tetapi JIT adalah akhir, bukan sarana. Tanpa memahami metode praktis dan teknik yang membentuk inti, JIT tidak memiliki makna dalam dan dari dirinya sendiri.

Menurut Shingo sistem SMED adalah metode yang paling efektif untuk mencapai produksi *Just-In-Time*.

Kebanyakan orang tidak percaya bahwa waktu *setup* empat jam dapat dikurangi menjadi hanya tiga menit. Bahkan, ketika disajikan dengan klaim ini, kebanyakan orang akan mempertahankan bahwa tidak mungkin. Sistem SMED, bagaimanapun, berisi tiga komponen penting yang memungkinkan "mustahil" untuk menjadi mungkin:

1. Cara dasar berpikir tentang produksi
2. Sistem realistik
3. Sebuah metode praktis

Sebuah pemahaman lengkap dari ketiga aspek SMED akan memungkinkan bagi hampir setiap orang untuk menerapkan sistem SMED, dengan hasil yang berbuah untuk setiap *setup* industri.

Sistem SMED akan sangat membantu dalam sistem produksi yang ada, dan sangat berharap bahwa tidak hanya akan memahami maksud dari SMED, tetapi akan dapat memanfaatkan secara efektif di tempat kerja.

Setup menit tunggal dikenal sebagai sistem SMED, SMED menjadi akronim untuk *Single Minute Exchange of Die*. Istilah ini mengacu pada teori dan teknik untuk melakukan operasi *setup* di bawah sepuluh menit, di sejumlah menit dinyatakan dalam satu digit. Meskipun tidak setiap *setup* mempunyai arti dapat diselesaikan dalam satu digit menit, ini adalah tujuan dari sistem yang dijelaskan di sini dan itu dapat dipenuhi dalam persentase sangat tinggi dari kasus. Bahkan di mana ini tidak bisa, pengurangan dramatis dalam waktu *setup* biasanya mungkin.

Insinyur industri Jepang telah lama memahami bahwa mengurangi waktu *setup* adalah kunci untuk mengembangkan posisi industri yang kompetitif.

Menurut Shingo kearifan tradisional tentang peningkatan waktu *setup*. Ini terdiri dari tiga ide dasar:

1. Keterampilan yang dibutuhkan untuk perubahan *setup* dapat diperoleh melalui latihan dan pengalaman jangka panjang,
2. Produksi dengan *lot* besar mengurangi efek waktu *setup* dan menghemat jam kerja. Menggabungkan operasi *setup* menghemat waktu *setup* dan mengarah ke peningkatan efisiensi dan kapasitas produktif
3. Produksi dengan *lot* besar membawa peningkatan persediaan. *Economics lots* harus ditentukan dan jumlah persediaan diatur sesuai.

2.5.1. Sejarah SMED

Pada musim semi 1950, Shingo melakukan survei peningkatan efisiensi di pabrik Mazda Toyo Kogyo di Hiroshima, yang pada saat itu diproduksi kendaraan roda tiga. Toyota ingin menghilangkan hambatan yang disebabkan oleh *large body moulding presses* 350, 750 dan 800 ton yang tidak bekerja hingga kapasitas. Shingo segera melakukan pemeriksaan di tempat dengan melakukan analisis produksi selama seminggu dengan *stopwatch* sehingga bisa mendapatkan ide dari pekerjaan *press* besar lakukan.

Menurut Shingo *setup* terdiri dari dua jenis yang berbeda secara fundamental:

1. *Setup* internal (IED), seperti pemasangan atau menyingkirkan *dies*, yang dapat dilakukan hanya ketika mesin dihentikan.
2. *Setup* eksternal (OED), seperti mengangkut *dies* lama untuk penyimpanan atau menyampaikan *dies* baru untuk mesin, yang dapat dilakukan saat mesin beroperasi.

Pada musim panas tahun 1957 melakukan studi di Mitsubishi Heavy Industries galangan kapal di Hiroshima. SMED menghasilkan peningkatan 40% dalam produktivitas. Mr Okazaki manajer pabrik menyesalkan satu hal. Jika ia

MILIK PERPUSTAKAAN STM1
Membaca : Ibadah, Mengambil : Dosa

telah memahami pada saat itu pentingnya luar biasa dari mengubah *setup* internal untuk eksternal.

Dalam 1969 di pabrik utama Toyota Motor Company melihat apa yang bisa dilakukan, berusaha keras khusus untuk membedakan dengan jelas antara *setup* internal dan eksternal (IED dan OED), berusaha untuk meningkatkan secara terpisah. Setelah enam bulan berhasil memotong waktu *setup* untuk sembilan puluh menit.

Shingo memberi nama ini, konsep "*Single Minute Exchange of Die*" atau SMED. Kata "*Single Minute*" bukan berarti bahwa lama waktu *setup* hanya membutuhkan waktu satu menit, tapi membutuhkan waktu di bawah 10 menit (dengan kata lain "*single digit minute*"). SMED kemudian diadopsi oleh semua *Toyota plants* dan terus berkembang sebagai salah satu unsur utama dari *Toyota Production System*. Penggunaannya kini telah menyebar ke seluruh perusahaan Jepang dan dunia.

Mr. Taiichi Ohno, mantan wakil presiden di Toyota Motor Company dan sekarang konsultan, menulis tentang SMED dalam sebuah artikel yang berjudul "*Membawa Kebijaksanaan ke Pabrik*" yang muncul di jurnal Manajemen, yang diterbitkan oleh *Management Association Jepang*, pada bulan Juni 1976.

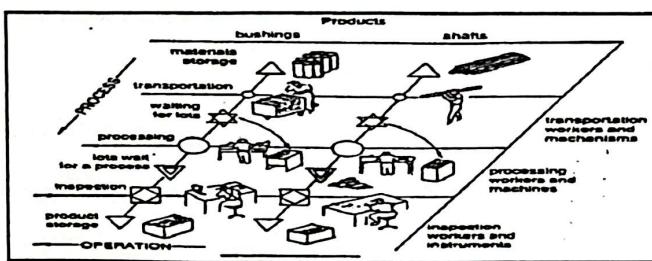
Sistem SMED telah mengalami banyak perkembangan di berbagai sektor industri Jepang, dan telah mulai menyebar di seluruh dunia. Amerika Federal-Mogul Corporation, Citroen di Perancis dan H. Weidmann Perusahaan di Swiss telah digunakan semua SMED untuk mencapai peningkatan produktivitas yang cukup besar. Di negara manapun, hasil positif akan diperoleh bila teori dan teknik SMED dipahami dan sesuai diterapkan.

Toyota dan beberapa produsen Jepang lainnya menghabiskan cukup banyak upaya mencoba untuk mengidentifikasi pendekatan untuk mengurangi waktu *setup*. Mereka mengembangkan istilah SMED untuk menyoroti kegunaan waktu *setup* yang lebih cepat. Pendekatan ini memungkinkan produsen mobil untuk mengurangi waktu *setup* untuk pergantian *dies* dari beberapa jam untuk hanya beberapa menit. Pengurangan waktu *setup* mengakibatkan pengurangan besar dalam jumlah dalam persediaan proses, yang mengarah ke pengurangan biaya

yang signifikan. Meskipun SMED berasal *setup* manufaktur, prinsip yang sama mengurangi *non value added setup* dan *changeover* waktu berlaku untuk setiap proses memproduksi atau menyediakan layanan yang baik (Verma dan Boyer, 2010)

2.5.2. Struktur Produksi SMED

Aktivitas produksi mungkin terbaik dipahami sebagai jaringan dari proses dan operasi, lihat Gambar 2.18.



Gambar 2.18 Struktur Produksi

(Sumber: Shingo, 1985)

Sebuah proses adalah aliran yang terus menerus oleh bahan baku yang dirubah menjadi produk jadi. Sistem yang umum adalah seperti di bawah ini:

1. Menyimpan bahan baku di gudang
2. Mengirimnya ke mesin
3. Meletakkannya di dekat mesin
4. Memprosesnya di dalam mesin
5. Meletakan hasil proses di dekat mesin
6. Memeriksa produk jadi
7. Menyimpan produk jadi untuk dikirim ke pelanggan

Meskipun aliran mungkin akan lebih kompleks di sebuah pabrik yang nyata, ini adalah ilustrasi yang valid dari proses produksi.

Operasi adalah sebuah aksi yang dilakukan oleh manusia, mesin atau alat-alat kepada bahan baku/mentah, produk setengah jadi atau produk jadi. Produksi adalah sebuah jaringan dari operasi dan proses, dengan satu atau lebih operasi yang saling berhubungan dengan masing-masing langkah di dalam proses.

Proses produksi dapat dibagi menjadi empat tahap:

1. Proses yaitu menggabungkan, memisahkan, mengubah bentuk atau kualitas.
2. Pemeriksaan yaitu membandingkan dengan standar.

3. Transportasi yaitu mengubah lokasi.
4. Menyimpan yaitu sejumlah waktu yang dibutuhkan selama produk tidak dikerjakan.

Penyimpanan dibagi lagi menjadi empat kategori

1. Penyimpanan bahan baku
2. Penyimpanan produk jadi
3. Menunggu untuk diproses, seluruh *lot* menunggu karena bekerja pada *lot* sebelumnya yang belum selesai
4. Menunggu *lot*, ketika item pertama dalam *lot* sedang dalam mesin, item yang tersisa harus menunggu untuk dipoles pada gilirannya.

Struktur internal operasi juga dapat dianalisis sebagai berikut:

1. Persiapan, setelah penyesuaian. Operasi ini dilakukan sekali, sebelum dan setelah setiap banyak diproses, mereka disebut sebagai operasi *setup*.
2. Operasi utama. Dilakukan untuk setiap item, operasi ini jatuh ke dalam tiga kategori:
 - a. Operasi penting yaitu proses mesin yang sebenarnya material.
 - b. Operasi bantu yaitu melampirkan benda kerja atau menyingkirkan mereka dari mesin.
 - c. Batas kelonggaran yaitu tidak teratur terjadi, tindakan seperti istirahat, air minum, menyapu sampah, kerusakan mesin dan lain-lain. Batas kelonggaran dapat jauh dikategorikan di bawah kelelahan, kebersihan, operasi (dilakukan hanya untuk operasi tertentu) dan *shopwide* (dilakukan untuk semua operasi).

Hubungan antara proses dan operasi adalah setiap tahap proses manufaktur pekerjaan, inspeksi, transportasi dan penyimpanan memiliki operasi yang sesuai. Artinya, ada operasi kerja, operasi inspeksi, operasi/transportasi dan operasi penyimpanan. Setiap operasi ini, lebih jauh lagi, memiliki empat subkategori: *setup*, penting, tambahan dan batas kelonggaran. Oleh karena itu, ada *setup*, penting, tambahan dan operasi batas kelonggaran yang berkaitan dengan bekerja, pemeriksaan, transportasi dan penyimpanan. Operasi penting, maka akan melibatkan, misalnya sebagai berikut:

1. Operasi Pengolahan: pemotongan sebenarnya poros
2. Operasi Inspeksi: mengukur diameter dengan micrometer
3. Operasi Transportasi: menyampaikan poros ke proses selanjutnya
4. Operasi Penyimpanan: menyimpan poros pada rak

Analisis yang sama berlaku untuk operasi *setup*, apakah mereka adalah *setup* pengolahan operasi, *setup* operasi inspeksi, *setup* operasi transportasi atau *setup* operasi penyimpanan.

Meskipun penekanan utama akan berada di pengolahan *setup* operasi, apa yang akan dikatakan sama berlaku untuk pemeriksaan, transportasi dan penyimpanan operasi.

Titik utamanya adalah bahwa kegiatan produksi terdiri proses dan operasi, dan *setup* yang termasuk dalam setiap jenis operasi.

2.5.3. Langkah-Langkah Dasar di Prosedur *Setup*

Prosedur *setup* biasanya dianggap sebagai jauh bervariasi, tergantung pada jenis operasi dan jenis peralatan yang digunakan. Namun ketika prosedur ini dianalisis dari sudut pandang yang berbeda, dapat dilihat bahwa semua operasi pemasangan terdiri urutan langkah-langkah. Dalam *setup* tradisional mengubah distribusi waktu sering yang ditunjukkan pada Tabel 2.4.

Tabel 2.3 Langkah Dalam Proses *Setup*

Operasi	Proporsi Waktu
Persiapan, setelah proses penyesuaian, dan memeriksa bahan baku, pisau, <i>dies</i> , <i>jig</i> , alat pengukur dan lain-lain.	30%
Pemasangan dan meningkirkan pisau dan lain-lain.	5%
Pemusatan, dimensi dan <i>setup</i> kondisi lain	15%
Percobaan berjalan dan penyesuaian	50%

(Sumber: Shingo, 1985)

Persiapan, setelah proses penyesuaian, memeriksa bahan, alat dan lain-lain. Langkah ini memastikan bahwa semua bagian dan alat-alat yang mana mereka seharusnya dan bahwa mereka berfungsi dengan baik. Juga termasuk dalam langkah ini adalah periode setelah pengolahan ketika item tersebut dihapus dan kembali ke penyimpanan, mesin dibersihkan dan lain-lain.

Pemasangan dan menyingkirkan pisau, alat, *parts* dan lain-lain. Ini termasuk penghapusan bagian dan alat-alat setelah selesai pengolahan dan lampiran bagian dan alat untuk *lot* berikutnya.

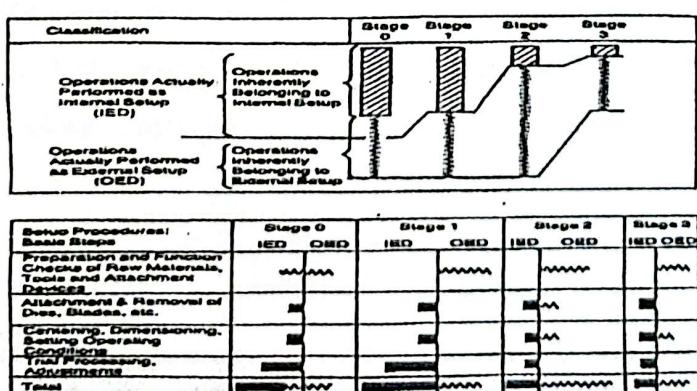
Pengukuran, *setup* dan kalibrasi. Langkah ini mengacu semua pengukuran dan kalibrasi yang harus dilakukan dalam rangka untuk melakukan operasi produksi, seperti *centering*, dimensi, mengukur suhu atau tekanan dan lain-lain.

Percobaan berjalan dan penyesuaian. Dalam langkah ini, penyesuaian dilakukan setelah benda uji diproses. Semakin besar keakuratan pengukuran dan kalibrasi pada langkah sebelumnya, lebih mudah penyesuaian ini.

Frekuensi dan panjang tes berjalan dan prosedur penyesuaian tergantung pada keterampilan operator *setup*. Kesulitan terbesar dalam operasi *setup* adalah kesulitan dalam menyesuaikan peralatan dengan benar. Proporsi besar waktu yang terkait dengan percobaan berjalan atau diperoleh dari masalah penyesuaian tersebut. Jika kita ingin membuat percobaan berjalan dan penyesuaian mudah, kita perlu memahami bahwa pendekatan yang paling efektif adalah untuk meningkatkan ketepatan pengukuran sebelumnya dan kalibrasi.

2.5.4. Perbaikan *Setup*

Tahap konseptual yang terlibat dalam perbaikan *setup* dapat dilihat pada Gambar 2.19.



Gambar 2.19 Konseptual Perbaikan *Setup*
(Sumber: Shingo, 1985)

1. Tahap Pendahuluan, Internal dan Eksternal *Setup* tidak Dibedakan

Dalam operasi *setup* tradisional, *setup* internal dan eksternal adalah membingungkan, apa yang bisa dilakukan secara eksternal dilakukan

sebagai *setup* internal dan oleh karena itu mesin tetap siaga untuk waktu yang diperpanjang. Dalam merencanakan bagaimana menerapkan SMED, seseorang harus mempelajari kondisi lantai produksi yang sebenarnya sangat rinci.

Analisis produksi terus menerus dilakukan dengan *stopwatch* mungkin adalah pendekatan yang terbaik. Analisis tersebut, bagaimanapun membutuhkan banyak waktu dan membutuhkan keahlian.

Kemungkinan lain adalah dengan menggunakan studi *work sampling*. Masalah dengan pilihan ini adalah bahwa sampel pekerjaan yang tepat hanya di mana ada banyak pengulangan. Studi semacam mungkin tidak cocok di mana beberapa tindakan yang berulang.

Pendekatan ketiga yang berguna adalah untuk mempelajari kondisi aktual di lantai produksi dengan mewawancara pekerja.

Sebuah metode yang lebih baik adalah untuk merekam seluruh operasi *setup*. Hal ini sangat efektif jika rekaman itu ditunjukkan kepada para pekerja segera setelah *setup* telah selesai. Memberikan pekerja kesempatan untuk membuka pandangan mereka sering menghasilkan wawasan mengejutkan yang cerdik dan berguna. Dalam banyak kasus wawasan ini dapat diterapkan di tempat.

Meskipun beberapa konsultan menganjurkan analisis mendalam produksi berkelanjutan untuk tujuan meningkatkan *setup*, kebenarannya adalah bahwa pengamatan informal dan diskusi dengan para pekerja harus sering dilakukan.

2. Tahap 1 : Memisahkan Internal dan Eksternal *Setup*

Langkah yang paling penting dalam melaksanakan SMED adalah membedakan antara *setup* eksternal dan internal. Semua orang akan setuju bahwa persiapan *part*, pemeliharaan dan sebagainya tidak boleh dilakukan saat mesin dihentikan.

Jika bukan kita melakukan upaya ilmiah untuk memperbaiki operasi *setup* sebanyak mungkin karena *setup* eksternal, maka waktu yang diperlukan untuk *setup* internal yang dilakukan saat mesin *off* biasanya dapat dipotong

30%-50%. Menguasai perbedaan antara *setup* internal dan eksternal ini syarat untuk mencapai SMED.

3. Tahap 2: Konversi Internal ke *Setup* Eksternal

Baru saja dijelaskan bahwa waktu *setup* normal dapat dikurangi 30%-50% dengan memisahkan prosedur *setup* internal dan eksternal. Tetapi bahkan pengurangan luar biasa ini tidak cukup untuk mencapai tujuan SMED. Tahap kedua mengkonversi *setup* internal untuk *setup* eksternal melibatkan dua pengertian penting:

- a. Kembali memeriksa operasi untuk melihat apakah ada langkah apapun yang salah diasumsikan menjadi *setup* internal
- b. Menemukan cara untuk mengkonversi langkah-langkah untuk *setup* eksternal

Contoh mungkin termasuk pemanasan elemen yang sebelumnya telah dipanaskan setelah *setup* telah dimulai dan mengkonversi berpusat untuk prosedur eksternal dengan melakukan hal itu sebelum produksi dimulai.

Operasi yang sekarang dilakukan sebagai *setup* internal yang sering dapat dikonversi untuk *setup* eksternal dengan memeriksa ulang fungsi mereka yang sebenarnya. Hal ini sangat penting untuk mengadopsi perspektif baru yang tidak terikat oleh kebiasaan lama.

4. Tahap 3: Memperlancar Semua Aspek Operasi *Setup*

Meskipun berbagai menit tunggal kadang-kadang dapat dicapai dengan mengubah *setup* eksternal, hal ini tidak benar dalam kebanyakan kasus. Inilah sebabnya mengapa kita harus melakukan upaya untuk merampingkan setiap operasi *setup* internal dan eksternal elemental. Tahap ini 3 disebut untuk analisis rinci dari setiap operasi elemental. Contoh-contoh berikut diambil dari aplikasi yang sukses dari tahap 1, 2 dan 3.

- a. Pada Toyota Motor Company, waktu *setup* internal pembuat baut yang sebelumnya diperlukan delapan jam dipotong untuk lima puluh delapan detik.

- b. Pada Mitsubishi Heavy Industries, waktu *setup* internal mesin boring enam yang sebelumnya membutuhkan dua puluh empat jam dikurangi menjadi dua menit dan empat puluh detik.

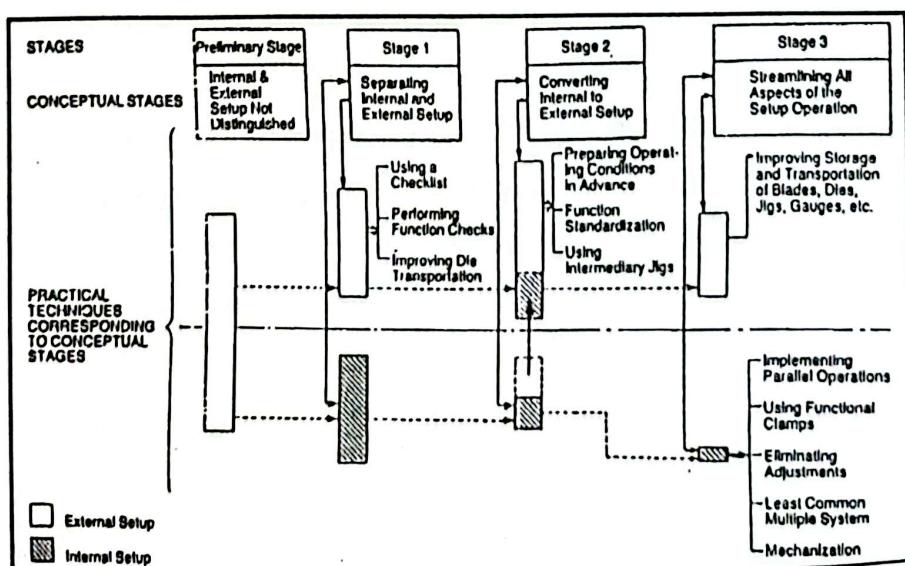
Tahapan 2 dan 3 tidak perlu dilakukan secara berurutan; mereka mungkin hampir simultan. Shingo telah memisahkan mereka di sini untuk menunjukkan bahwa mereka tetap melibatkan dua pengertian yang berbeda: analisis kemudian implementasi.

SMED lahir selama sembilan belas tahun sebagai hasil dari memeriksa erat aspek teoritis dan praktis perbaikan *setup*. Kedua analisis dan implementasi yang ini penting untuk sistem SMED dan harus menjadi bagian dari program perbaikan. Ada dua jenis *setup*, internal dan eksternal (atau IED dan OED). Empat tahap konseptual perbaikan *setup* melibatkan membedakan dari kedua jenis *setup* dan mengubah *setup* internal untuk *setup* eksternal. Setelah selesai, semua aspek *setup* dapat dirampingkan.

Pada setiap tahap, bagaimanapun perbaikan *setup* dapat direalisasikan.

2.5.5. Teknik Untuk Menerapkan SMED

Setelah tahu konsep yang terlibat dalam perbaikan *setup*, berikut ini adalah beberapa teknik praktis yang sesuai dengan tahap konseptual. Langkah-langkah SMED dapat dilihat pada Gambar 2.20.



Gambar 2.20 Tahap konseptual dan Teknik Praktis
(Sumber: Shingo, 1985)

MILIK PERPUSTAKAAN STMI
Membaca : Ibadah, Mengambil : Dosa

1. Langkah Pendahuluan : Internal dan Eksternal *Setup* Tidak Dibedakan

Dalam operasi *setup* tradisional, beberapa jenis pemberoran:

- a. Barang jadi diangkut ke penyimpanan atau *batch* berikutnya bahan baku dipindahkan dari persediaan setelah *lot* sebelumnya telah selesai dan mesin telah dimatikan. Karena mesin dimatikan selama transportasi, waktu berharga hilang.
- b. Pisau, dies dan lain-lain yang dikirim setelah *setup* internal yang telah dimulai, atau bagian yang rusak ditemukan setelah pemasangan dan uji berjalan. Akibatnya, waktu yang hilang menghapus bagian dari mesin dan mulai lagi. Seperti dengan transportasi bahan baku atau barang jadi, limbah dapat terjadi setelah pengolahan. Bagian yang tidak lagi diperlukan diangkut ke ruang alat sementara mesin mati masih dimatikan.
- c. Dengan *jig* dan alat pengukur, *jig* mungkin diganti karena tidak cukup akurat dan perbaikan belum dilakukan, baut tidak dapat digunakan, baut tidak baik karena mur yang terlalu ketat atau tidak ada blok ketebalan yang tepat dapat digunakan.

Anda mungkin dapat memikirkan banyak contoh lain di mana kekurangan, kesalahan, verifikasi tidak memadai peralatan atau masalah yang sama telah terjadi dan menyebabkan keterlambatan dalam operasi *setup*.

Secara tradisional, manajer dan insinyur manufaktur telah gagal untuk mengabdikan kemampuan penuh mereka untuk analisis operasi *setup*. Lebih sering daripada tidak, mereka menetapkan *setup* untuk para pekerja dan menganggap bahwa karena pekerja mereka teliti, mereka akan melakukan yang terbaik untuk melakukan *setup* secepat mungkin. Dengan kata lain, masalah waktu *setup* yang tersisa untuk diselesaikan di lantai produksi. Tentunya sikap ini adalah salah satu alasan utama mengapa, sampai saat ini, tidak ada kemajuan besar telah dibuat dalam meningkatkan operasi *setup*.

Dilakukan beberapa pendekatan untuk menyatakan kondisi nyata dari operasi *shop floor*. Langkah-langkahnya :

- a. Analisis produksi secara berkesinambungan dengan menggunakan *stopwatch* dan sampling pekerjaan.
 - b. Wawancara dengan pekerja
 - c. Merekam seluruh operasi *setup* dengan kamera.
2. Langkah 1: Memisahkan Internal *Setup* dan Eksternal *Setup*

Teknik-teknik berikut ini efektif dalam memastikan bahwa operasi yang dapat dilakukan sebagai *setup* eksternal, pada kenyataannya, dilakukan ketika mesin sedang berjalan.

- a. Menggunakan *Checklist*

Membuat daftar dari semua bagian dan langkah-langkah yang diperlukan dalam operasi. Daftar ini akan mencakup:

- 1) Nama
- 2) Spesifikasi
- 3) Jumlah pisau, *dies* dan barang-barang lainnya
- 4) Tekanan, suhu dan *setup* lainnya
- 5) nilai numerik untuk semua pengukuran dan dimensi

Atas dasar daftar ini, periksa bahwa tidak ada kesalahan dalam kondisi operasi. Dengan melakukan ini sebelumnya, dapat menghindari kesalahan konsumsi waktu yang banyak dan uji berjalan.

Penggunaan meja pemeriksaan disebut juga sangat berguna. Sebuah meja cek adalah tabel yang gambar telah dibuat dari semua bagian dan peralatan yang dibutuhkan untuk *setup*. Bagian-bagian yang sesuai hanya ditempatkan di atas gambar yang sesuai sebelum *setup* internal dimulai. Sejak sekejap di meja akan memberitahu operator apakah ada bagian yang hilang, ini adalah teknik visual yang kontrol yang sangat efektif. Satu-satunya batasan pada kegunaan meja cek adalah bahwa hal itu tidak dapat digunakan untuk memverifikasi kondisi operasi sendiri. Meskipun demikian, hal itu tetap menjadi tambahan yang berharga untuk daftar.

Hal ini sangat penting untuk membangun sebuah daftar yang spesifik dan meja untuk setiap mesin. Hindari penggunaan daftar

periksa umum untuk sebuah seluruh lantai: mereka dapat membingungkan, mereka cenderung untuk tersesat dan karena mereka membingungkan mereka terlalu sering diabaikan.

b. Cek fungsi Kegunaan

Suatu daftar berguna untuk menentukan apakah semua bagian yang mana mereka harus, tetapi tidak mengatakan apakah mereka agar bekerja sempurna. Akibatnya, perlu untuk melakukan pemeriksaan fungsi dalam proses *setup* eksternal.

Kegagalan untuk melakukan hal ini akan mengakibatkan pasti keterlambatan dalam *setup* internal yang saat itu tiba-tiba menemukan bahwa alat ukur tidak bekerja dengan baik atau jig yang tidak akurat. Secara khusus, perbaikan tidak memadai untuk menekan dan cetakan plastik kadang-kadang ditemukan setelah tes berjalan telah selesai. Dalam hal ini, cetakan yang salah telah mengambil kesulitan untuk memilih mesin harus disingkirkan dan diperbaiki, ini meningkatkan waktu *setup* secara substansial.

Salah satu masalah yang sering adalah perbaikan yang diantisipasi, tetapi memakan waktu lebih lama dari yang diharapkan. Operasi ini dimulai sebelum perbaikan selesai. Ketika barang yang cacat muncul sebagai hasilnya, *dies* tersebut segera disingkirkan, dan perbaikan lebih lanjut dibuat, mengganggu produksi. Itu selalu penting untuk menyelesaikan perbaikan sebelum pemasangan internal dimulai.

c. Meningkatkan transportasi *dies* dan *parts* lain

Parts telah dipindahkan dari penyimpanan ke mesin, dan kemudian kembali ke penyimpanan sekali *lot* selesai. Hal ini harus dilakukan sebagai prosedur *setup* eksternal, di mana baik operator bergerak bagian-bagian sendiri saat mesin berjalan secara otomatis, atau pekerja lain ditugaskan untuk tugas transportasi.

Salah satu faktor bekerja dengan operasi pemasangan dilakukan pada *press* besar dengan mengekstraksi *dies* pada bergerak guling. Sebuah kabel melekat pada *dies*, yang derek kemudian diangkat dan

disampaikan ke tempat penyimpanan. Saran sejumlah perubahan pada mandor produksi adalah:

- 1) Memiliki derek memindahkan *dies* baru untuk mati mesin terlebih dahulu.
 - 2) Berikutnya, menurunkan *dies* lama dari bergerak guling ke sisi mesin.
 - 3) Pasang *dies* baru untuk bergerak guling, masukkan dalam mesin dan memulai operasi baru.
 - 4) Setelah itu, menghubungkan kabel ke *dies* lama dan mengangkutnya ke tempat penyimpanan.
3. Langkah 2: Mengubah Internal *Setup* Menjadi Eksternal *Setup*
- a. Memeriksa kembali setiap operasi untuk melihat apakah ada langkah yang salah sehingga diasumsikan sebagai internal *setup*.
 - b. Menemukan cara untuk mengubah langkah tersebut menjadi eksternal *set up*.
4. Langkah 3: Menyederhanakan Seluruh Aspek Operasi *Setup*.

Langkah ini digunakan untuk analisis secara terperinci dari setiap operasi dasar. Langkah 2 dan 3 tidak dilakukan secara terpisah, keduanya hampir simultan.

- a. Perbaikan radikal dalam operasi *setup* Eksternal

Perbaikan dalam penyimpanan dan transportasi bagian dan alat (termasuk pisau, *dies*, *jig* dan pengukur) dapat berkontribusi untuk operasi perampingan, meskipun mereka sendiri tidak akan cukup.

Dalam kasus *dies press* ukuran sedang, peralatan canggih yang tersedia untuk menyimpan dan memindahkan *parts* dan alat-alat. Ruang rak adalah salah satu *setup* tersebut, di mana *dies* disimpan di rak tiga dimensi, dan peralatan otomatis digunakan untuk menyimpan *dies* dan mengirim mereka pada konveyor untuk mesin yang sesuai. Semacam ini sistem penyimpanan otomatis mengurangi jumlah jam kerja yang dibutuhkan untuk pemasangan eksternal, tetapi tidak mewakili peningkatan *setup* internal. Akibatnya, tidak langsung

membantu kami mencapai tujuan SMED dan harus digunakan hanya ketika kontrol dari sejumlah besar *dies* berat sangat sulit.

- b. Perbaikan radikal dalam operasi *setup* internal

2.5.6. Manfaat SMED

Manfaat penuh dari SMED dapat dicapai hanya setelah analisis dari operasi *setup* telah dibuat dan empat tahap konseptual *setup* diidentifikasi. Namun, teknik yang efektif dapat diterapkan pada setiap tahap, yang mengarah ke pengurangan mengesankan dalam waktu *setup* dan perbaikan dramatis dalam produktivitas bahkan di awal perbaikan.

Penerapan dari penggunaan SMED terbukti:

1. Persediaan produksi berkurang

Memang benar, tentu saja bahwa persediaan hilang bila tinggi keragaman. Permintaan volume rendah ditangani dengan cara keragaman produksi *lot* kecil. Namun efek perkalian dari komponen-keragaman yang tinggi, di satu sisi, dan komponen *lot* kecil, di sisi lain menyebabkan mau tidak mau untuk peningkatan substansial dalam jumlah operasi *setup* yang harus dilakukan. Pemotongan *setup* yang digunakan untuk mengambil dua jam sampai tiga menit dengan SMED, bagaimanapun, perubahan situasi jauh. Sistem SMED menawarkan satu-satunya jalan untuk kedua keragaman tinggi, produksi *lot* kecil dan tingkat persediaan minimal.

Apalagi bila sistem produksi yang meminimalkan persediaan diadopsi, efek agunan berikut dapat diharapkan:

- a. Tingkat perputaran modal meningkat.
- b. Pengurangan saham menyebabkan lebih efisien penggunaan ruang pabrik.
- c. Produktivitas meningkat sebagai operasi penanganan saham dieliminasi.
- d. Saham tidak dapat digunakan yang timbul dari model yang giliran atau kesalahan estimasi permintaan dihilangkan.
- e. Barang tidak lagi hilang melalui kerusakan.

- f. Kemampuan untuk mencampur produksi berbagai jenis barang mengarah ke pengurangan persediaan lebih lanjut.
2. **Peningkatan Kerja Mesin dan Kapasitas Produktif**
Jika waktu *setup* berkurang drastis, maka tingkat kerja mesin akan meningkat dan produktivitas akan meningkat meskipun peningkatan dari jumlah *setup* operasi.
3. **Penghapusan Kesalahan *Setup***
Kesalahan *setup* berkurang dan mengurangi percobaan yang rendah kejadian cacat.
4. **Peningkatan Kualitas**
Kualitas juga meningkatkan, karena kondisi operasi diatur sepenuhnya di awal
5. **Peningkatan Keselamatan**
Setup sederhana menghasilkan operasi yang lebih aman.
6. **Peralatan yang disederhanakan**
Standardisasi mengurangi jumlah peralatan yang dibutuhkan dan orang-orang yang masih diperlukan diatur lebih fungsional.
7. **Penurunan Waktu *Setup***
Jumlah total waktu *setup* termasuk baik *setup* internal dan eksternal berkurang, dengan penurunan konsekuensi dalam jam orang.
8. **Rendah biaya**
Pelaksana SMED meningkatkan efisiensi investasi dengan membuat memungkinkan peningkatan dramatis dalam produktivitas dengan biaya yang relatif kecil.
9. **Pilihan Operator**
Sejak penerapan SMED berarti bahwa perubahan perkakas yang sederhana dan cepat, tidak ada lagi alasan untuk memilih operator.
10. **Kebutuhan tingkat keterampilan menurun**
Kemudahan perubahan perkakas menghilangkan kebutuhan untuk pekerja terampil.

Shingo mengamati operasi *setup* untuk gigi heliks pada mesin *gear* potong di pabrik Citroen di Perancis. Dengan menggunakan SMED, seorang pekerja terampil yang bertanggung jawab atas mesin itu mampu menyelesaikan dalam tujuh menit dan tiga puluh delapan detik operasi yang sebelumnya telah mengambil spesialis terampil sekitar satu jam setengah untuk melakukan.

11. Mengurangi Waktu Produksi

Periode produksi dapat dipersingkat secara drastis. Secara umum, tiga strategi berikut telah terbukti efektif.

a. Menghilangkan menunggu proses.

Penundaan terbesar dalam produksi disebabkan tidak dengan inspeksi atau transportasi, tapi waktu yang dihabiskan menunggu untuk pengolahan satu *lot* akan selesai sebelum *lot* lain dapat diproses.

b. Menghilangkan menunggu *lot*.

Banyak waktu yang hilang ketika perantara dan bahan baku harus menunggu pengolahan seluruh *lot* yang harus diselesaikan. Penundaan ini bisa dihilangkan hanya dengan mendirikan "*lot* transportasi" dari satu item masing-masing, sehingga setiap item bergerak ke proses berikutnya secepat itu telah mengalami pengolahan. Hal ini diperlukan, dengan kata lain, untuk mengadopsi apa yang mungkin disebut "*one piece flow*" operasi

c. Menghasilkan dalam *lot* kecil

Waktu produksi dapat dipotong 90% dengan terlibat dalam produksi *lot* kecil.

12. Peningkatan Fleksibilitas Produksi

Selain memperpendek waktu produksi, adopsi SMED memfasilitasi pergantian produk, sehingga memungkinkan untuk merespon dengan cepat terhadap perubahan permintaan dan secara substansial meningkatkan fleksibilitas manufaktur.

13. Penghapusan Konseptual titik buta

Bintik-bintik buta konseptual semacam ini mungkin pasti akan ditemukan di perusahaan lain juga.

14. Sikap Baru
15. Merevolusi Metode Produksi

2.5.7. Aturan Meningkatkan *Changeover*

Dalam masa kejayaan produksi massal skala besar, insinyur produksi yang digunakan untuk menyetujui bahwa "sedikit *changeover*, lebih baik". Namun, dalam berbagai hari ini-pasar di mana variasi produk besar, volume keluaran kecil dan pengiriman yang singkat didalam semua permintaan, pabrik-pabrik yang harus membuat sering pergantian model produk untuk mencocokkan produksi dengan kebutuhan pasar saat ini.

Ketika pasar membutuhkan perubahan, pabrik harus memiliki keberanian untuk memperbaiki sistem *changeover*, dalam panduan implementasi JIT ada tujuh aturan untuk meningkatkan *changeover* (Hirano, 2009):

1. Pergantian dimulai dan berakhir dengan 5S

Peningkatan *changeover* dimulai dengan 5S karena semua perbaikan dimulai dengan 5S ini. Faktanya, pelaksanaan menyeluruh dari 5S adalah penting terutama keberhasilan perbaikan *changeover*. Pabrik yang melakukan pekerjaan yang sangat miskin dalam operasi *changeover* dapat menemukan waktu *changeover* mereka dipotong setengah sangat mudah, sekali mereka telah mendirikan 5S ini. Babak bahwa mereka kehilangan adalah semua pemborosan yang timbul dari mencari hal-hal yang membedakan, menggunakan hal-hal tidak efisien dan memindahkan barang-barang di sekitar.

5S adalah yang sangat dasar untuk perbaikan *changeover* dan yang paling penting dari 5S ini adalah *setup* yang tepat (*Seiri*) dan ketertiban (*Seiton*).

2. Perubahan *changeover* internal ke *changeover* eksternal, lalu meningkatkan sisa *changeover* internal

Banyak dari kita cenderung untuk menghitung waktu *changeover* dengan hanya memasukkan waktu *changeover* internal. Sebaliknya, kita

harus membedakan antara *changeover* internal dan eksternal, dan mencoba untuk mengalihkan sebanyak *changeover* internal yang mungkin ke ranah *changeover* eksternal, setelah itu, siap untuk memulai meningkatkan *changeover* internal yang tersisa, banyaknya perbaikan dibuat dalam *changeover* internal ini titik akan membawa hasil yang berharga.

3. Baut apakah musuh

Ketika memulai perbaikan *changeover*, baut adalah musuh Umum No 1. Setiap kali kita melihat baut, kita harus mulai memikirkan cara untuk melakukannya tanpa mereka. Jika kita tidak bisa menyingkirkan baut, kita mungkin setidaknya dapat mengurangi jumlah baut atau mendesain ulang baut sehingga dapat cukup diperketat atau kendor dengan hanya satu putaran. Hal ini akan membantu kita menghilangkan pemborosan yang disebabkan oleh baut panjang yang sia-sia.

4. Jika anda Harus gunakan tangan Anda, pastikan kaki anda tetap masuk

Sebuah tanda pasti dari buruknya operasi *changeover* yang direncanakan adalah ketika pekerja harus berjalan di sini dan di sana untuk melakukan hal itu. Berjalan di sekitar dalam mencari kunci atau *dies* atau gerobak adalah semua pemborosan besar waktu. Ingat, setiap detik berjalan adalah kedua waktu terbuang. Jika seorang pekerja harus mengambil 20 langkah untuk memuat alat, yang 20 detik pemborosan atau lebih tepatnya 40 detik pemborosan : 20 detik pemborosan untuk mendapatkan alat dan 20 detik pemborosan untuk menempatkan kembali. Waktu *changeover* menjadi panjang dengan setiap langkah operator mengambil *changeover*.

5. Jangan mengandalkan yang spesial-Keahlian penyetelan

Salah satu gagasan usang terkuat dipegang tentang operasi *changeover* adalah bahwa peralatan selalu membutuhkan beberapa penyetelan yang baik setelah *changeover*. Tidak hanya itu, tetapi sering kali penyetelan yang baik begitu sulit bahwa dibutuhkan "tangan tua" untuk melakukannya. Orang pabrik menerima sebagai situasi yang natural dan tak terelakkan. Tidak ada gunanya membayar harga mengandalkan individu tertentu ketika penyesuaian dapat dibakukan sehingga siapa pun dapat melakukannya atau,

lebih baik lagi, sering dapat dihilangkan sama sekali dengan ketat mengikuti standar *changeover*.

6. Standar adalah standar, tidak fleksibel.

Satu hal yang sering menyebabkan penyetelan yang baik setelah *changeover* adalah sikap *changeover* yang standar dapat "agak tidak yakin" sedikit. Standar biasanya meresepkan X, Y dan kadang Z untuk posisi *dies*, pisau, pengencang dan bagian-bagian baru *setup* lainnya selama operasi pergantian. Jika pekerjaan *changeover* adalah standar mati, seluruh pabrik adalah standar mati. Standar tidak lagi standar jika mereka dapat ditafsirkan sedikit berbeda selama setiap operasi *changeover*. Standar dimaksudkan untuk disimpan, tidak disembunyikan.

7. Standarisasi semua operasi *changeover*

Sebuah mitos umum di antara pekerja pabrik adalah bahwa *changeover* adalah jenis kebebasan bekerja di mana setiap individu pekerja menampilkan nya "know-how" dan keakraban dengan peralatan. Keyakinan ini hampir tidak kondusif untuk standarisasi, sehingga kita perlu mengenali untuk apa itu dan membuangnya. Jika standardisasi mungkin, perbaikan tidak mungkin. Menjaga bahwa frase sederhana dalam pikiran akan membantu kita membuat kemajuan karena kami bekerja untuk meningkatkan operasi pergantian.

2.6. 5S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*)

5S adalah kependekan kata Jepang *seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke*, secara keseluruhan diterjemahkan menjadi aktivitas pembersihan di tempat kerja (Monden, 1995).

Setiap waktu. berbagai jenis kotoran dapat menumpuk di pabrik dan kantor dalam perusahaan. Kotoran dalam pabrik antara lain sediaan barang-dalam-pengolahan (*work-in-process*) yang tak perlu, sediaan cacat, mal, perkakas dan pengukur yang tak perlu, minyak bekas dan kereta, perlengkapan, meja, dan lain-lain, yang tidak dibutuhkan. Dalam kantor, dokumen, laporan dan alat tulis yang tak diperlukan juga termasuk kotoran, 5S adalah proses pembersihan semua

kotoran agar dapat menggunakan benda yang diperlukan pada waktu diperlukan dalam jumlah secukupnya. Dengan melaksanakan 5S, tingkat mutu, waktu pemesanan dan pengurangan biaya dapat diperbaiki. Itulah tiga tujuan manajemen produksi yang utama. Hiroyuki Hirano percaya bahwa dengan memperkenalkan 5S suatu pabrik dapat memasok produk yang diinginkan pelanggan, dalam mutu yang baik, dengan biaya rendah, cepat, dan aman, sehingga laba perusahaan akan meningkat.

Untuk mencapai tujuan tadi, "*Muda*" atau kekenduran berikut ini harus dikurangi:

1. Waktu penyiapan yang terlalu banyak.

Mencari cetakan, mal atau perkakas yang diperlukan untuk melakukan penyiapan operasi berikutnya sangat menyita waktu. Waktu penyiapan dapat diturunkan atau dihilangkan dengan menyusun rapi dulu bahan yang diperlukan untuk operasi penyiapan tertentu.

2. Bahan/produk cacat.

Cacat akan menjadi lebih jelas dalam pabrik yang bersih. "Potret kegiatan", suatu konsep yang mendorong munculnya perasaan bangga dan malu pada pekerja, digunakan untuk memotivasi pekerja mengurangi cacat.

3. Daerah kerja yang kacau.

Kebersihan dan kerapian di tempat kerja meningkatkan efisiensi operasi. Pengangkutan produk menjadi lebih mudah setelah menyingkirkan bahan-bahan yang tak perlu dari lantai. Tempat kerja yang bersih meningkatkan semangat pekerja, dengan demikian tingkat kehadiran meningkat. Selain itu, karena fasilitas yang bersih mengurangi permasalahan, waktu operasi yang tersedia dalam pabrik juga akan meningkat.

4. Penyerahan yang lewat waktu.

Untuk menyampaikan produk secara tepat waktu, masukan untuk membuat produk, misalnya tenaga kerja, bahan dan fasilitas, harus berjalan lancar. Karena tiadanya unit yang diperlukan akan lebih kelihatan dalam pabrik yang bersih, pesanan untuk melengkapi pasokan yang diperlukan akan

menjadi lebih efisien dan lebih sedikit waktu yang terbuang untuk menunggu bahan.

5. Keadaan tidak aman.

Muatan yang tak semestinya, tumpahan minyak di lantai dan lain-lain, dapat menyebabkan cedera pada pekerja dan mungkin merusak sediaan, yang akan menambah biaya dan menunda penyerahan produk.

Gerakan 5S mempunyai beberapa manfaat lain. Contohnya, gerakan itu dapat menanamkan hubungan kemanusiaan yang baik dalam perusahaan dan meningkatkan semangat pekerja. Suatu perusahaan, yang pabriknya bersih dan rapi, akan memperoleh kepercayaan pelanggan, pemasok, pengunjung dan pelamar kerja.

Pekerja tidak bisa efisien jika tempat kerja mereka berantakan dan tidak terorganisir. Banyak waktu dapat terbuang mencari alat yang tepat atau bergerak di sekitar tumpukan bahan yang berserakan. Dalam sistem produksi ramping, perusahaan dapat menggunakan prinsip 5S untuk menciptakan lingkungan kerja yang lebih terorganisir (Verma dan Boyer, 2010).

Sebagaimana setiap kata memiliki arti yang luas, demikian pula dengan aktivitas 5S yang bahkan kadang-kadang memiliki arti yang kurang jelas. Secara umum tidak ada penjabaran definisi yang baku mengenai tiap tahap dalam 5S, yang ada adalah prinsip-prinsip dalam tiap tahap 5S. Prinsip-prinsip tersebut mengacu kepada aktivitas yang dilakukan dan sikap mental yang diperlukan dalam melaksanakan setiap tahapan 5S. Penjabaran 5S dan 5R sebagai padanannya adalah sebagai berikut (Osada, 1995):

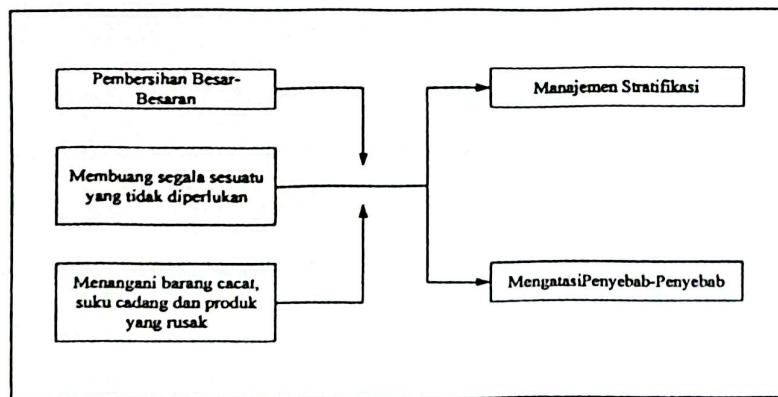
1. *Seiri* (Ringkas)

Umumnya istilah ini berarti mengatur segala sesuatu, memilih sesuai dengan aturan atau prinsip-prinsip yang spesifik. Sesuai dengan terminologi 5S, *Seiri* berarti membedakan atau memisahkan antara yang diperlukan dan yang tidak diperlukan, mengambil keputusan yang tegas, dan menerapkan manajemen stratifikasi untuk membuang hal-hal yang tidak diperlukan. Pada tahap ini, titik beratnya adalah manajemen stratifikasi dan mencari

faktor-faktor penyebab sebelum hal-hal yang tidak diperlukan tersebut menjadi sebuah masalah.

Dalam manajemen stratifikasi, hal pertama yang dilakukan adalah menggunakan diagram pareto, kemudian melakukan stratifikasi terhadap hasil metode pareto sebagai dasar penentuan prioritas pemecahan masalah.

Selanjutnya adalah mengatasi faktor-faktor penyebab. Merupakan hal yang sangat penting untuk melakukan pembersihan sampah-sampah apapun bentuknya, sehingga dengan demikian akan diketahui mengapa suatu hal menjadi buruk dan dapat menemukan akar dari penyebab masalah. Dengan demikian, kita akan dapat menangani penyebabnya, dan ini merupakan hal yang sangat penting. Dari pengertian Seiri di atas, maka dapat digambarkan proses Seiri sebagai berikut :



Gambar 2.21 Proses dalam *Seiri*
(Sumber: Osada, 1995)

2. *Seiton* (Rapi)

Umumnya, dalam penerapan 5S, *Seiton* berarti menyimpan barang-barang di tempat yang tepat atau dalam tata letak yang benar sehingga dapat dipergunakan dalam keadaan mendadak. Pada tahap ini, titik beratnya adalah pada manajemen fungsional dan mengeliminasi aktivitas mencari. Jika segala sesuatu disimpan pada tempatnya sehingga menjaga mutu dan keamanan, maka akan tercipta tempat kerja yang rapi.

Prinsip penataan berlaku di seluruh lapisan masyarakat dan disegala aspek kehidupan. Semua penataan ini memerlukan keterampilan. Segala sesuatunya dirancang untuk memudahkan dalam mengambil barang saat dibutuhkan tanpa adanya kegiatan mencari.

Untuk merancang suatu tata letak fungsional, langkah awal dilakukan dengan menentukan seberapa sering menggunakan suatu barang atau material:

- a. Barang-barang yang tidak dipergunakan : singkirkan
- b. Barang-barang yang tidak digunakan tetapi jika ingin digunakan dalam keadaan tertentu: simpan sebagai barang-barang untuk keadaan yang tidak terduga.
- c. Barang-barang yang hanya dipergunakan sewaktu-waktu saja : simpan sejauh mungkin.
- d. Barang-barang yang kadang-kadang dipergunakan: simpan di tempat kerja.
- e. Barang-barang yang sering dipergunakan: simpan di tempat kerja atau disimpan oleh pegawai yang bersangkutan.

Karena penataan dimaksudkan untuk meningkatkan efisiensi, maka perlu dilakukan studi waktu, penyempurnaan dan penerapan selama perbaikan dilakukan. Kunci untuk melakukan hal ini adalah dengan mempertanyakan 5W 1H (*what, when, where, why, who* dan *how*) untuk setiap item.

3. *Seiso* (Resik)

Secara umum *Seiso* berarti melakukan pembersihan sehingga segala sesuatunya bersih. Pada terminologi 5S, *Seiso* berarti menyingkirkan sampah, kotoran dan lain-lain sehingga segala sesuatunya bersih. Membersihkan merupakan salah satu bentuk pemeriksaan. Titik beratnya adalah membersihkan sebagai pemeriksaan dan menciptakan tempat kerja yang sempurna.

Sangat penting untuk mengetahui dengan tepat tempat melakukan pemeriksaan, terutama pada mesin-mesin dan fasilitas yang harus bebas kotoran. Semangat “Membersihkan adalah Memeriksa”, yaitu membersihkan lebih dari sekedar membuat tempat dan fasilitas bersih, melainkan juga memberikan kesempatan untuk melakukan pemeriksaan. Meskipun tempat kerja tidak kotor, tetap saja harus diperiksa.

Mencapai keadaan tanpa kotoran dengan pertimbangan bahwa aktivitas membersihkan memberikan dampak terhadap downtime, kualitas, keselamatan, moral dan aspek operasional lainnya. 5S berusaha mencapai keadaan tanpa kotoran dan mengeliminasi kerusakan-kerusakan dan kesalahan-kesalahan kecil pada titik-titik kunci pemeriksaan.

4. *Seiketsu* (Rawat)

Pada terminologi 5S, standarisasi berarti perawatan ringkas, kerapian dan kebersihan secara terus menerus. Hal tersebut meliputi kebersihan personil dan kebersihan secara terus menerus. Hal tersebut meliputi kebersihan personil dan kebersihan lingkungan. Titik beratnya adalah manajemen visual dan standarisasi 5S. Inovasi dan manajemen visual dilakukan untuk mencapai dan memelihara kondisi terstandarisasi sehingga tindakan dapat diambil dengan cepat. Manajemen visual menjadi salah satu alat yang merupakan penerapan *kaizen* yang efektif. Dewasa ini digunakan untuk produksi, kualitas, keselamatan dan lain-lain.

Manajemen warna, atau disebut juga manajemen kode warna digunakan untuk menciptakan lingkungan kerja yang lebih kondusif. Sebagai contoh adalah pengguna baju berwarna putih oleh karyawan sebagai indikator seberapa cepat baju itu kotor. Semakin cepat kotor berarti perlu diambil tindakan untuk menciptakan lingkungan kerja yang bersih. Demikian halnya dengan petunjuk-petunjuk atau instruksi kerja harus dapat disampaikan secara visual kepada seluruh pegawai dengan baik, dalam arti baik secara visual dan dipersepsi secara benar.

5. *Shitsuke* (Rajin)

Secara umum *Shitsuke* berarti pelatihan yang diberikan dan kemampuan untuk melakukan sesuatu yang diinginkan walaupun sulit. Pada terminologi 5S, *Shitsuke* berarti memiliki kemampuan untuk melakukan pekerjaan sebagaimana seharusnya dikerjakan. Titik beratnya adalah melakukan pekerjaan sebagaimana seharusnya dilakukan. Titik beratnya adalah lingkungan kerja dengan kebiasaan dan disiplin yang baik. Dengan mendidik dan melatih manusia, kebiasaan buruk dihilangkan, kebiasaan

baik ditumbuhkan. Manusia akan terlatih dalam membuat dan mematuhi aturan. Disiplin adalah 5S yang pertama. Disiplin merupakan hal yang seringkali sulit diterapkan oleh orang-orang muda karena adanya anggapan suatu paksaan untuk mengubah kebiasaan dan perilakunya. Namun, disiplin menjadi dasar dan syarat minimum bagi berfungsinya suatu peran, baik masyarakat dan lingkungan kerja. Demikian juga dalam 5S, disiplin tidak mungkin untuk diletakan pada bagian terakhir, apalagi dihilangkan.

Disiplin dapat mengubah bentuk perilaku. Disiplin merupakan proses pengulangan dan praktek. Banyak kecelakaan ditempat kerja terjadi karena pegawai lupa atau sengaja mengabaikan prosedur kerja dan keselamatan. Disiplin dimulai dari hal-hal yang sederhana dan secara bertahap menjadi suatu kebiasaan yang baik dalam melakukan pekerjaan sehingga pekerjaan dapat dilakukan dengan baik dan aman.

2.6.1. Langkah-Langkah 5S

Disini, 5S mulai diterapkan. Teori-teori selanjutnya tidak begitu sulit, tetapi teori tidak ada artinya bila tidak diikuti dengan penerapan. Untuk memulainya, ada langkah-langkah (Osada, 1995) yang harus diperhatikan, sebagai berikut:

1. Memulai tindakan.
2. Penemuan hal baru dan keadaan yang dapat mengubah persepsi.
3. Mengubah tempat kerja dan fasilitas.
4. Mengubah manusia

2.7. *Takt Time*

Kecepatan produksi yang dinyatakan dalam satuan waktu untuk melakukan suatu proses atau satu unit *part* dan secara umum berlaku diseluruh proses baik dari proses perakitan maupun sampai proses akhir yaitu barang jadi. (Agung dan Imdam, 2014). *Takt time* didapat dari jumlah waktu kerja perbulan dibagi jumlah produksi perbulan. Jam kerja yang dimaksud adalah jam kerja efektif. Dari definisi yang dijelaskan dapat dibuat formula untuk menghitung *takt time* adalah sebagai berikut:

$$Takt\ time = \frac{\text{waktu pengoperasian (per shift atau hari atau bulan)}}{\text{jumlah produksi}}$$

2.8. Efisiensi

Efisiensi kerja adalah angka yang menunjukkan ukuran perbandingan antara waktu kerja efektif kerja dengan waktu kerja (Agung dan Imdam, 2014). Dari definisi yang dijelaskan dapat dibuat formula untuk menghitung efisiensi adalah sebagai berikut:

$$\text{Efisiensi} = \frac{\text{waktu efektif}}{\text{waktu tersedia}}$$

Efisiensi adalah faktor yang mengukur performansi aktual dari pusat kerja relatif terhadap standar yang ditetapkan (Gaspersz, 2004). Efisiensi dapat dimengerti sebagai kegiatan penghematan penggunaan sumber-sumber daya dalam kegiatan produksi atau kegiatan organisasi seperti penghematan pemakaian bahan, tenaga listrik, uang, waktu dan sebagainya. Faktor efisiensi dapat lebih besar dari 1,0, formula untuk menghitung efisiensi adalah sebagai berikut (Gaspersz, 2004):

$$\text{Efisiensi} = \frac{\text{jam standar yang diperoleh atau diproduksi}}{\text{jam aktual yang digunakan untuk produksi}}$$

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan tahapan penelitian yang harus ditetapkan terlebih dahulu sebelum melakukan proses pemecahan masalah, sehingga penelitian dapat dilakukan dengan lebih terarah dan terkendali sehingga mempermudah dalam menganalisis permasalahan yang ada. Adapun langkah-langkah metodologi penelitian yang dilakukan dalam upaya memecahkan permasalahan adalah sebagai berikut:

3.1. Jenis dan Sumber Data

3.1.1. Jenis Data

Data yang dikumpulkan adalah data yang berkaitan dengan proses pemecahan masalah yang akan dibahas baik data primer maupun data sekunder. Data primer digunakan untuk pengolahan, sedangkan data sekunder sebagai penunjang data primer.

1. Data Primer

Data Primer adalah data yang dikumpulkan dan diperoleh langsung dari lapangan atau objek penelitian. Adapun data primer yang dibutuhkan adalah langkah dan waktu *setup jig* di setiap pergantian *lot* berbeda variasi knalpot, proses pengelasan dan data *setup jig* pergantian model pada mesin di bagian *welding muffler line 1A* PT SIM.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dan dikumpulkan dari sumber-sumber yang telah ada. Data yang dimaksud adalah:

- a. Data umum perusahaan, yang meliputi: sejarah perusahaan, visi dan misi perusahaan, struktur organisasi, tugas dan fungsi organisasi, aliran proses dan distribusi, waktu operasional perusahaan.
- b. Rencana produksi bulan April 2015
- c. *Layout* lini pengelasan

3.1.2. Sumber Data

Informasi dan sumber data dapat dibedakan berdasarkan sumbernya, yaitu:

1. Data primer yaitu data yang diperoleh langsung tanpa perantara, yang merupakan hasil dari pengujian di lapangan. Data primer diperoleh langsung dari bagian produksi, yaitu tepatnya pada *welding muffler line 1A* PT SIM dengan bantuan alat *stopwatch* sebagai alat penghitung kecepatan waktu pergantian *setup jig*.
2. Data sekunder didapat dari bagian *Human Resource Development* (HRD) yaitu data umum perusahaan, *Production Planning and Inventory Control* (PPIC) yaitu data rencana produksi dan *Welding Section* yaitu *layout welding muffler line 1A*.

3.2. Metode Pengumpulan Data

Perolehan data yang relevan dalam penelitian ini dengan menggunakan metode pengamatan lapangan yaitu dengan mengamati secara langsung kegiatan pada *welding muffler line 1A* PT SIM.

Dalam melakukan pengumpulan data terdapat beberapa metode yang digunakan, yaitu:

1. *Field Research* (Penelitian Lapangan)

Penelitian lapangan merupakan pengamatan secara langsung terhadap kegiatan *welding* pada PT SIM.

2. *Library Research* (Penelitian Pustaka)

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, dilakukan pula penelitian kepustakaan (*Library Research*), yaitu dengan cara membaca dan mempelajari teori-teori yang tertuang dalam buku-buku, literatur, catatan kuliah dan diktat yang berhubungan dengan masalah pokok dalam penelitian ini.

3. Tanya Jawab

Tanya Jawab dilakukan dengan karyawan dan operator bagian produksi serta staf bagian *welding*, yaitu dengan mengkaji pertanyaan-pertanyaan mengenai permasalahan yang akan dibahas.

3.3. Kerangka Pemecahan Masalah

Langkah-langkah dalam kerangka pemecahan masalah ini dimulai dari studi lapangan, studi pustaka, perumusan masalah, tujuan penelitian, pengumpulan data, pengolahan data, analisis masalah, kesimpulan dan saran. Langkah-langkah tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

3.3.1. Studi Lapangan

Studi lapangan merupakan tahap awal dalam metodologi penelitian untuk menentukan objek penelitian. Studi lapangan merupakan salah satu proses kegiatan observasi pengungkapan fakta-fakta dalam proses memperoleh keterangan atau data dengan cara terjun langsung ke lapangan. Hal ini perlu dilakukan mengingat bahwa penelitian yang dilakukan adalah meneliti langsung proses *setup jig* pergantian *lot* produksi knalpot di bagian *welding muffler line 1A* PT SIM. Studi lapangan ini berguna untuk mendapatkan informasi-informasi yang digunakan pada tahap-tahap penelitian berikutnya.

3.3.2. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan dengan mencari dan mempelajari landasan teori untuk penelitian yang diperoleh dari buku dan jurnal. Landasan teori yang digunakan harus dapat membantu penelitian dan memecahkan masalah yang sedang dihadapi.

3.3.3. Perumusan Masalah

Perumusan masalah didapatkan melalui studi pendahuluan dan penentuan objek penelitian sebelumnya, maka permasalahan yang terjadi seperti yang telah diuraikan pada Bab I.

3.3.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian merupakan uraian yang menyebutkan maksud atau tujuan yang akan dicapai dari penelitian yang dilakukan. Tujuan penelitian ini telah disebutkan pada Bab I dan ditentukan berdasarkan perumusan masalah yang telah dijabarkan sebelumnya.

3.3.5. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan adalah mengumpulkan data yang diperlukan selama proses penelitian berlangsung dan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam mencapai tujuan penelitian. Hasil dari data yang sudah dikumpulkan dan dilakukan pengolahan akan digunakan untuk melakukan analisis dan pemecahan masalah. Pengumpulan data yang dikumpulkan telah dijelaskan pada bagian jenis dan sumber data.

3.3.6. Pengolahan Data

Pada tahap ini dijelaskan bagaimana cara pengolahan data guna memecahkan permasalahan secara baik dan terencana, yaitu dengan langkah-langkah berikut ini:

- 1. Menghitung waktu siklus rata-rata**

Waktu siklus diperlukan untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan *setup* disetiap mesin yang digunakan. Waktu siklus diperoleh dengan cara mengukur dengan jam henti kemudian melakukan perhitungan rata-rata waktu siklus.

- 2. Pengolahan dan pengujian data waktu siklus**

Waktu siklus yang diperoleh dari pengukuran waktu setiap langkah *setup* diolah melalui uji data. Uji data dilakukan dengan 2 tahapan yaitu uji kecukupan data dan uji keseragaman data.

- 3. Menghitung waktu baku *setup***

Menghitung waktu baku *setup* didapatkan dari pengolahan waktu siklus *setup* kemudian waktu normal *setup* dengan menambahkan faktor kelonggaran dan selanjutnya waktu baku *setup* dengan menambahkan faktor penyesuaian yang akan digunakan sebagai waktu *setup*.

- 4. Identifikasi *setup* internal dan *setup* eksternal**

Identifikasi *setup* internal dan *setup* eksternal didapatkan dari pengamatan langsung dilapangan, kemudian dapat diolah dengan membuat daftar untuk setiap langkah dalam kegiatan pergantian jig.

5. Menghitung waktu *setup* jig pergantian model

Menghitung waktu *setup* jig pergantian model diperoleh dari total waktu yang diperoleh dari perhitungan dengan menyesuaikan data *setup* jig pergantian model pada mesin dengan waktu baku *setup* yang telah dihitung.

6. Menghitung waktu efektif

Menghitung waktu efektif diperoleh dari waktu produksi dikurangi dengan *loss time* dari waktu *setup* jig pergantian model.

7. Menghitung *Takt time*

Menghitung *Takt time* diperoleh dari pembagian dari waktu pengoperasian dengan jumlah produksi yang diperlukan.

8. Menghitung volume produksi

Waktu efektif yang kemudian dilakukan perhitungan tingkat efisiensi produksi untuk mengetahui volume produksi.

a. Efisiensi produksi sebelum usulan perbaikan waktu *setup*

Perhitungan diperoleh dari perbandingan total waktu produksi yang berkurang akibat pemborosan waktu *setup* (waktu efektif) dengan waktu produksi yang tersedia.

b. Volume Produksi

Perhitungan diperoleh dari efisiensi sebelum usulan perbaikan, dikalikan dengan perbandingan waktu produksi tersedia dengan *takt time*.

3.3.7. Analisis dan Pembahasan

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap pengolahan data yang dilakukan sebelumnya dan juga dilakukan analisis masalah yang dihadapi perusahaan terhadap penyelesaian yang dilakukan. Analisis ini berupa:

1. Analisis pemborosan waktu *setup* jig terhadap volume produksi.

Analisis ini dilakukan untuk mengetahui waktu yang hilang akibat *setup* jig saat pergantian *lot* dengan variasi produk yang berbeda.

2. Usulan perbaikan waktu *setup* jig dengan metode SMED.

Analisis ini dilakukan untuk memberikan usulan dan gambaran metode SMED terhadap pengurangan waktu *setup* jig dalam meningkatkan volume produksi

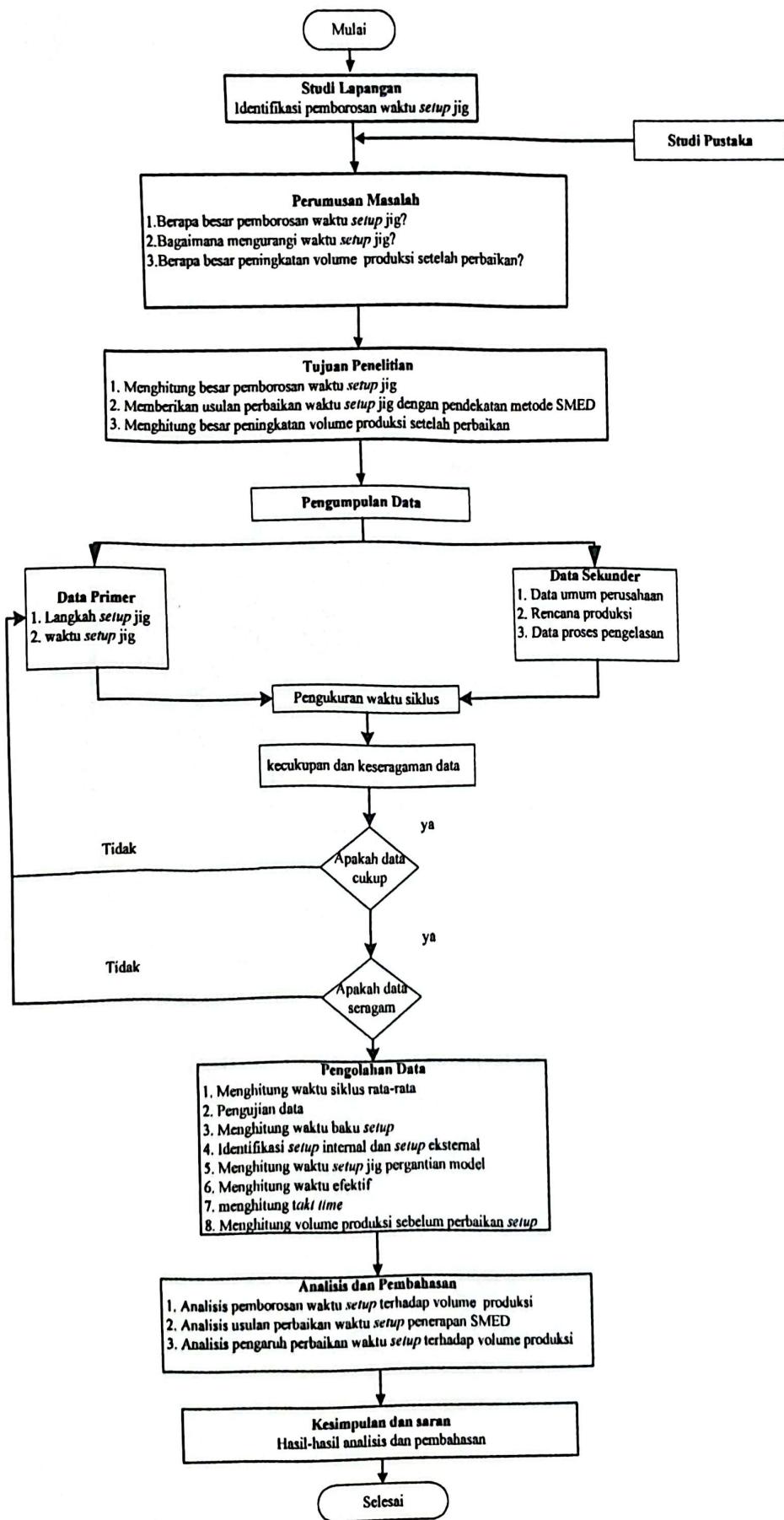
3. Analisis pengaruh perbaikan waktu *setup* jig terhadap volume produksi.

Analisis ini dilakukan untuk mengetahui besar peningkatan volume produksi yang dapat diperoleh karena berkurangnya waktu *setup* jig.

3.3.8. Kesimpulan dan Saran

Setelah dilakukan pengolahan dan analisis, maka berikutnya adalah menarik kesimpulan atas hasil yang diperoleh pada tahap sebelumnya, sesuai dengan tujuan penelitian serta memberikan saran yang bermanfaat.

Untuk mendapatkan hasil yang baik dilakukan dengan tahapan yang jelas dan tepat, sehingga diperlukan suatu metode penelitian dan kerangka pemecahan masalah yang jelas dan mudah. Adapun kerangka pemecahan masalah yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Kerangka Pemecahan Masalah

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Pengumpulan Data

4.1.1. Sejarah Berdirinya PT Suzuki Indomobil Motor

PT Suzuki Indomobil Motor berdiri tahun 1970. Dimulainya dengan PT Indohero *Steel and Engineering Co.* Sekaligus menandai kehadiran kendaraan bermotor merk Suzuki di Indonesia, dengan produk-produknya adalah sepeda motor Suzuki. Manajemen baru dibawah kepemimpinan Soebronto Laras tahun 1976, merupakan awal dari pengembangan industri otomotif secara nasional. Suzuki mengembangkan produksinya sepeda motor melalui PT Indohero *Steel and Engineering Co.*, dan mobil melalui PT Indomobil Utama. Untuk memenuhi program lokalisasi, maka lahirlah PT Suzuki Indonesia Manufacturing sebagai industri penunjang yang membuat komponen baik sepeda motor maupun mobil merk Suzuki untuk semua model. Tahun 1979 mulai memproduksi kendaraan serba guna atau jeep yaitu Suzuki Jimny LJ80 dengan mesin 800 cc, kemudian pada tahun 1981 dikembangkan menjadi Suzuki SJ410 dengan mesin 4 silinder berkapasitas 1.000 cc, yang kemudian pada tahun 1983 dipakai sebagai mesin standar pada produk-produk Suzuki baik pada Suzuki Jimny SJ410 maupun Suzuki ST100.

PT Suzuki Indomobil Motor merupakan gabungan usaha (marger) dari beberapa perusahaan yang telah disetujui oleh Badan Koordinasi Penanaman Modal dengan surat No. 552/III/PMA/1990 tanggal 12 Nopember 1990 dan efektif dilaksanakan per tanggal 1 Januari 1991. Adapun perusahaan yang bergabung kedalam PT Suzuki Indomobil Motor adalah sebagai berikut:

1. PT *First Chemical Industry*

Perusahaan ini didirikan pada tanggal 21 Juni 1968 dengan akte notaris Liem Toeng Jie,SH dan disahkan oleh Menteri Kehakiman No. JA.5/75/1968 No. 123/1968 yang bergerak dibidang produksi komponen plastik untuk melengkapi kebutuhan dibidang otomotif, serta menerima

pesanannya dari industri lain yaitu cup untuk kulkas, TV, radio, kipas angin dan beberapa produk lainnya yang dibuat dari bahan plastik.

2. *PT Indohero Steel and Engineering Co*

Perusahaan ini didirikan pada tanggal 1 September 1969 dengan akte notaris Djojo Mulyadi,SH No.3 dan disahkan oleh Menteri Kehakiman No. JA.5/105/9 tanggal 27 November 1967 yang bergerak dibidang perdagangan, industri dan perakitan sepeda motor.

3. *PT Indomobil Utama*

Perusahaan ini didirikan dalam kaitannya dengan Undang-Undang Penanaman Modal Dalam Negeri No. 6/1968, berdiri pada tanggal 26 Maret 1973 dengan akte notaris Khairul Bahri No. 38 dan disahkan oleh Menteri Kehakiman No. JA.5/305/1 tanggal 15 Juni 1974 yang bergerak dibidang perakitan mobil.

4. *PT Suzuki Indonesia Manufacturing*

Perusahaan ini didirikan pada tanggal 22 Juni 1974 dengan akte notaris Khairul Bahri,SH No. 64 dan disahkan oleh Menteri Kehakiman No. JA.5/147/13 tanggal 29 April 1975 yang bergerak dibidang pembuatan, perakitan dan penjualan pada komponen sepeda motor dan mobil melalui lisensi dari Suzuki Motor Co. Ltd, Jepang.

5. *PT Suzuki Engine Industry*

Perusahaan ini didirikan pada tanggal 28 Juni 1981 dengan akte notaris Ridwan Suselo, SH No. 341 dan disahkan oleh Menteri Kehakiman No. JA.5/286/25 tanggal 6 April 1982 yang bergerak dibidang pembuatan, perakitan dan penjualan mesin-mesin serta bagian-bagiannya untuk sepeda motor dan mobil melalui lisensi dari Suzuki Motor Co. Ltd, Jepang.

Komposisi kepemilikan saham PT Indomobil Suzuki International ini adalah sebagai berikut:

1. Indomobil group : 10%
2. Suzuki Motor Co. Ltd Jepang : 90%

Untuk mendukung program pemerintah bagi penyediaan lapangan kerja di Indonesia, maka PT Suzuki Indomobil Motor telah membangun industri otomotif

di daerah Tambun, Bekasi, Jawa Barat dengan kapasitas saat ini 1.200.000 unit pertahun untuk sepeda motor dan mampu menyerap tenaga kerja sebanyak 1.152 orang, dan disusul kemudian dengan membangun pabrik baru untuk produksi mobil dengan kapasitas 100.000 unit pertahun untuk mobil dengan nilai investasi sebesar US\$ 60 juta dan mampu menyerap tenaga kerja 2.200 orang.

Pabrik tersebut didirikan diatas tanah seluas 36 Ha, yang merupakan total *integrated manufacturing* dibidang industri kendaraan bermotor. Dalam pembangunan pabrik tersebut sudah memperhitungkan dengan cermat masalah penanganan dan pengolahan limbah industri sesuai ketentuan konservasi lingkungan hidup. Adapun pemilihan lokasi pabrik terpadu di Tambun, Bekasi, Jawa Barat tersebut dengan pertimbangan antara lain sebagai berikut :

1. Tersedia lokasi tanah pabrik yang relatif luas dan murah.
2. Jumlah tenaga terampil cukup tersedia di daerah sekitarnya.
3. Upah tenaga kerja relatif murah dikarenakan persaingan sedikit.
4. Arus kendaraan cukup lancar, yang menjamin kelancaran arus pasokan bahan baku dan *delivery* barang jadi.
5. Sarana dan prasarana seperti listrik, air tersedia dengan cukup.
6. Komunikasi antar departemen terkait dalam organisasi PT Suzuki Indomobil Motor menjadi lebih efektif.

Adanya ketergantungan kepada pihak prinsipal dalam hal pasokan bahan baku ini seringkali menghambat kelancaran produksi di Indonesia. Perlu dikemukakan bahwa pembelian impor bahan baku harus dipesan minimal 6 bulan sebelumnya, dimana semua pesanan tersebut tidak boleh dibatalkan. Akibatnya bilamana situasi pasar otomotif di Indonesia lemah atau terjadi perubahan rancang bangun mobil maupun sepeda motor dari pihak prinsipal atau munculnya produk pesaing dengan rancang bangun yang sama sekali baru, maka pihak produsen/perakit di Indonesia akan menanggung resiko penumpukan persediaan yang tidak terjual atau tidak dapat di proses lebih lanjut. Disamping itu, industri otomotif juga dikenal sebagai industri yang tidak efisien antara lain dikarenakan kapasitas terpasang tidak dapat dimanfaatkan sepenuhnya

dikarenakan berbagai hal antara lain kebijaksanaan pemerintah, krisis ekonomi, kondisi keamanan dan lain-lainnya.

Adapun hasil produksi yang dibuat dan dirakit oleh PT Suzuki Indomobil Motor adalah sebagai berikut :

1. Sepeda motor: Suzuki TRS, Suzuki A 100-XE, Suzuki RGR 150-TX, Suzuki Tornado GX/GS, Suzuki Bravo, Suzuki Shogun, Suzuki Satria, Suzuki TS 100, Suzuki Thunder GS 250, Suzuki Smash, Suzuki Spin, Suzuki Rider dan lain-lain.
2. Mobil: Suzuki Carry ST-100, Suzuki Carry Futura, Suzuki Baleno, Suzuki Katana/Jimny, Suzuki Vitara, Suzuki Side Kick, Suzuki Karimun, Suzuki Escudo, Suzuki Grand Escudo 2.0, Suzuki Aerio, Suzuki APV, Suzuki Grand Vitara, Suzuki Swip dan lain-lain.

4.1.2. Visi dan Misi Perusahaan

Dalam menjalani bisnisnya, PT SIM tentu memiliki tujuan ataupun visi, dan untuk mencapai visi tersebut diperlukanlah misi. Berikut ini adalah visi dan misi dari PT SIM:

1. Visi Perusahaan:

Menjadi perusahaan terkemuka di dalam *Suzuki Global Operation* yang dihargai dan dikagumi di Indonesia.

Terkemuka: menjadi yang terdepan diantara semua pabrikan Suzuki (mobil dan motor) di seluruh dunia, berdasar kriteria tertentu yang telah ditetapkan manajemen.

Suzuki Global Operations: Semua pabrikan Suzuki (mobil dan motor) di seluruh dunia yang tergabung dalam jaringan *Suzuki Corporation*.

Dihargai: Respek dari semua unsur *stakeholder* karena prestasi yang dicapai (*operational excellence*).

Dikagumi: Komitmen perusahaan terhadap kualitas pelayanan pelanggan dan perhatian terhadap kualitas lingkungan hidup.

2. Misi Perusahaan:

- a. Mengembangkan seluruh sumber daya yang dimiliki secara berkesinambungan untuk meningkatkan profesionalisme bagi kepuasan pelanggan.
- b. Memberikan kontribusi dan berupaya sepenuhnya bagi pengembangan usaha Indomobil.
- c. Memberikan komitmen dan nilai terbaik bagi seluruh pihak yang berkepentingan dengan memperhatikan kepentingan masyarakat.

4.1.3. Struktur Organisasi, Tugas dan Fungsi Organisasi

PT Indomobil Suzuki International menganut struktur organisasi fungsional yang terpusat, dimana setiap fungsional bertanggung jawab atas 3 fungsi besar yaitu produksi, pemasaran, serta keuangan dan administrasi. Kewenangan tertinggi berada pada *Executive Board* yang terdiri dari wakil-wakil *Share Holder* dibantu oleh beberapa *Managing Director*. Jabatan tertinggi dalam directorat dipegang oleh *Managing Director* yang membawahi para *Director*, para *Director* membawahi *General Manager* dan seterusnya sampai ke *Assistant Manager, Super Visor, Foreman Worker*.

Untuk mengambil sesuatu keputusan, maka manajemen membentuk *Executive Board* ini yang terdiri dari 6 orang, dengan komposisi 5 orang pihak Jepang dan 1 orang pihak Indonesia. *Executive Board* ini juga menentukan arah dan tujuan organisasi dengan rencana jangka pendek (1 tahun), jangka menengah (5 tahun) dan jangka panjang di atas (5 tahun). Uraian tugas, tanggung jawab dan wewenang dari masing – masing fungsi adalah sebagai berikut:

1. Produksi

Bertugas membuat perencanaan, pelaksanaan, pengawasan dan evaluasi dari semua kegiatan produksi serta standar mutu yang telah di terapkan dari bahan baku sampai kebahan jadi, baik bahan yang diimpor maupun yang dibeli lokal.

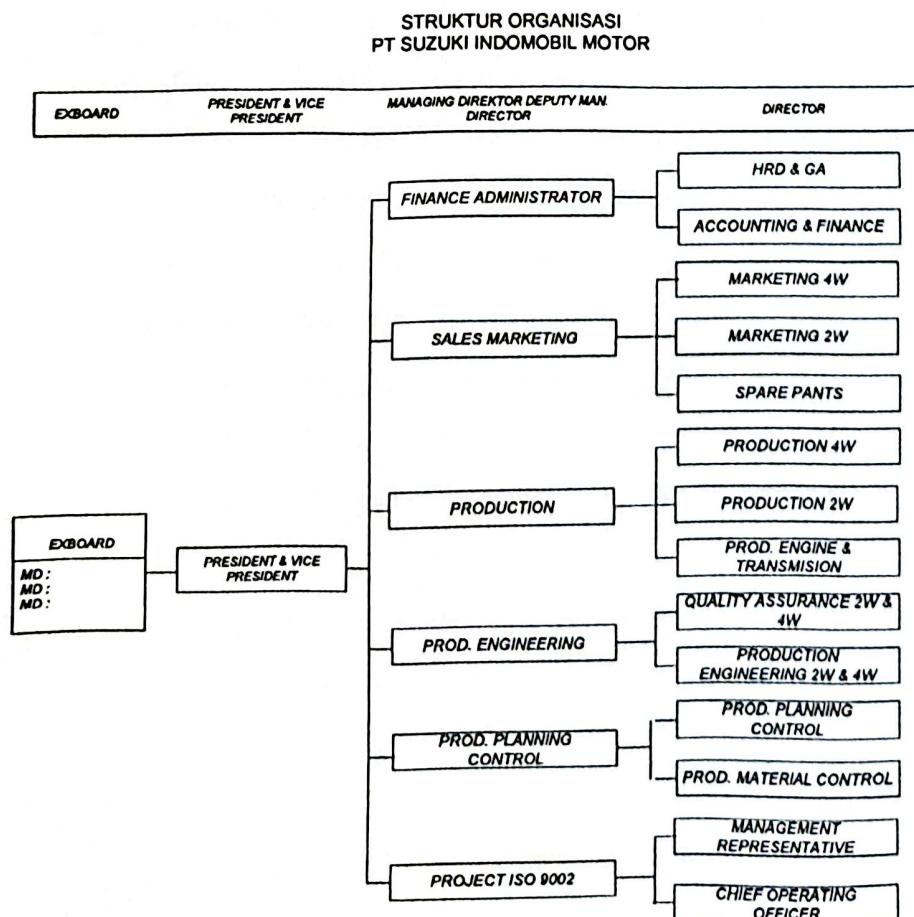
2. Pemasaran

Bertugas membuat perencanaan, pelaksanaan, pengawasan, evaluasi dan pengembangan produk yang akan dipasarkan serta mempersiapkan pelayanan purna jual kepada pelanggan berupa promosi, *discount*, *service*, *spare part*, dan menghitung adanya ancaman dan peluang dari pesaing.

3. Keuangan dan Administrasi

Bertugas melaksanakan pekerjaan yang berkaitan dengan pencatatan, pengendalian dan pengawasan arus masuk dan keluar keuangan perusahaan baik jangka pendek maupun jangka panjang. Pengaturan sumber daya manusia mulai perencanaan, penarikan, penempatan, pengembangan, 14 kompensasi serta pemutusan hubungan kerja mengelola dan mengawasi semua aset perusahaan.

Adapun struktur organisasi PT Suzuki Indomobil Motor dapat di gambarkan sebagai berikut :



Gambar 4.1 Struktur Organisasi PT Suzuki Indomobil Motor
(Sumber: PT SIM)

Deskripsi mengenai tugas dan fungsi organisasi pada PT Suzuki Indomobil Motor adalah sebagai berikut:

1. *Exboard* yaitu pemilik atau pemegang saham tertinggi sekaligus sebagai kepemimpinan pada PT Indomobil Suzuki Internasional.
2. *President*, yaitu yang menjabat sebagai wakil dari pemilik dari perusahaan tersebut atau beliau yang di tugaskan untuk menjalankan lajunya perusahaan tersebut. *President* ini membawahi beberapa bagian sebagai berikut :
 - a. *Finance and Administration*, yaitu bagian yang berhubungan dengan keuangan dan administrasi perusahaan serta mengkoordinir dan mengarahkan semua kegiatan pada bagian tersebut dan membawahi empat bagian sebagai berikut:
 - 1) *HRD and GA, Human Research Development and General Affair* yang mengatur tentang perkembangan keadaan karyawan -karyawannya.
 - 2) *Accounting* bagian yang membuat pembukuan keuangan pada PT Indomobil Susuki Internasional.
 - 3) *Finance CCD and CBU*, bagian yang mengatur keuangan untuk pembelian komponen dari luar dan kedalam negeri.
 - b. *Marketing 2W and 4W*, yaitu bagian yang mengatur tentang pemasaran kendaraan roda dua dan roda empat.
 - 1) *Marketing 4W*, yaitu bagian pemasaran untuk kendaraan roda empat.
 - 2) *Marketing 2W*, yaitu bagian pemasaran untuk kendaraan roda dua.
 - 3) *Spare part*, yaitu bagian yang membuat atau merancang dan mengatur komponen-komponen mobil dan motor.
 - c. *Production and Engineering*
 - 1) *Production 2W*, yaitu yang mengatur dan membuat suatu perencanaan produksi, bagian kendaraan roda dua.

- 2) *Production 4W*, yaitu yang mengatur dan membuat suatu perencanaan produksi, bagian kendaraan roda empat.
- 3) *Production Engine and Transmission*, yaitu bagian yang membuat *layout*, membuat perencanaan dan sistem kerja.

Tenaga kerja adalah orang-orang yang terlibat dalam proses produksi yang menggunakan tenaga dan pikirannya untuk melakukan proses produksi. Tenaga kerja merupakan salah satu faktor produksi. Tenaga kerja yang berada di PT SIM Tambun I dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data Tenaga Kerja pada PT SIM Tambun I (orang)

NO	BAGIAN	L	P	Direct	Indirect	Total
A	Produksi					
1	<i>Pressing</i>	160	3	152	11	163
2	<i>Welding</i>	305	1	284	22	306
3	<i>Painting</i>	214	13	210	17	227
4	<i>Assembling</i>	182	1	169	14	183
5	<i>Plating</i>	70	2	61	11	172
6	<i>Plastic Injection</i>	129	4	103	30	133
7	<i>Inspection</i>	58	1	22	37	59
8	<i>PMC Supply 2W</i>	45	1	17	29	46
	Total	1163	26	1018	171	1189
B	Non Produksi					
1	<i>PPIC</i>	11	2	0	13	13
2	<i>L/H., Tech. Control</i>	19	2	0	21	21
3	<i>Mfg. Engineering</i>	30	2	0	32	32
4	<i>Power Maintenance</i>	43	1	0	44	44
5	<i>Administrasi (HRDGA)</i>	20	3	0	23	23
	Total	123	10	0	133	133
C	<i>Others</i>					
1	<i>PPC</i>	5	4	0	9	9
2	<i>Procurement</i>	18	4	0	22	22
3	<i>HRD GA</i>	2	2	0	4	4
4	<i>HRPD</i>	6	6	0	12	12

Lanjut ...

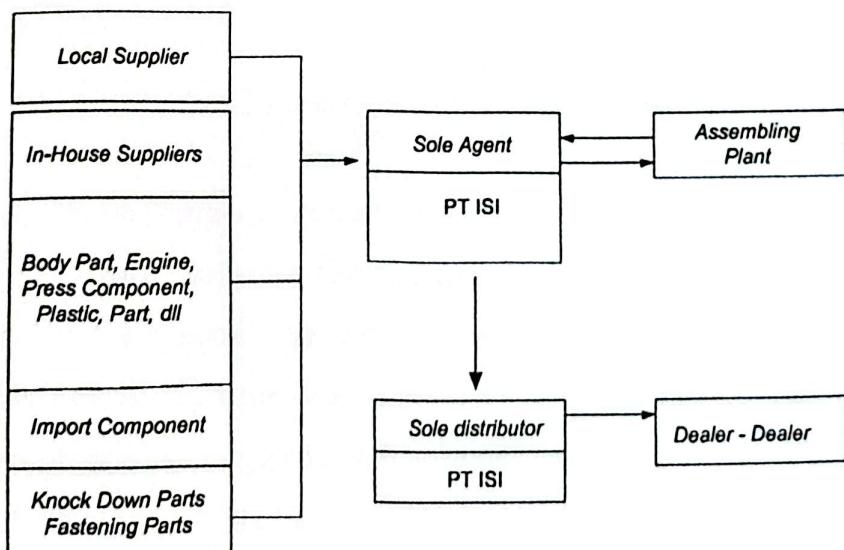
Tabel 4.1 Data Tenaga Kerja pada PT SIM Tambun I (orang) (lanjutan)

NO	BAGIAN	L	P	Direct	Indirect	Total
5	<i>Industrial Relation</i>	6	1	0	7	7
6	P N P	4	3	0	7	7
7	<i>Maint. Build & Const.</i>	15	2	0	17	17
8	<i>Remuneration/Payroll</i>	6	2	0	8	8
9	<i>L L S T / security</i>	34	0	0	34	34
10	CBU	11	1	0	12	12
	Total	107	25	0	132	132
	<i>Grand Total</i>	1393	61	1018	436	1454

(Sumber: PT SIM)

4.1.4. Aliran Proses dan Distribusi Sepeda Motor Suzuki

PT Suzuki Indomobil Motor (PT SIM) dan PT Suzuki Indomobil Sales (PT SIS) pada awalnya (01 Januari 1991-Juni 2009) bernama PT Indomobil Suzuki International (PT ISI) dan PT Indomobil Niaga International (PT IMNI). Perubahan nama efektif pada tanggal 01 Juli 2009. Gambar 4.2 Aliran distribusi kendaraan sepeda motor dan mobil Suzuki:



Gambar 4.2 Aliran Distribusi Kendaraan Sepeda Motor Dan Mobil Merk Suzuki

(Sumber: HRD Section)

Keterangan:

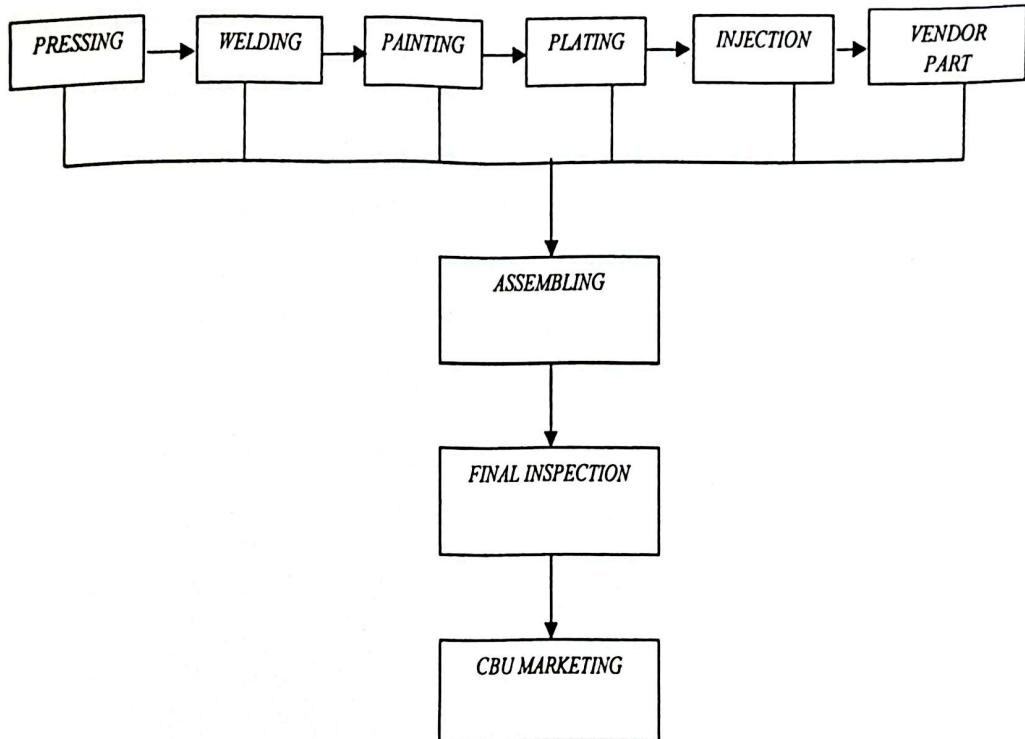
PT ISI : PT Indomobil Suzuki International

PT IMNI : PT Indomobil Niaga International

PT SIM : PT Suzuki Indomobil Motor

PT SIS : PT Suzuki Indomobil Sales

Untuk menunjang tugas-tugas PT. Indomobil Suzuki Internasional, saat ini mempunyai karyawan \pm 6.021 orang yang menyebar di 6 (enam) lokasi kerja dan untuk lokasi *Plant* Tambun 1 mempunyai \pm 1.200 karyawan tetap.



Gambar 4.3 Aliran Produksi PT Suzuki Indomobil Motor
(Sumber: PT SIM)

4.1.5. Waktu Operasional Perusahaan

PT Suzuki Indomobil Motor beroperasi lima hari dalam seminggu, yaitu dari hari Senin sampai dengan Jum'at. Selanjutnya hari Sabtu, Minggu, dan hari libur nasional adalah hari libur. Dalam setiap hari (Senin-Jum'at), waktu kerja perusahaan dibagi menjadi dua shift, yaitu *shift* pagi dan *shift* malam tergantung kebutuhan produksi. Rincian waktu kerja per *shift* adalah sebagai berikut:

Tabel 4.2 Waktu Kerja *Shift* Pagi

Hari	Jam Kerja	Istirahat
Senin-Kamis	07.40-16.30	10.00-10.05
		12.00-12.40
		15.00-15.05
Jum'at	07.40-16.30	10.00-10.05
		11.30-12.50
		15.00-15.10

(Sumber: HRD Section)

Tabel 4.3 Waktu Kerja Shift Malam

Hari	Jam Kerja	Istirahat
Senin-Jum'at	21.10-05.30	00.00-00.30
		03.30-03.40

(Sumber: HRD Section)

4.1.6. Rencana Produksi

Bagian *welding muffler line 1A* menerima rencana produksi dari PPIC sebesar 4420 unit untuk 10 hari kerja pada bulan april 2015. Rencana produksi berupa Rencana Jangka Pendek (RJP) yang dikeluarkan setiap hari berupa *lot* dengan jumlah 60 unit setiap *lot*, rencana produksi knalpot dalam 10 hari pengamatan dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Rencana Jangka Pendek (unit)

Tanggal	Model		Jumlah unit perlot	Total produksi perhari
1-Apr-15	XE313NE	K49	60	420
	XE313NE	K49	60	
	XE313EE	K28	60	
	XE313EE	K28	60	
	XE351NE	N00	60	
	XE351NE	P19	60	
	XE351NE	P31	60	
2-Apr-15	XE351NE	P31	60	450
	XE351NE	N00	60	
	XE351NE	N00	60	
	XE313NE	K49	60	
	XE313NE	K49	60	
	XE513LE	K46	60	
	XE513LE	K46	60	
	XE333NZ	K49	30	
6-Apr-15	XE333NZ	K49	30	450
	XE333NZ	K49	60	
	XE312EZ	P12	60	
	XE351NE	K28	60	
	XE351NE	K28	60	
	XE351NE	N00	60	
	XE351NE	P19	60	
	XE351NE	P31	60	

Lanjut ...

Tabel 4.4 Rencana Jangka Pendek (unit) (lanjutan)

Tanggal	Model		Jumlah unit per lot	Total produksi per hari
7-Apr-15	XE351NE	P31	60	455
	XE351NE	N00	25	
	XE351NE	P02	60	
	XE351NE	N00	60	
	XE351NE	K28	60	
	XE351NE	K28	60	
	XE351NE	P19	60	
	XE351NE	P31	60	
	XE333NZ	K49	10	
8-Apr-15	XE333NZ	K49	50	425
	XE333NZ	K49	60	
	XE313EE	K28	60	
	XE313EE	K28	60	
	XE351NE	N00	60	
	XE351NE	P19	60	
	XE351NE	P31	60	
	XE513LE	K46	15	
9-Apr-15	XE513LE	K46	45	425
	XE513LE	K46	60	
	XE351NE	N00	60	
	XE351NE	N00	60	
	XE313NE	K49	60	
	XE313NE	K49	60	
	XE313NE	K49	60	
	XE313NE	K49	20	
13-Apr-15	XE313NE	K49	40	465
	XE351NE	N00	60	
	XE351NE	P19	60	
	XE351NE	P31	60	
	XE351NE	K28	60	
	XE351NE	K28	60	
	XE541LE	P12	60	
	XE514LE	P12	15	
	XE351NE	N00	50	

Lanjut ...

Tabel 4.4 Rencana Jangka Pendek (unit) (lanjutan)

Tanggal	Model		Jumlah unit per lot	Total produksi per hari
14-Apr-15	XE351NE	N00	60	450
	XE351NE	P02	60	
	XE514LE	P12	60	
	XE514LE	P12	60	
	XE333NZ	K49	60	
	XE333NZ	K49	60	
	XE351NE	N00	60	
	XE351NE	P19	30	
15-Apr-15	XE351NE	N00	60	450
	XE351NE	N00	60	
	XE514LE	P12	15	
	XE541LE	P12	60	
	XE541LE	P12	60	
	XE541LE	K27	60	
	XE541LE	P12	60	
	XE541LE	P12	60	
	XE541LE	P12	15	
16-Apr-15	XE541LE	P12	30	430
	XE541LE	P12	60	
	XE541LE	P12	60	
	XE541LE	P12	60	
	XE541LE	P12	60	
	XE313NE	K49	60	
	XE313NE	K49	60	
	XE541LE	K27	40	

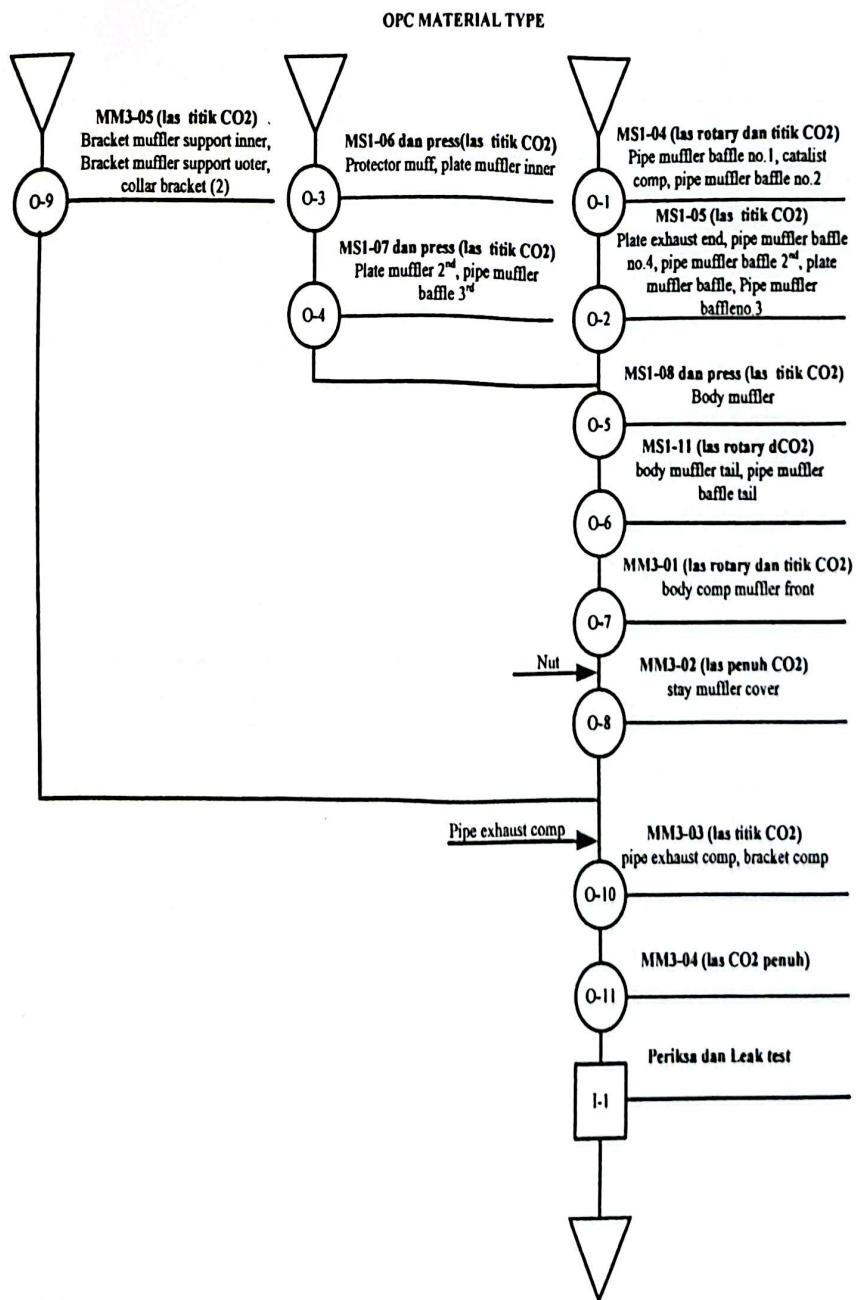
(Sumber: PPIC PT SIM)

Tabel rencana jangka pendek diatas menjelaskan model produk dan jumlah produk dalam satu *lot*. Contoh kode model XExxxXX adalah kode model jenis variasi knalpot, sedangkan kode model P/Kxx adalah kode tujuan Negara untuk sepeda motor yang diproduksi. Setiap model dan Negara yang dituju mempunyai perbedaan pada spesifikasi beberapa komponen penyusun knalpot, sehingga membutuhkan pergantian jig pada beberapa mesin las.

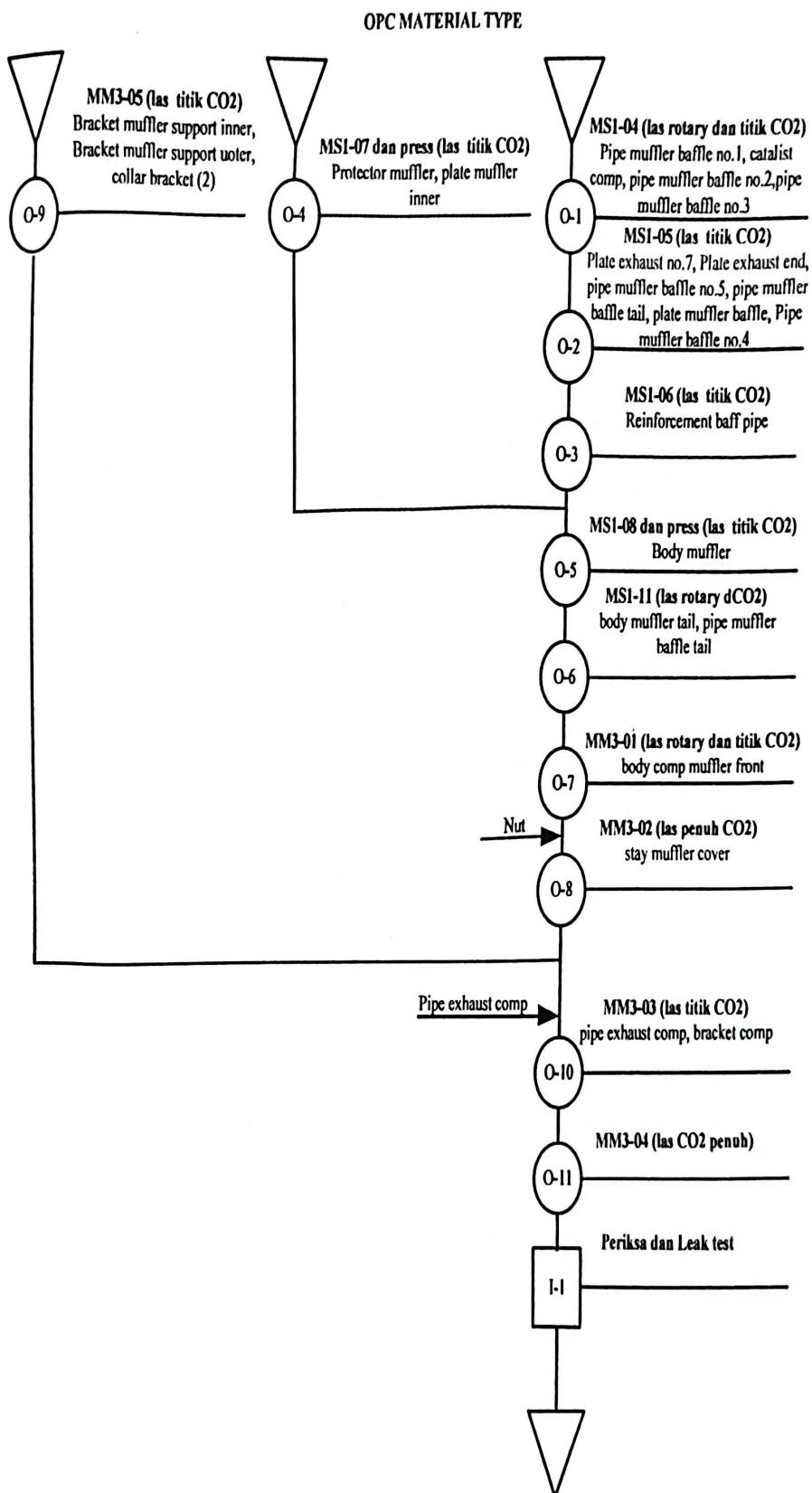
4.1.7. Peta Proses Operasi Komponen

Peta proses operasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah peta proses operasi tipe material yang dilakukan dengan mengamati komponen yang diproses

untuk membuat knalpot pada mesin kemudian dibuat peta proses untuk menjelaskan aliran material dan mesin apa yang digunakan untuk proses. Dengan membuat peta proses operasi tipe material dapat diketahui perbedaan jenis variasi komponen yang digunakan untuk menyusun knalpot yang diproses pada mesin las, sehingga dapat diketahui jika ada perbedaan proses komponen pada mesin dibutuhkan pula jenis jig yang berbeda. Peta proses operasi tipe material dapat dilihat pada Gambar 4.4 sampai 4.7.

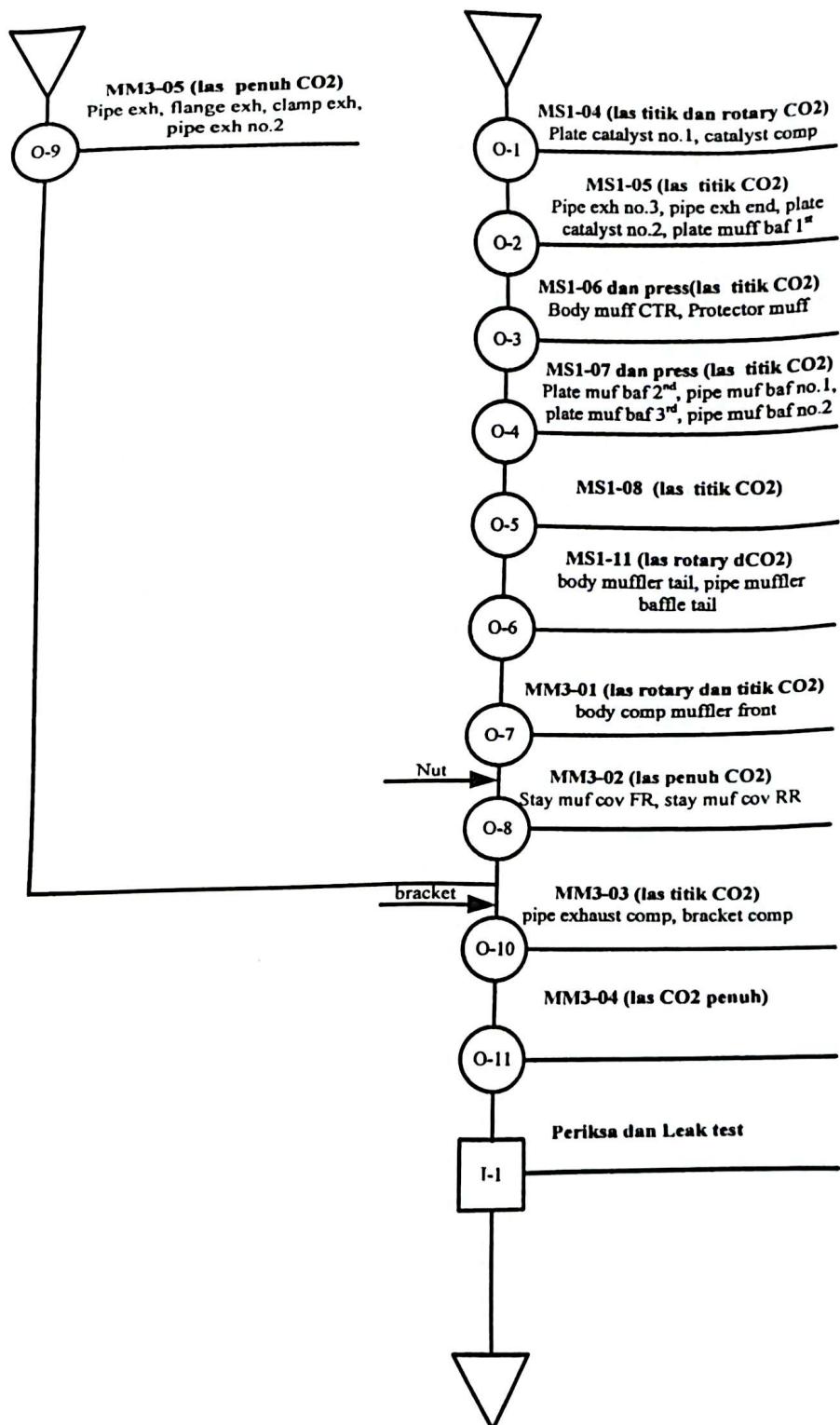


Gambar 4.4 Peta Proses Operasi Model XE351
(Sumber: Hasil Pengamatan Lapangan)



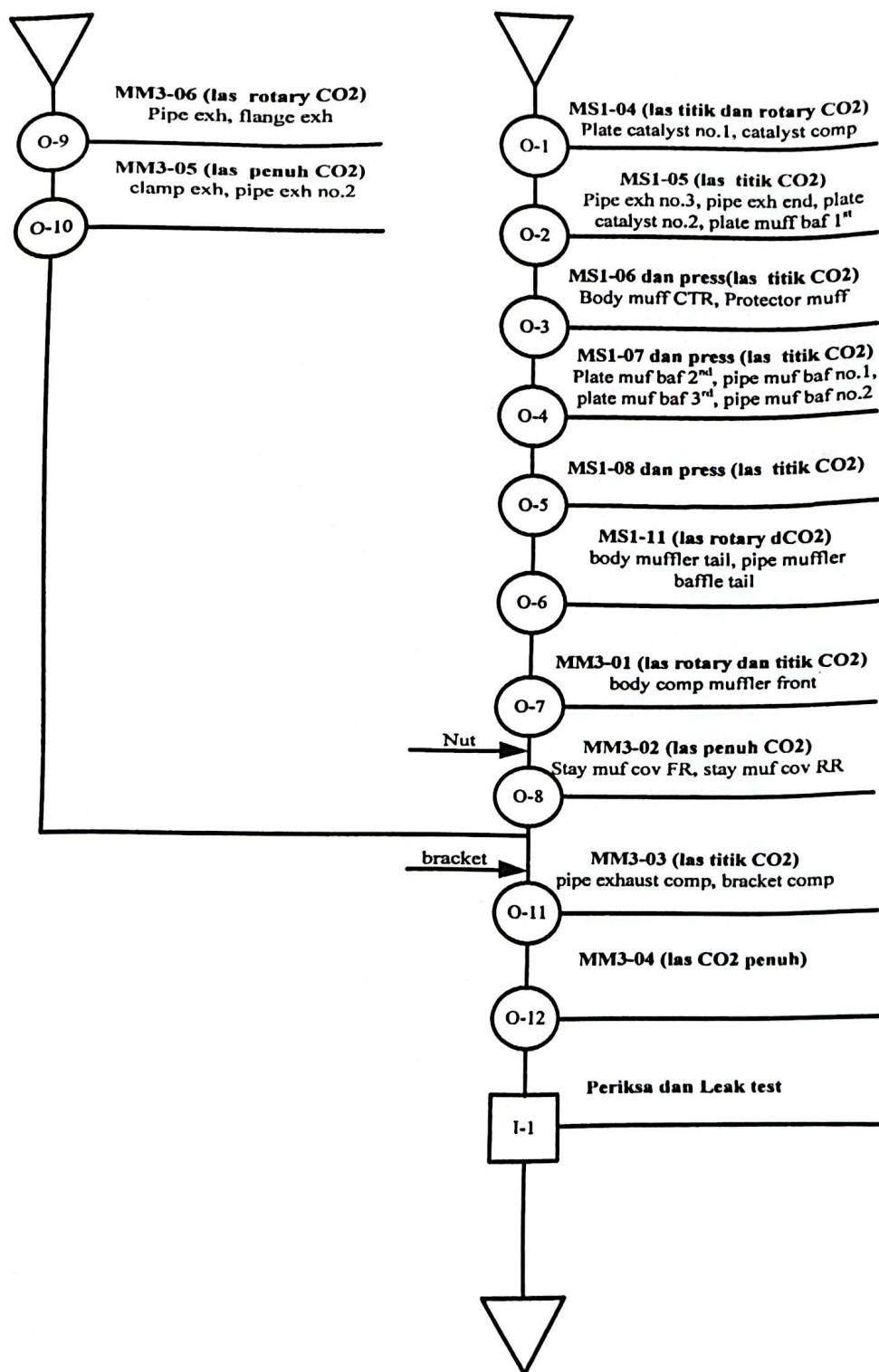
Gambar 4.5 Peta Proses Operasi Model XE313, 333
(Sumber: Hasil Pengamatan Lapangan)

OPC MATERIAL TYPE



Gambar 4.6 Peta Proses Operasi Model XE541
(Sumber: Hasil Pengamatan Lapangan)

OPC MATERIAL TYPE



Gambar 4.7 Peta Proses Operasi Model XE511/512/513NE
(Sumber: Hasil Pengamatan Lapangan)

4.1.8. Data Layout

Welding muffler line 1A disusun oleh dua sub bagian yaitu *front line* dan *main line*. *Front line* merupakan kegiatan merakit komponen dalam *body muffler* dengan proses las dan press. *Main line* merupakan kegiatan merakit komponen diluar *body muffler* dengan proses las yang diakhiri dengan *leak test* (tes kebocoran). Pada lini pengelasan tersedia 13 tenaga kerja langsung, 1 tenaga kerja tambahan dan 2 kepala produksi. *Layout welding muffler line 1A* dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 *Layout welding muffler line 1A*
(Sumber: *Welding Section PT SIM*)

4.1.9. Data Langkah dan Waktu Siklus Setup

Waktu siklus *setup* yang diukur, sesuai langkah pada pergantian *lot* yang variasi knalpotnya berbeda. Teknik pengukuran waktu yang dilakukan dalam penelitian ini dengan melakukan pengukuran dan mengamati setiap langkah *setup*. Selanjutnya mencatat waktu dengan menggunakan jam henti per langkah *setup*, dari pengamatan di lapangan dapat diketahui bahwa semua langkah *setup* dilakukan saat mesin dalam keadaan berhenti/Mesin *off*. Hasil pengamatan langkah dan pengukuran waktu siklus *setup* pada mesin dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Pengamatan Langkah dan Pengukuran Waktu Siklus *Setup* (detik)

Waktu Pengamatan									
MS1-04									
Jalan ke area pengambilan jig (Mesin off) (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
33	32	32	32	34	31	33	32	31	30
Memilih jig (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
15	15	16	14	13	14	16	15	15	17
Kembali ke area mesin (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
31	33	32	31	30	33	32	32	32	34
Ambil kunci pas (Mesin off) (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
1	1	2	2	3	1	2	3	2	3
Lepas 2 baut pada rotary jig (Mesin off) (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
40	39	40	38	40	41	39	42	41	40
Lepas dan angkat rotary jig (Mesin off) (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
6	3	7	4	5	5	5	5	6	4
Angkat dan pasang jig berikutnya (Mesin off) (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
5	4	4	3	5	5	6	6	7	5
Pasang 2 baut (Mesin off) (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
60	59	60	61	62	62	60	60	58	58
Setting busur (Mesin off) (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
62	60	60	58	58	60	59	60	61	62
Ambil jig Wd Catalyst (Mesin off) (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
6	3	7	4	5	5	5	5	6	4
Ganti jig (Mesin off) (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
3	4	4	5	5	5	6	6	7	5
Kembalikan ke meja (Mesin off) (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
6	3	7	4	5	5	5	5	6	4
Kembalikan meja jig ke area jig (Mesin off) (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
33	32	32	32	34	31	33	32	31	30

Lanjut ...

Tabel 4.5 Pengamatan Langkah dan Pengukuran Waktu Siklus *Setup* (detik) (lanjutan)

Waktu Pengamatan									
MS1-04									
Kembalikan ke area mesin (Mesin off) (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
30	31	31	32	32	32	32	33	33	34
Waktu Pengamatan									
MS1-05									
Jalan ambil jig (Mesin off) (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
6	3	7	4	5	5	5	5	6	4
Angkat jig (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
5	5	5	6	4	6	3	7	4	5
Ganti jig (Mesin off) (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
4	4	6	5	5	5	5	6	4	6
Kembalikan jig ke meja (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
6	4	6	4	4	6	5	5	5	5
Waktu Pengamatan									
MS1-06									
Jalan ambil jig (Mesin off) (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
4	4	6	5	5	5	5	6	4	6
Angkat jig (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
5	5	6	4	6	4	4	6	5	5
Ganti jig (Mesin off) (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
6	3	7	4	5	5	5	5	6	4
Kembalikan jig ke meja (Mesin off) (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
5	5	5	5	6	3	7	4	6	4
Waktu Pengamatan									
MS1-07									
Jalan bawa jig (Mesin off) (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
14	15	15	16	17	15	15	13	14	16
Tukar jig (Mesin off) (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
8	8	9	10	12	11	10	10	10	12

Lanjut ...

Tabel 4.5 Pengamatan Langkah dan Pengukuran Waktu Siklus *Setup* (detik) (lanjutan)

Waktu Pengamatan									
MS1-07									
Bawa ke area mesin (Mesin off) (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
15	15	13	14	16	14	15	15	16	17
Waktu Pengamatan									
MS1-08									
Jalan bawa jig (Mesin off) (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
14	15	15	16	17	15	15	13	14	16
Tukar jig (Mesin off) (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
11	10	10	10	12	8	8	9	10	12
Bawa ke area mesin (Mesin off) (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
15	15	13	14	16	14	15	15	16	17
Waktu Pengamatan									
MS1-11									
Lepas baut pada jig (Mesin off) (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
28	29	29	30	31	31	30	30	30	32
Bawa jig ke area jig (Mesin off) (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
14	15	15	16	17	15	15	13	14	16
Pilih jig (Mesin off) (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
8	8	9	10	12	11	10	10	10	12
Kembali ke area mesin (Mesin off) (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
15	15	13	14	16	14	15	15	16	17
Pasang jig (Mesin off) (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
29	29	29	30	31	31	30	30	30	31
Setting busur (Mesin off) (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
240	235	240	245	238	242	237	242	240	241
Waktu Pengamatan									
MM-01									
Jalan ke area jig (Mesin off) (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
16	17	15	15	14	15	15	13	14	16

Lanjut ...

Tabel 4.5 Pengamatan Langkah dan Pengukuran Waktu Siklus *Setup* (detik) (lanjutan)

Waktu Pengamatan									
MM-01									
Memilih jig (Mesin off) (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
15	14	16	14	15	15	15	16	16	14
Kembali ke area mesin (Mesin off) (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
15	15	13	14	16	16	17	15	15	14
Ambil kunci T (Mesin off) (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
6	3	7	4	5	5	5	5	6	4
Lepas baut jig 6 baut (Mesin off) (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
58	57	59	62	60	59	60	60	61	64
Tukar jig (Mesin off) (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
15	15	16	16	14	15	14	16	14	15
Pasang jig dengan 6 baut (Mesin off) (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
62	60	59	56	60	60	64	61	58	60
Setting busur (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
296	302	298	305	300	297	300	303	300	299
Ganti jig front and tail cover (Mesin off) (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
16	17	15	15	14	15	15	13	14	16
Kembalikan ke area pengambilan jig (Mesin off) (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
15	14	16	14	15	15	15	16	16	14
Kembali ke area mesin (Mesin off) (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
13	10	11	8	10	9	10	10	8	11
Waktu Pengamatan									
MM-02									
Bawa meja jig ke area jig (Mesin off) (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
16	14	15	15	15	16	16	14	15	14
Pilih jig (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
15	15	13	14	16	16	17	15	15	14

Lanjut ...

Tabel 4.5 Pengamatan Langkah dan Pengukuran Waktu Siklus *Setup* (detik) (lanjutan)

Waktu Pengamatan									
MM-02									
Kembali ke area mesin (Mesin off) (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
15	15	16	16	14	15	14	16	14	15
Setting posisi meja (Mesin off) (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
12	12	8	9	10	8	10	10	10	11
Waktu Pengamatan									
MM-03									
Bawa meja jig ke area jig (Mesin off) (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
16	14	15	15	15	16	16	14	15	14
Pilih jig (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
17	15	15	16	14	14	13	16	15	15
Kembali ke area mesin (Mesin off) (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
15	15	13	14	16	16	17	15	15	14
Setting posisi meja (Mesin off) (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
8	9	10	10	11	12	11	10	9	10
Waktu Pengamatan									
LEAK									
Bawa ke area jig (Mesin off) (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
7	9	11	12	10	12	8	10	10	11
Tukar jig (Mesin off) (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
13	10	10	9	7	8	12	11	10	10
Kembali ke area mesin (Mesin off) (Xi)									
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
8	10	12	10	9	8	10	10	12	11

(Sumber: Hasil Pengamatan di Lapangan)

4.1.10. Data Performance Rating

1. Faktor Penyesuaian (*Rating Factors*)

Faktor penyesuaian diperlukan setelah pengukuran waktu siklus per langkah *setup*, langkah tersebut adalah mengamati kewajaran kerja yang ditunjukkan oleh operator untuk menentukan waktu normal. Penelitian ini menggunakan

cara *westing house* yang mengarahkan penilaian pada 4 faktor. Faktor Penyesuaian yang diberikan sebesar +0,16 dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Faktor Penyesuaian Operator

Faktor Penyesuaian MS1-04			Keterangan
Keterampilan	<i>Super Skill (A2)</i>	+0,13	Cepat dan Teliti
Usaha	<i>Average (C1)</i>	+0,00	Cukup Giat
Kondisi	<i>Good</i>	+0,02	Sesuai standar prosedur
Konsistensi	<i>Good</i>	+0,01	Cukup Stabil dalam bekerja
Total Faktor Penyesuaian		+0,16	
Faktor Penyesuaian MS1-05			Keterangan
Keterampilan	<i>Excellent (B1)</i>	+0,11	Cukup Cepat dan Teliti
Usaha	<i>Good (C2)</i>	+0,02	Giat
Kondisi	<i>Average</i>	+0,00	Sesuai standar prosedur
Konsistensi	<i>Excellent</i>	+0,03	Stabil dalam bekerja
Total Faktor Penyesuaian		+0,16	
Faktor Penyesuaian MS1-06			Keterangan
Keterampilan	<i>Excellent (B1)</i>	+0,11	Cukup Cepat dan Teliti
Usaha	<i>Average (C1)</i>	+0,00	Cukup Giat
Kondisi	<i>Good</i>	+0,02	Sesuai standar prosedur
Konsistensi	<i>Excellent</i>	+0,03	Stabil dalam bekerja
Total Faktor Penyesuaian		+0,16	
Faktor Penyesuaian MS1-07			Keterangan
Keterampilan	<i>Super Skill (A2)</i>	+0,13	Cepat dan Teliti
Usaha	<i>Average (C1)</i>	+0,00	Cukup Giat
Kondisi	<i>Average</i>	+0,00	Sesuai standar prosedur
Konsistensi	<i>Excellent</i>	+0,03	Stabil dalam bekerja
Total Faktor Penyesuaian		+0,16	
Faktor Penyesuaian MS1-08			Keterangan
Keterampilan	<i>Super Skill (A1)</i>	+0,15	Cepat dan Teliti
Usaha	<i>Good (C1)</i>	+0,05	Giat
Kondisi	<i>Average</i>	+0,00	Sesuai standar prosedur
Konsistensi	<i>Poor</i>	-0,04	Tidak Stabil dalam bekerja
Total Faktor Penyesuaian		+0,16	

Lanjut ...

Tabel 4.6 Faktor Penyesuaian Operator (lanjutan)

Faktor Penyesuaian MS1-011			Keterangan
Keterampilan	<i>Super Skill (A2)</i>	+0,13	Cepat dan Teliti
Usaha	<i>Good (C1)</i>	+0,05	Giat
Kondisi	<i>Average</i>	+0,00	Sesuai standar prosedur
Konsistensi	<i>Fair</i>	-0,02	Kurang Stabil dalam bekerja
Total Faktor Penyesuaian		+0,16	
Faktor Penyesuaian MM-01			Keterangan
Keterampilan	<i>Super Skill (A2)</i>	+0,13	Cepat dan Teliti
Usaha	<i>Average (C1)</i>	+0,00	Cukup Giat
Kondisi	<i>Average</i>	+0,00	Sesuai standar prosedur
Konsistensi	<i>Excellent</i>	+0,03	Stabil dalam bekerja
Total Faktor Penyesuaian		+0,16	
Faktor Penyesuaian MM-02			Keterangan
Keterampilan	<i>Excellent (B1)</i>	+0,11	Cukup Cepat dan Teliti
Usaha	<i>Average (C1)</i>	+0,00	Cukup Giat
Kondisi	<i>Good</i>	+0,02	Sesuai standar prosedur
Konsistensi	<i>Excellent</i>	+0,03	Stabil dalam bekerja
Total Faktor Penyesuaian		+0,16	
Faktor Penyesuaian MM-03			Keterangan
Keterampilan	<i>Super Skill (A2)</i>	+0,13	Cepat dan Teliti
Usaha	<i>Average (C1)</i>	+0,00	Cukup Giat
Kondisi	<i>Good</i>	+0,02	Sesuai standar prosedur
Konsistensi	<i>Good</i>	+0,01	Cukup Stabil dalam bekerja
Total Faktor Penyesuaian		+0,16	
Faktor Penyesuaian <i>LEAK TEST</i>			Keterangan
Keterampilan	<i>Super Skill (A2)</i>	+0,15	Cepat dan Teliti
Usaha	<i>Average (C1)</i>	+0,00	Cukup Giat
Kondisi	<i>Average</i>	+0,00	Sesuai standar prosedur
Konsistensi	<i>Good</i>	+0,01	Cukup Stabil dalam bekerja
Total Faktor Penyesuaian		+0,16	

(Sumber: Hasil Pengamatan di Lapangan)

2. Faktor Kelonggaran (*Allowance*)

Faktor kelonggaran merupakan langkah selanjutnya setelah menentukan faktor penyesuaian. Kelonggaran diberikan untuk 3 hal, yaitu: kelonggaran untuk kebutuhan pribadi, kelonggaran untuk menghilangkan rasa *fatigue*, dan hambatan-hambatan yang tidak dapat dihindarkan. Semuanya, yang

biasanya dinyatakan dalam persentase dijumlahkan dan dikalikan dengan waktu normal untuk kemudian dijumlahkan dengan waktu normal sehingga diperoleh waktu baku. Karena itu setelah pengukuran dan setelah mendapatkan waktu normal, kelonggaran perlu ditambahkan untuk memperoleh waktu baku.

Data dari departemen *Welding* PT SIM tentang faktor kelonggaran yang diberikan kepada operator di PT SIM, didapat faktor kelonggaran yang ditetapkan 13%. Tabel faktor kelonggaran yang ditetapkan PT SIM dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Faktor Kelonggaran PT SIM

Faktor Kelonggaran		
Kebutuhan Pribadi	Pria	1%
Keadaan Lingkungan	Siklus kerja antara 5-10 detik	0,5%
Tenaga yang Dikeluarkan	Ringan	6,5%
Sikap Kerja	Berdiri Di Atas Dua Kaki	1%
Gerakan Kerja	Normal	0%
Kelelahan Mata	Pandangan Terus Menerus	2%
Temperatur Tempat Kerja	Sedang	2%
Total Faktor Kelonggaran		13%

(Sumber: *Welding Section* PT SIM)

4.1.11. Data *Setup Jig* Pergantian Model pada Mesin

Setup *jig* pada mesin dilakukan jika terdapat perbedaan bentuk dan ukuran komponen pada proses las serta perbedaan proses karena urutan proses yang berbeda untuk setiap pergantian *lot* yang berbeda variasi knalpotnya. Pergantian *jig* pada mesin adalah sebagai berikut:

1. Model 313, 333 \longleftrightarrow 351NE

Pergantian *jig* pada mesin pada model 313, 333 ke 351NE dan sebaliknya pada *welding muffler line 1A* dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Pergantian *jig* model 313, 333 \longleftrightarrow 351NE

Mesin	Keterangan
<i>Front Line</i>	
MS 1-04	Ganti <i>jig</i> (Beda bentuk dan ukuran komponen)
MS 1-05	Ganti <i>jig</i> (Beda bentuk dan ukuran komponen)
MS 1-06	Ganti <i>jig</i> (Beda komponen dan proses)
MS 1-07	Ganti <i>jig</i> (Beda komponen dan proses)

Lanjut ...

Tabel 4.8 Pergantian jig model 313, 333 \longleftrightarrow 351NE (lanjutan)

Mesin	Keterangan
<i>Front Line</i>	
MS 1-08	Ganti jig (Beda bentuk dan ukuran komponen)
MS 1-11	Ganti jig (Beda bentuk dan ukuran komponen)
<i>Main Line</i>	
MM-01	Tidak ada pergantian jig
MM-02	Ganti jig (Beda bentuk dan ukuran komponen)
MM-03	Ganti jig (Beda ukuran knalpot)
LEAK	Ganti jig (Beda ukuran knalpot)

(Sumber: Hasil Pengamatan di Lapangan)

2. Model 351NE (P12, 14, 02, 19, 24, 27 dan N00) \longleftrightarrow 351NE (P31, 08, 84)

Pergantian jig pada mesin pada model 351NE (P12, 14, 02, 19, 24, 27 dan N00) ke 351NE (P31, 08, 84) dan sebaliknya pada *welding muffler line 1A* dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Pergantian jig model 351NE (P12, 14, 02, 19, 24, 27 dan N00) \longleftrightarrow 351NE (P31, 08, 84)

Mesin	Keterangan
<i>Front Line</i>	
MS 1-04	Ganti jig (Beda bentuk dan ukuran komponen)
MS 1-05	Ganti jig (Beda bentuk dan ukuran komponen)
MS 1-06	Tidak ada pergantian jig
MS 1-07	Tidak ada pergantian jig
MS 1-08	Tidak ada pergantian jig
MS 1-11	Tidak ada pergantian jig
<i>Main Line</i>	
MM-01	Tidak ada pergantian jig
MM-02	Tidak ada pergantian jig
MM-03	Tidak ada pergantian jig
LEAK	Tidak ada pergantian jig

(Sumber: Hasil Pengamatan di Lapangan)

3. Model 541LE \longleftrightarrow 511, 512, 513

Pergantian jig pada mesin pada model 541LE ke 511, 512, 513 dan sebaliknya pada *welding muffler line 1A* dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Pergantian jig model 541LE \longleftrightarrow 511, 512, 513

Mesin	Keterangan
<i>Front Line</i>	
MS 1-04	Ganti jig (Beda bentuk dan ukuran komponen)
MS 1-05	Ganti jig (Beda bentuk dan ukuran komponen)

Lanjut ...

Tabel 4.10 Pergantian jig model 541LE \longleftrightarrow 511, 512, 513 (lanjutan)

Mesin	Keterangan
<i>Front Line</i>	
MS 1-06	Tidak ada pergantian jig
MS 1-07	Tidak ada pergantian jig
MS 1-08	Tidak ada pergantian jig
MS 1-11	Tidak ada pergantian jig
<i>Main Line</i>	
MM-01	Tidak ada pergantian jig
MM-02	Tidak ada pergantian jig
MM-03	Tidak ada pergantian jig
LEAK	Tidak ada pergantian jig

(Sumber: Hasil Pengamatan di Lapangan)

4. Model 351, 313, 333 \longleftrightarrow 511, 512, 513 dan 541

Pergantian jig pada mesin pada model 351, 313, 333 ke 511, 512, 513, 514 dan sebaliknya pada *welding muffler line 1A* dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Pergantian Jig Model 351, 313, 333 \longleftrightarrow 511, 512, 513 dan 541

Mesin	Keterangan
<i>Front Line</i>	
MS 1-04	Ganti jig (Beda bentuk dan ukuran komponen)
MS 1-05	Ganti jig (Beda bentuk dan ukuran komponen)
MS 1-06	Ganti jig (Beda komponen dan proses)
MS 1-07	Ganti jig (Beda komponen dan proses)
MS 1-08	Ganti jig (Beda bentuk dan ukuran komponen)
MS 1-11	Ganti jig (Beda bentuk dan ukuran komponen)
<i>Main Line</i>	
MM-01	Ganti jig (Beda bentuk dan ukuran komponen)
MM-02	Ganti jig (Beda bentuk dan ukuran komponen)
MM-03	Ganti jig (Beda ukuran knalpot)
LEAK	Ganti jig (Beda ukuran knalpot)

(Sumber: Hasil Pengamatan di Lapangan)

4.2. Pengolahan Data

4.2.1. Menghitung Waktu Siklus *Setup*

Perhitungan waktu siklus rata-rata dari langkah *setup* diperlukan sebelum melakukan uji statistik. Hal ini bertujuan untuk mengetahui total waktu siklus *setup* dari langkah *setup* yang telah diamati pada masing-masing mesin. Waktu siklus rata-rata untuk MS1-04 pada langkah jalan ke area pengambilan jig terdapat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Perhitungan Waktu Siklus Rata-rata (detik)

Waktu Pengamatan										ΣX_i	\bar{X}	
MS1-04												
Jalan ke area pengambilan jig (X_i)												
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}			
33	32	32	32	34	31	33	32	31	30	320	32	
Jalan ke area pengambilan jig (X_i^2)										ΣX_i^2		
1.089	1.024	1.024	1.024	1.156	961	1.089	1.024	961	900	10.252		

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Setelah diperoleh total waktu siklus *setup* (lihat Tabel 4.12) kemudian mencari rata-rata dari waktu siklus *setup* dengan cara sebagai berikut:

$$\bar{X} = \frac{\Sigma X_i}{N} = \frac{320}{10} = 32 \text{ detik}$$

Keterangan:

\bar{X} = Rata-rata waktu siklus *setup*

ΣX_i = Total waktu pengamatan waktu siklus *setup*

N = Jumlah pengamatan

Perhitungan waktu siklus *setup* rata-rata seluruh langkah dapat dilihat pada Lampiran A dan rekapitulasi untuk semua waktu siklus *setup* setiap mesin dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Rekapitulasi Waktu Siklus *Setup* Rata-rata Mesin (detik)

Mesin	Elemen	Keterangan	Ws	Ws Mesin
<i>Front Line</i>				
MS 1-04	Jalan ke area pengambilan jig	Mesin off	32	330
	Memilih jig	Mesin off	15	
	Kembali ke area mesin	Mesin off	32	
	Ambil kunci pas	Mesin off	2	
	Lepas 2 baut pada jig pada <i>rotary jig</i>	Mesin off	40	
	Lepas dan angkat <i>rotary jig</i>	Mesin off	5	
	Angkat dan pasang jig berikutnya	Mesin off	5	
	Pasang 2 baut	Mesin off	60	
	<i>Setting busur</i>	Mesin off	60	
	Ambil jig WD catalyst	Mesin off	5	
	Ganti jig	Mesin off	5	
	Kembalikan ke meja	Mesin off	5	
	Kembalikan meja jig ke area jig	Mesin off	32	
	Kembalikan ke area mesin	Mesin off	32	
Lanjut ...				

Tabel 4.13 Rekapitulasi Waktu Siklus *Setup* Rata-rata Mesin (detik) (lanjutan)

Mesin	Elemen	Keterangan	Ws	Ws Mesin
<i>Front Line</i>				
MS 1-05	Jalan ambil jig	Mesin off	5	20
	Angkat jig	Mesin off	5	
	Ganti jig	Mesin off	5	
	Kembalikan jig kemeja	Mesin off	5	
MS 1-06	Jalan ambil jig	Mesin off	5	20
	Angkat jig	Mesin off	5	
	Ganti jig	Mesin off	5	
	Kembalikan jig kemeja	Mesin off	5	
MS 1-07	Jalan bawa jig	Mesin off	15	40
	Tukar jig	Mesin off	10	
	Bawa ke area mesin	Mesin off	15	
MS 1-08	Jalan bawa jig	Mesin off	15	40
	Tukar jig	Mesin off	10	
	Bawa ke area mesin	Mesin off	15	
MS 1-11	Lepas baut pada jig	Mesin off	30	340
	Bawa jig ke area jig	Mesin off	15	
	Pilih jig	Mesin off	10	
	Kembali ke area mesin	Mesin off	15	
	Pasang jig	Mesin off	30	
	Setting busur	Mesin off	240	
<i>Main Line</i>				
MM-01	Jalan ke area jig	Mesin off	15	525
	Memilih jig	Mesin off	15	
	Kembali ke area mesin	Mesin off	15	
	Ambil kunci T	Mesin off	5	
	Lepas baut jig 6 baut	Mesin off	60	
	Tukar jig	Mesin off	15	
	Pasang jig dengan 6 baut	Mesin off	60	
	Setting busur	Mesin off	300	
	Ganti jig <i>front and tail cover</i>	Mesin off	15	
	Kembalikan ke area pengambilan jig	Mesin off	15	
MM-02	Kembali ke area mesin	Mesin off	10	55
	Bawa meja jig ke area jig	Mesin off	15	
	Pilih jig	Mesin off	15	
	Kembali ke area mesin	Mesin off	15	
Setting posisi meja				Lanjut ...

Tabel 4.13 Rekapitulasi Waktu Siklus *Setup* Rata-rata Mesin (detik) (lanjutan)

Mesin	Elemen	Keterangan	Ws	Ws Mesin
<i>Main Line</i>				
MM-03	Bawa meja jig ke area jig	Mesin off	15	55
	Pilih jig	Mesin off	15	
	Kembali ke area mesin	Mesin off	15	
	Setting posisi meja	Mesin off	10	
Leak	Bawa ke area jig	Mesin off	10	30
	Tukar jig	Mesin off	10	
	Kembali ke area mesin	Mesin off	10	

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

4.2.2. Uji Data

Uji data yang dilakukan yaitu kecukupan data dan uji keseragaman data. Uji data ini dilakukan pada langkah *setup* dari setiap mesin. Pada pengolahan data ini disajikan uji statistik untuk MS1-04 langkah *setup* 1, sedangkan untuk langkah *setup* lainnya akan disajikan pada Lampiran B.

1. Uji Kecukupan Data

Waktu siklus *setup* yang ideal pada masing-masing langkah *setup* didapatkan dengan melakukan serangkaian pengujian yaitu uji kecukupan data dan uji keseragaman data. Uji kecukupan data dilakukan dengan mencari nilai N' dengan ketentuan jika $N' < N$ maka data telah mencukupi, dan jika $N' > N$ maka data belum mencukupi.

Dengan tingkat kepercayaan yang digunakan sebesar 95% dan tingkat ketelitian sebesar 5%, maka uji kecukupan data dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

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

Hasil perhitungan uji kecukupan data untuk masing-masing langkah *setup* dapat dilihat dibawah ini dan berdasarkan Tabel 4.12 di atas mengenai perhitungan waktu siklus rata-rata untuk MS1-04 pada langkah jalan ke area pengambilan jig dapat diketahui:

$$\sum X_i = 32$$

$$\sum X_i^2 = 10252$$

$$N' = \left[\frac{40\sqrt{10(10252) - (320)^2}}{320} \right]^2$$

$$N' = 1,875 \approx 2$$

Hasil perhitungan di atas, diperoleh nilai N' dari langkah *setup* MS1-04 (1) $< N$, maka dengan demikian dapat diambil keputusan bahwa data yang diperoleh pada langkah *setup* MS1-04 (1) telah mencukupi. Untuk Uji Kecukupan Data MS1-04 sampai *Leak Test* terdapat pada Lampiran B.

2. Uji Keseragaman Data

Tujuan dilakukannya uji keseragaman data adalah untuk memastikan data yang diambil berasal dari sistem sebab yang sama. Uji keseragaman ini juga dilakukan dengan menggunakan *software* Minitab16. Parameter yang digunakan adalah tingkat kepercayaan sebesar 95%. Karena tingkat kepercayaan yang digunakan adalah 95%, maka nilai k yang dipakai adalah 2. Apabila data tersebut ada yang keluar dari batas kontrol, maka data tersebut dibuang dan dilakukan pengujian lagi dengan data yang masih ada. Perhitungan keseragaman data untuk MS1-04 langkah *setup* jalan ke area pegambilan *jig* adalah sebagai berikut:

a. Perhitungan Standar Deviasi

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{N - 1}}$$

$$\delta_x = \sqrt{\frac{(33 - 32)^2 + \dots + (30 - 32)^2}{10 - 1}}$$

$$\delta_x = 0,155$$

b. Perhitungan Batas Kelas Atas dan Batas Kelas Bawah

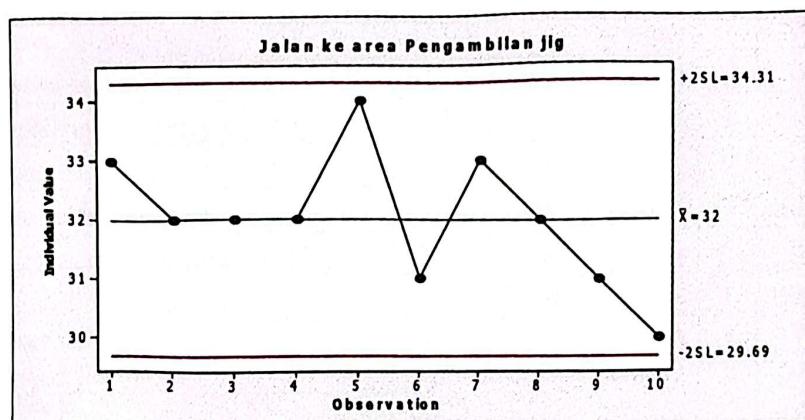
Pada percobaan ini digunakan tingkat kepercayaan 95% dan tingkat ketelitian 5%. Untuk menguji keseragaman data digunakan peta kontrol dengan persamaan berikut:

$$BKA = \bar{X} + 2 \delta x = 32 \text{ detik} + 2 (0,155) = 34,31 \text{ detik}$$

$$BKB = \bar{X} - 2 \delta x = 32 \text{ detik} - 2 (0,155) = 29,69 \text{ detik}$$

c. Pembuatan Peta Kontrol

Pembuatan peta kontrol dilakukan dengan memasukkan data waktu siklus yang dilengkapi dengan nilai BKA, BKB, dan nilai rata-rata.



Gambar 4.9 Peta Kontrol Keseragaman MS1-04 (1)

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Gambar *output* hasil perhitungan kolmogorov-smirnov dapat dilihat bahwa persebaran data untuk setiap data waktu yang terdapat pada MS1-04 langkah *setup* 1 tersebut berada diantara garis UCL (*Upper Control Limit*) atau Batas Kontrol Atas (BKA) sebesar 34,31 dan LCL (*Lower Control Limit*) atau Batas Kontrol Bawah (BKB) sebesar 29,69 (garis berwarna merah). Hal ini berarti waktu siklus *setup* tersebut berada dalam batas kontrol (*under control*). Maka dapat disimpulkan bahwa secara keseluruhan data waktu siklus *setup* pada MS1-04 langkah *setup* 1 adalah seragam. Untuk Uji Keseragaman Data MS1-05 sampai *Leak test* terdapat pada berkas Lampiran C.

Rekapitulasi hasil uji data dari setiap mesin dan langkah *setup* dapat dilihat pada Tabel 4.14

Tabel 4.14 Rekapitulasi Hasil Uji Data

Mesin	Langkah	Uji keseragaman			Uji kecukupan		
		UCL	LCL	Ket.	N'	N	Ket.
MS1-04	Jalan kearea pengambilan jig	34,31	29,69	Seragam	2	10	Cukup
	Memilih jig	17,31	12,69	Seragam	9	10	Cukup
	Kembali kearea mesin	34,31	29,69	Seragam	2	10	Cukup
	Ambil kunci pas	3,633	0,367	Seragam	4	10	Cukup
	Lepas 2 baut pada jig pada <i>rotary jig</i>	42,31	37,69	Seragam	2	10	Cukup
	Lepas dan angkat <i>rotary jig</i>	7,31	2,69	Seragam	9	10	Cukup
	Angkat dan pasang jig berikutnya	7,31	2,69	Seragam	9	10	Cukup
	Pasang 2 baut	62,828	57,172	Seragam	1	10	Cukup
	<i>Setting</i> busur	62,828	57,172	Seragam	1	10	Cukup
	Ambil jig WD catalyst	7,31	2,69	Seragam	9	10	Cukup
	Ganti jig	7,31	2,69	Seragam	9	10	Cukup
	Kembalikan ke meja	7,31	2,69	Seragam	9	10	Cukup
MS1-05	Kembalikan meja jig ke area jig	34,31	29,69	Seragam	2	10	Cukup
	Kembali kearea mesin	33,633	30,367	Seragam	1	10	Cukup
	Jalan ambil jig	7,31	2,69	Seragam	9	10	Cukup
	Angkat jig	7,31	2,69	Seragam	9	10	Cukup
MS1-06	Ganti jig	6,633	3,367	Seragam	7	10	Cukup
	Kembalikan jig kemeja	6,633	3,367	Seragam	7	10	Cukup
	Jalan ambil jig	6,633	3,367	Seragam	7	10	Cukup
	Angkat jig	6,633	3,367	Seragam	7	10	Cukup
MS1-07	Ganti jig	7,31	2,69	Seragam	9	10	Cukup
	Kembalikan jig kemeja	7,31	2,69	Seragam	9	10	Cukup
	Jalan bawa jig	17,31	12,69	Seragam	9	10	Cukup
MS1-08	Tukar jig	17,828	7,172	Seragam	6	10	Cukup
	Bawa ke area mesin	17,828	7,172	Seragam	9	10	Cukup
	Jalan bawa jig	17,31	12,69	Seragam	9	10	Cukup
MS1-11	Tukar jig	17,828	7,172	Seragam	6	10	Cukup
	Bawa kearea mesin	17,828	7,172	Seragam	9	10	Cukup
	Lepas baut pada jig	31,633	28,367	Seragam	1	10	Cukup
MS1-11	Bawa jig ke area jig	17,31	12,69	Seragam	9	10	Cukup
	Pilih jig	17,828	7,172	Seragam	6	10	Cukup
	Kembali kearea mesin	17,31	12,69	Seragam	9	10	Cukup
	Pasang jig	32,31	27,89	Seragam	3	10	Cukup
	<i>Setting</i> busur	245,66	234,34	Seragam	1	10	Cukup

Lanjut ...

Tabel 4.14 Rekapitulasi Hasil Uji Data (lanjutan)

Mesin	Langkah	Uji keseragaman			Uji kecukupan		
		UCL	LCL	Ket.	N'	N	Ket.
MM-01	Jalan ke area jig	17,31	12,69	Seragam	9	10	Cukup
	Memilih jig	16,633	13,367	Seragam	5	10	Cukup
	Kembali ke area mesin	17,31	12,69	Seragam	9	10	Cukup
	Ambil kunci T	7,31	2,69	Seragam	9	10	Cukup
	Lepas baut jig 6 baut	64	56	Seragam	2	10	Cukup
	Tukar jig	16,633	13,367	Seragam	5	10	Cukup
	Pasang jig dengan 6 baut	64,32	55,68	Seragam	2	10	Cukup
	Setting busur	305,50	294,50	Seragam	1	10	Cukup
	Ganti jig <i>front and tail cover</i>	17,31	12,69	Seragam	9	10	Cukup
	Kembalikan ke area pengambilan jig	17,31	12,69	Seragam	5	10	Cukup
MM-02	Kembali ke area mesin	12,982	7,018	Seragam	7	10	Cukup
	Bawa meja jig ke area jig	16,633	13,367	Seragam	5	10	Cukup
	Pilih jig	17,31	12,69	Seragam	9	10	Cukup
	Kembali ke area mesin	16,633	13,367	Seragam	5	10	Cukup
MM-03	Setting posisi meja	12,828	7,172	Seragam	6	10	Cukup
	Bawa meja jig ke area jig	16,633	13,367	Seragam	5	10	Cukup
	Pilih jig	17,955	12,045	Seragam	9	10	Cukup
	Kembali ke area mesin	17,31	12,69	Seragam	9	10	Cukup
LEAK	Setting posisi meja	12,31	7,69	Seragam	5	10	Cukup
	Bawa ke area jig	13,266	6,734	Seragam	7	10	Cukup
	Tukar jig	13,528	6,472	Seragam	7	10	Cukup
	Kembali ke area mesin	12,828	7,172	Seragam	6	10	Cukup

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

4.2.3. Waktu Baku *Setup*

Apabila telah dilakukan berbagai uji statistik sebelumnya seperti uji kecukupan data dan uji keseragaman data diperoleh hasil yang menyatakan bahwa data-data yang diperoleh telah lulus uji. Maka langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan waktu baku *setup* bagi tiap-tiap mesin dengan cara sebagai berikut:

1. Menghitung Waktu Normal

Waktu normal dihitung dengan cara mengalikan waktu siklus *setup* yang diperoleh dengan Faktor Penyesuaian (*Rating Factors*) yang telah ditentukan sebelumnya. Faktor penyesuaian yang digunakan menggunakan *Westinghouse System of Rating*. Waktu siklus *setup* didapat berdasarkan Tabel 4.13 di atas mengenai rekapitulasi waktu siklus *setup* rata-rata mesin

MS1-04 langkah jalan ke area pengambilan jig adalah 32 detik. Waktu ini dicapai dengan ketrampilan pekerja yang dinilai *Super Skill (A2)*, usaha *Average(C1)*, kondisi *Good* dan konsistensi *Good*. Berdasarkan Tabel 4.6 mengenai faktor penyesuaian operator di MS1-04, sehingga waktu normalnya adalah sebagai berikut:

Keterampilan	: <i>Super Skill (A2)</i>	= +0,13
Usaha	: <i>Average(C1)</i>	= +0,00
Kondisi	: <i>Good</i>	= +0,02
Konsistensi	: <i>Good</i>	= +0,01
Jumlah	:	<hr/> +0,16

Jadi $p = (1+0,16)$ atau $p = 1,16$

$$W_n = W_s \times p$$

$$W_n = 32 \times 1,16$$

$$W_n = 37,12 \text{ detik}$$

2. Menghitung Waktu Baku (*Standard Time*)

Waktu baku dihitung dengan cara mengalikan waktu normal (*normal time*) yang telah dihitung sebelumnya di atas dengan faktor kelonggaran yang telah ditentukan sebelumnya. Berdasarkan Tabel 4.7 di atas mengenai faktor kelonggaran PT SIM, faktor kelonggaran yang diberikan sebesar 0,13. Waktu baku untuk MS1-04 adalah sebagai berikut:

$$W_b = W_n + 1(W_n)$$

$$W_b = 37,2 + 0,13 (37,2)$$

$$W_b = 41,9 \text{ detik}$$

Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan di atas maka nilai waktu baku yang diperoleh untuk MS1-04 langkah jalan ke area pengambilan jig adalah 41,9 detik.

Perhitungan waktu baku *setup* MS1-04 sampai *Leak Test* berdasarkan perhitungan di atas dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Perhitungan Waktu Baku Setup

Mesin	Langkah	Ws (detik)	p (1+0,16)	Waktu Normal Ws x p (detik)	Allowance (1)	Wb (detik) Wn+1(Wn)	Total Wb (detik)
MS1-04	Jalan ke area pengambilan jig	32	1,16	37,12	0,13	41,9	432,56
	Memilih jig	15	1,16	17,4	0,13	19,7	
	Kembali ke area mesin	32	1,16	37,12	0,13	41,9	
	Ambil kunci pas	2	1,16	2,32	0,13	2,6	
	Lepas 2 baut pada jig pada <i>rotary</i> jig	40	1,16	46,4	0,13	52,4	
	Lepas dan angkat <i>rotary</i> jig	5	1,16	5,8	0,13	6,6	
	Angkat dan pasang jig berikutnya	5	1,16	5,8	0,13	6,6	
	Pasang 2 baut	60	1,16	69,6	0,13	78,6	
	<i>Setting</i> busur	60	1,16	69,6	0,13	78,6	
	Ambil jig WD catalyst	5	1,16	5,8	0,13	6,6	
	Ganti jig	5	1,16	5,8	0,13	6,6	
	Kembalikan ke meja	5	1,16	5,8	0,13	6,6	
	Kembalikan meja jig ke area jig	32	1,16	37,12	0,13	41,9	
MS1-05	Kembali ke area mesin	32	1,16	37,12	0,13	41,9	26,22
	Jalan ambil jig	5	1,16	5,8	0,13	6,6	
	Angkat jig	5	1,16	5,8	0,13	6,6	
	Ganti jig	5	1,16	5,8	0,13	6,6	
MS1-06	Kembalikan jig kemeja	5	1,16	5,8	0,13	6,6	26,22
	Jalan ambil jig	5	1,16	5,8	0,13	6,6	
	Angkat jig	5	1,16	5,8	0,13	6,6	
	Ganti jig	5	1,16	5,8	0,13	6,6	
MS1-07	Kembalikan jig kemeja	5	1,16	5,8	0,13	6,6	52,40
	Jalan bawa jig	15	1,16	17,4	0,13	19,7	
	Tukar jig	10	1,16	11,6	0,13	13,1	
	Bawa ke area mesin	15	1,16	17,4	0,13	19,7	
MS1-08	Jalan bawa jig	15	1,16	17,4	0,13	19,7	52,40
	Tukar jig	10	1,16	11,6	0,13	13,1	
	Bawa ke area mesin	15	1,16	17,4	0,13	19,7	
	Lepas baut pada jig	30	1,16	34,8	0,13	39,3	
MS1-11	Bawa jig ke area jig	15	1,16	17,4	0,13	19,7	445,7
	Pilih jig	10	1,16	11,6	0,13	13,1	
	Kembali ke area mesin	15	1,16	17,4	0,13	19,7	
	Pasang jig	30	1,16	34,8	0,13	39,3	
	<i>Setting</i> busur	240	1,16	278,4	0,13	314,6	
	Jalan ke area jig	15	1,16	17,4	0,13	19,7	
MM-01	Memilih jig	15	1,16	17,4	0,13	19,7	688,2
	Kembali ke area mesin	15	1,16	17,4	0,13	19,7	
	Ambil kunci T	5	1,16	5,8	0,13	6,6	
	Lepas baut jig 6 baut	60	1,16	69,6	0,13	78,6	
	Tukar jig	15	1,16	17,4	0,13	19,7	
	Pasang jig dengan 6 baut	60	1,16	69,6	0,13	78,6	
	<i>Setting</i> busur	300	1,16	348	0,13	393,2	
	Ganti jig <i>front and tail cover</i>	15	1,16	17,4	0,13	19,7	
	Kembalikan ke area pengambilan jig	15	1,16	17,4	0,13	19,7	
	Kembalikan ke area mesin	10	1,16	11,6	0,13	13,1	

Lanjut ...

Tabel 4.15 Perhitungan Waktu Baku *Setup*

Mesin	Langkah	Ws (detik)	p (1+0,16)	Waktu Normal Ws x p (detik)	Allowance (1)	Wb (detik) W _{n+1} (W _n)	Total Wb (detik)
MM-02	Bawa meja jig ke area jig	15	1,16	17,4	0,13	19,7	72,10
	Pilih jig	15	1,16	17,4	0,13	19,7	
	Kembali ke area mesin	15	1,16	17,4	0,13	19,7	
	Setting posisi meja	10	1,16	11,6	0,13	13,1	
MM-03	Bawa meja jig ke area jig	15	1,16	17,4	0,13	19,7	72,10
	Pilih jig	15	1,16	17,4	0,13	19,7	
	Kembali ke area mesin	15	1,16	17,4	0,13	19,7	
	Setting posisi meja	10	1,16	11,6	0,13	13,1	
Leak	Bawa ke area jig	10	1,16	11,6	0,13	13,1	39,30
	Tukar jig	10	1,16	11,6	0,13	13,1	

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

4.2.4. Identifikasi *Setup* Internal dan *Setup* Eksternal

Identifikasi *setup* internal dan *setup* eksternal didapatkan dari pengamatan langsung dilapangan, kemudian dapat diolah dengan membuat daftar untuk setiap langkah dalam operasi pergantian jig. Identifikasi aktivitas *setup* internal dan *setup* eksternal dilakukan dengan memisahkan aktivitas menjadi dua bagian yaitu pada saat mesin berjalan (*eksternal activity*) dan pada saat mesin mati/*off* (*internal Activity*). Identifikasi dilakukan untuk mengetahui aktivitas mana saja yang perlu diperbaiki dan yang tidak perlu dilakukan pada saat mesin mati. Identifikasi *setup* internal dan *setup* eksternal dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Identifikasi *Setup* Internal dan *Setup* Eksternal (detik)

Mesin	Langkah	Waktu	Keterangan	Internal	Eksternal
<i>Front Line</i>					
MS 1-04	Jalan ke area pengambilan jig	41,9	Mesin off	✓	
	Memilih jig	19,7	Mesin off	✓	
	Kembali ke area mesin	41,9	Mesin off	✓	
	Ambil kunci pas	2,6	Mesin off	✓	
	Lepas 2 baut pada jig pada <i>rotary jig</i>	52,4	Mesin off	✓	
	Lepas dan angkat <i>rotary jig</i>	6,6	Mesin off	✓	
	Angkat dan pasang jig berikutnya	6,6	Mesin off	✓	
	Pasang 2 baut	78,6	Mesin off	✓	
	<i>Setting busur</i>	78,6	Mesin off	✓	
	Ambil jig WD catalyst	6,6	Mesin off	✓	
	Ganti jig	6,6	Mesin off	✓	
	Kembalikan ke meja	6,6	Mesin off	✓	
MS 1-05	Kembalikan meja jig ke area jig	41,9	Mesin off	✓	
	Kembali ke area mesin	41,9	Mesin off	✓	
	Jalan ambil jig	6,6	Mesin off	✓	
	Angkat jig	6,6	Mesin off	✓	
	Ganti jig	6,6	Mesin off	✓	
	Kembalikan jig ke meja	6,6	Mesin off	✓	

Lanjut ...

dari kegiatan transportasi pengambilan dan pengembalian jig, kegiatan operasi pemilihan jig dalam transportasi pengambilan jig dan kegiatan operasi *setting* jig.

4.2.5. Menghitung Waktu *Setup* Jig Pergantian Model

Menghitung waktu *setup* jig pergantian model dilakukan untuk mengetahui total waktu *setup* yang diperlukan untuk pergantian *lot* produksi yang model knalpotnya berbeda. Perhitungan dilakukan dengan menyesuaikan data *setup* jig pergantian model pada mesin dengan waktu baku *setup* yang telah dihitung pada sub bab sebelumnya. Total waktu *setup* untuk masing-masing pergantian model adalah sebagai berikut:

1. Waktu *Setup* Jig Model 313, 333↔351NE

Waktu *setup* jig pada pergantian model 313, 333 ke 351NE dan sebaliknya pada *welding muffler line 1A* dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Waktu *Setup* Jig Pergantian Model 313, 333↔351NE (detik)

Mesin	Keterangan	Waktu
<i>Front Line</i>		
MS 1-04	Ganti jig (Beda bentuk dan ukuran komponen)	432,56
MS 1-05	Ganti jig (Beda bentuk dan ukuran komponen)	26,22
MS 1-06	Ganti jig (Beda komponen dan proses)	26,22
MS 1-07	Ganti jig (Beda komponen dan proses)	52,40
MS 1-08	Ganti jig (Beda bentuk dan ukuran komponen)	52,40
MS 1-11	Ganti jig (Beda bentuk dan ukuran komponen)	445,70
<i>Main Line</i>		
MM-01	Tidak ada pergantian jig	0,00
MM-02	Ganti jig (Beda bentuk dan ukuran komponen)	72,10
MM-03	Ganti jig (Beda ukuran knalpot)	72,10
LEAK	Ganti jig (Beda ukuran knalpot)	39,30
Total		1.219,00

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

2. Waktu *Setup* Jig Model 351NE (P12,14,02,19,24,27 dan N00) ↔351NE (P31, 08, 84)

Waktu *setup* jig pada pergantian model 351NE (P12, 14, 02, 19, 24, 27 dan N00) ke 351NE (P31, 08, 84) dan sebaliknya pada *welding muffler line 1A* dapat dilihat pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 Waktu *Setup Jig* Pergantian Model 351NE (P12, 14, 02, 19, 24, 27 dan N00) \longleftrightarrow 351NE (P31, 08, 84) (detik)

Mesin	Keterangan	Waktu
<i>Front Line</i>		
MS 1-04	Ganti jig (Beda bentuk dan ukuran komponen)	432,56
MS 1-05	Ganti jig (Beda bentuk dan ukuran komponen)	26,22
MS 1-06	Tidak ada pergantian jig	0,00
MS 1-07	Tidak ada pergantian jig	0,00
MS 1-08	Tidak ada pergantian jig	0,00
MS 1-11	Tidak ada pergantian jig	0,00
<i>Main Line</i>		
MM-01	Tidak ada pergantian jig	0,00
MM-02	Tidak ada pergantian jig	0,00
MM-03	Tidak ada pergantian jig	0,00
LEAK	Tidak ada pergantian jig	0,00
Total		458,78

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

3. Waktu *Setup Jig* Model 541LE \longleftrightarrow 511, 512, 513

Waktu *setup* *jig* pada pergantian model 541LE ke 511, 512, 513 dan sebaliknya pada *welding muffler line 1A* dapat dilihat pada Tabel 4.18.

Tabel 4.19 Waktu *Setup Jig* Pergantian Model 541LE \longleftrightarrow 511, 512, 513 (detik)

Mesin	Keterangan	Waktu
<i>Front Line</i>		
MS 1-04	Ganti jig (Beda bentuk dan ukuran komponen)	432,56
MS 1-05	Ganti jig (Beda bentuk dan ukuran komponen)	26,22
MS 1-06	Tidak ada pergantian jig	0,00
MS 1-07	Tidak ada pergantian jig	0,00
MS 1-08	Tidak ada pergantian jig	0,00
MS 1-11	Tidak ada pergantian jig	0,00
<i>Main Line</i>		
MM-01	Tidak ada pergantian jig	0,00
MM-02	Tidak ada pergantian jig	0,00
MM-03	Tidak ada pergantian jig	0,00
LEAK	Tidak ada pergantian jig	0,00
Total		458,78

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

4. Waktu *Setup Jig* Model 351, 313, 333 \longleftrightarrow 511, 512, 513 dan 541

Waktu *setup jig* pada pergantian model 351, 313, 333 ke 511, 512, 513, 514 dan sebaliknya pada *welding muffler line 1A* dapat dilihat pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20 Waktu *Setup Jig* Pergantian Model 351, 313, 333 \longleftrightarrow 511, 512, 513 dan 541 (detik)

Mesin	Keterangan	Waktu
<i>Front Line</i>		
MS 1-04	Ganti jig (Beda bentuk dan ukuran komponen)	432,56
MS 1-05	Ganti jig (Beda bentuk dan ukuran komponen)	26,22
MS 1-06	Ganti jig (Beda komponen dan proses)	26,22
MS 1-07	Ganti jig (Beda komponen dan proses)	52,40
MS 1-08	Ganti jig (Beda bentuk dan ukuran komponen)	52,40
MS 1-11	Ganti jig (Beda bentuk dan ukuran komponen)	445,70
<i>Main Line</i>		
MM-01	Ganti jig (Beda bentuk dan ukuran komponen)	688,20
MM-02	Ganti jig (Beda bentuk dan ukuran komponen)	72,10
MM-03	Ganti jig (Beda ukuran knalpot)	72,10
LEAK	Ganti jig (Beda ukuran knalpot)	39,30
Total		1.907,20

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

4.2.6. Menghitung Waktu Efektif

Menghitung waktu efektif diperoleh dari waktu *setup jig* pergantian model pada mesin (lihat Tabel 4.17-4.20) pada *lot* yang variasi knalpotnya berbeda, kemudian dihitung sesuai dengan rencana jangka pendek harian (lihat Tabel 4.4) yang telah ada untuk mengetahui pemborosan waktu *setup* perharinya (*loss time*).

Hasil perhitungan *loss time* dapat dilihat pada Tabel 4.21.

Tabel 4.21 Perhitungan *Loss Time* (detik)

Tanggal	Model		Keterangan	<i>Loss time</i>
1-Apr-15	XE313NE	K49	Tidak ada <i>setup</i>	0,00
	XE313NE	K49		
	XE313EE	K28		
	XE313EE	K28	<i>setup</i>	1.219,00
	XE351NE	N00		
	XE351NE	P19	Tidak ada <i>setup</i>	0,00
	XE351NE	P31		
Total				1.219,00

Lanjut ...

Tabel 4.21 Perhitungan Loss Time (detik) (lanjutan)

Tanggal	Model		Keterangan	Loss time
2-Apr-15	XE351NE	P31	Setup	458,78
	XE351NE	N00		
	XE351NE	N00	Setup	1.219,00
	XE313NE	K49		
	XE313NE	K49	Setup	1.907,20
	XE513LE	K46		
	XE513LE	K46	Setup	1.907,20
	XE333NZ	K49		
Total				5.492,18
6-Apr-15	XE333NZ	K49	Tidak ada setup	0,00
	XE333NZ	K49		
	XE312EZ	P12	Setup	1.219,00
	XE351NE	K28		
	XE351NE	K28	Setup	458,78
	XE351NE	N00		
	XE351NE	P19	Setup	458,78
	XE351NE	P31		
Total				2.136,56
7-Apr-15	XE351NE	P31	Setup	458,78
	XE351NE	N00		
	XE351NE	P02	Tidak ada setup	0,00
	XE351NE	N00		
	XE351NE	K28	Setup	458,78
	XE351NE	K28		
	XE351NE	P19	Setup	458,78
	XE351NE	P31		
	XE333NZ	K49	Setup	1.219,00
	Total			2.595,34
8-Apr-15	XE333NZ	K49	Tidak ada setup	0,00
	XE333NZ	K49		
	XE313EE	K28		
	XE313EE	K28	Setup	1.219,00
	XE351NE	N00		
	XE351NE	P19	Setup	458,78
	XE351NE	P31		
	XE513LE	K46	Setup	1.907,20
Total				3.584,98

Lanjut ...

Tabel 4.21 Perhitungan *Loss Time* (detik) (lanjutan)

Tanggal	Model		Keterangan	<i>Loss time</i>
9-Apr-15	XE513LE	K46	Tidak ada <i>setup</i>	0,00
	XE513LE	K46	<i>Setup</i>	1.907,20
	XE351NE	N00		
	XE351NE	N00	<i>Setup</i>	1.219,00
	XE313NE	K49		
	XE313NE	K49	Tidak ada <i>setup</i>	0,00
	XE313NE	K49		
	Total			3.126,20
13-Apr-15	XE313NE	K49	<i>Setup</i>	1.219,00
	XE351NE	N00		
	XE351NE	P19	<i>Setup</i>	458,78
	XE351NE	P31		
	XE351NE	K28	Tidak ada <i>setup</i>	0,00
	XE351NE	K28	<i>Setup</i>	1907,20
	XE541LE	P12	<i>Setup</i>	458,78
	XE514LE	P12	<i>Setup</i>	1.907,20
	XE351NE	N00		
	Total			5.950,96
14-Apr-15	XE351NE	N00	Tidak ada <i>setup</i>	0,00
	XE351NE	P02	<i>Setup</i>	1.907,20
	XE514LE	P12		
	XE514LE	P12	<i>Setup</i>	1.907,20
	XE333NZ	K49		
	XE333NZ	K49	<i>Setup</i>	1.219,00
	XE351NE	N00		
	XE351NE	P19	Tidak ada <i>setup</i>	0,00
Total				5033,40
15-Apr-15	XE351NE	N00	Tidak ada <i>setup</i>	0,00
	XE351NE	N00	<i>Setup</i>	1.907,20
	XE514LE	P12		
	XE541LE	P12	<i>Setup</i>	458,78
	XE541LE	P12		
	XE541LE	K27	Tidak ada <i>setup</i>	0,00
	XE541LE	P12		
	XE541LE	P12		
Total				2.365,98

Lanjut ...

Tabel 4.21 Perhitungan *Loss Time* (detik) (lanjutan)

Tanggal	Model		Keterangan	<i>Loss time</i>
16-Apr-15	XE541LE	P12	Tidak ada <i>setup</i>	0,00
	XE541LE	P12		
	XE541LE	P12		
	XE541LE	P12		
	XE541LE	P12	<i>Setup</i>	1.907,20
	XE313NE	K49		
	XE313NE	K49	<i>Setup</i>	1.907,20
	XE541LE	K27		
Total				3.814,40

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Setelah diperoleh *loss time* (lihat Tabel 4.21) kemudian mencari waktu efektif perhari dengan cara sebagai berikut:

Rabu, 1 April 2015

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu efektif} &= \text{Waktu Produksi} - \text{loss time} \\
 &= (480 \times 60) - 1.219 \text{ detik} \\
 &= 28.800 - 1219 \text{ detik} \\
 &= 27.581 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Keterangan:

Diketahui waktu produksi adalah 480 menit

$$\begin{aligned}
 \text{Hari Senin-Kamis} &= (\text{jam kerja} - \text{waktu istirahat}) \\
 &= (530 \text{ menit/hari} - 50 \text{ menit/hari}) \\
 &= 480 \text{ menit} \\
 &= 28.800 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Perhitungan waktu efektif perhari sebelum usulan perbaikan dengan cara yang sama berdasarkan perhitungan di atas dan rencana jangka pendek perharinya dapat dilihat pada Tabel 4.22.

Tabel 4.22 Waktu Efektif Perhari Sebelum Usulan Perbaikan (detik)

Tanggal	Waktu Produksi	<i>Loss time</i>	Waktu Efektif
1-Apr-15	28.800	1.219,00	27.581,00
2-Apr-15	28.800	5.492,18	23.307,82
6-Apr-15	28.800	2.136,56	26.663,44
7-Apr-15	28.800	2.595,34	26.204,66

Lanjut ...

Tabel 4.22 Waktu Efektif Perhari Sebelum Usulan Perbaikan (detik)

Tanggal	Waktu Produksi	Loss time	Waktu Efektif
8-Apr-15	28.800	3.584,98	25.215,02
9-Apr-15	28.800	3.126,20	25.673,80
13-Apr-15	28.800	5.950,96	22.849,04
14-Apr-15	28.800	5.033,40	23.766,60
15-Apr-15	28.800	2.365,98	26.434,02
16-Apr-15	28.800	3.814,40	24.985,60

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

4.2.7. Menghitung *Takt Time*

Takt time pada bulan April 2015 dengan rencana produksi sebesar 4420 unit dan 10 hari kerja adalah sebagai berikut:

$$Takt\ time = \frac{\text{Waktu Pengoperasian}}{\text{volume produksi yang diperlukan}}$$

$$Takt\ time = \frac{10 \times 28.800 \text{ detik}}{4420 \text{ unit}}$$

$$Takt\ time = 65,15 \text{ detik/unit}$$

Perhitungan di atas menjelaskan bahwa *takt time* untuk satu unit produk adalah 65,15 detik/unit

4.2.8. Menghitung Volume Produksi

Waktu efektif yang telah didapat pada perhitungan sub bab sebelumnya kemudian dilakukan perhitungan tingkat efisiensi produksi untuk mengetahui volume produksi. Efisiensi produksi sebelum usulan perbaikan waktu *setup* diperoleh dari perbandingan total waktu produksi yang berkurang akibat pemborosan waktu *setup* (waktu efektif) dengan waktu produksi yang tersedia. Efisiensi produksi dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Efisiensi} = \frac{\text{waktu efektif}}{\text{waktu produksi}} \times 100\%$$

Rabu, 1 April 2015

$$\text{Efisiensi} = \frac{\text{waktu efektif}}{\text{waktu produksi}} \times 100\%$$

$$\text{Efisiensi} = \frac{27.581}{28.800} \times 100\%$$

Efisiensi = 95,77%

Perhitungan efisiensi perhari sebelum usulan perbaikan waktu *setup* dengan cara yang sama berdasarkan perhitungan di atas dan rencana jangka pendek perharinya dapat dilihat pada Tabel 4.23.

Tabel 4.23 Efisiensi Perhari Sebelum Usulan Perbaikan

Tanggal	Waktu Produksi (detik)	Waktu Efektif (detik)	Efisiensi (%)
1-Apr-15	28.800	27.581,00	95,77
2-Apr-15	28.800	23.307,82	80,93
6-Apr-15	28.800	26.663,44	92,58
7-Apr-15	28.800	26.204,66	90,99
8-Apr-15	28.800	25.215,02	87,55
9-Apr-15	28.800	25.673,80	89,15
13-Apr-15	28.800	22.849,04	79,34
14-Apr-15	28.800	23.766,60	82,52
15-Apr-15	28.800	26.434,02	91,78
16-Apr-15	28.800	24.985,60	86,76

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Tabel perhitungan efisiensi di atas menjelaskan bahwa pemborosan waktu *setup* dapat mengurangi tingkat efisiensi produksi hingga 79,34%. Oleh karena itu perlu dilakukan perbaikan waktu *setup*.

Setelah diketahui efisiensi produksi perharinya (lihat Tabel 4.23), selanjutnya menghitung volume produksi perhari dengan cara sebagai berikut:

$$\text{Volume produksi} = \text{Efisiensi} \times \frac{\text{waktu produksi}}{\text{takt time}}$$

Rabu, 1 April 2015

$$\text{Volume produksi} = \text{Efisiensi} \times \frac{\text{waktu produksi}}{\text{takt time}}$$

$$\text{Volume produksi} = 95,77\% \times \frac{28.800 \text{ detik}}{65,15 \text{ unit/detik}}$$

$$\text{Volume produksi} = 423 \text{ unit}$$

Perhitungan volume produksi sebelum perbaikan waktu *setup* perhari dapat dilihat pada lampiran C dan rekapitulasi untuk volume produksi berdasarkan perhitungan di atas dapat dilihat pada Tabel 4.24.

Tabel 4.24 Rekapitulasi Volume Produksi Sebelum Usulan Perbaikan (unit)

Tanggal	Unit diproduksi	Rencana produksi	Selisih
1-Apr-15	423	420	3
2-Apr-15	358	450	-92
6-Apr-15	410	450	-40
7-Apr-15	403	455	-52
8-Apr-15	387	425	-38
9-Apr-15	394	425	-30
13-Apr-15	351	465	-114
14-Apr-15	365	450	-85
15-Apr-15	406	450	-44
16-Apr-15	384	430	-46

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Tabel perhitungan volume produksi di atas menjelaskan bahwa pemborosan waktu *setup* dapat mengurangi volume produksi dan produksi tidak mencapai target rencana produksi.

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1. Analisis Pemborosan Waktu *Setup* Jig Terhadap Volume Produksi

Proses pembuatan knalpot menggunakan mesin las , yaitu pada sub bagian *front line* untuk pengelasan komponen dalam knalpot dan *main line* untuk komponen luar knalpot. Banyaknya mesin yang digunakan dalam pembuatan knalpot dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Setiap mesin dioperasikan oleh satu operator, kecuali pada proses mesin MM-03. Semua kegiatan *setup* yang dijalankan oleh operator, dilakukan dengan *setup* internal (kegiatan *setup* yang dilakukan saat mesin berhenti). Kegiatan *setup* internal yang dilakukan oleh operator ini contohnya seperti dari kegiatan mengambil jig di area jig hingga mengembalikan jig yang telah diganti

Kegiatan *setup* yang dilakukan oleh satu operator pada satu mesin, mengharuskan operator melakukan kegiatan *setup* pada saat mesin berhenti. Hal ini mengakibatkan waktu *setup* yang semakin lama, karena operator harus melakukan sendiri kegiatan *setup* dalam satu mesin dan kegiatan *setup* itu juga dilakukan secara internal. Apabila kegiatan *setup* ini dibantu oleh asisten, maka kegiatan *setup* yang bisa dilakukan pada saat mesin berjalan seperti memilih dan mengembalikan jig ke area jig dapat dilakukan pada saat mesin berjalan. Kegiatan *setup* yang dilakukan pada saat mesin berjalan adalah kegiatan *setup* yang bisa dilakukan diluar mesin (kegiatan *setup* yang tidak dilakukan di mesin itu sendiri).

Total waktu *setup* yang dihasilkan dari perhitungan pada bab sebelumnya adalah 1907,2 detik untuk kegiatan *setup* pada seluruh mesin. Hal ini terjadi pada pergantian jig model 351, 313, 333 ke model 511, 512, 513, 541 dan sebaliknya. Waktu *setup* ini tidak terlepas dari permasalahan langkah *setup* jig pada pergantian *lot* produksi. Volume produksi dari perhitungan pada bab sebelumnya berkurang hingga 124 unit. Volume produksi sangat dipengaruhi oleh waktu *setup* pergantian jig. Oleh karena itu, analisis pemborosan waktu *setup* jig terhadap volume produksi diperlukan untuk mengetahui permasalahan pada total waktu *setup* lini pengelasan di PT SIM yang dapat mempengaruhi volume produksi.

Berdasarkan pengumpulan dan pengolahan data, didapatkan langkah dan waktu *setup* dari setiap mesin yang digunakan dalam pembuatan knalpot. Langkah dan waktu *setup* dari setiap mesin berbeda-beda sesuai dengan banyaknya kegiatan *setup* yang dilakukan dan waktu pelaksanaan kegiatan *setup* tersebut. Langkah dan waktu *setup* setiap langkah pada mesin dari pembuatan knalpot sebelum penerapan SMED dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 menjelaskan langkah *setup* dilakukan dengan kegiatan transportasi pengambilan dan pengembalian jig dari dan ke area jig dan kegiatan operasi pemilihan jig dalam transportasi pengambilan jig serta kegiatan operasi *setting* jig. Pemborosan waktu *setup* sebagian besar ada pada langkah kegiatan transportasi pengambilan dan pengembalian jig dan operasi dalam transportasi pengambilan jig serta operasi *setting* jig pada mesin yang memiliki lebih dari satu jig yang sebenarnya dapat dilakukan pada saat mesin berjalan dan dapat dilakukan oleh asisten produksi. Pemborosan waktu *setup* jig berdasarkan langkah kegiatan *setup* dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Pemborosan Langkah *Setup* (detik)

Langkah	Mesin	Langkah	Waktu	Total Waktu
Transportasi pengambilan dan pengembalian jig	MS1-04	Jalan ke area pengambilan jig	41,9	495,2
		Kembali ke area mesin	41,9	
		Kembalikan ke meja	6,6	
		Kembalikan meja jig ke area jig	41,9	
		Kembali ke area mesin	41,9	
	MS1-05	Jalan ambil jig	6,6	
		Kembalikan jig ke meja	6,6	
	MS1-06	Jalan ambil jig	6,6	
		Kembalikan jig ke meja	6,6	
	MS1-07	Jalan bawa jig	19,7	
		Bawa ke area mesin	19,7	
	MS1-08	Jalan bawa jig	19,7	
		Bawa ke area mesin	19,7	
	MS1-11	Bawa jig ke area jig	19,7	
		Kembali ke area mesin	19,7	

Lanjut...

Tabel 5.1 Pemborosan Langkah *Setup* (detik) (Lanjutan)

Langkah	Mesin	Langkah	Waktu	Total Waktu
Transportasi pengambilan dan pengembalian jig	MM-01	Jalan ke area jig	19,7	144,4
		Kembali ke area mesin	19,7	
		Kembalikan ke area pengambilan jig	19,7	
		Kembali ke area mesin	13,1	
	MM-02	Bawa meja jig ke area jig	19,7	
		Kembali ke area mesin	19,7	
	MM-03	Bawa meja jig ke area jig	19,7	
		Kembali ke area mesin	19,7	
	LEAK	Bawa ke area jig	13,1	
		Kembali ke area mesin	13,1	
Operasi dalam transportasi pengambilan jig	MS1-04	Memilih jig	19,7	32,9
	MS1-05	Angkat jig	6,6	
	MS1-06	Angkat jig	6,6	
	MS1-07	Tukar jig	13,1	
	MS1-08	Tukar jig	13,1	
	MS1-11	Pilih jig	13,1	
	MM-01	Memilih jig	19,7	
	MM-02	Pilih jig	19,7	
	MM-03	Pilih jig	19,7	
	LEAK	Tukar jig	13,1	
Operasi setting jig yang memiliki > 1 jig	MS1-04	Ambil jig WD catalyst	6,6	32,9
		Ganti jig	6,6	
	MM-01	Ganti jig <i>front and tail cover</i>	19,7	
Total				672,5

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Tabel 5.1 di atas menjelaskan bahwa pemborosan langkah dan waktu *setup* yang seharusnya dapat diubah menjadi *setup* eksternal atau dikerjakan asisten produksi mengurangi waktu produksi hingga 672,5 detik dalam sekali pergantian *lot* produksi yang membutuhkan pergantian jig pada semua mesin. Hal ini harus diperbaiki dengan mengubah kegiatan *setup* internal ke *setup* eksternal untuk meningkatkan volume produksi.

5.2. Usulan Perbaikan dengan Metode SMED

Analisis pemborosan waktu *setup* jig terhadap volume produksi diatas diperlukan untuk membuat usulan perbaikan yang perlu dilakukan oleh perusahaan di setiap langkah *setup* pada bagian *welding muffler line 1A* PT SIM.

Metode *Single Minute Exchange of Die* (SMED) digunakan untuk mengurangi waktu *setup* dengan cara mengubah kegiatan *setup* internal ke *setup* eksternal. Kegiatan *setup* internal dilakukan pada saat mesin berhenti, sedangkan *setup* eksternal dilakukan saat mesin berjalan. Kegiatan *setup* internal dilakukan oleh operator dan kegiatan *setup* eksternal dilakukan oleh asisten seperti kepala produksi dan tenaga kerja tambahan. Kegiatan *setup* yang dilakukan secara internal membuat waktu *setup* semakin bertambah karena kegiatan *setup* hanya dilakukan pada saat mesin berhenti. Pada lini pengelasan tersedia 1 tenaga kerja tambahan dan 2 kepala produksi dan langkah *setup* dilakukan secara bergantian sesuai dengan urutan mesin dan proses, maka pengubahan kegiatan *setup* dapat dilakukan. Dengan mengubah kegiatan *setup* internal menjadi eksternal maka kegiatan *setup* bisa dilakukan pada saat mesin berjalan, sehingga dapat menghemat waktu *setup*.

5.2.1. Mengubah Kegiatan *Setup* Internal ke *Setup* Eksternal

Pengubahan kegiatan *setup* dilakukan pada saat mesin berjalan, asisten produksi seperti kepala produksi dan tenaga kerja tambahan menyiapkan jig yang diperlukan untuk pergantian *lot* produksi yang variasinya berbeda. Pengubahan kegiatan *setup* internal ke *setup* eksternal dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Pengubahan *Setup* Internal dan *Setup* Eksternal (detik)

Mesin	Langkah	Waktu	Keterangan	Internal	Eksternal	Pelaksana
<i>Front Line</i>						
MS 1-04	Jalan ke area pengambilan jig	41,9	Mesin <i>on</i>		✓	Asisten
	Memilih jig	19,7	Mesin <i>on</i>		✓	Asisten
	Kembali ke area mesin	41,9	Mesin <i>on</i>		✓	Asisten
	Ambil kunci pas	2,6	Mesin <i>off</i>	✓		Operator
	Lepas 2 baut pada jig pada <i>rotary jig</i>	52,4	Mesin <i>off</i>	✓		Operator
	Lepas dan angkat <i>rotary jig</i>	6,6	Mesin <i>off</i>	✓		Operator
						Lanjut ...

Tabel 5.2 Pengembahan Setup Internal dan Setup Eksternal (detik) (Lanjutan)

Mesin	Lanjutah	Waktu	Keterangan	Internal	Eksternal	Pelaksana
MS1-04	Angkat dan pasang jig berlikuanya	6,6	Mesin off	✓		Operator
	Pasang 2 baut	78,6	Mesin off	✓		Operator
	Setting busur	78,6	Mesin off	✓		Operator
	Ambil jig WD catalyst	6,6	Mesin on		✓	Asisten
	Ganti jig	6,6	Mesin on		✓	Asisten
	Kembalikan ke meja	6,6	Mesin on		✓	Asisten
	Kembalikan jig ke area jig	41,9	Mesin on		✓	Asisten
	Kembali ke area mesin	41,9	Mesin on		✓	Asisten
Total				225,4	207,11	
MS 1-05	Jalan ambil jig	6,6	Mesin on		✓	Asisten
	Angkat jig	6,6	Mesin on		✓	Asisten
	Ganti jig	6,6	Mesin off	✓		Operator
	Kembalikan jig ke meja	6,6	Mesin on		✓	Asisten
	Total			6,6	19,7	
MS 1-06	Jalan ambil jig	6,6	Mesin on		✓	Asisten
	Angkat jig	6,6	Mesin on		✓	Asisten
	Ganti jig	6,6	Mesin off	✓		Operator
	Kembalikan jig ke meja	6,6	Mesin on		✓	Asisten
	Total			6,6	19,7	
MS 1-07	Jalan bawa jig	19,7	Mesin on		✓	Asisten
	Tukar jig	13,1	Mesin on		✓	Asisten
	Bawa ke area mesin	19,7	Mesin on		✓	Asisten
	Total				52,4	
MS 1-08	Jalan bawa jig	19,7	Mesin on		✓	Asisten
	Tukar jig	13,1	Mesin on		✓	Asisten
	Bawa ke area mesin	19,7	Mesin on		✓	Asisten
	Total				52,4	
MS 1-11	Lepas baut pada jig	39,3	Mesin off	✓		Operator
	Bawa jig ke area jig	19,7	Mesin on		✓	Asisten
	Pilih jig	13,1	Mesin on		✓	Asisten
	Kembali ke area mesin	19,7	Mesin on		✓	Asisten
	Pasang jig	39,3	Mesin off	✓		Operator
	Setting busur	314,6	Mesin off	✓		Operator
Total				393,2	52,4	

Lanjut ...

Tabel 5.2 Pengubahan *Setup* Internal dan *Setup* Eksternal (detik) (Lanjutan)

Mesin	Langkah	Waktu	Keterangan	Internal	Eksternal	Pelaksana
<i>Main Line</i>						
MM-01	Jalan ke area jig	19,7	Mesin <i>on</i>		✓	Asisten
	Memilih jig	19,7	Mesin <i>on</i>		✓	Asisten
	Kembali ke area mesin	19,7	Mesin <i>on</i>		✓	Asisten
	Ambil kunci T	6,6	Mesin <i>off</i>	✓		Operator
	Lepas baut jig 6 baut	78,6	Mesin <i>off</i>	✓		Operator
	Tukar jig	19,7	Mesin <i>off</i>	✓		Operator
	Pasang jig dengan 6 baut	78,6	Mesin <i>off</i>	✓		Operator
	<i>Setting busur</i>	393,2	Mesin <i>off</i>	✓		Operator
	Ganti jig <i>front and tail cover</i>	19,7	Mesin <i>on</i>		✓	Asisten
	Kembalikan ke area pengambilan jig	19,7	Mesin <i>on</i>		✓	Asisten
	Kembali ke area mesin	13,1	Mesin <i>on</i>		✓	Asisten
Total				576,8	111,4	
MM-02	Bawa meja jig ke area jig	19,7	Mesin <i>on</i>		✓	Asisten
	Pilih jig	19,7	Mesin <i>on</i>		✓	Asisten
	Kembali ke area mesin	19,7	Mesin <i>on</i>		✓	Asisten
	Setting posisi meja	13,1	Mesin <i>off</i>	✓		Operator
Total				13,1	59,0	
MM-03	Bawa meja jig ke area jig	19,7	Mesin <i>on</i>		✓	Asisten
	Pilih jig	19,7	Mesin <i>on</i>		✓	Asisten
	Kembali ke area mesin	19,7	Mesin <i>on</i>		✓	Asisten
	Setting posisi meja	13,1	Mesin <i>off</i>	✓		Operator
Total				13,1	59,0	
Leak	Bawa ke area jig	13,1	Mesin <i>on</i>		✓	Asisten
	Tukar jig	13,1	Mesin <i>on</i>		✓	Asisten
	Kembali ke area mesin	13,1	Mesin <i>on</i>		✓	Asisten
	Total			0	39,3	
Grand Total				1.234,7	672,5	

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Setelah mengubah kegiatan *setup* internal ke *setup* eksternal dari setiap langkah pada mesin yang digunakan dalam proses pembuatan knalpot, kemudian menghitung waktu *setup* dari setiap langkah pergantian jig pada mesin. Total waktu *setup* yang dihitung adalah sisa dari pemisahan *setup* internal yang tidak dapat diubah menjadi *setup* eksternal. Rekapitulasi waktu *setup* pergantian jig pada setiap mesin setelah pemisahan dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Rekapitulasi Waktu *Setup* pada Mesin Setelah Usulan Perbaikan (detik)

Mesin	Waktu <i>Setup</i>	Keterangan
<i>Front Line</i>		
MS 1-04	225,4	Sisa internal yang tidak dapat diubah ke eksternal <i>setup</i>
MS 1-05	6,6	Sisa internal yang tidak dapat diubah ke eksternal <i>setup</i>
MS 1-06	6,6	Sisa internal yang tidak dapat diubah ke eksternal <i>setup</i>
MS 1-07	0,0	Semua internal dapat diubah ke eksternal <i>setup</i>
MS 1-08	0,0	Semua internal dapat diubah ke eksternal <i>setup</i>
MS 1-11	393,2	Sisa internal yang tidak dapat diubah ke eksternal <i>setup</i>
<i>Main Line</i>		
MM-01	576,8	Sisa internal yang tidak dapat diubah ke eksternal <i>setup</i>
MM-02	13,1	Sisa internal yang tidak dapat diubah ke eksternal <i>setup</i>
MM-03	13,1	Sisa internal yang tidak dapat diubah ke eksternal <i>setup</i>
LEAK	0,0	Semua internal dapat diubah ke eksternal <i>setup</i>

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

5.2.2. Menghitung Waktu *Setup* Jig Pergantian Model Setelah Usulan Perbaikan

Rekapitulasi waktu *setup* setelah usulan perbaikan pada setiap mesin kemudian disesuaikan dengan pengumpulan data pergantian jig pada mesin (lihat tabel 4.8-4.11) untuk menghitung total waktu *setup* pada pergantian *lot* yang berbeda variasi knalpotnya. Total waktu *setup* untuk masing-masing pergantian model setelah usulan perbaikan adalah sebagai berikut:

1. Waktu *Setup* Jig Model 313, 333↔351NE Setelah Usulan Perbaikan
Waktu *setup* jig setelah usulan perbaikan pada pergantian model 313, 333 ke 351NE dan sebaliknya pada *welding muffler line 1A* dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Waktu *Setup* Jig Pergantian Model 313, 333↔351NE Setelah Usulan Perbaikan (detik)

Mesin	Keterangan	Waktu
<i>Front Line</i>		
MS 1-04	Ganti jig (Beda bentuk dan ukuran komponen)	225,40
MS 1-05	Ganti jig (Beda bentuk dan ukuran komponen)	6,60
MS 1-06	Ganti jig (Beda komponen dan proses)	6,60
MS 1-07	Ganti jig (Beda komponen dan proses)	0,00
MS 1-08	Ganti jig (Beda bentuk dan ukuran komponen)	0,00
MS 1-11	Ganti jig (Beda bentuk dan ukuran komponen)	393,20

Lanjut ...

Tabel 5.4 Waktu *Setup Jig* Pergantian Model 313, 333 \leftrightarrow 351NE Setelah Usulan Perbaikan (detik) (lanjutan)

Mesin	Keterangan	Waktu
<i>Main Line</i>		
MM-01	Tidak ada pergantian jig	0,00
MM-02	Ganti jig (Beda bentuk dan ukuran komponen)	13,10
MM-03	Ganti jig (Beda ukuran knalpot)	13,10
LEAK	Ganti jig (Beda ukuran knalpot)	0
	Total	657,06

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

2. Waktu *Setup Jig* Model 351NE (P12, 14, 02, 19, 24, 27 dan N00) \leftrightarrow 351NE (P31, 08, 84) Setelah Usulan Perbaikan

Waktu *setup jig* setelah usulan perbaikan pada pergantian model 351NE (P12, 14, 02, 19, 24, 27 dan N00) ke 351NE (P31, 08, 84) dan sebaliknya pada *welding muffler line 1A* dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Waktu *Setup Jig* Pergantian Model 351NE (P12, 14, 02, 19, 24, 27 dan N00) \leftrightarrow 351NE (P31, 08, 84) Setelah Usulan Perbaikan (detik)

Mesin	Keterangan	Waktu
<i>Front Line</i>		
MS 1-04	Ganti jig (Beda bentuk dan ukuran komponen)	225,4
MS 1-05	Ganti jig (Beda bentuk dan ukuran komponen)	6,60
MS 1-06	Tidak ada pergantian jig	0,00
MS 1-07	Tidak ada pergantian jig	0,00
MS 1-08	Tidak ada pergantian jig	0,00
MS 1-11	Tidak ada pergantian jig	0,00
<i>Main Line</i>		
MM-01	Tidak ada pergantian jig	0,00
MM-02	Tidak ada pergantian jig	0,00
MM-03	Tidak ada pergantian jig	0,00
LEAK	Tidak ada pergantian jig	0,00
	Total	232,00

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

3. Waktu *Setup Jig* Model 541LE \leftrightarrow 511, 512, 513 Setelah Usulan Perbaikan

Waktu *setup jig* setelah usulan perbaikan pada pergantian model 541LE ke 511, 512, 513 dan sebaliknya pada *welding muffler line 1A* dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Waktu *Setup* Jig Pergantian Model 541LE \longleftrightarrow 511, 512, 513 Setelah Usulan Perbaikan (detik)

Mesin	Keterangan	Waktu
<i>Front Line</i>		
MS 1-04	Ganti jig (Beda bentuk dan ukuran komponen)	225,4
MS 1-05	Ganti jig (Beda bentuk dan ukuran komponen)	6,60
MS 1-06	Tidak ada pergantian jig	0,00
MS 1-07	Tidak ada pergantian jig	0,00
MS 1-08	Tidak ada pergantian jig	0,00
MS 1-11	Tidak ada pergantian jig	0,00
<i>Main Line</i>		
MM-01	Tidak ada pergantian jig	0,00
MM-02	Tidak ada pergantian jig	0,00
MM-03	Tidak ada pergantian jig	0,00
LEAK	Tidak ada pergantian jig	0,00
Total		232,00

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

4. Waktu *Setup* Jig Model 351, 313, 333 \longleftrightarrow 511, 512, 513, 514 dan 541 Setelah Usulan Perbaikan

Waktu *setup* jig setelah usulan perbaikan pada pergantian model 351, 313, 333 ke 511, 512, 513, 514, 541 dan sebaliknya pada *welding muffler line 1A* dapat dilihat pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7 Waktu *Setup* Jig Pergantian Model 351, 313, 333 \longleftrightarrow 511, 512, 513 dan 541 Setelah Usulan Perbaikan (detik)

Mesin	Keterangan	Waktu
<i>Front Line</i>		
MS 1-04	Ganti jig (Beda bentuk dan ukuran komponen)	225,4
MS 1-05	Ganti jig (Beda bentuk dan ukuran komponen)	6,60
MS 1-06	Ganti jig (Beda komponen dan proses)	6,60
MS 1-07	Ganti jig (Beda komponen dan proses)	0,00
MS 1-08	Ganti jig (Beda bentuk dan ukuran komponen)	0,00
MS 1-11	Ganti jig (Beda bentuk dan ukuran komponen)	393,20
<i>Main Line</i>		
MM-01	Ganti jig (Beda bentuk dan ukuran komponen)	576,80
MM-02	Ganti jig (Beda bentuk dan ukuran komponen)	13,10
MM-03	Ganti jig (Beda ukuran knalpot)	13,10
LEAK	Ganti jig (Beda ukuran knalpot)	0,00
Total		1.234,7

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

5.2.3. Menghitung Waktu Efektif Setelah Usulan Perbaikan

Perhitungan waktu *setup* disetiap langkah pergantian jig pada mesin di atas kemudian dihitung *loss time* perharinya sesuai dengan rencana jangka pendek produksi harian yang telah ada untuk mengetahui waktu efektif. Perhitungan *loss time* setelah usulan perbaikan dapat dilihat pada Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Perhitungan *Loss Time* Setelah Usulan Perbaikan (detik)

Tanggal	Model		keterangan	Loss time lama	Loss time baru
1-Apr-15	XE313NE	K49	Tidak ada <i>setup</i>	0,00	0,00
	XE313NE	K49			
	XE313EE	K28			
	XE313EE	K28	<i>setup</i>	1.219,00	657,06
	XE351NE	N00			
	XE351NE	P19	Tidak ada <i>setup</i>	0,00	0,00
	XE351NE	P31			
Total				1.219,00	657,06
2-Apr-15	XE351NE	P31	<i>Setup</i>	458,78	232
	XE351NE	N00			
	XE351NE	N00	<i>Setup</i>	1.219,00	657,06
	XE313NE	K49			
	XE313NE	K49	<i>Setup</i>	1.907,20	1.234,70
	XE513LE	K46			
	XE513LE	K46	<i>Setup</i>	1.907,20	1.234,70
	XE333NZ	K49			
Total				5.492,18	3.358,46
6-Apr-15	XE333NZ	K49	Tidak ada <i>setup</i>	0,00	0,00
	XE333NZ	K49			
	XE312EZ	P12	<i>Setup</i>	1.219,00	657,06
	XE351NE	K28			
	XE351NE	K28	<i>Setup</i>	458,78	232,00
	XE351NE	N00			
	XE351NE	P19	<i>Setup</i>	458,78	232,00
	XE351NE	P31			
Total				2.136,56	1.121,06

Lanjut ...

Tabel 5.8 Perhitungan *Loss Time* Setelah Usulan Perbaikan (detik)

Tanggal	Model		keterangan	<i>Loss time</i> lama	<i>Loss time</i> baru
7-Apr-15	XE351NE	P31	<i>Setup</i>	458,78	232,00
	XE351NE	N00			
	XE351NE	P02	Tidak ada <i>setup</i>	0,00	0,00
	XE351NE	N00	<i>Setup</i>	458,78	232,00
	XE351NE	K28			
	XE351NE	K28	<i>Setup</i>	458,78	232,00
	XE351NE	P19	<i>Setup</i>	458,78	232,00
	XE351NE	P31	<i>Setup</i>	1.219,00	657,06
	XE333NZ	K49			
Total				2.595,34	1.353,06
8-Apr-15	XE333NZ	K49	Tidak ada <i>setup</i>	0,00	0,00
	XE333NZ	K49			
	XE313EE	K28	<i>Setup</i>	1.219,00	657,06
	XE313EE	K28			
	XE351NE	N00	<i>Setup</i>	458,78	232,00
	XE351NE	P19			
	XE351NE	P31	<i>Setup</i>	1.907,20	1.234,7
	XE513LE	K46	<i>Setup</i>	3.584,98	2.123,76
Total					
9-Apr-15	XE513LE	K46	Tidak ada <i>setup</i>	0,00	0,00
	XE513LE	K46	<i>Setup</i>	1.907,20	1.234,7
	XE351NE	N00			
	XE351NE	N00	<i>Setup</i>	1.219,00	657,06
	XE313NE	K49			
	XE313NE	K49	Tidak ada <i>setup</i>	0,00	0,00
	XE313NE	K49			
	XE313NE	K49			
Total				3.126,20	1.891,76
13-Apr-15	XE313NE	K49	<i>Setup</i>	1.219,00	657,06
	XE351NE	N00			
	XE351NE	P19	<i>Setup</i>	458,78	232,00
	XE351NE	P31			
	XE351NE	K28	Tidak ada <i>setup</i>	0,00	0,00
	XE351NE	K28	<i>Setup</i>	1907,20	1.234,70
	XE541LE	P12	<i>Setup</i>	458,78	232,00
	XE514LE	P12	<i>Setup</i>	1.907,20	1.234,70
	XE351NE	N00			
Total				5.950,96	3590,46

Lanjut ...

Tabel 5.8 Perhitungan *Loss Time* Setelah Usulan Perbaikan (detik) (lanjutan)

Tanggal	Model		keterangan	<i>Loss time</i> lama	<i>Loss time</i> baru
14-Apr-15	XE351NE	N00	Tidak ada <i>setup</i>	0,00	0,00
	XE351NE	P02	<i>Setup</i>	1.907,20	1.234,70
	XE514LE	P12		1.907,20	1.234,70
	XE514LE	P12	<i>Setup</i>	1.219,00	657,06
	XE333NZ	K49			
	XE333NZ	K49	<i>Setup</i>	1.219,00	657,06
	XE351NE	N00			
	XE351NE	P19	Tidak ada <i>setup</i>	0,00	0,00
Total				5.033,40	3.126,46
15-Apr-15	XE351NE	N00	Tidak ada <i>setup</i>	0,00	0,00
	XE351NE	N00	<i>Setup</i>	1.907,20	1.234,70
	XE514LE	P12		458,78	232,00
	XE541LE	P12	<i>Setup</i>	458,78	232,00
	XE541LE	P12		0,00	0,00
	XE541LE	K27	<i>Setup</i>	0,00	0,00
	XE541LE	P12		0,00	0,00
	XE541LE	P12	<i>Setup</i>	0,00	0,00
	XE541LE	P12		0,00	0,00
Total				2.365,98	1.466,70
16-Apr-15	XE541LE	P12	<i>Setup</i>	0,00	0,00
	XE541LE	P12		0,00	0,00
	XE541LE	P12	<i>Setup</i>	1.907,20	1.234,70
	XE541LE	P12		1.907,20	1.234,70
	XE313NE	K49	<i>Setup</i>	1.907,20	1.234,70
	XE313NE	K49		1.907,20	1.234,70
	XE541LE	K27		1.907,20	1.234,70
	Total			3.814,40	2.469,40

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Setelah diperoleh *loss time* perharinya setelah usulan perbaikan (lihat Tabel 5.8) kemudian mencari waktu efektif perhari dengan *loss time* yang baru dengan cara sebagai berikut:

Rabu, 1 April 2015

Waktu efektif = Waktu Produksi – *loss time* baru

$$= (480 \times 60) - 657,06 \text{ detik}$$

$$= 28.800 - 657,06 \text{ detik}$$

$$= 28.142,94 \text{ detik}$$

Perhitungan waktu efektif perhari setelah usulan perbaikan dengan cara yang sama berdasarkan perhitungan di atas dan rencana jangka pendek perharinya dapat dilihat pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9 Waktu Efektif Perhari Setelah Usulan Perbaikan (detik)

Tanggal	Waktu Produksi	<i>Loss time</i>	Waktu Efektif
1-Apr-15	28.800	657,06	28.142,94
2-Apr-15	28.800	3.358,46	25.441,54
6-Apr-15	28.800	1.121,06	27.678,94
7-Apr-15	28.800	1.353,06	27.446,94
8-Apr-15	28.800	2.123,76	26.676,24
9-Apr-15	28.800	1.891,76	26.908,24
13-Apr-15	28.800	3.590,46	25.209,54
14-Apr-15	28.800	3.126,46	25.673,54
15-Apr-15	28.800	1.466,70	27.333,30
16-Apr-15	28.800	2.469,40	26.330,60

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Rekapitulasi dan perbandingan untuk semua waktu efektif sebelum perbaikan (lihat Tabel 4.22) dan setelah usulan perbaikan dapat dilihat pada Tabel 5.10.

Tabel 5.10 Perbandingan Waktu Efektif Sebelum dan Setelah Usulan Perbaikan (detik)

Tanggal	Waktu Produksi	<i>Loss time</i> lama	Waktu Efektif Sebelum	<i>Loss time</i> baru	Waktu Efektif Setelah
1-Apr-15	28.800	1.219,00	27.581,00	657,06	28.142,94
2-Apr-15	28.800	5.492,18	23.307,82	3.358,46	25.441,54
6-Apr-15	28.800	2.136,56	26.663,44	1.121,06	27.678,94
7-Apr-15	28.800	2.595,34	26.204,66	1.353,06	27.446,94
8-Apr-15	28.800	3.584,98	25.215,02	2.123,76	26.676,24
9-Apr-15	28.800	3.126,20	25.673,80	1.891,76	26.908,24

Lanjut ...

Tabel 5.10 Perbandingan Waktu Efektif Sebelum dan Setelah Usulan Perbaikan (detik) (lanjutan)

Tanggal	Waktu Produksi	Loss time lama	Waktu Efektif Sebelum	Loss time baru	Waktu Efektif Setelah
13-Apr-15	28.800	5.950,96	2.2849,04	3.590,46	25.209,54
14-Apr-15	28.800	5.033,40	2.3766,60	3.126,46	25.673,54
15-Apr-15	28.800	2.365,98	2.6434,02	1.466,70	27.333,30
16-Apr-15	28.800	3.814,40	2.4985,60	2.469,40	26.330,60

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

5.3. Analisis Pengaruh Perbaikan Waktu *Setup Jig* Terhadap Volume Produksi

Analisis ini dilakukan untuk mengetahui besar peningkatan efisiensi dan volume produksi yang dapat diperoleh karena berkurangnya waktu *setup jig* setelah usulan perbaikan dengan penerapan metode *Single Minute Exchange of Die* (SMED). Perbaikan waktu *setup jig* pada perhitungan diatas terbukti meningkatkan waktu efektif produksi sebesar $25.202,54 - 22.2849,04 = 2.353,5$ detik. Semakin besar waktu *setup*, waktu efektif yang digunakan untuk produksi semakin kecil sehingga efisiensi produksi dan volume produksi semakin kecil. Sebaliknya, semakin kecil waktu *setup*, maka waktu efektif yang digunakan untuk produksi semakin besar sehingga efisiensi produksi dan volume produksi dapat meningkat. Analisis pengaruh perbaikan waktu *setup jig* terhadap efisiensi produksi dan volume produksi berdasarkan perhitungan usulan perbaikan di atas adalah sebagai berikut:

1. Menghitung Efisiensi Produksi Setelah Usulan Perbaikan

Perhitungan efisiensi produksi setelah usulan perbaikan dilakukan sebelum menghitung volume produksi setelah usulan perbaikan. Perhitungan dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

Rabu, 1 April 2015

$$\text{Efisiensi} = \frac{\text{waktu efektif}}{\text{waktu produksi}} \times 100\%$$

$$\text{Efisiensi} = \frac{28.142,94}{28.800} \times 100\%$$

$$\text{Efisiensi} = 97,72\%$$

Perhitungan efisiensi perhari setelah usulan perbaikan dengan cara yang sama berdasarkan perhitungan di atas dan rencana jangka pendek perharinya dapat dilihat pada Tabel 5.11.

Tabel 5.11 Perhitungan Efisiensi Perhari Setelah Usulan Perbaikan

Tanggal	Waktu Produksi (detik)	Waktu Efektif (detik)	Efisiensi Setelah Perbaikan (%)	
				$\frac{\text{waktu efektif}}{\text{waktu produksi}} \times 100\%$
1-Apr-15	28.800	28.142,94		97,72
2-Apr-15	28.800	25.441,54		88,34
6-Apr-15	28.800	27.678,94		96,11
7-Apr-15	28.800	27.446,94		95,30
8-Apr-15	28.800	26.676,24		92,63
9-Apr-15	28.800	26.908,24		93,43
13-Apr-15	28.800	25.209,54		87,53
14-Apr-15	28.800	25.673,54		89,14
15-Apr-15	28.800	27.333,30		94,91
16-Apr-15	28.800	26.330,60		91,43

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Setelah memperoleh tingkat efisiensi perhari setelah usulan perbaikan, kemudian membandingkan tingkat efisiensi sebelum (lihat Tabel 4.23) dan setelah usulan perbaikan (lihat Tabel 5.11) untuk mengetahui peningkatan efisiensi yang dapat diperoleh. Perbandingan efisiensi sebelum dan setelah perbaikan dapat dilihat pada Tabel 5.12.

Tabel 5.12 Perbandingan Efisiensi Sebelum dan Setelah Perbaikan

Tanggal	Efisiensi sebelum perbaikan (%)	Efisiensi Setelah Perbaikan (%)	Peningkatan (%)
1-Apr-15	95,77	97,72	1,95
2-Apr-15	80,93	88,34	7,41
6-Apr-15	92,58	96,11	3,53
7-Apr-15	90,99	95,30	4,31
8-Apr-15	87,55	92,63	5,07
9-Apr-15	89,15	93,43	4,29
13-Apr-15	79,34	87,53	8,20
14-Apr-15	82,52	89,14	6,62
15-Apr-15	91,78	94,91	3,12
16-Apr-15	86,76	91,43	4,67

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Tabel perbandingan efisiensi sebelum dan setelah perbaikan di atas menjelaskan bahwa setelah penerapan metode SMED efisiensi mengalami peningkatan hingga 8,20%. Besar peningkatan efisiensi tergantung dengan variasi *lot* produksi yang membutuhkan pergantian jig pada rencana jangka pendek produksi harian.

2. Menghitung Volume Produksi Setelah Usulan Perbaikan

Perhitungan volume produksi setelah usulan perbaikan dilakukan setelah melakukan perhitungan efisiensi setelah usulan perbaikan. Perhitungan dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

$$\text{Volume produksi} = \text{Efisiensi} \times \frac{\text{waktu produksi}}{\text{takt time}}$$

Rabu, 1 April 2015

$$\text{Volume produksi} = \text{Efisiensi} \times \frac{\text{waktu produksi}}{\text{takt time}}$$

$$\text{Volume produksi} = 97,72\% \times \frac{28.800 \text{ detik}}{65,15 \text{ unit/detik}}$$

$$\text{Volume produksi} = 431,9 \approx 432 \text{ unit}$$

Setelah menghitung volume produksi harian, kemudian menghitung peningkatan unit yang dapat diproduksi berdasarkan peningkatan efisiensi.

Perhitungan dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

$$\text{Unit diproduksi} = \text{Efisiensi} \times \frac{\text{waktu produksi}}{\text{takt time}}$$

Rabu, 1 April 2015

$$\text{Unit diproduksi} = \text{Efisiensi} \times \frac{\text{waktu produksi}}{\text{takt time}}$$

$$\text{Unit diproduksi} = 1,95\% \times \frac{28.800 \text{ detik}}{65,15 \text{ unit/detik}}$$

$$\text{Unit diproduksi} = 8,4 \approx 9 \text{ unit}$$

Perhitungan volume produksi dan peningkatan unit diproduksi setelah usulan perbaikan perhari dapat dilihat pada lampiran D dan rekapitulasi untuk semua volume produksi dan peningkatan unit diproduksi setelah perbaikan berdasarkan perhitungan di atas dapat dilihat pada Tabel 5.13.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari hasil analisis dan pembahasan dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Total waktu *setup* untuk semua mesin yang digunakan dalam proses pengelasan sebesar 1.907,2 detik. Hal ini terjadi pada pergantian jig model 351, 313, 333 ke model 511, 512, 513 dan 541. Dari 10 hari pengamatan rencana jangka pendek volume produksi terendah terdapat pada RJP tanggal 13 April 2015 sebesar 351 unit. Pemborosan waktu *setup* sebagian besar ada pada langkah kegiatan transportasi pengambilan dan pengembalian jig dan operasi dalam transportasi pengambilan jig serta operasi *setting* jig pada mesin yang memiliki lebih dari satu jig. Pemborosan langkah dan waktu *setup* yang seharusnya dapat diubah menjadi *setup* eksternal atau dikerjakan asisten produksi mengurangi waktu produksi hingga 672,5 detik dalam sekali pergantian *lot* produksi yang membutuhkan pergantian jig pada semua mesin. Hal ini harus diperbaiki dengan mengubah kegiatan *setup* internal ke *setup* eksternal untuk meningkatkan volume produksi.
2. Perubahan kegiatan *setup* dilakukan pada saat mesin berjalan, asisten produksi seperti kepala produksi dan tenaga kerja tambahan menyiapkan jig yang diperlukan untuk pergantian *lot* produksi yang variasinya berbeda. Perubahan kegiatan kegiatan *setup* internal ke *setup* eksternal dapat memotong waktu *setup* dari 1907,2 detik menjadi 1234,7 detik yang membutuhkan *setup* disemua mesin pada pergantian *lot*. Waktu efektif untuk proses produksi meningkat hingga 2353,5 detik. Semakin besar waktu *setup*, waktu efektif yang digunakan untuk produksi semakin kecil sehingga efisiensi dan volume produksi semakin kecil. Sebaliknya, semakin kecil waktu *setup*, maka waktu efektif yang digunakan untuk produksi semakin besar sehingga efisiensi dan volume produksi dapat meningkat.

3. Setelah melakukan perbaikan waktu *setup* dengan metode SMED volume produksi setiap harinya sesuai dengan RJP meningkat. Peningkatan volume produksi terbesar yaitu 37 unit. Besar peningkatan volume produksi tergantung dengan variasi *lot* produksi yang membutuhkan pergantian jig pada rencana jangka pendek produksi harian.

6.2. Saran

Untuk membantu perusahaan dalam mengurangi pemborosan waktu *setup* pada bagian *welding muffler line 1A* PT SIM yang dapat terjadi kembali dikemudian hari, maka beberapa saran diberikan untuk perusahaan, sebagai berikut:

1. Perusahaan sebaiknya lebih memperhatikan pemborosan yang timbul pada saat *setup* sebesar 672,5 detik yang menyebabkan waktu *setup* pada pergantian *lot* produksi menjadi lama. Pemborosan ada pada langkah kegiatan transportasi pengambilan dan pengembalian jig dan operasi dalam transportasi pengambilan jig serta operasi *setting* jig pada mesin yang memiliki lebih dari satu jig. Hal ini harus diperbaiki dengan mengubah kegiatan *setup* internal ke *setup* eksternal untuk meningkatkan waktu produksi sehingga volume produksi dapat meningkat.
2. Waktu *setup* sangat dipengaruhi langkah *setup* yang dilakukan. Perusahaan sebaiknya lebih memperhatikan dan mengoptimalkan tenaga kerja tambahan dan kepala produksi sebagai asisten dalam langkah *setup* agar dapat melakukan perbaikan yaitu memotong waktu *setup* dari 1907,2 detik menjadi 1234,7 detik dan meningkatkan volume produksi seiring meningkatnya waktu produksi dan efisiensi produksi.
3. Perusahaan sebaiknya menggunakan pendekatan metode *Single Minute Exchange of Die* (SMED) untuk mengidentifikasi pemborosan waktu *setup* dan melakukan perbaikan waktu *setup* sehingga peningkatan unit produksi sebesar 37 unit dapat tercapai.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung, Hendrastuti H. dan Imdam, Irma A. 2014. *Kamus Istilah Produksi Ramping*. Jakarta: Graha Ilmu.
- Buffa, Elwood S. 1994. *Manajemen Produksi dan Operasi Modern*, Jilid 1, Edisi ketujuh. Erlangga. Jakarta.
- Forgaty, D., Blackstone, J., dan Hoffman, J. 1991. *Production and Inventory Management*. Ohio: South-Western Publishing Co.
- Gaspersz, Vincent. 2004. *Production Planning & Inventory Control Berdasarkan Pendekatan Sistem Terintegrasi MRP II dan JIT Menuju Manufakturing 21*, Jakarta: Gramedia Pustaka Utama
- Gaspersz, Vincent. 2007. *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Hirano, Hiroyuki. 2009. *JIT Implementation Manual, The Complete Guide to Just-In-Time Manufacturing*, second edition. CRC Press
- Jacobs, R. F., Chase, B. R., Aquilano, J. N. 2010. *Operations & Supply Management*, twelfth edition, New York: McGraw-Hill
- Liker, Jeffrey K. 2004. *The Toyota Way*. Jakarta: Erlangga.
- Liker, Jeffrey K. 2006, *The Toyota Way, 14 Prinsip Manajemen dari Perusahaan Manufaktur Terhebat di Dunia*. Jakarta: Erlangga.
- Monden, Yasuhiro. 1995. *Sistem Produksi Toyota Suatu Ancangan Terpadu, Untuk Penerapan Just-In-Time*, jilid 1, Penerbit LPPM dan PT Pustaka Binaman Pressindo, Seri Manajemen No 159 A
- Nicholas, John M. 1998. *Competitive Manufacturing Management*, International Edition. Mc Graw-Hill, Inc. Singapore.
- Osada, Takashi. 1995. *Sikap Kerja SS*. Penerbit LPPM dan PT Pustaka Binaman Pressindo, Seri Manajemen No 160
- Pujawan, I Nyoman. 2005. *Supply Chain Management*. Surabaya: Guna Widya.
- Schroeder, Roger. G. 1996. *Manajemen Operasi: Pengambilan Keputusan dalam Suatu Fungsi Operasi (terjemahan)*. Edisi Ketiga, Erlangga, Jakarta.

- Shingo, Shigeo. 1985. *A Revolution in Manufacturing: The SMED System.* Cambridge: Productivity Press.
- Sutalaksana, I. Z., Anggawisastra, R. dan Tjakraatmadja, J. H. 1979. *Teknik Tata Cara Kerja.* Bandung: Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Bandung.
- Tjiptono dan Diana. 2001. *Total Quality Management.* Jogjakarta: Andi.
- Verma, R. Boyer, K. K. 2010. *Operations & Supply Management, international edition,* South-Western: Cengage learning
- Vollmann, T. E, W. L., Whybark, D. C., dan Jacobs, F. R. 2005. *Manufacturing Planning and Control Systems for Supply Chain Management, Fifth Edition.* Singapore: McGraw-Hill
- Wignjosoebroto, S. 2006. *Ergonomi, Studi Gerak Dan Waktu,* Edisi Pertama. Surabaya: Guna Widya.

