

No. Dok: 6846  
Copy: 1

D1 658.53  
Mah  
P

**PERANCANGAN ALIRAN PRODUKSI MENJADI ONE PIECE  
FLOW DENGAN PENDEKATAN LEAN MANUFACTURING  
MENGGUNAKAN METODE TABEL STANDAR KOMBINASI  
KERJA (TSKK) TIPE III PADA LINE FRONT FORK  
DI PT KAYABA INDONESIA**

**TUGAS AKHIR**

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

Oleh :

Nama : ALVARO NAUFAL MAHDI

NIM : 1115079



DATA BUKU PERPUSTAKAAN	
Tgl Terima	3/7 2022
No Induk Buku	407/TIO/SB/TA/22

MILIK PERPUSTAKAAN STMI  
Membaca : Ibadah, Mengambil : Dosa

**POLITEKNIK STMI JAKARTA  
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN  
JAKARTA  
2019**

**SUMBANGAN ALUMNI**



**LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR**

Nama : ALVARO NAUPAL MAHDI  
NIM : 1115079  
Judul Tugas Akhir : PERANCANGAN ALIRAN PRODUKSI MENJADI ONE PIECE  
FLOW PADA LIE FRONT FROK DENGAN PEDEKATAN  
LEAN MANUFACTURING DI PT KAYABA INDONESIA  
Pembimbing : Ir. SURIADI A. SALAM, M.Com  
Asisten Pembimbing : \_\_\_\_\_

Tanggal	BAB	Keterangan	Paraf
28/6 19		Pengajuan Permonohonan Bimbingan Tugas Akhir	
2/7 19	I	Penyerahan Bab I	
5/7 19	I	Revisi Bab I	
9/7 19	I	Revisi Bab I	
12/7 19	II	Penyerahan Bab II	
16/7 19	II	Revisi Bab II	
19/7 19	III	Penyerahan Bab III	
23/7 19	III	Revisi Bab III	
26/7 19	IV	Penyerahan Bab IV	
1/8 19	IV	Revisi Bab IV	
5/8 19	V	Penyerahan Bab V	
7/8 19	VI	Penyerahan Bab VI	
9/8 19	V, VI	Revisi	
12/8 19		ACC Finish	

Mengetahui,  
Ka Prodi

Muhammad Agus. S.T, M.T  
NIP : 197008292002121001

Pembimbing

Ir. Suriadi A. Salam, M.Com  
NIP : 195810251985031006

**POLITEKNIK STMI JAKARTA  
KEMENTRIAN PERINDUSTRIAN RI**

**TANDA PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING**

JUDUL TUGAS AKHIR:

**“PERANCANGAN ALIRAN PRODUKSI MENJADI *ONE PIECE FLOW*  
DENGAN PENDEKATAN *LEAN MANUFACTURING* MENGGUNAKAN  
METODE TABEL STANDAR KOMBINASI KERJA (TSKK) TIPE III  
PADA *LINE FRONT FORK 1* DI PT KAYABA INDONESIA”**

DISUSUN OLEH:

NAMA : ALVARO NAUFAL MAHDI  
NIM : 1115079  
PROGRAM STUDI : TEKNIK INDUSTRI OTOMOTIF

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

Jakarta, 9 September 2019  
Dosen Pembimbing



**Ir. Suriadi A. Salam, M. Com**  
**NIP : 195810251985031006**



## LEMBAR PENGESAHAN

### JUDUL TUGAS AKHIR:

"PERANCANGAN ALIRAN PRODUKSI MENJADI *ONE PIECE FLOW* DENGAN PENDEKATAN *LEAN MANUFACTURING* MENGGUNAKAN METODE TABEL STANDAR KOMBINASI KERJA (TSKK) TIPE III PADA *LINE FRONT FORK 1* DI PT KAYABA INDONESIA"

### DISUSUN OLEH:

NAMA : ALVARO NAUFAL MAHDI  
NIM : 1115079  
PROGRAM STUDI : TEKNIK INDUSTRI OTOMOTIF

Telah diuji oleh Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Politeknik STMI Jakarta pada hari Senin tanggal 16 September 2019

Jakarta, 16 September 2019

Dosen Penguji 1



(Indra Yusuf R., S.T., M.T.)  
NIP: 197312302001121002

Dosen Penguji 2



(Dr. Hendrastuti Hendro, M.T.)  
NIP: 19541030301989032001

Dosen Penguji 3



(Muhamad Agus, S.T., M.T.)  
NIP: 197312302001121002

Dosen Penguji 4



(Ir. Suriadi A. Salam, M.Com.)  
NIP: 195810251985031006

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Alvaro Naufal Mahdi

NIM : 1115079

Berstatus sebagai mahasiswa program studi Teknik Industri Otomotif di Politeknik STMI Jakarta, dengan ini menyatakan bahwa hasil karya Tugas akhir yang telah saya buat dengan judul **"PERANCANGAN ALIRAN PRODUKSI MENJADI ONE PIECE FLOW DENGAN PENDEKATAN LEAN MANUFACTURING MENGGUNAKAN METODE TABEL STANDAR KOMBINASI KERJA (TSKK) TIPE III PADA LINE FRONT FORK 1 DI PT KAYABA INDONESIA"**

- **Dibuat** dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan literatur hasil kuliah, *survey* lapangan, asistensi dengan dosen pembimbing dan mempelajari 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, kecuali yang tertera dalam referensi karya Tugas Akhir ini.

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

Jakarta, 9 September 2019

Yang Membuat Pernyataan



Alvaro Naufal Mahdi

## ABSTRAK

PT Kayaba Indonesia adalah salah satu perusahaan industri otomotif yang memproduksi jenis *part* berbentuk *Shock Absorber: Front fork* (*Shock Absorber* yang dipasang pada sepeda motor bagian depan), dan *Oil Cushion Unit* (*Shock Absorber* yang dipasang pada sepeda motor bagian belakang). Salah satu *line* yang terdapat pada PT Kayaba Indonesia adalah *line front fork*. Permasalahan pada *line front fork* 1 yaitu pengiriman *part* dari *sub assembly* ke *assembly* jauh sehingga terdapat *waste transportation*  $\pm 25$  m yang menyebabkan *over production part Work In Process* (WIP) sebanyak 25 pcs dan *waiting* pergerakan nilai tambah Operator 1 selama 2,00 detik, hal ini berdampak pada rendahnya efisiensi pekerja tersebut. Tujuan penelitian ini adalah meningkatkan efisiensi pekerja maka perlu adanya perancangan aliran produksi yang tepat. Perancangan aliran produksi menjadi *one piece flow* pendekatan *lean manufacturing*, pembuatan meja kerja baru menggunakan metode *anthropometri* dan pemerataan beban kerja menggunakan metode Tabel Standar Kombinasi Kerja (TSKK) Tipe III adalah cara untuk menghilangkan *waste* tersebut. Hasil perbaikan yang dilakukan meningkat efisiensi pekerja pada *line front fork* 1 setelah realokasi beban kerja yang awalnya 80% naik menjadi 89%. Setelah perbaikan *balance delay* mengalami penurunan yang awalnya 16 detik turun menjadi 10% dan WIP yang awalnya 25 pcs turun menjadi 1 pcs.

**Kata Kunci:** Beban Kerja, *One Piece Flow*, *Lean Manufacturing*, Tabel Standar Kombinasi Kerja (TSKK) Tipe III, *Anthropometri*, Efisiensi, *Work In Process*, dan *Front Fork*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan judul, **“Perancangan Aliran Produksi Menjadi *One Piece Flow* Dengan Pendekatan *Lean Manufacturing* Menggunakan Metode Tabel Standar Kombinasi Kerja (TSKK) Tipe III Pada *Line Front Fork 1* Di PT Kayaba Indonesia”**. Tidak lupa penyusun mengucapkan terima kasih yang tak terkira kepada keluarga yaitu orang tua dan kakak yang tak henti-hentinya berdoa dan memotivasi untuk kemudahan dan kelancaran dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini.

Tugas Akhir ini disusun sebagai syarat kelulusan dalam menyelesaikan pendidikan program studi Diploma IV jurusan Teknik Industri Otomotif di Politeknik STMI Jakarta. Dengan selesainya laporan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan banyak pihak yang telah memberikan masukan-masukan kepada penulis. Pada kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih kepada:

- Bapak Dr. Mustofa, S.T, M.T selaku Direktur Politeknik STMI Jakarta.
- Bapak Dr. Ridzky Kramanandita, S. Kom, M.T selaku Pembantu Direktur I Politeknik STMI Jakarta.
- Bapak Muhamad Agus, S.T, M.T selaku Ketua Prodi Teknik Industri Otomotif.
- Bapak Ir. Suriadi A. Salam, M.Com selaku dosen pembimbing yang tiada lelahnya bersedia membantu memberikan bimbingan serta pengarahan kepada penulis selama penulisan laporan Tugas Akhir (TA).
- Bapak Edi Riyanto dan bapak Kuncoro Ariyo Wibowo selaku pembimbing dan *Department Process Engeering* di PT Kayaba Indonesia.
- Bapak Daeng selaku pembimbing lapangan dalam melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di PT Kayaba Indonesia yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam melakukan penelitian.

- Seluruh Staff dan operator pada *line front frok* yang tidak dapat disebutkan namanya satu per satu yang telah menerima penulis dengan ramah dalam melakukan penelitian di PT Kayaba Indonesia.
- Teman terdekat, Bunga Ramadhina Sendin, yang selalu memberikan semangat, doa, serta dukungan kepada penulis dalam penulisan Tugas Akhir ini.
- Sahabat, Aep Achmad Syaefuloh, Fahrizal Diwantara, Aji Khusnul Fahmi, Irpan Sayiful Alam, Muhammad Pajar dan seluruh anggota grup *Whats Up* (WA) Calon Sarjana atas kebersamaan, kebahagiaan, dukungan dan semangatnya.
- Teman seperdiskusian dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini Bagus Parwanto atas saran, dan dukungan dalam penulisan Tugas Akhir ini.
- Seluruh teman-teman di kampus Politeknik STMI Jakarta kementerian Perindustrian RI, khususnya untuk angkatan 2015 jurusan Teknik dan Industri Otomotif atas kebersamaan, kebahagiaan, semangat, serta dukungannya.
- Semua pihak yang telah membantu dalam penulisan Tugas Akhir ini, yang tidak dapat penulis sebutkan namanya satu per satu.

Penyusun menyadari sepenuhnya bahwa laporan ini jauh dari sempurna. Hal ini dikarenakan keterbatasan pengetahuan yang penyusun miliki. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penyusun sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari berbagai pihak guna perbaikan dan penyempurnaan laporan ini. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembacanya.

Jakarta, 10 September 2019

Penulis



## DAFTAR ISI

Kata Pengantar .....	i
Daftar Isi .....	iii
Daftar Tabel .....	v
Daftar Gambar.....	vii
Daftar Lampiran.....	viii
<b>BAB I      PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB II      LANDASAN TEORI</b>	
2.1 Sistem Produksi.....	6
2.2. Definisi Proses Produksi .....	8
2.3. <i>Lean Manufacturing</i> .....	9
2.4. <i>One Piece Flow</i> .....	10
2.5 Standarisasi Kerja .....	12
2.6 Keseimbangan Lini .....	15
2.7 Analisa Kebutuhan Tenaga Kerja .....	17
2.8 Efisiensi.....	21
2.9 Pengukuran Waktu Kerja .....	22
2.10 <i>Rating Factor</i> .....	25
2.11 <i>Allowance</i> .....	26
2.12 <i>Anthropometri</i> .....	29
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Pengertian Metodologi.....	36
3.2 Jenis Dan Sumber Data .....	36
3.3 Metode Pengumpulan Data.....	37
3.3 Teknis Analisis.....	38

<b>BAB IV</b>	<b>PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA</b>	
	4.1 Pengumpulan Data .....	44
	4.2 Pengolahan Data.....	69
<b>BAB V</b>	<b>ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>	
	5.1 Analisis <i>Idel Time</i> dan Efisiensi Operator Kondisi Awal .....	81
	5.1 Usulan Perbaikan .....	82
<b>BAB VI</b>	<b>PENUTUP</b>	
	6.1 Kesimpulan .....	96
	6.2 Saran.....	96
	Daftar Pustaka.....	97

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Faktor penyesuaian dalam melakukan pekerjaan. ....	26
Tabel 2.2 Persentase Kelonggaran Berdasarkan Faktor Yang Berpengaruh .....	27
Tabel 2.3 Macam <i>Percentile</i> dan Cara Perhitungan Dalam Distribusi Normal.....	32
Tabel 4.1 <i>Sub Line 1</i> (OP 13).....	49
Tabel 4.2 <i>Sub Line 2</i> .....	49
Tabel 4.3 <i>Sub Line 3</i> .....	49
Tabel 4.4 <i>Sub Line 5</i> .....	49
Tabel 4.5 <i>Sub Line 4L</i> .....	49
Tabel 4.6 <i>Sub Line S 4L</i> .....	49
Tabel 4.7 <i>Sub Line 4R</i> .....	50
Tabel 4.8 <i>Sub A</i> .....	50
Tabel 4.9 <i>Sub B</i> .....	50
Tabel 4.10 <i>Sub C</i> .....	50
Tabel 4.11 Data Produksi <i>Front Fork</i> Bulan April.....	55
Tabel 4.12 Waktu Kerja Produksi <i>Line Assembly front fork</i> .....	56
Tabel 4.13 Elemen Kerja <i>Line FF 1</i> .....	57
Tabel 4.14 Data Waktu Siklus Operator <i>Cylinder Insterting</i> .....	60
Tabel 4.15 Data Waktu Siklus Operator <i>Inner Tube Caulking</i> .....	60
Tabel 4.16 Data Waktu Siklus Operator <i>Tightening Damper</i> .....	61
Tabel 4.17 Data Waktu Siklus Operator <i>Oil Seal Press, Seal Ring Inserting</i> .....	61
Tabel 4.18 Data Waktu Siklus Operator <i>Dust Seal Press, Leakage Tester</i> .....	62
Tabel 4.19 Data Waktu Siklus Operator <i>Oil Filing</i> .....	62
Tabel 4.20 Data Waktu Siklus Operator <i>Cap &amp; C-Pin Inserting</i> .....	63
Tabel 4.21 Data Waktu Siklus Operator <i>Instering Damper, Bolt, Washer &amp; Stay</i> <i>Damper</i> .....	63
Tabel 4.22 Data Waktu Siklus Operator <i>Tightening Torque Bolt Bracket</i> .....	64
Tabel 4.23 Data Waktu Siklus Operator Komfrimasi <i>Tightening Torque Bolt</i> <i>Bracket</i> .....	64
Tabel 4.24 Data Waktu Siklus Operator <i>Function Tester</i> .....	65

Tabel 4.25 Data Waktu Siklus Operator <i>Ball Rece Press</i> .....	65
Tabel 4.26 Data Waktu Siklus Operator <i>Cylinder Complete</i> .....	66
Tabel 4.27 <i>Rating Factor</i> Operator <i>Line Front Fork 1</i> .....	66
Tabel 4.28 Rekapitulasi Perhitungan Waktu Siklus.....	69
Tabel 4.29 Rekapitulasi Waktu Siklus Operator <i>Line Front Fork 1</i> .....	70
Tabel 4.30 Rekapitulasi Waktu Normal dan Waktu Standar. ....	73
Tabel 4.31 Rekapitulasi <i>Takt Time</i> , <i>Idle Time</i> dan Efisiensi Operator. ....	77
Tabel 5.1 Data <i>Anthropometri</i> Operator <i>Line FF 1</i> .....	85
Tabel 5.2 Rekapitulasi Data <i>Anthropometri</i> Operator <i>Line FF 1</i> .....	86
Tabel 5.3 Elemen Kerja Hasil Perbaikan.....	92

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Sistem Produksi.....	7
Gambar 2.2. Diagram Alir Proses Hipotesis dari Sistem Produksi .....	8
Gambar 2.3. Perbandingan Aliran Proses .....	13
Gambar 2.4 Tabel Standar Kombinasi Kerja Tipe 1.....	13
Gambar 2.5 Tabel Standar Kerja Kombinasi Tipe 2.....	13
Gambar 2.6 Tabel Standar Kerja Kombinasi Tipe 3 ( <i>Yamazumi Chart</i> ).....	15
Gambar 2.7 Siklus Untuk Menurunkan Jumlah Pekerja.....	17
Gambar 2.8 Tiap Pekerja Punya Waktu Tunggu .....	18
Gambar 2.9 Relokasi Operasi Diantara Pekerja.....	19
Gambar 2.10 Alokasi Operasi Secara Merata .....	19
Gambar 2.11 Distribusi Normal Dengan Data <i>Anthropometri</i> 95-th <i>Percentile</i> .....	32
Gambar 2.12 Data <i>Anthropometri</i> Yang Diperlukan Untuk Perancangan	
Produk/Fasilitas Kerja .....	42
Gambar 3.1 Kerangka Pemecahan Masalah .....	43
Gambar 4.1 Struktur Organisasi PT Kayaba Indonesia .....	46
Gambar 4.2 <i>Front Fork</i> Moped .....	47
Gambar 4.3 <i>Layout line</i> SA FF .....	48
Gambar 4.4 <i>Layout Line</i> FF 1 .....	50
Gambar 4.5 Aliran Proses <i>Line</i> FF 1 .....	51
Gambar 4.6 Layout Kondisi Aktual <i>Line</i> SA FF dan FF.....	54
Gambar 4.7 <i>Yamazumi Chart</i> <i>Line</i> FF 1 .....	95
Gambar 5.1 .Diagram Keterkaitan Masalah.....	83
Gambar 5.2 Alat Bantu Produksi <i>Rotary Cylinder</i> .....	87
Gambar 5.3 <i>Layout Line FF1</i> Hasil Perbaikan Perancangan Aliran Produksi <i>One</i>	
<i>Piece Flow</i> .....	87
Gambar 5.4 Meja Kerja OP 13 Hasil Modifikasi.....	88
Gambar 5.5. Aliran Produksi Hasil Perbaikan.....	94
Gambar 5.5 <i>Yamazumi Chart</i> hasil perbaikan. ....	95



## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A : Data Waktu Siklus dan Perhitungan Rata-Rata Waktu Siklus  
Lampiran B : Etiket Gambar *Tray Cylinder Complete* (Sebelum Perbaikan)  
Lampiran C : Etiket Gambar *Rotary Cylinder* (Setelah Perbaikan)

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Perkembangan ekonomi semakin hari dapat dilihat dari meningkatnya kegiatan berbagai sektor industri yang tengah berkembang. Perkembangan industri otomotif merupakan sektor industri yang cukup diperhitungkan karena otomotif semakin erat dengan kehidupan masyarakat. Otomotif bukan hanya sebagai sarana transportasi melainkan juga merupakan bentuk investasi bahkan gaya hidup. Perusahaan yang bergerak dibidang industri otomotif harus memberi kualitas yang terbaik kepada *customer*. Manajemen operasi yang efektif dapat dilihat dari faktor kinerja operator dan faktor efisiensi waktu proses produksi agar tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya yang dapat merugikan perusahaan.

PT Kayaba Indonesia merupakan perusahaan yang bergerak dibidang industri otomotif, khususnya dalam pembuatan *shock absorber* untuk kendaraan 2 *Wheeler* (roda 2) dan 4 *Wheeler* (roda 4). Selain itu, PT Kayaba Indonesia juga memproduksi *railway damper*, *chair damper* dan *stay damper*. Pada produksi awal, PT Kayaba Indonesia memproduksi jenis *part* berbentuk *shock absorber* jenis *Front Fork* (*shock absorber* sepeda motor bagian depan), dan *Oil Cushion Unit* (*shock absorber* sepeda motor bagian belakang). PT Kayaba Indonesia memiliki beberapa departemen, salah satu nya adalah departemen *Process Engineering* (PCE). Departemen PCE terdiri dari beberapa divisi, yaitu *Workshop*, *Sub Assembly Process*, *Painting Process*, *Inner Tube Plating*, *Water Waste Treatment*, *Outer Tube Process 1 & 2*, *Outer Tube Mach & Fornt Fork* (FF) *Assy*, *Pipe Mach & Welding*, *Oil Cusion Unit* (OCU) *Assy & Grind-Buffering*, *Piston Rod Plating*, *Industrial 1 & 2*.

Penelitian ini dilakukan di *line* FF khususnya *line* FF 1 yaitu bagian yang bertanggung jawab pada proses *sub assembly* dan *assembly front fork* menjadi *finish good*. *Line* FF 1 memiliki operator (OP) 13 orang yang terdiri dari 12 orang

di *line* FF 1 dan satu orang di *line Sub Assembly* (SA FF). Pihak perusahaan merasa terdapat *waste* pada aliran produksi *centralize* saat ini yang menyebabkan menurunnya efisiensi *line* FF 1 sehingga perlu adanya perbaikan aliran produksi yang dapat meminimalkan *waste*. Hasil Pengamatan selama satu minggu ditemukan beberapa *waste* yang terjadi seperti: *transportation* pada aliran produksi yaitu pengiriman *part* dari *line* SA FF ke *line* FF 1 jauh, *over production part* yang disebabkan jauhnya jarak *line* FF 1 ke *line* SA FF sehingga penumpukan *Work In Process* (WIP) di *line* SA FF harus dilakukan, dan *waiting* pada proses *cylinder inserting* di *line* FF 1 untuk menunggu kedatangan *part* dari *line* SA FF. Atas dasar permasalahan diatas, maka perlu dilakukan perancangan aliran produksi dan pemerataan beban kerja. Aliran produksi *one piece flow* pendekatan *lean manufacturing*, pembuatan meja kerja baru menggunakan metode *anthropometri* dan pemerataan beban kerja menggunakan metode Tabel Standar Kombinasi Kerja (TSKK) Tipe III adalah solusi hasil diskusi bersama dengan PT Kayaba Indonesia untuk permasalahan ini.

### 1.2. Perumusan Masalah

Permasalahan yang perusahaan hadapi dapat dirumuskan dalam penelitian ini adalah:

1. Apa yang menyebabkan *waste* di *line* FF 1 pada kondisi awal?
2. Bagaimana perbaikan untuk keadaan kondisi awal di *line* FF 1?
3. Bagaimana kondisi sebelum dan setelah perbaikan di *line* FF 1?

### 1.3. Tujuan Penelitian

Dengan adanya perumusan masalah yang jelas dan terstruktur, maka dapat ditetapkan tujuan dibuatnya penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Menentukan *transportation*, *over production* dan *waiting* adalah *waste* yang terdapat di *line* FF 1
2. Melakukan perbaikan aliran produksi *line* FF 1 menjadi *one piece flow*, pembuatan meja kerja baru menggunakan metode *anthropometri* dan pemerataan beban kerja di *Line FF 1*.
3. Menentukan kondisi sebelum dan setelah perbaikan pada *line* FF 1.

#### 1.4. Batasan Masalah

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

1. Penelitian dilakukan di PT Kayaba Indonesia, Kawasan MM2100.
2. Produk yang dianalisa adalah *front fork* dalam proses *assembly* dan *sub assembly*.
3. Pada penelitian tidak membahas dan memperhitungkan upah operator.
4. Pengambilan data sekunder mempergunakan data perencanaan produksi bulan April 2019.
5. Pendekatan *One Piece Flow Lean Manufacturing*, metode *anthropometri* dan metode Tabel Standar Kombinasi Kerja (TSKK) Tipe III
6. Penentuan kelonggaran didasarkan pada pekerjaan yang dilakukan dan kondisi lingkungan kerjanya dengan hasil diskusi dengan pihak perusahaan.
7. Penentuan faktor penyesuaian pada operator menggunakan *westinghouse system ranking* dan didasarkan pada pengamatan di lapangan serta hasil diskusi dengan pihak perusahaan.
8. Pengambilan data dilakukan saat kondisi normal dan gangguan-gangguan seperti kerusakan mesin, perubahan jumlah produksi, dan lain-lain tidak diperhitungkan.

#### 1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapatkan dari penulisan tugas akhir ini, yaitu:

1. Pihak Perusahaan  
Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai perbandingan antara aliran produksi yang lama dan baru untuk pengambilan kebijakan perusahaan, dalam menentukan keputusan.
2. Pihak Peneliti  
Mendapatkan kesempatan untuk mengaplikasikan ilmu-ilmu yang selama ini didapat secara akademik, dan mendapatkan tambahan wawasan mengenai dunia kerja secara langsung.

### 3. Pihak lain

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

## **1.6. Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan tugas akhir ini terdiri dari 6 (enam) bab dengan perincian sebagai berikut:

### **BAB I : PENDAHULUAN**

Bab ini berisikan latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, pembatasan masalah, manfaat tugas akhir, serta alirannya penulisan.

### **BAB II : LANDASAN TEORI**

Bab ini berisikan tentang teori-teori yang berhubungan dengan pokok permasalahan dan tujuan penelitian yang digunakan sebagai landasan yang menjelaskan *Lean Manufacturing*, *One Piece Flow*, keseimbangan lintasan, Tabel Standar Kombinasi Kerja (TSKK) Tipe III, *anthropometri*, analisis kebutuhan tenaga kerja dan pengukuran waktu kerja.

### **BAB III : METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi langkah-langkah alirannya yang ditempuh untuk memecahkan masalah agar penelitian yang dilakukan lebih terarah. Langkah-langkah tersebut terdiri dari studi pendahuluan dan studi pustaka, identifikasi masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, pengumpulan data, pengolahan data, analisis hasil, kesimpulan dan saran.

### **BAB IV : PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Pada bab ini berisi data-data atau informasi yang diperoleh dalam menganalisis permasalahan yang ada serta pengolahan data berdasarkan metode yang telah ditentukan.



## BAB V : ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan analisis dan interpretasi dari hasil pengumpulan dan pengolahan data.

## BAB IV: PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian dengan memperhatikan tujuan yang dicapai dari penelitian dan kemudian memberikan saran perbaikan yang dilakukan untuk penelitian.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1. Sistem Produksi**

Sistem produksi berasal dari dua kata yang disatukan, yaitu sistem dan produksi, dimana dari setiap kata memiliki arti tersendiri. Sistem adalah kumpulan dari elemen-elemen yang berinteraksi untuk mencapai suatu tujuan tertentu. Sistem ini menggambarkan suatu kejadian-kejadian dan kesatuan yang nyata seperti tempat, benda, dan orang-orang yang betul-betul ada dan terjadi. Sistem adalah seperangkat elemen yang membentuk kumpulan atau prosedur-prosedur atau bagan-bagan pengolahan yang mencari suatu tujuan bagian atau tujuan bersama dengan mengoperasikan data atau barang pada waktu tertentu untuk menghasilkan informasi atau energi atau barang. 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, 1996).

Sistem produksi sebagai sistem integral yang mempunyai komponen struktural dan fungsional. Berdasarkan sistem produksi modern terjadi suatu proses transformasi nilai tambah yang mengubah *input* menjadi *output* yang dapat dijual dengan harga kompetitif di pasar. Proses transformasi nilai tambah dari *input* menjadi *output* dalam sistem produksi modern selalu melibatkan komponen struktural dan fungsional. Sistem produksi memiliki komponen atau elemen struktural dan fungsional yang berperan penting dalam menunjang kontinuitas operasional sistem produksi. Komponen atau elemen struktural yang membentuk sistem produksi terdiri dari bahan (material), mesin dan peralatan tenaga kerja, modal, energi, informasi, tanah, dan lain-lain. Komponen atau elemen fungsional terdiri dari supervisi, perencanaan, pengendalian, koordinasi, dan kepemimpinan, yang kesemuanya berkaitan dengan manajemen dan organisasi (Gaspersz, 2004).

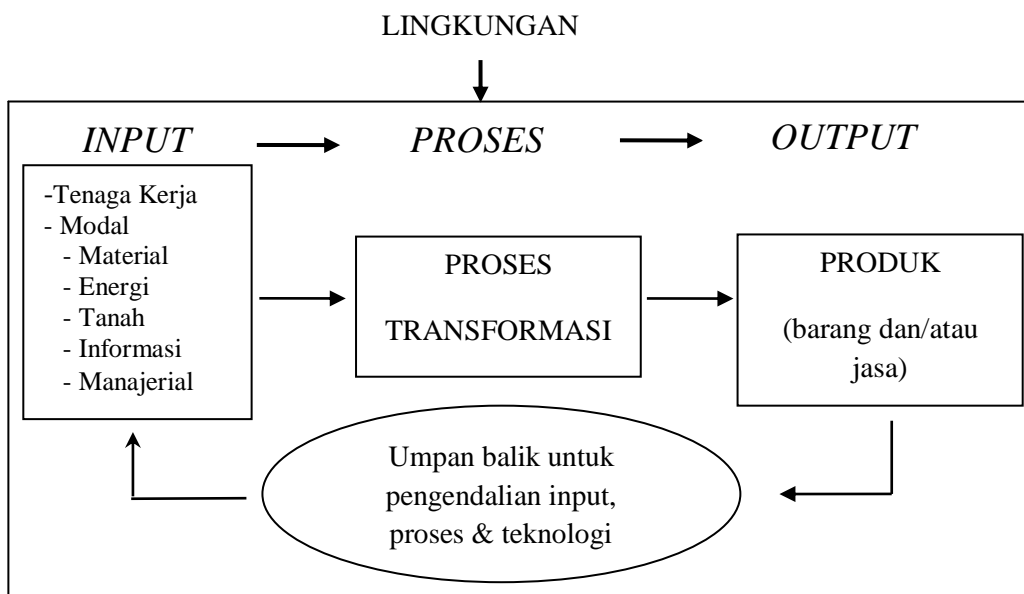
Sistem produksi memiliki beberapa karakteristik (Gaspersz, 2004), yaitu:

1. Mempunyai komponen-komponen atau elemen-elemen yang saling berkaitan satu sama lain dan membentuk kesatuan yang utuh.

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

Skema produksi menjelaskan bahwa elemen-elemen utama dalam sistem produksi yaitu *input*, proses, dan *output*, serta adanya mekanisme umpan balik untuk pengendalian sistem produksi itu agar mampu meningkatkan perbaikan terus menerus (*continuous improvement*).

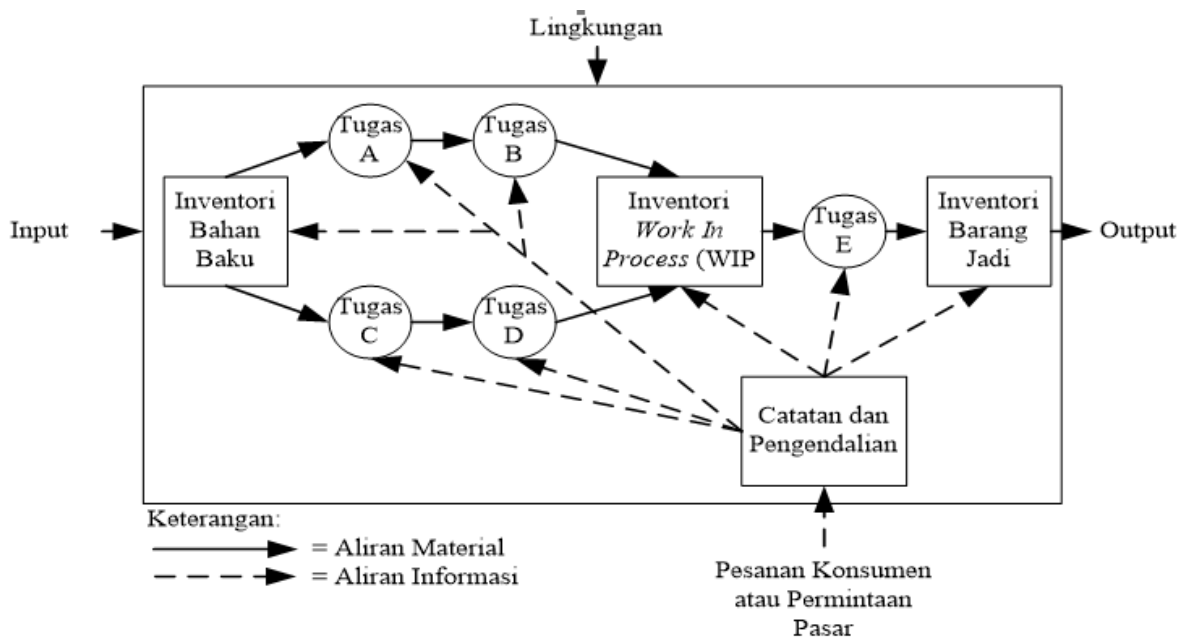
Skema produksi dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Skema Sistem Produksi  
Sumber: Gaspersz (2004)

## 2.2. Definisi Proses Produksi

Menurut Gasperz (2004), salah satu cara umum yang digunakan untuk menggambarkan proses dari sistem produksi adalah diagram alir proses (*processflow diagram*). Diagram alir proses produksi ditunjukkan pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 Diagram Alir Proses Hipotesis dari Sistem Produksi  
Sumber: Gaspersz (2004)

Berdasarkan Gambar 2.2 terdapat dua jenis aliran yang perlu dipertimbangkan dari setiap proses dalam sistem produksi, yaitu aliran material atau barang setengah jadi dan aliran informasi. Aliran material terjadi apabila material dipindahkan dari satu tugas ke tugas berikutnya, atau dari beberapa tugas ke tempat penyimpanan atau sebaliknya. Selama aliran material berlangsung terjadi penambahan tenaga kerja dan/atau modal, karena dibutuhkan tenaga kerja dan/atau peralatan untuk memindahkan material atau barang setengah jadi itu. Perbedaan antara aliran (*flows*) dan tugas (*tasks*) adalah bahwa aliran mengubah posisi dari barang dan/atau jasa (tidak memberikan nilai tambah), sedangkan tugas mengubah karakteristik (memberikan nilai tambah) pada barang dan/atau jasa (Gaspersz, 2004).

Kategori ketiga dari aktivitas dalam proses produksi adalah penyimpanan (*storages*). Suatu penyimpanan terjadi apabila tidak ada tugas yang dilakukan serta barang dan/atau jasa itu sedang tidak dipindahkan. Dengan kata lain, penyimpanan adalah segala sesuatu yang bukan tugas ataupun aliran. Dari ketiga kategori aktivitas dalam proses dari sistem produksi, yaitu tugas, aliran, dan penyimpanan, tampak bahwa hanya tugas yang memberikan nilai tambah pada produk. Sedangkan aliran dan penyimpanan tidak memberikan nilai tambah pada produk. Oleh karena itu, dalam sistem produksi modern, seperti JIT, aktivitas aliran dan penyimpanan dalam proses diusahakan untuk dihilangkan atau diminimumkan melalui perbaikan terus-menerus (*continuous improvement*) pada proses produksi itu.

### 2.3 *Lean Manufacturing*

*Lean manufacturing* adalah sebuah konsep produksi dimana semua orang berkerjasama untuk menghilangkan pemborosan (*waste*). *Lean manufacturing* sering dikaitkan dengan *Toyota Production System (TPS)* yang perkembangannya dimulai setelah perang dunia kedua ketika banyak industri di Jepang menghadapi tantangan untuk memproduksi dengan barang yang *resources* yang terbatas (Pavnaskar dkk, 2003).

*Lean manufacturing* terkenal fokus pada pengurangan "tujuh limbah" *Toyota's Original* untuk meningkatkan kepuasan pelanggan secara keseluruhan. Menurut TPS, limbah dalam suatu proses adalah semua aktivitas yang tidak menghasilkan perpindahan proses lebih dekat ke *final* menempatkan atau menambah nilai pada hasil akhir.

1. *Over production*

adalah memproduksi barang belum diperlukan. *Overproduction* sangat mahal untuk pabrik karena kelancaran aliran bahan akan terhabat dan menurunkan kualitas dan produktivitas.

2. *Over Inventory*

Adalah cenderung menyembunyikan masalah padalantai pabrik, yang harus diidentifikasi dan diselesaikan untuk meningkatkan kinerja operasi.



Kelebihan persediaan meningkatkan waktu tunggu, konsumsi ruang lantai produktif, menunda identifikasi masalah, dan menghambat komunikasi

3. *Waiting*

Setiap kali barang tidak bergerak atau sedang diproses, itu buang-buang waktu sehingga menunggu terjadi. Banyak waktu tunggu produk terkait menunggu operasi selanjutnya. Menunggu biasanya disebabkan oleh buruk desain aliran material dan aliran informasi.

4. *Transportation*

Mengangkut produk antar proses adalah sebuah biaya yang tidak menambah nilai pada produk. Langkah berlebihan dan penanganan menyebabkan kerusakan dan merupakan peluang untuk kualitas memburuk.

5. *Unnecessary Motion*

Mengangkut bahan gerak mengacu pada gerakan produsen, pekerja, atau peralatan, yang dapat menyebabkan kerusakan, kelelahan, keausan, dan masalah keamanan.

6. *Overprocessing Using*

Menggunakan sumber daya lebih mahal dari yang dibutuhkan untuk tugas atau menambahkan fitur desain yang tidak diperlukan oleh *customers*. Sumber daya yang mahal juga mendorong produksi berlebih.

7. *Defects Quality*

Cacat berdampak pada *bottom line* bisnis, menghasilkan pengerjaan ulang atau skrap dan biaya terkait seperti persediaan, *reinspecting*, penjadwalan ulang, kehilangan kapasitas (Wang, 2011).

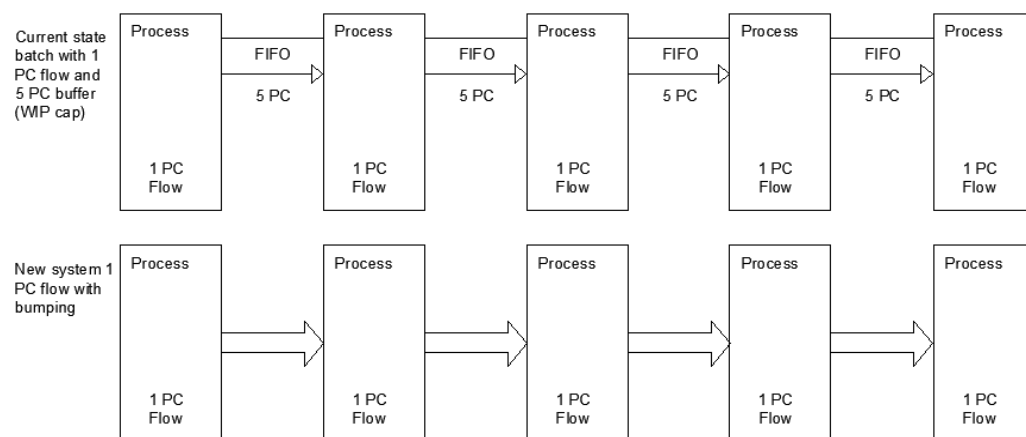
## **2.4. *One Piece Flow***

Setiap kali kita mendengar kata "transportasi" adalah produk bergerak. Jika mesin itu 12 kaki atau 3,6 meter dari mesin berikutnya, saya tidak akan pergi untuk melakukan one-piece flow, akhir cerita. Untuk melakukan one-piece mengalir, kita harus meletakkan semua mesin dan proses sedekat mungkin bersama secara fisik mungkin, atau tidak akan berhasil (Protzman dkk, 2016).

*“Lebih Sedikit Lebih Baik: Mengurangi Pemborosan dengan Mengendalikan Produksi Berlebih”.*

Dalam *one piece flow* yang sebenarnya, setiap operasi hanya akan menghasilkan apa yang diperlukan oleh operasi selanjutnya. Jika operasi selanjutnya tertahan karena sejumlah alasan, maka operasi sebelumnya benar-benar berhenti. Dalam manufaktur tradisional, tampaknya tidak ada hal lain yang lebih tidak nyaman daripada berhenti berproduksi. Namun alternatif dari berhenti adalah memproduksi berlebih memproduksi lebih banyak, lebih cepat, atau dalam jumlah yang lebih besar daripada yang diperlukan oleh operasi selanjutnya. Toyota menganggap produksi berlebih sebagai pemborosan terburuk dari ketujuh jenis pemborosan karena hal tersebut menimbulkan keenam jenis pemborosan yang lain (persediaan, gerakan, penanganan, kerusakan yang tersembunyi, dan lain-lain). Ini merupakan kunci untuk memahami bagaimana lebih sedikit dapat menjadi lebih banyak (lebih sedikit berarti lebih sedikit komponen yang diproduksi pada masing-masing langkah dalam proses, lebih banyak berarti melakukan lebih banyak aktivitas yang memberi nilai tambah dalam proses secara keseluruhan) (Liker dan Meier, 2006).

Perbandingan *Batching* dan *One piece flow* :



Gambar 2.3. Perbandingan Alur proses  
Sumber: Protzman dkk (2016).

Manfaat menerapkan *one piece flow* (Potzman dkk, 2016):

1. Menghasilkan output yang lebih tinggi
2. Kurangi simpanannya
3. Tingkatkan kualitas
4. Jadikan area lebih mudah dikelola
5. Mengurangi WIP di setiap proses
6. Mempercepat waktu proses

## **2.5. Standarisasi Kerja**

Standarisasi kerja adalah peraturan pada saat membuat barang di tempat kerja, yaitu cara melakukan produksi yang paling efektif dengan urutan tanpa *muda*, mengumpulkan pekerjaan, dan memfokuskan gerakan manusia (*Toyota Production System, 2006*). Standardisasi kerja juga merupakan cara yang efektif sebagai alat untuk *kaizen*. Standardisasi kerja terdiri dari Tabel Standar Kerja (TSK), Tabel Standar Kerja Kombinasi (TSKK), dan *Work Instruction* (WI).

### **2.5.1. Tipe-Tipe Tabel Standar Kombinasi Kerja (TSKK)**

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

#### **1. Tipe 1 (Satu)**

Tabel standar kerja kombinasi tipe pertama digunakan untuk melihat waktu kerja operator per satu siklus (*cycle*). Pada tabel ini, waktu kerja diklasifikasikan menjadi tiga jenis, yaitu ambil, proses dan jalan. Klasifikasi waktu kerja ini berguna untuk membedakan pekerjaan yang dilakukan. Contoh tabel standar kerja kombinasi tipe pertama dapat dilihat pada Gambar 2.4.



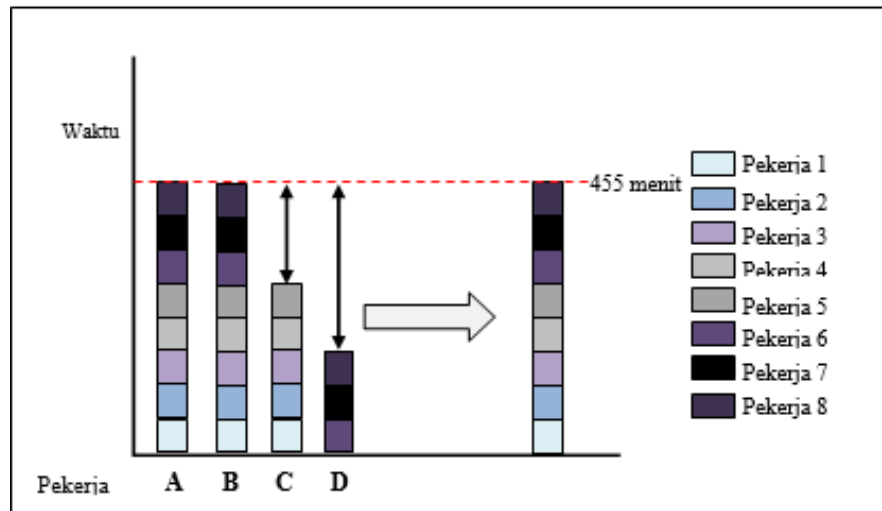
### 3. Tipe 3 (Tiga)

Tabel standar kerja kombinasi tipe ketiga biasa disebut sebagai *yamazumi chart*. Secara bahasa, arti *yamazumi* sendiri adalah menumpuk, dan grafik *yamazumi* berbentuk tumpukan sederhana dari *bar chart* dari lamanya waktu setiap aktivitas dalam proses produksi. *Yamazumi chart* digunakan untuk memperlihatkan perbandingan waktu tunggu dan waktu kerja untuk masing-masing operator per satu *shift* volume kerja, pada tabel ini waktu kerja untuk masing-masing pekerjaan atau elemen kerja dihitung dalam satu *shift*. *Yamazumi chart* memudahkan untuk memvisualisasikan berbagai elemen pekerjaan yang berlangsung dalam proses produksi. *Yamazumi* inilah yang akan memberitahu kelemahan atau kelambatan proses yang terjadi pada rantai proses produksi. Hal ini akan memudahkan untuk memvisualisasikan penghematan yang dibuat. Terdapat dua cara yang dapat ditempuh untuk melakukan penghematan dengan berdasar pada *yamazumi chart*. Pertama, tentu saja dengan menghilangkan non-nilai tambah dan *waste* dari proses produksi, lalu menambahkan proses bernilai tambah untuk membuat proses jauh lebih efisien. Sedangkan yang kedua, adalah dengan memindahkan beban kerja kepada proses yang sebelumnya atau proses berikutnya.

Waktu kerja pada *yamazumi chart* untuk masing-masing pekerjaan atau elemen kerja yang telah dihitung dalam satu *shift* tersebut disusun secara bertumpuk. Dan penumpukan waktu kerja ini akan terlihat waktu kerja dan waktu tunggu (waktu menganggur) operator dalam satu *shift* kerja. Cara membuat *yamazumi chart*, yaitu:

- a. Rekapitulasi pekerjaan, yaitu perputaran penggantian pekerjaan terhadap satu buah instruksi kerja.
- b. Kalkulasi unit *working hour*.

Contoh tabel standar kerja kombinasi tipe ketiga (*yamazumi chart*) dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Tabel Standar Kerja Kombinasi Tipe 3 (*Yamazumi Chart*)  
Sumber: Widadgo dan Basri (2006)

## 2.6. Keseimbangan Lini

Keseimbangan lini merupakan persamaan kapasitas atau keluaran dari setiap operasi berikutnya dalam suatu runtunan lini. Berdasarkan pendapat diatas dapat dipahami bahwa keseimbangan lini merupakan suatu usaha menyamakan kapasitas disetiap stasiun kerja (Buffa, 1996).

### 2.6.1. Tujuan Keseimbangan Lini

Pada umumnya merencanakan keseimbangan dalam sebuah lintasan meliputi usaha yang bertujuan untuk mencapai suatu kapasitas yang optimal, dimana tidak terjadi penghamburan fasilitas (waktu, tenaga, dan material).

Tujuan dari keseimbangan lini adalah sebagai berikut:

1. Menyamakan atau meratakan beban kerja diantara setiap stasiun kerja.
2. Mengidentifikasi operasi-operasi yang menganggur.
3. Menetapkan kecepatan lini produksi.
4. Menentukan jumlah stasiun kerja.
5. Menentukan biaya tenaga kerja pada bagian produksi dan pengepakan.
6. Membantu dalam merencanakan *layout*.
7. Mengurangi ongkos produksi.

### 2.6.2. Bagian-Bagian Penting Dalam Keseimbangan Lini

Untuk melihat performansi keseimbangan lini produksi, dapat dilihat dari beberapa hal penting berikut ini (Gapersz, 2004): diagram jaringan kerja (*precedence diagram*), waktu penyelesaian elemen kerja, total waktu kerja, pacu kerja (*takt time*), stasiun kerja (SK), *idle time*, dan efisiensi lini.

#### 1. *Precedence Diagram*

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

#### 2. Waktu Menunggu (*Idle Time*)

*Idle time* adalah selisih atau perbedaan antara *cycle time* (CT) dan *station time* (ST) (Baroto, 2002). Atau *idle time* bisa juga berarti sebagai perbedaan antara total waktu elemen di suatu stasiun kerja dengan waktu siklus. Atau bisa dijabarkan sebagai berikut:

$$Idle Time = Takt Time - Total Waktu Siklus .....(2.1)$$

#### 3. Keseimbangan Waktu Senggang (*Balance Delay*)

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

$$D = \frac{n.C - \sum t_i}{(n.C)} \times 100\% .....(2.2)$$

Keterangan:

D = *Balance Delay* (%)

N = Jumlah Stasiun Kerja

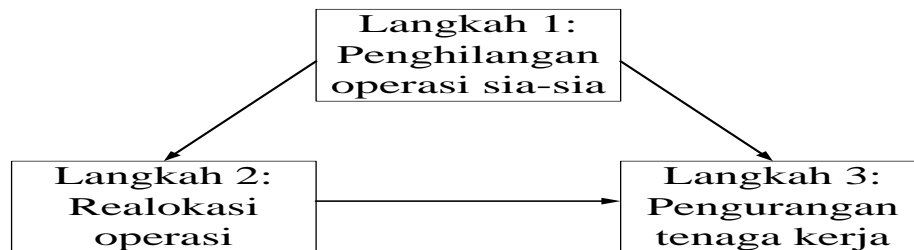
C = Waktu Siklus terbesar dalam stasiun kerja

$\sum t_i$  = Jumlah semua waktu operasi

$t_i$  = Waktu Operasi

## 2.7. Analisa Kebutuhan Tenaga Kerja

Dalam membuat perbaikan untuk mengurangi jumlah pekerja, Toyota menghilangkan operasi terbuang, merealokasikan dan mengurangi tenaga kerja. Penghilangan operasi yang benar-benar percuma (waktu tunggu) akan mengakibatkan realokasi operator diantara pekerja ditempat kerja dan pengurangan sebagai tenaga kerja. Ketiga langkah ini dapat diulangi beberapa kali sebelum perbaikan terhadap lini tersebut terlaksana. Siklus untuk menurunkan jumlah pekerja pada Toyota ditunjukkan pada Gambar 2.7:



Gambar 2.7 Siklus Untuk Menurunkan Jumlah Pekerja  
Sumber: Monden (2000)

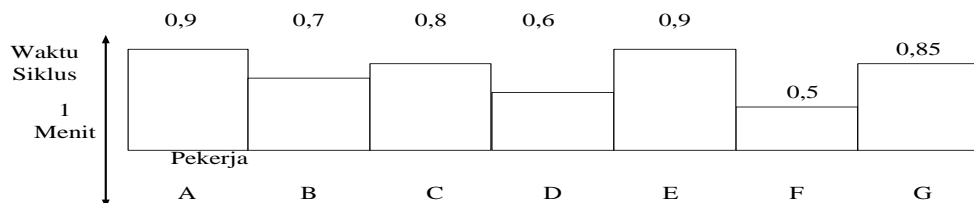
Langkah pertama untuk mengurangi jumlah tenaga kerja adalah menentukan waktu tunggu bagi setiap pekerja dan merevisi rutin operasi baku untuk menyingkirkannya. Waktu tunggu sering tersembunyi dibalik kelebihan produksi sehingga tidak pernah diketahui. Dalam kasus semacam ini, terdapat sejumlah besar persediaan dibalik atau diantara proses. Akibatnya suatu kerja misalnya pemindahan dan penumpukkan persediaan, yang dilakukan dalam waktu tunggu pekerja, sering dipandang pekerjaannya.

Untuk menggambarkan bagaimana penghapusan waktu tunggu dan realokasi operasi mengakibatkan penurunan tenaga kerja, lihatlah contoh berikut.

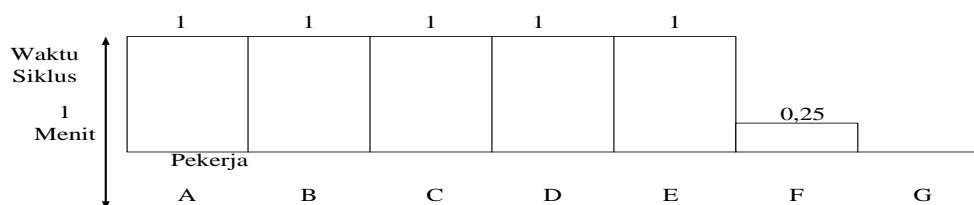


Tujuh pekerja, A sampai G, semua bekerja ditempat yang sama. Waktu operasi baku untuk operasi yang ditugaskan pada tiap pekerja harus diukur. Dengan mengurangi waktu siklus dengan waktu operasi untuk tiap pekerja, waktu tunggu selama tiap siklus bagi tiap pekerja dapat ditentukan. Contohnya, jika waktu siklus adalah satu menit per unit produksi dan keseluruhan waktu baku yang ditugaskan pada pekerja memakan waktu 0,9 menit, maka dia akan memiliki waktu tunggu 0,1 menit. Pada umumnya, masing-masing pekerja akan memiliki waktu tunggu yang lamanya berbeda-beda.

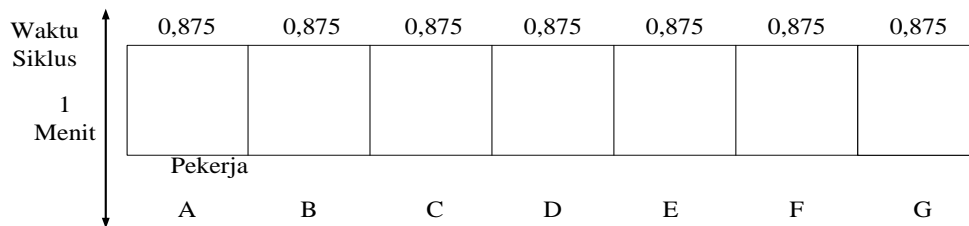
Untuk menghapuskan waktu tunggu, beberapa operasi yang dilakukan pekerja B harus ditransfer ke pekerja A, beberapa operasi pekerja C ditransfer ke pekerja B, dan seterusnya hingga operasi yang cukup telah direalokasikan untuk menghapus waktu tunggu pekerja A sampai E. Pada titik ini, pekerja G akan sama sekali dihapuskan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.8, 2.9, dan 2.10:



Gambar 2.8 Tiap Pekerja Punya Waktu Tunggu  
Sumber: Monden (2000)



Gambar 2.9 Relokasi Operasi Diantara Pekerja  
Sumber: Monden (2000)



Gambar 2.10 Alokasi Operasi Secara Merata  
Sumber: Monden (2000)

Bila merealokasikan operasi diantara pekerja baik untuk menghasilkan perbaikan operasi manual atau untuk mengompensasikan perubahan tingkat produksi, tiga aturan berikut harus diperhatikan:

1. Ketika waktu tunggu untuk tiap pekerja sedang diukur, ia harus berdiri tanpa melakukan apapun setelah menyelesaikan operasi terakhir yang ditugaskan padanya. Contohnya jika pekerja B telah menyelesaikan pekerjaannya dalam 0,7 menit, ia harus berdiri menganggur ditempat kerjanya selama 0,3 menit sisanya. Dengan cara ini tiap orang akan dapat melihat bahawa ia memiliki waktu luang, dan akan lebih sedikit hambatan jika ia disertai satu atau dua pekerjaan lagi.
2. Bila mengurangi jumlah pekerja ditempat kerja, pekerja terbaik harus dipindahkan lebih dulu. Jika pekerja yang tak terlatih dipindahkan, ia mungkin akan keberatan, jiwanya tertekan, dan ia tak pernah dapat berkembang menjadi pekerja yang terampil. Sebaliknya, pekerja yang menonjol biasanya lebih senang dipindahkan karena ia memiliki keyakinan diri lebih besar dan mendapat peluang untuk mempelajari pekerjaan lain dalam pabrik.
3. Setelah operasi direalokasikan pada pekerja A hingga E, 0,75 menit waktu tunggu untuk pekerja F tidak boleh dibuang dengan membagi rata diantara enam pekerja yang ada pada lini itu. Jika hal ini dilakukan, waktu tunggu itu akan tersembunyi lagi, karena tiap-tiap pekerja akan memperlambat langkah kerjanya untuk menghabiskan waktu tunggu. Selain itu akan terdapat hambatan disaat akan merivisi rutin operasi baku lagi. Sebaliknya kita perlu kembali kelangkah 1 untuk melihat apakah

dapat dilakukan perbaikan lebih lanjut dalam lini itu untuk menghapus sedikit sisa operasi yang dilakukan pekerja F.

Ketiga jenis operasi manual itu harus diperiksa untuk meningkatkan nilai tambah yang mungkin dapat dihilangkan melalui penggunaan mesin otomatis. Tetapi pada tahap ini penting untuk memilih rencana yang paling murah, karena hanya 0,25 menit waktu operasi manual yang perlu dihilangkan. Perbaikan yang tidak begitu mahal dapat dilakukan dengan:

1. Pindahkan persediaan suku cadang lebih dekat ke pekerja atau gunakan peluncur untuk memendekkan jarak berjalan.
2. Gunakan palet yang lebih kecil yang dapat ditempatkan di samping pekerja yang hanya membutuhkan sedikit suku cadang.
3. Rancang ulang suatu perkakas untuk menyingkirkan gerakan yang terbuang karena harus memindahkan dari satu tangan ke tangan yang lain.
4. Buat cara yang lebih mudah untuk mengambil perkakas dengan menggantung perkakas-perkakas itu dalam rak dengan bagian pegangan atas.
5. Gunakan betapa perkakas sederhana untuk melangsingkan operasi.
6. Bila seorang pekerja mengoperasikan lebih dari satu mesin, tempatkan tombol *on/of* diantara dua mesin sehingga tombol ini dapat ditekan sementara operator itu berjalan dari satu mesin ke mesin yang lain.

Dengan memakai alat-alat tersebut, dapat diusahakan penghapusan sisa waktu operasi 0,25 menit dari pekerja F, dan ia akan dapat dipindahkan dari lini itu. Dengan demikian, contoh itu dua dari tujuh pekerja mungkin dapat dipindahkan. Perhatikan lini sekali lagi untuk mencari operasi sia-sia yang terlewatkan dan cobalah untuk memindahkan pekerja lainnya dengan menghapuskan operasi lain yang tanpa nilai tambah. Perbaikan terhadap lini ini sukar, beberapa perbaikan yang pada hakikatnya berguna dapat dipertahankan sebagai cadangan sampai perubahan penjualan atau perubahan model memungkinkan mengubah waktu siklus atau rancangan tempat kerja. Sistem Produksi Toyota memiliki konsep mengenai tenaga kerja yaitu Shojinka. Shojinka atau flexible man power line merupakan sebuah lini yang dapat memproduksi

dengan jumlah orang yang fleksibel tanpa menurunkan produktivitas meskipun jumlah kebutuhan produksi berubah. salah satu cara untuk mewujudkan shojinka dapat dilakukan dengan shoujin atau man power saving yaitu dengan optimalisasi man *power allocation*, yang dapat diukur dengan menghitung efisiensi alokasi man *power* (Monden, 2000). Adapun formulasi tersebut yaitu, sebagai berikut:

$$\text{Kebutuhan Man Power} = \frac{\sum \text{Waktu Siklus}}{\text{Takt Time}} \dots\dots\dots(2,3)$$

$$\text{Efisiensi Man Power} = \frac{\text{Waktu Siklus}}{\text{Takt Time}} \times 100\% \dots\dots\dots(2,4)$$

## 2.8. Efisiensi

Efisiensi adalah Faktor yang mengatur perfomansi *actual* dari pusat kerja relatif terhadap standar yang diterapkan (Gasperz, 2004). Definisi lain mengatakan efisiensi adalah waktu standar untuk *setup* dan *run* dibagi dengan waktu aktual yang dibutuhkan. Efisiensi yang rendah menandakan adanya masalah sehingga harus diselesaikan, misalnya membutuhkan pelatihan, kesalahan peralatan, material berkualitas rendah, dan lain-lain. Efisiensi yang tinggi juga perlu diselidiki, apakah benar bahwa pekerja mengembangkan metode yang lebih baik dalam melakukan operasi ataukah telah terjadi kesalahan dalam pelaporan yang berkaitan dengan kuantitas, waktu kerja, dan lain-lain.

Berdasarkan ukuran efisiensi yang ada, kita dapat menilai apakah standar-standar yang ada masih valid atau sudah harus diubah. Dalam buku lain efisiensi didefinisikan sebagai ukuran yang menunjukkan bagaimana baiknya sumber daya digunakan dalam proses produksi untuk menghasilkan *output*. Efisiensi merupakan karakteristik proses yang mengukur performansi aktual dari sumber daya *relative* terhadap standar yang diterapkan. Peningkatan efisiensi dalam proses produksi akan menurunkan biaya perunit *output*, sehingga produk dapat dijual dengan harga yang lebih kompetitif di pasar. Rumus yang digunakan dalam mencari efisiensi lini adalah sebagai berikut:

$$\text{Efisiensi Lini} = \frac{\sum \text{Waktu Siklus}}{\sum \text{MP} \times \text{TT}} \times 100\% \dots \dots \dots (2,5)$$

Dimana:

$\sum$  Waktu Siklus = Total waktu Waktu Siklus Operator

$\sum$  MP = Jumlah *man power* (tenaga kerja)

TT = Pacu kerja (*Takt Time*)

Efisiensi tenaga kerja (*man power efficiency*) merupakan rasio antara waktu yang digunakan tenaga kerja (operator) dengan waktu yang tersedia atau yang disediakan, sedangkan *balance delay* merupakan rasio antara waktu tunggu (*idle time*) dalam suatu lini dengan waktu yang tersedia atau yang disediakan. Nilai *balance delay* semakin mendekati 0% (nol persen) maka semakin baik, karena hal ini menunjukkan bahwa waktu tunggu (*idle time*) yang terdapat pada lini tersebut juga mendekati 0 (nol).

## 2.9. Pengukuran Waktu Kerja

Pengukuran waktu kerja 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 (Wignjosoebroto, 2003). Pengukuran waktu kerja adalah pekerjaan mengamati dan mencatat waktu-waktu kerja baik setiap elemen ataupun siklus dengan menggunakan alat-alat yang telah disiapkan (Sutalaksana, 2006),.

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 (Sutalaksana, 2006). Pengukuran waktu ditujukan juga untuk mendapatkan waktu baku penyelesaian pekerjaan yaitu waktu yang dibutuhkan secara wajar oleh pekerja normal untuk menyelesaikan suatu pekerjaan yang dijalankan dalam sistem terbaik.

Tujuan pokok dari aktivitas ini berkaitan erat dengan usaha menetapkan waktu baku/standar (*standard time*). Terdapat berbagai macam cara untuk

mengukur dan menetapkan waktu standar yang pada umumnya dilaksanakan dengan pengukuran waktu kerja sebagai berikut:

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

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

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

#### 1. Waktu Siklus

Waktu siklus atau *cycle time* adalah waktu yang diperlukan untuk membuat satu unit produk pada satu stasiun kerja (Wignjosoebroto, 2003). Waktu yang diperlukan untuk melaksanakan elemen-elemen kerja pada umumnya akan sedikit berbeda dari siklus ke siklus lainnya, sekalipun operator bekerja pada kecepatan normal atau *uniform*, tiap-tiap elemen dalam siklus yang berbeda tidak selalu akan bisa diselesaikan dalam waktu yang persis sama. Adapun cara menghitung waktu siklus dengan cara:

$$WS = \frac{\sum \bar{x}_i}{N} \dots\dots\dots(2,6)$$

Keterangan:

$\bar{x}$  = Rata-rata sub grup                      WS = Rata-rata waktu siklus  
 $\sum \bar{x}_i$  = Jumlah rata-rata sub grup      N = Jumlah pengukuran (sub grup)

## 2. Waktu Normal

Waktu normal untuk suatu elemen operasi kerja adalah semata-mata menunjukkan bahwa seorang operator yang berkualifikasi baik akan bekerja menyelesaikan pekerjaan pada tempo kerja yang normal (Wignjosoebroto, 2003). Analisis ini memakai metode *Westinghouse System of Rating* maka rumus waktu normal menjadi  $(1 + Rating Factors)$ . Menghitung waktu normal dengan cara:

$$\text{Waktu Normal} = Ws (1 + Rating Factors) \dots\dots\dots(2.7)$$

## 3. Waktu Baku/Waktu Standar

Waktu baku atau waktu standar merupakan waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja yang memiliki tingkat kemampuan rata-rata untuk menyelesaikan suatu pekerjaan (Wignjosoebroto, 2003). Penentuan waktu baku untuk menentukan target produksi ini dilakukan dengan cara pengukuran langsung dengan menggunakan jam henti. Pengukuran dilakukan dikarenakan di dalam melakukan pekerjaan dipengaruhi oleh beberapa faktor yang tidak dapat dihindari baik faktor dari dalam maupun dari luar perusahaan. Waktu baku didapatkan dengan mengalikan waktu normal dengan kelonggaran (*allowance*). Analisis ini membutuhkan kelonggaran maka rumusnya harus ditambahkan dengan *allowance*. Adapun cara menghitung waktu standar/baku dengan cara:

$$\text{Waktu Baku} = \text{Waktu Normal} (\% Allowance) \dots\dots\dots(2.8)$$

## 2.10. *Rating Factor*

*Rating factor* atau faktor penyesuaian merupakan teknik atau cara untuk menilai atau mengevaluasi kecepatan kerja operator. Secara umum, faktor penyesuaian ini dapat didefinisikan sebagai cara untuk menormalkan ketidaknormalan kerja yang dilakukan oleh pekerja pada saat pengamatan dilakukan.

Adapun dengan melakukan penyesuaian 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. Terdapat berbagai cara dalam menentukan faktor penyesuaian bagi seorang pekerja. Untuk menormalkan waktu kerja yang diperoleh dari hasil pengamatan, maka hal ini dilakukan dengan mengadakan penyesuaian yaitu dengan cara mengalikan waktu pengamatan rata-rata (bisa waktu siklus ataupun waktu untuk tiap-tiap elemen) dengan faktor penyesuaian/*rating* “P”. Dari faktor ini adalah sebagai berikut:

1. Apabila operator dinyatakan terlalu cepat yaitu bekerja di atas batas kewajaran (normal) maka *rating* faktor ini akan lebih besar dari pada satu ( $p > 1$  atau  $p > 100\%$ ).
2. Apabila operator dinyatakan terlalu lambat yaitu bekerja di bawah batas kewajaran (normal) maka *rating* faktor ini akan lebih kecil dari pada satu ( $p < 1$  atau  $p < 100\%$ ).
3. Apabila operator dinyatakan bekerja secara normal atau wajar maka *rating* faktor ini diambil sama dengan satu ( $p = 1$  atau  $p = 100\%$ ).

Guna melaksanakan pekerjaan secara normal maka dianggap bahwa operator tersebut cukup berpengalaman pada saat bekerja melaksanakannya tanpa usaha-usaha yang berlebihan sepanjang hari kerja, menguasai cara kerja yang ditetapkan, dan menunjukkan kesungguhan dalam menjalankan pekerjaannya.

Dalam penelitian ini, salah satu teknik faktor penyesuaian yang digunakan adalah *Westinghouse System Rating*. *Westinghouse System Rating* ini pertama kali dikenalkan oleh *Westinghouse Company* (1927) yang memperkenalkan sebuah



sistem penyesuaian. Pada 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.

Tabel 2.1. Faktor penyesuaian dalam melakukan pekerjaan.

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

(Sumber: Wignjosoebroto, 2003).

### 2.11. 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.

Adapun faktor kelonggaran disini merupakan bentuk waktu tambahan yang diberikan sebagai kompensasi bagi pekerja atas berbagai keperluan, keterlambatan dan kerugian yang dilakukan oleh operator. Dalam menilai seberapa besar faktor kelonggaran yang diberikan, penulis menggunakan bantuan tabel persentase kelonggaran berdasarkan faktor yang berpengaruh yang dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Persentase Kelonggaran Berdasarkan Faktor yang Berpengaruh

FAKTOR			KELONGGARAN	
			(%)	
KEBUTUHAN PRIBADI				
1	Pria		0 – 2,5	
2	Wanita		2 – 5,0	
KEADAAN LINGKUNGAN				
1	Bersih, Sehat, Tidak Bising		0	
2	Siklus Kerja Berulang - Ulang Antara 5 - 10 Detik		0 – 1	
3	Siklus Kerja Berulang - Ulang Antara 0 - 5 Detik		1 – 3	
4	Sangat Bising		0 – 5	
5	Ada Faktor Penurunan Kualitas		0 – 5	
6	Ada Getaran Lantai		5 – 10	
7	Keadaan Yang Luar Biasa		5 – 10	
TENAGA YANG DIKELUARKAN			PRIA	WANITA
1	Dapat Diabaikan	Tanpa Beban		
2	Sangat Ringan	0–2,25 Kg	0-6	0–6
TENAGA YANG DIKELUARKAN			PRIA	WANITA
3	Ringan	2,25 - 9 Kg	6–7,5	6–7,5
4	Sedang	9-18 Kg	7,5-12	7,5-16
5	Berat	18-27 Kg	12-19	16-30

(Sumber: Sutaalaksana dkk,2006)

Lanjut...

Tabel 2.2. Persentase Kelonggaran Berdasarkan Faktor yang Berpengaruh (lanjutan)

TENAGA YANG DIKELUARKAN			PRIA	WANITA
6	Sangat Berat	27-50 Kg	19-30	
7	Luar Biasa Berat	> 50 Kg	30-50	
SIKAP KERJA				
1	Duduk		0–1	
2	Berdiri Di Atas Dua Kaki		1–2,5	
3	Berdiri Di Atas Satu Kaki		2,5–4	
4	Berbaring		2,5–4	
5	Membungkuk		4–10	
GERAKAN KERJA				
3	Sulit		0–5	
4	Anggota Badan Terbatas		5–10	
5	Seluruh Badan Terbatas		10–15	
FAKTOR			KELONGGARAN	
			(%)	
KELELAHAN MATA			TERANG	BURUK
1	Pandangan Terputus		0	1
2	Pandangan Terus Menerus		2	2
3	Pandangan Terus Menerus Dengan Faktor Berubah – Ubah		2	5
4	Pandangan Terus Menerus Dengan Fokus Tetap		4	8
TEMPERATUR TEMPAT KERJA ( C )			NORMAL	LEMBAB
1	Beku		> 10	> 12
2	Rendah		10-0	12–5

(Sumber: Sutamaksana dkk,2006)

Lanjut...

Tabel 2.2. Persentase Kelonggaran Berdasarkan Faktor yang Berpengaruh (lanjutan)

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: Sutralaksana dkk ,2006)

## 2.12 *Anthropometri*

### 2.12.1 Pengertian *Anthropometri*

Istilah *anthropometri* berasal dari kata “*anthro*” yang artinya manusia dan “*metri*” yang artinya ukuran. Secara definisi, *anthropometri* dapat diartikan sebagai satu studi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia. Pada dasarnya, manusia akan memiliki bentuk, ukuran (tinggi, lebar, dsb) berat dan lain-lain yang berbeda antara satu dengan yang lainnya (wignjosoebroto, 1995). Secara luas, *anthropometri* akan digunakan sebagai pertimbangan-pertimbangan ergonomis dalam memerlukan interaksi manusia. Data *anthropometri* yang diperoleh dapat diaplikasikan secara luas, antara lain dalam hal:

1. Perancangan area kerja (*work station*, interior mobil, dan lain-lain).
2. Perancangan peralatan kerja seperti mesin, *equipment*, perkakas (*tools*) dan sebagainya.
3. Perancangan produk-produk konsumtif seperti pakaian, meja, kursi, dan produk konsumtif lainnya.
4. Perancangan lingkungan kerja fisik.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa data *anthropometri* akan menentukan bentuk, ukuran, dan dimensi yang tepat berkaitan dengan produk yang dirancang dan manusia yang akan mengoperasikan atau menggunakan produk tersebut. Untuk itu, perancangan produk harus mampu mengakomodasikan dimensi tubuh dari populasi terbesar yang akan

menggunakan produk hasil rancangannya tersebut. Rancangan produk yang dapat diatur secara fleksibel akan memberikan kemungkinan lebih besar bahwa produk tersebut akan mampu dioperasikan oleh setiap orang meskipun ukuran tubuh mereka berbeda-beda. Pada umumnya, manusia memiliki bentuk dan dimensi ukuran tubuh yang berbeda-beda. Ada beberapa faktor yang akan mempengaruhi ukuran tubuh manusia, antara lain:

a. Umur

Secara umum, dimensi tubuh manusia akan tumbuh dan bertambah besar seiring dengan bertambahnya umur, yaitu sejak awal manusia itu lahir hingga berumur 20 tahunan. Dalam suatu penelitian di USA, diperoleh kesimpulan bahwa laki-laki akan tumbuh dan berkembang naik sampai dengan usia 21,2 tahun sedangkan perempuan akan tumbuh dan berkembang dan sampai dengan usia 17,3 tahun. Meskipun ada sekitar 10% yang masih terus bertambah tinggi sampai dengan usia 23,5 tahun (laki-laki) dan usia 21,5 tahun (perempuan). Setelah itu, tidak akan lagi terjadi pertumbuhan bahkan akan cenderung berubah menjadi penurunan ataupun penyusutan yang dimulai sekitar umur 40 tahunan.

b. Jenis Kelamin

Dimensi ukuran tubuh laki-laki umumnya akan lebih besar dibanding dengan wanita, terkecuali untuk beberapa bagian tubuh seperti pinggul dan lain-lainnya.

c. Suku Bangsa

Di dunia ini, terdapat berbagai negara yang terdiri dari berbagai suku di dalamnya. Contohnya seperti perbedaan dimensi ukuran tubuh antara benua Eropa dengan benua Asia. Untuk usia dewasa, benua Eropa memiliki rata-rata dimensi tinggi tubuh manusia antara 170 – 190 cm sedangkan untuk benua Asia memiliki rata-rata dimensi tinggi tubuh manusia antara 160 – 175 cm.

d. Posisi Tubuh (*Posture*)

Sikap (*posture*) memiliki pengaruh terhadap ukuran tubuh. Posisi tubuh *standard* harus diterapkan untuk survey pengukuran. Terdapat dua cara pengukuran yang berkaitan dengan posisi tubuh, antara lain:

1) Pengukuran Dimensi Struktur Tubuh

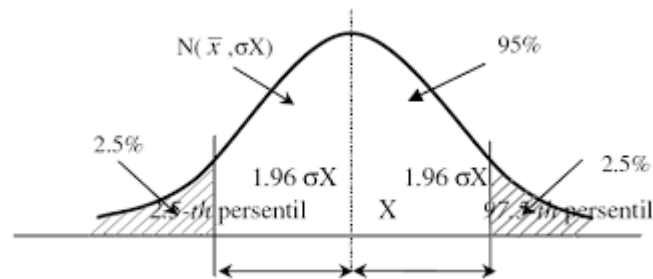
Pada cara ini, tubuh akan diukur dalam berbagai posisi *standard* dan tidak boleh bergerak (tetap tegak sempurna). Dimensi tubuh yang diukur dengan posisi tetap antara lain meliputi berat badan, tinggi tubuh dalam posisi berdiri maupun duduk, ukuran kepala, tinggi/panjang lutut pada saat berdiri/duduk, panjang lengan dan sebagainya.

2) Pengukuran Dimensi Fungsional Tubuh

Pada cara ini, pengukuran dilakukan terhadap posisi tubuh pada saat berfungsi melakukan gerakan-gerakan tertentu yang berkaitan dengan kegiatan yang harus diselesaikan. Hal pokok yang ditekankan dalam pengukuran dimensi fungsional tubuh ini adalah mendapatkan ukuran tubuh yang nantinya akan berkaitan erat dengan gerakan-gerakan nyata yang diperlukan tubuh untuk melaksanakan kegiatan-kegiatan tertentu.

### 2.12.2. Aplikasi Distribusi Normal Dalam Penetapan Data *Anthropometri*

Data *anthropometri* jelas diperlukan supaya rancangan suatu produk bisa sesuai dengan orang yang akan mengoperasikannya. Ukuran tubuh yang diperlukan pada dasarnya tidak sulit diperoleh dari pengukuran secara individual, seperti produk yang dibuat berdasarkan pesanan. Situasi menjadi berubah ketika lebih banyak lagi produk *standard* yang harus dibuat untuk dioperasikan oleh banyak orang. Permasalahan yang sering timbul adalah ukuran siapakah yang nantinya akan dipilih sebagai acuan untuk mewakili populasi yang ada.



Gambar 2.11 Distribusi Normal Dengan Data *Anthropometri* 95-th Percentile  
(Sumber: Wignjosoebroto 1995)

Untuk penetapan data *anthropometri* ini, pemakaian distribusi normal akan umum diterapkan. Dalam statistik, distribusi normal dapat diformulasikan berdasarkan nilai rata-rata (*mean*,  $\bar{X}$ ) dan simpangan standarnya (standar deviasi,  $\sigma x$ ) dari data yang ada. Dari nilai yang ada tersebut, maka “*percentiles*” dapat ditetapkan sesuai dengan tabel probabilitas distribusi normal. Dengan *percentile*, maka yang dimaksudkan disini adalah suatu nilai yang menunjukkan presentase tertentu dari orang yang memiliki ukuran pada atau dibawah nilai tersebut.

Pemakaian nilai-nilai percentile yang umum diaplikasikan dalam perhitungan data *anthropometri* dapat dilihat pada Tabel 2.3 berikut.

Tabel 2.3 Macam *Percentile* dan Cara Perhitungan Dalam Distribusi Normal

Percentile	Perhitungan
1 - st	$\bar{X} - 2,325 \sigma x$
2,5 - th	$\bar{X} - 1,96 \sigma x$
5 - th	$\bar{X} - 1,645 \sigma x$
10 - th	$\bar{X} - 1,28 \sigma x$
50 - th	$\bar{X}$
90 - th	$\bar{X} + 1,28 \sigma x$
95 - th	$\bar{X} + 1,645 \sigma x$
97,5 - th	$\bar{X} + 1,96 \sigma x$
99 - th	$\bar{X} + 2,325 \sigma x$

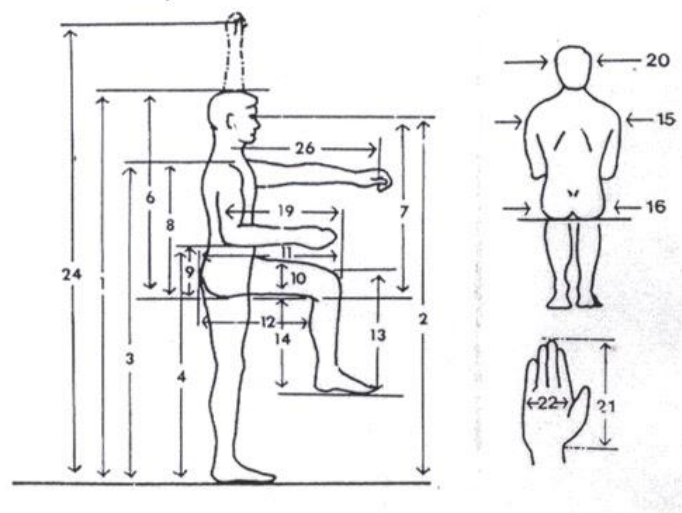
(Sumber: Wignjosoebroto, 1995)

### 2.12.3. Perancangan Produk Dengan Ukuran Rata-Rata Tubuh

Pada proses ini, perancangan produk dibuat berdasarkan rata-rata ukuran tubuh manusia. Ada beberapa tahapan yang harus diperhitungkan dalam perancangan produk berdasarkan ukuran rata-rata tubuh, antara lain:

1. Menetapkan anggota tubuh mana yang nantinya akan difungsikan untuk mengoperasikan rancangan tersebut.
2. Tentukan dimensi tubuh yang penting dalam proses perancangan tersebut.
3. Tentukan populasi terbesar yang harus diantisipasi, diakomodasikan dan yang menjadi target utama sebagai pemakai rancangan produk tersebut.
4. Tetapkan prinsip ukuran yang harus diikuti.
5. Pilih presentase populasi yang harus diikuti, 90-th. 95-th atau nilai percentile lainnya.
6. Untuk setiap dimensi tubuh yang telah diidentifikasi, tetapkan nilai ukurannya dari tabel data *anthropometri* yang sesuai.

Untuk memperjelas mengenai data *anthropometri* yang bisa diaplikasikan dalam berbagai rancangan produk ataupun fasilitas kerja, Gambar 2.12 akan memberikan informasi tentang berbagai macam anggota tubuh yang perlu diukur.



Gambar 2.12 Data *Anthropometri* Yang Diperlukan Untuk Perancangan Produk/Fasilitas Kerja  
(Sumber: Wignjosoebroto 1995)



Keterangan :

1. Dimensi tinggi tubuh dalam posisi berdiri tegak (dari lantai sampai dengan ukung kepala).
2. Tinggi mata dalam posisi berdiri tegak.
3. Tinggi bahu dalam posisi berdiri tegak.
4. Tinggi siku dalam posisi berdiri tegak (siku tegak lurus).
5. Tinggi kepalan tangan yang terjulur lepas dalam posisi berdiri tegak (dalam gambar tidak ditunjukkan).
6. Tinggi tubuh dalam posisi duduk (diukur dari atas tempat duduk/pantat sampai dengan kepala).
7. Tinggi mata dalam posisi duduk.
8. Tinggi bahu dalam posisi duduk.
9. Tinggi siku dalam posisi duduk.
10. Tebal atau lebar paha.
11. Panjang paha yang diukur dari pantat sampai dengan ujung lutut.
12. Panjang paha yang diukur dari pantat sampai dengan belakang dari lutut/betis.
13. Tinggi lutut yang bisa diukur baik dalam posisi berdiri ataupun duduk.
14. Tinggi tubuh dalam posisi duduk yang diukur dari lantai sampai dengan paha.
15. Lebar dari bahu (bisa diukur dalam posisi berdiri ataupun duduk).
16. Lebar pinggul/pantat.
17. Lebar dari dada dalam keadaan membusung (tidak tampak ditunjukkan dalam gambar).
18. Lebar perut.
19. Panjang siku yang diukur dari siku sampai dengan ujung jari-jari dalam posisi siku tegak lurus.
20. Lebar kepala.
21. Panjang tangan diukur dari pergelangan sampai dengan ujung jari.
22. Lebar telapak tangan.

23. Lebar tangan dalam posisi tangan terbentang lebar-lebar kesamping kiri dan kanan (tidak ditunjukkan dalam gambar).
24. Tinggi jangkauan tangan dalam posisi berdiri tegak, diukur dari lantai sampai dengan telapak tangan yang terjangkau lurus keatas.
25. Tinggi jangkauan tangan dalam posisi duduk tegak, diukur seperti no. 24 tetapi dalam posisi duduk (tidak ditunjukkan dalam gambar).

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Pengertian Metodologi**

Kata “metodologi” berasal dari kata Yunani “*methodologia*” yang berarti “teknik” atau “prosedur”. Metodologi sendiri merujuk kepada alur pemikiran umum atau menyeluruh (*general logic*) dan gagasan teoritis (*theoretic perspectives*) suatu penelitian. Penelitian dalam bahasa Inggris disebut dengan *research*. Jika dilihat dari susunan katanya, terdiri atas dua suku kata, yaitu *re* yang berarti melakukan kembali atau pengulangan dan *search* yang berarti melihat, mengamati atau mencari, sehingga *research* dapat diartikan sebagai rangkaian kegiatan yang dilakukan untuk mendapatkan pemahaman baru yang lebih kompleks, lebih mendetail, dan lebih komprehensif dari suatu hal yang diteliti.

#### **3.2. Jenis dan Sumber Data**

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

Jenis dan sumber ada 2 jenis, dan dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

##### **1. Data primer**

Data primer merupakan data yang diperoleh langsung dari sumber asli atau pertama. Sumber data diperoleh langsung tanpa perantara, merupakan hasil observasi. Data primer yang dibutuhkan dari penelitian ini, meliputi:

- a. Data elemen pekerjaan masing-masing pekerja, data yang didapat dari hasil pengamatan di lapangan.
- b. Data waktu siklus pekerja, data waktu kerja pekerja yang didapat dari hasil pengukuran waktu dengan jam henti (*stopwatch*) mulai dari pekerja mengisi lembar kerja harian,
- c. Data *Anthropometr*, data ukuran tinggi siku operator dari lantai dan jangkauan operator dari siku ke ujung jari.

## 2. Data sekunder

Yaitu data yang diperoleh dari data yang diperoleh dan dikumpulkan dari sumber-sumber yang telah ada. Data sekunder adalah data pelengkap yang diperoleh melalui perantara. Data yang dimaksud adalah data umum perusahaan yang meliputi:

- a. Data umum perusahaan
- b. Proses produksi
- c. Jumlah operator
- d. Jadwal waktu kerja
- e. *Takt time*
- f. *Layout line front fork*
- g. *Rating factor dan allowance*

### 3.3. Metode Pengumpulan Data

Perolehan data yang relevan dalam penelitian ini dengan menggunakan metode pengamatan lapangan yaitu dengan mengamati secara langsung kegiatan produksi di *line FF 1* pada PT Kayaba Indonesia.

Dalam melakukan pengumpulan data terdapat beberapa metode yang digunakan dalam penelitian yang sedang dilakukan, yaitu:

#### 1. Studi Kepustakaan

Penelitian dengan cara pengumpulan data teoritis dengan mempelajari buku-buku atau ketentuan-ketentuan pedoman yang ada hubungannya dengan topik yang dibahas dalam penelitian ini, termasuk mempelajari pedoman-pedoman yang ada di perusahaan.

#### 2. Penelitian Lapangan

Pengumpulan data dengan cara penelitian langsung terhadap objek yang diteliti dilapangan, yang dilakukan melalui cara atau teknik sebagai berikut:

##### a. Wawancara (*Interview*)

Yaitu metode pengumpulan data dan informasi dengan mengajukan pertanyaan secara langsung untuk mendapatkan data yang diperlukan kepada pihak terkait seperti: *Forman*, operator, *staff* produksi yang mengetahui dengan jelas permasalahan yang akan dibahas.

b. Observasi langsung

Yaitu metode yang dilakukan melalui pengamatan langsung terhadap obyek yang diteliti untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan dan data yang akurat. Dalam hal ini dilakukan pengukuran waktu siklus operator dengan menggunakan jam henti (*stopwatch*), mengamati elemen kerja operator, dan mengamati penyebab menganggunya operator.

### **3.4. Teknis Analisis**

Teknis analisis dilakukan setelah proses pengumpulan data selesai. Langkah-langkah dalam metodologi pemecahan masalah ini dimulai dari suatu studi lapangan pada perusahaan yang menjadi tempat penelitian lalu dilanjutkan pada tahap-tahap selanjutnya.

#### **3.4.1. Studi Lapangan**

Studi lapangan adalah pengumpulan data secara langsung ke lapangan dengan menggunakan teknik pengumpulan data yaitu dengan melakukan wawancara langsung dengan *supervisor*, *foreman*, *grup leader*, dan operator pada proses produksi *front fork* pada proses perakitan, juga *staff* departemen produksi, departemen *process engineering* dan *Production Planning and Control* (PPC) serta melakukan pengamatan langsung. Studi lapangan yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui kondisi aktual dan permasalahan yang terjadi secara akurat mengenai keseimbangan lini pada proses produksi FF di PT Kayaba Indonesia.

#### **3.4.2. Studi Pustaka**

Studi pustaka adalah kegiatan untuk menghimpun informasi yang relevan dengan topik atau masalah yang menjadi obyek penelitian. Studi pustaka dilakukan untuk mendapatkan landasan teori yang berguna bagi penelitian yang diperoleh dari beberapa sumber buku dan jurnal seperti yang telah dijelaskan diatas.

### **3.4.3. Perumusan Masalah**

Perumusan masalah merupakan masalah yang dibatasi dan dirumuskan dalam bentuk kalimat tanya, yang kemudian dicari solusi pemecahannya. Perumusan masalah yang didapatkan melalui studi pendahuluan dan penentuan objek penelitian sebelumnya, maka permasalahan yang terjadi seperti uraian pada bab satu.

### **3.4.4. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian merupakan rumusan kalimat yang menunjukkan adanya hasil, sesuatu yang diperoleh setelah penelitian selesai. Tujuan penelitian ditetapkan sebagai pedoman untuk dicapai dalam sebuah penelitian. Langkah-langkah apa yang akan dilakukan dan data apa saja yang diperlukan agar tujuan akhir pada penelitian yang dilakukan dapat tercapai. Tujuan pada penelitian ini telah diuraikan pada bab satu.

### **3.4.5. Pengumpulan Data**

Pengumpulan data berisi data yang telah dikumpulkan selama penelitian. Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian. Pengumpulan data merupakan hasil berdiskusi dan wawancara pihak perusahaan di bidang produksi yaitu *foreman* dan *supervisor*. Data yang dikumpulkan telah diuraikan pada sub bab 4.

### **3.4.6. Pengolahan Data**

Pengolahan data merupakan urutan langkah-langkah yang disusun secara sistematis untuk mengolah data dan informasi yang diperoleh. Data-data yang telah dikumpulkan harus diolah sesuai dengan kaidah penelitian. Pada tahap ini dijabarkan langkah-langkah dalam mengolah data terhadap data yang telah diambil dari tahap pengumpulan data, berdasarkan metode-metode yang dipilih untuk memecahkan masalah secara tepat dan terencana Adapun tahapannya adalah sebagai berikut:

### 1. Menghitung Waktu Siklus

Waktu siklus atau *cycle time* adalah waktu yang diperlukan untuk membuat satu unit produk pada satu stasiun kerja. Waktu siklus dapat diperoleh dengan cara mengukur waktu kerja operator per elemen kerja di setiap stasiun kerja dengan menggunakan *stopwatch*..

### 2. Perhitungan Waktu Normal dan Waktu Standar

Waktu normal didapatkan dari waktu siklus yang diperoleh ditambahkan dengan faktor penyesuaian (*rating factor*). Waktu standar didapatkan dari waktu normal yang diperoleh ditambahkan dengan kelonggaran (*allowance*).

### 3. Menghitung Takt Time

*Takt time* dimaksudkan untuk mengetahui waktu keluaran produk *front fork* pada *line fornt fork* yang berarti kecepatan menghasilkan 1 produk. *Takt time* didapat dengan cara membagi jumlah jam kerja perhari dengan volume produksi perhari pada *line fornt fork*.

### 4. Menghitung Beban Kerja Operator

Menghitung beban kerja operator didapatkan dari waktu baku operator dibagi dengan *takt time* kemudian dikali 100%. Perhitungan tersebut dimaksudkan untuk mengetahui keseluruhan beban kerja operator yang hasilnya digunakan untuk melihat operator mana yang beban kerjanya melebihi batas normal beban kerja.

### 5. Penentuan Efisiensi Kebutuhan Tenaga Kerja

Setelah didapatkan nilai *takt time* dan total waktu siklus, langkah selanjunya adalah penentuan efisiensi kebutuhan tenaga kerja. Penentuan efisiensi kebutuhan tenaga kerja, antara lain dengan menghitung:

#### a. *Man Power Efficiency* (Efisiensi Tenaga Kerja)

Efisiensi tenaga kerja didapatkan dari perhitungan waktu standar dibagi *takt time* kemudian dikalikan 100%.

b. *Balance Delay*

*Balance delay* didapatkan dari jumlah tenaga kerja dikurangi total waktu siklus kemudian dibagi dengan hasil jumlah tenaga kerja dikalikan dengan *takt time* yang setelah itu dikalikan 100%.

c. *Idle Time*

*Idle time* didapatkan dari *takt time* dikurangi dengan waktu siklus dari masing-masing stasiun kerja.

d. Jumlah Kebutuhan Tenaga Kerja

Jumlah kebutuhan tenaga kerja didapatkan dari hasil perhitungan dengan membagi total waktu siklus dibagi dengan *takt time*.

### 3.4.7. Analisis Masalah

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap hasil pengolahan data sehingga dapat menjawab tujuan dari penelitian. Pada bagian analisis akan diketahui apakah hasil analisis dari pengolahan data dapat membantu mengurangi masalah yang terjadi pada PT Kayaba Indonesia. Analisis yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Analisis *Idle Time* dan Efisiensi Operator Kondisi Awal.

Analisis ini digunakan untuk membahas perhitungan *idle time* dan efisiensi yang telah dilakukan pada tahap pengolahan data.

2. Analisis Perancangan Aliran Produksi *One Piece Flow* dengan pendekatan *Lean Manufacturing* dan Pembuatan Alat Bantu.

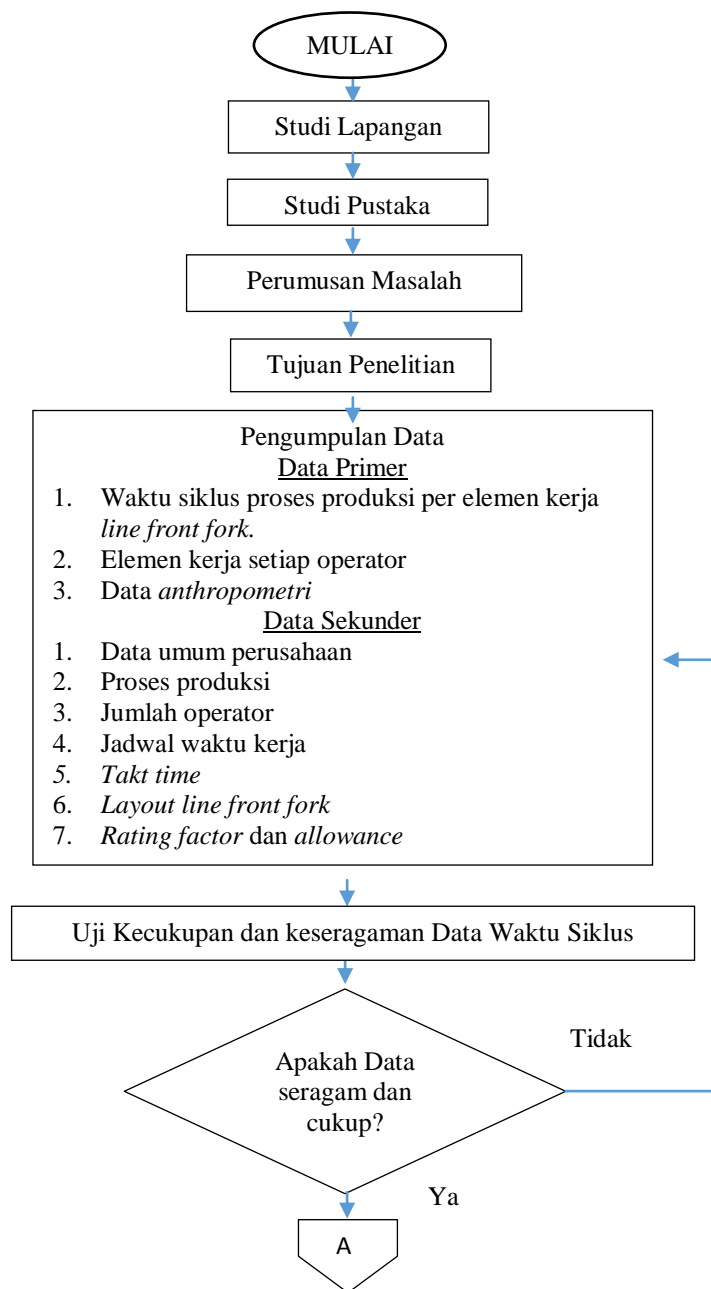
Analisis ini digunakan untuk membuat aliran produksi *one piece flow* dengan relokasi operator yaitu mendekatkan OP 13 ke OP 1. *One piece flow* perlu didukung dengan pembuatan *rotary cylinder* bertujuan untuk mempercepat waktu siklus dan diharuskan pengirim *part* yang awalnya per lot menjadi per *pcs*

3. Analisis Pemerataan Beban Kerja Menggunakan Metode Tabel Standar Kombinasi Kerja (TSKK) Tipe III. Setelah adanya Perancangan Sistem Produksi *One Piece Flow*, maka analisis selanjutnya dilakukan pemerataan beban kerja setelah terjadi perubahan.

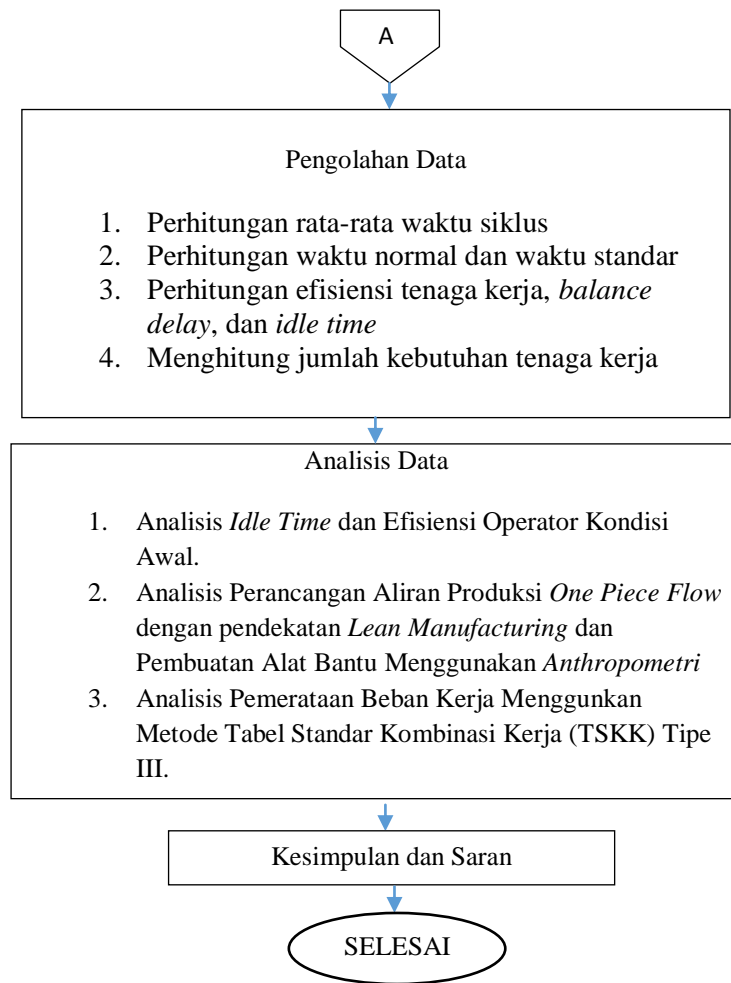


### 3.4.8. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan merupakan sebuah hasil yang tercapai pada akhir penelitian. Saran merupakan usulan yang diberikan untuk perusahaan atau penelitian berikutnya sehingga diharapkan dapat lebih baik dari sebelumnya. Kerangka berfikir dibuat untuk memecahan masalah yang telah disebutkan sebelumnya. Kerangka pemecahan masalah tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Kerangka Pemecahan Masalah



Gambar 3.1 Kerangka Pemecahan Masalah

## **BAB IV**

### **PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

#### **4.1 Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dilakukan untuk mendukung penyelesaian permasalahan yang dihadapi perusahaan. Pengumpulan data didapat dengan melakukan penelitian di proses produksi dan data yang diberikan oleh perusahaan.

##### **4.1.1. Sejarah Perusahaan**

PT Kayaba Indonesia didirikan pada tanggal 25 Februari 1976 yang berlokasi di Kawasan Industri Pulo Gadung Jakarta Timur. PT Kayaba Indonesia sebelum bernaung dibawah bendera PT Astra Otopart, bernama PT Kayaba Jepang. Melalui kerjasama antara PT Kayaba Jepang dengan PT Astra Otopart maka, menjadi PT Kayaba Indonesia.

PT Kayaba Indonesia dipercayakan membuat suatu komponen kendaraan bermotor yaitu *Shock Absorber*. Sebagaimana PT. Kayaba Jepang yang telah terbukti handal dalam bidang hidrolis, PT Kayaba Indonesia diharapkan mampu membuat komponen *Shock Absorber* dengan baik. Karena sebelum PT Kayaba Indonesia didirikan kebutuhan akan *Shock Absorber* masih didatangkan dari Jepang. PT Kayaba Indonesia telah diakui mutunya dalam pembuatan *Shock Absorber* karena adanya dukungan alih teknologi. Seiring dengan perkembangan zaman, PT Kayaba Indonesia telah banyak menggunakan mesin-mesin berteknologi canggih, sehingga dapat menghasilkan produk berkualitas yang setara dengan produk dari negeri asalnya, Jepang.

Pada produksi awal, PT Kayaba Indonesia memproduksi jenis part berbentuk *Shock Absorber: Front fork* (*Shock Absorber* yang dipasang pada sepeda motor bagian depan), dan *Oil Cushion Unit* (*Shock Absorber* yang dipasang pada sepeda motor bagian belakang). Seiring dengan permintaan pasar dan perkembangan kebutuhan untuk komponen *Shock Absorber* dalam negeri, PT Kayaba Indonesia berusaha menambah jenis produk yang dihasilkan. Berbagai jenis *Shock Absorber* untuk berbagai kendaraan siap untuk diproduksi.

#### 4.1.2. Profil Perusahaan

Profil perusahaan menunjukkan identitas dan ciri-ciri dari perusahaan yang digunakan sebagai sarana komunikasi dan informasi kepada pihak pihak tertentu. Profil perusahaan PT Kayaba Indonesia adalah sebagai berikut:

Nama perusahaan	: PT Kayaba Indonesia.
Status perusahaan	: Perseroan Terbatas.
Alamat perusahaan	: Jalan Jawa Blok II No.4, Kawasan Industri MM 2100, Cikarang Barat, Jatiwangi, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat 17520.
Jam kerja	: Shift I Pukul 22.30 sampai 06.00 Shift II Pukul 06.00 sampai 14.30 Shift III Pukul 14.30 sampai 22.30
Jenis usaha	: <i>Otomotive Part</i>
Produksi	: Peredam kejut
Website	: <a href="http://www.kyb-astra.com">http://www.kyb-astra.com</a>
Telepon	: (021) 8981456

#### 4.1.3. Visi dan Misi Perusahaan

Perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur khususnya yang memproduksi komponen otomotif yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan konsumen harus mempunyai visi dan misi serta komitmen perusahaan. Berikut adalah visi dan misi perusahaan PT Kayaba Indonesia.

##### 1. Visi Perusahaan

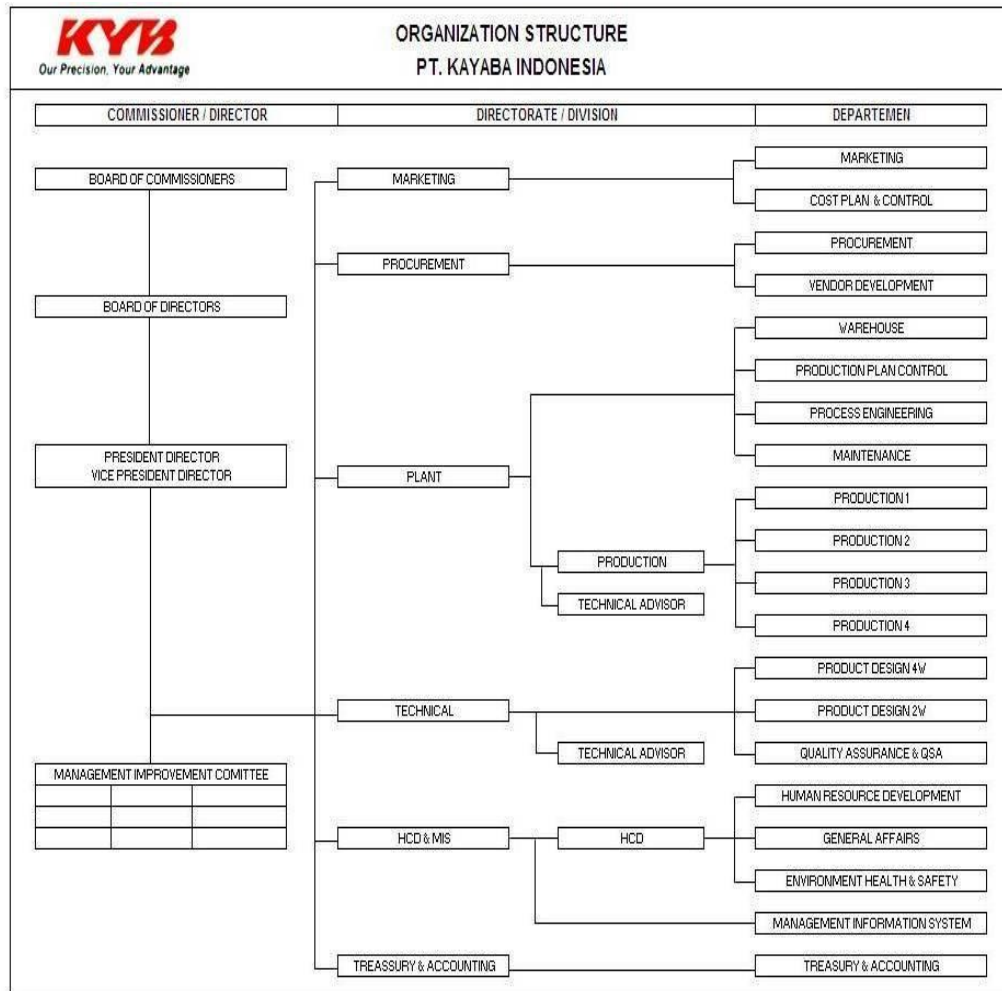
Menjadi supplier komponen otomotif kelas dunia, sebagai mitra usaha pilihan utama di Indonesia.

##### 2. Misi Perusahaan

- a. Mengembangkan Industri komponen otomotif yang handal dan kompetitif, serta menjadi mitra strategis bagi para pemain industri otomotif di Indonesia dan Regional.
- b. Menjadi warga usaha yang bertanggungjawab dan memberikan kontribusi positif kepada *stakeholders*.

#### 4.1.4 Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi merupakan suatu susunan dan hubungan antara setiap bagian serta posisi yang ada pada suatu organisasi atau perusahaan dalam menjalankan kegiatan operasional untuk mencapai tujuan. Struktur organisasi dari PT Kayaba Indonesia ditunjukkan dengan Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Struktur Organisasi  
(Sumber: PT Kayaba Indonesia)

Kayaba Indonesia memiliki 6 *Division* yaitu: *Marketing*, *Procurement*, *Plant*, *Technical*, *HCD&MIS*, dan *Treassury&Acunting*. *Department* yang ada didalam 6 *Division* tersebut.

#### 4.1.5. Line Front Fork 1

Salah satu produk yang dihasilkan oleh PT Kayaba Indonesia adalah FF moped untuk *customer* Yamaha, dan Honda. FF merupakan peredam kejut yang terletak pada roda depan sepeda motor yang berfungsi sebagai penahan benturan dengan *spack board* depan. FF terdiri dari 2 bagian yaitu bagian *Outer Tube* (OT) kanan dan kiri yang membedakan dari kedua bagian tersebut adalah bentuknya yang dibuat agar memudahkan setiap komponen yang akan menjadi penghubung ke bagian-bagian lain dalam satu kesatuan kendaraan. Pembuatan FF *moped* untuk *customer* Yamaha dibagi menjadi 2 line, yaitu :

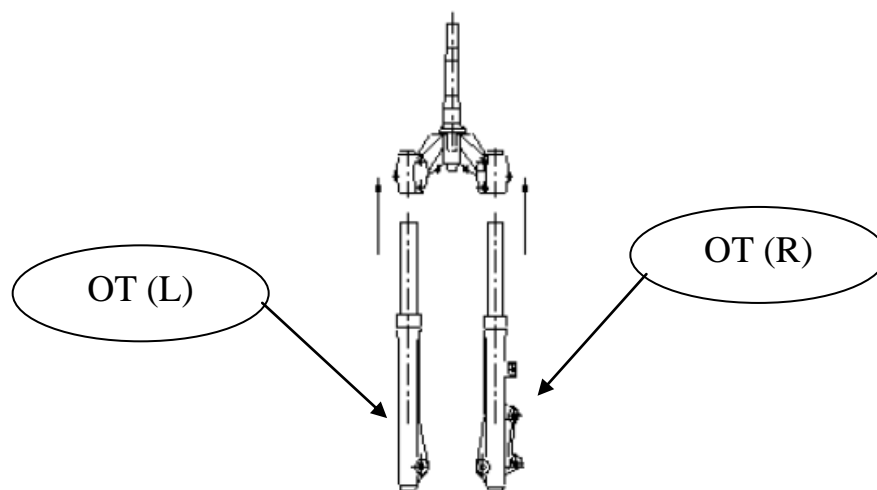
1. *Line Sub Assembly.*

*Line* ini ini berfungsi untuk merakit *part* yang akan didistribusikan ke *line assembly*. Setiap Stasiun Kerja (SK) tidak mempunyai keterkaitan satu dengan yang lain kecuali *line* 4L.

2. *Line 1 Assembly Front Fork.*

*Line* ini merakit *front fork* jenis moped (motor *matic*) untuk *customer* Yamaha.

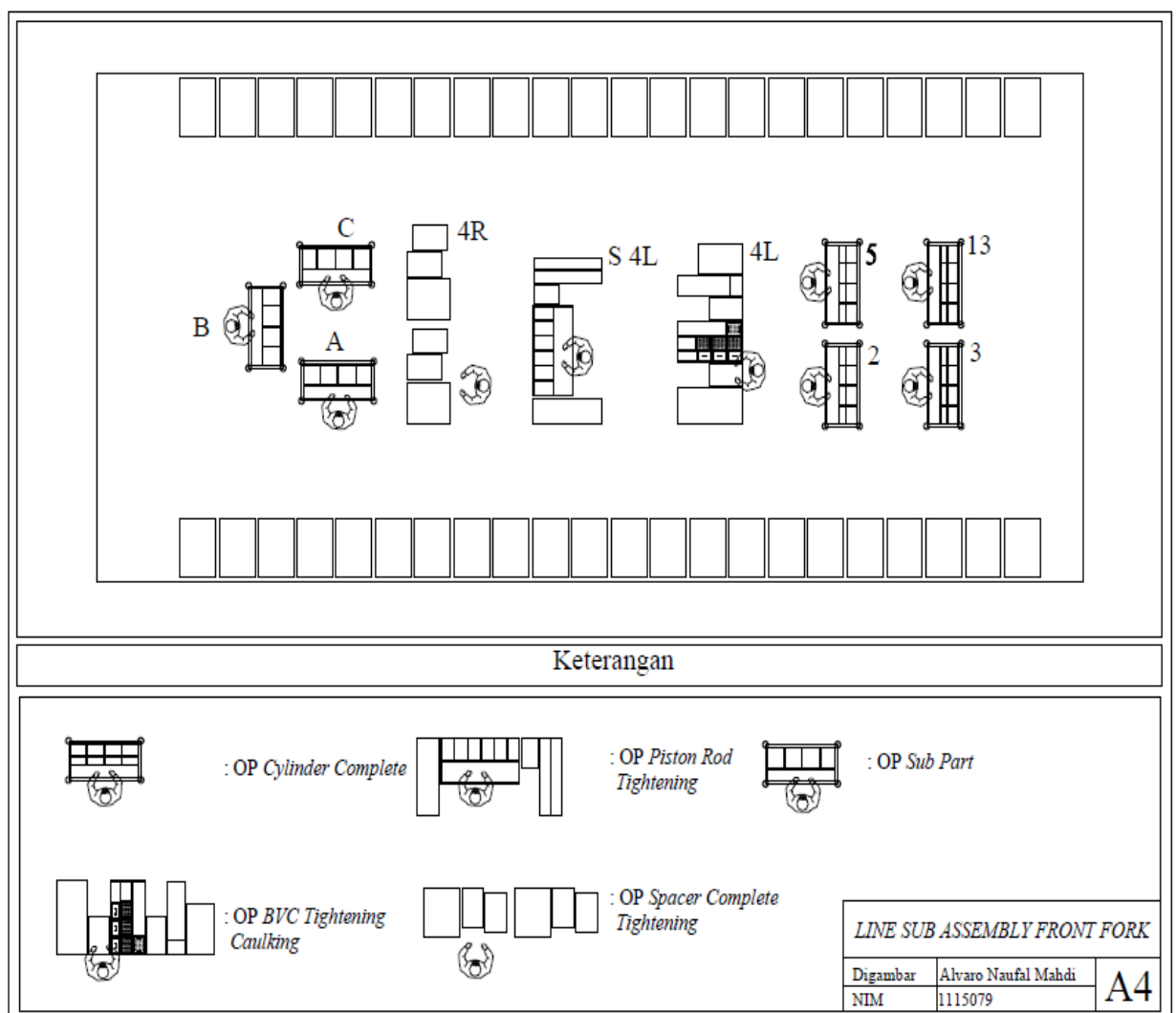
Produk FF moped yang dihasilkan PT Kayaba Indonesia dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2. *Front Fork* Moped  
(Sumber: PT Kayaba Indonesia)

#### 4.1.6 Line Sub Assembly

*Line SA FF* menghasilkan berupa *cylinder complete (Comp)*. *Cylinder Comp* merupakan hasil *assembly* antara *cylinder* dengan *part-part* seperti : *washer*, *spacer*, *valve*, *sub spring* dan *piston ring*. Proses *assembly* dilakukan di *line sub assy* secara manual oleh operator. *Line sub assembly* ada dua pengelompokan yaitu: *Subline 13, 2, 3, 4L, 4R, S 4L*, dan *5* untuk *sub part* yang harus *cleaning* terlebih dulu dan *Sub A, B, dan C* yang tidak perlu melewati *cleaning*.



Gambar 4.3 layout line SA FF  
(Sumber: PT Kayaba Indonesia)

Setiap SK di line sub assembly mempunyai tugas masing-masing merakit part untuk didistribusikan ke line assembly. Berikut rincian part yang ada di setiap SK line SA:

Tabel. 4.1 Sub Line 1 (OP 13)

Sub Line 1		
No	Sub Part	Machine
1	Washer	
2	Sub Spring	
3	Spacer Valve	
4	Piston Ring	

(Sumber: PT Kayaba Indonesia.)

Tabel. 4.2 Sub Line 2

Sub Line 2		
No	Sub Part	Machine
1	Valve Compl C33	
2	Valve Stopper C33	
3	Valve Comp C41	
4	Piston Ring	
5	Waher	
6	Sub Spring	

(Sumber: PT Kayaba Indonesia.)

Tabel. 4.3 Sub Line 3

Sub Line 3		
No	Sub Part	Machine
1	Washer	
2	Valve	
3	Stopper	
4	Spacer	
5	Piston	
6	Sub Spring	

(Sumber: PT Kayaba Indonesia)

Tabel. 4.4 Sub Line 5

Sub Line 5		
No	Sub Part	Machine
1	Washer	
2	Sub Spring	
3	Spacer Valve	
4	Valve	
5	Piston Ring	

(Sumber: PT Kayaba Indonesia).

Tabel. 4.5 Sub Line 4L

Sub Line 4L		
No	Sub Part	Machine
1	Piston Rod	
2	Sub Spring	
3	Cylinder	
4	Washer	
5	Rubber	Piston Rod
6	Valve Comp	Tightening
7	Seal	
8	Body Valve Comp	
9	Cylinder Head	

(Sumber: PT Kayaba Indonesia)

Tabel. 4.6 Sub Line S 4L

Sub Sub Line 4L		
No	Sub Part	Machine
1	Valve Stopper	
2	Leaf Spring	BVC
3	Non Return Valve	Tightening
4	Leaf Valve	Caulking
5	Washer	
6	Piston Ring	

(Sumber: PT Kayaba Indonesia)



Tabel. 4.7 *Sub Line 4R*

<i>Sub Line 4R</i>		
No	<i>Sub Part</i>	<i>Machine</i>
1	<i>Piston Rod</i>	<i>Spacer</i>
2	<i>Guide</i>	<i>Complete</i>
3	<i>Sub Spring</i>	<i>Press</i>

(Sumber: PT Kayaba Indonesia)

Tabel. 4.8 *Sub A*

<i>Sub A</i>		
No	<i>Sub Part</i>	<i>Machine</i>
1	<i>Bolt</i>	
2	<i>Ring</i>	

(Sumber: PT Kayaba Indonesia)

Tabel. 4.9 *Sub B*

<i>Sub B</i>		
No	<i>Sub Part</i>	<i>Machine</i>
1	<i>Cap</i>	
2	<i>Cap Ring</i>	

(Sumber: PT Kayaba Indonesia)

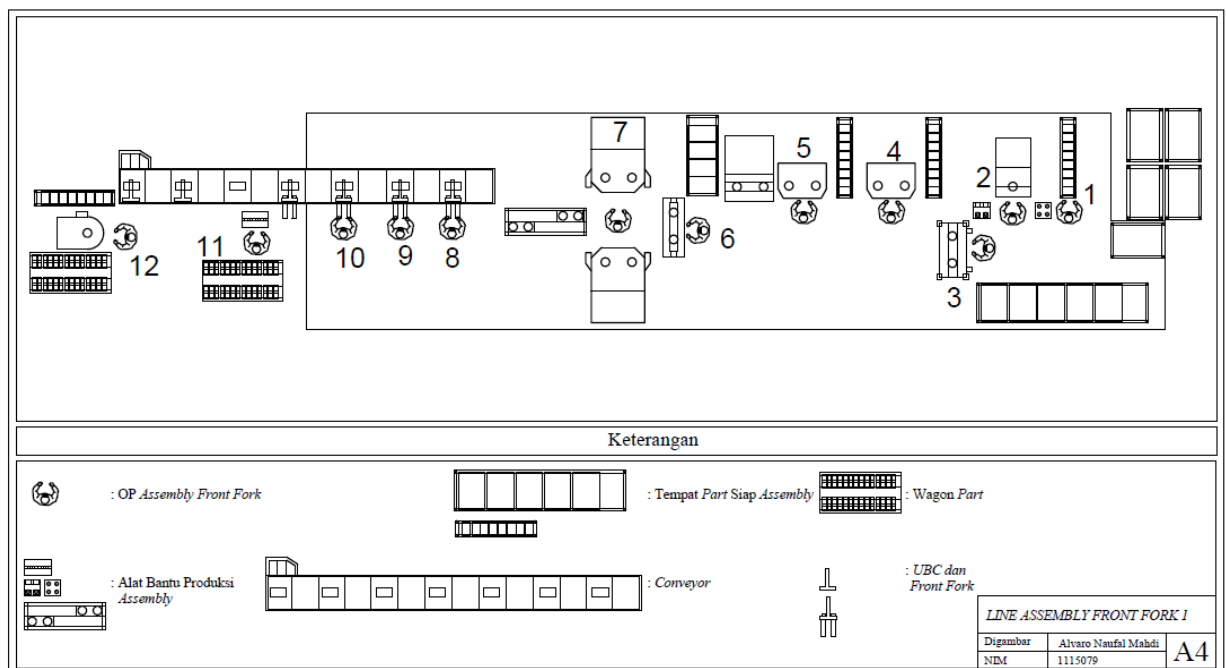
Tabel. 4.10 *Sub C*

<i>Sub C</i>		
No	<i>Sub Part</i>	<i>Machine</i>
1	<i>Dust Seal</i>	
2	<i>Oil Seal</i>	

(Sumber: PT Kayaba Indonesia)

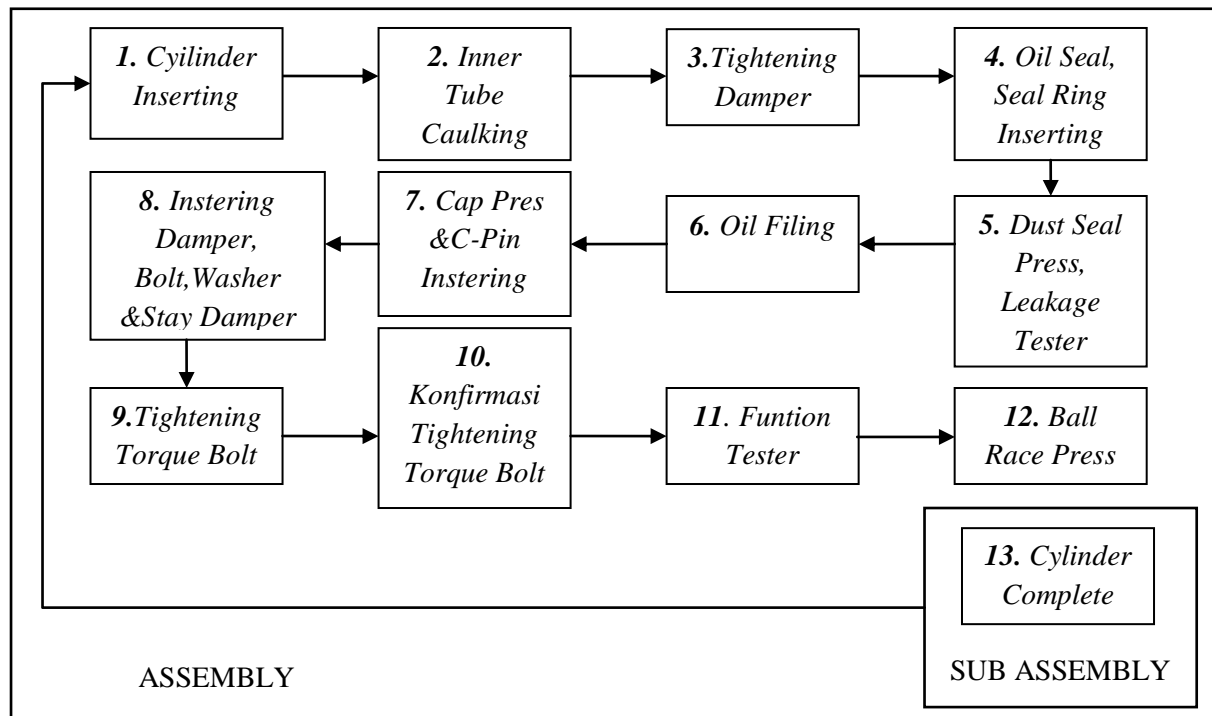
**4.1.7. Line Assembly Front Fork 1**

*Line FF 1* adalah line yang merakit semua part menjadi *finish good*, ada 13 proses yaitu *Cylinder Complete Cylinder Inserting Inner Tube Caulking Oil Seal, Seal Ring Inserting Dust Seal Press, Leakage Tester Oil Filing Cap Pres & C-Pin Instering Instering Damper, Bolt, Washer & Stay Damper Tightening Torque Bolt Konfirmasi Tightening Torque Bolt Funtion Tester Ball Race Press.*



Gambar 4.4 *Layout Line FF 1*  
 (Sumber: PT Kayaba Indonesia)

Secara umum semua *line assembly front fork* memiliki proses yang hampir sama. Berikut aliran proses pada *line assembly front fork* 1 dapat dilihat dibawah ini:



Gambar 4.5 Aliran Proses *Line FF 1*  
(Sumber: PT Kayaba Indonesia)

#### 1. *Cylinder Inserting*

*Cylinder complete* merupakan hasil *assembly* antara *cylinder* dengan *part-part* seperti : *washer*, *spacer*, *valve*, *sub spring* dan *piston ring*. Proses *assembly* dilakukan di line sub assy secara manual oleh operator. Setelah proses *cylinder complete*, maka proses selanjutnya adalah *cylinder complete inserting*. *Cylinder complete inserting* yaitu proses memasukkan *cylinder complete* ke dalam *inner tube* yang sudah melewati proses dari *cleaning inner tube*.

#### 2. *Inner Tube Caulking*

Setelah proses *cylinder complete inserting*, maka proses selanjutnya proses *inner tube caulking*. Proses *inner tube caulking* ini adalah dengan merapatkan bagian ujung *inner tube* agar *part-part* kecil yang sudah di

*assembly* seperti *piston*, *valve stopper* dan *washer* dapat tertahan oleh ujung *inner tube* yang telah *caulking*.

### 3. *Tightening Damper*

Proses *tightening damper* adalah proses pemasangan baut. Sebelum proses ini dilakukan, oil seal yang sudah ada grease nya dipasang dulu pada *inner tube*. *Inner tube* yang sudah dipasang *oil seal* kemudian dimasukkan ke dalam *outer tube*. Setelah itu, proses selanjutnya adalah *tightening damper / nut runner machine* yaitu dengan mengencangkan baut sesuai torsi yang sudah ditentukan. Proses ini perlu dilakukan agar *inner tube* dan *outer tube* dapat ter-*assembly*.

### 4. *Oil Seal Press*

*Oil seal press* merupakan proses memasukkan *oil seal* ke dalam *outer tube* dengan kedalaman tertentu. Proses ini dilakukan dengan mesin *oil seal press*. Setelah *oil seal* mencapai kedalaman yang ditentukan. Proses selanjutnya adalah pemasangan snap ring yang dilakukan secara manual oleh operator. *Snap ring* berfungsi sebagai pengunci agar *inner tube* yang sudah *assembly* dengan *outer tube* dapat tertahan dan tidak lepas.

### 5. *Dust Seal Press, Leakage Tester*

*Dust Seal Press* adalah proses pemasangan *dust seal*. proses ini dilakukan agar proses *assembly* yang telah dilakukan sebelumnya tertutup oleh *dust seal* dan tidak terganggu oleh proses berikutnya. Proses pemasangan *dust seal* ini dilakukan secara manual oleh operator kemudian di *press* oleh mesin *dust seal press* untuk merapatkannya.

*Leakage tester* adalah suatu alat untuk pengetes kebocoran. Prinsip kerjanya adalah ketika udara bertekanan diberikan kedalam *inner tube* yang sudah ter-*assembly* dengan *outer tube*, dan semua celahnya ditutup. Ketika dimasukkan ke dalam bak berisi air, lalu kita melihat secara *visual*. Jika ada muncul gelombang udara dari permukaan, maka proses *assembly front fork* tersebut yang telah dilakukan sebelumnya ada yang (NG). *Front fork* yang (NG) ini bisa terjadi karena proses yang salah, maupun bisa terjadi karena *part* nya yang tidak cocok.

#### 6. *Oil Filling*

Setelah *proses leakage tester*, proses selanjutnya adalah proses pengisian oil ke dalam *inner tube*. Volume oil yang diisikan tergantung model dari *front fork*. Setelah proses pengisian oil ke dalam *inner tube*. Proses selanjutnya adalah memasukkan spring ke dalam damper. Posisi spring tidak boleh terbalik, yaitu pitch yang longgar di letakkan pada posisi bawah dan pitch yang rapat diletakkan di posisi atas.

#### 7. *Cap Pres & C-Pin Instering*

*C-pin inserting* adalah proses pemasangan *C-pin* pada *damper*. Proses ini dilakukan agar *inner tube* yang telah diberikan *oil* dan telah dimasukan spring dapat tertutup rapat. Operator meletakkan *cap* dan *ring* ini ke dalam jig nya secara *center*. Ketika *push button* ditekan, maka mesin *C-pin inserting* akan mengepress *cap* dan *ring* tersebut. Proses *C-pin inserting* dikatakan *Good*, jika posisi *cap* tidak melebihi *inner tube* dan jika *cap* yang sudah di press tidak rusak. *Good* ataupun *not good* ini sudah ada di standard operation manual.

#### 8. *Instering Damper, Bolt, Washer & Stay Damper*

Adalah proses pemasangan *damper* ke *under braket complete* yang sudah tersedia pada ragam *conveyor*, ambil *bolt* dan *washer* yang sudah tersedia di atas *conveyor* kemudian *instertng* ke titik yang sudah ditentukan.

#### 9. *Tightening Torque Bolt*

Adalah proses pembautan *bolt* yang sudah di pasang pada proses sebelumnya, dengan alat *torque bolt*.

#### 10. *Konfirmasi Tightening Torque Bolt*

Adalah proses mengencangkan *bolt* yang sudah dibaut pada proses sebelumnya, kemudian menantai bolt dengan spidol ungu untuk menandakan bolt sudah dikomfrimasi.

#### 11. *Funtion Tester*

Adalah proses inspeksi manual dengan genjot damper kanan dan kiri yang sudah dirakit, proses ini dilakukan dengan genjotan 3 kali untuk damper kanan dan 2 kali untuk damper kiri.

12. *Ball Race Press*

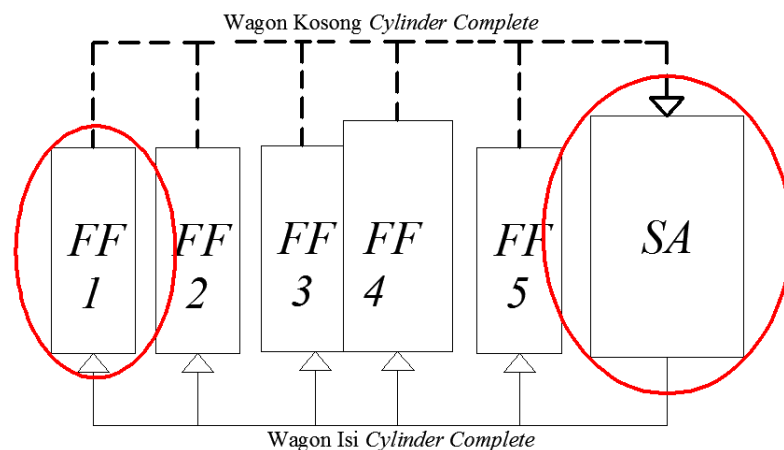
Adalah proses mesangan *ball race* pada UBC kemudian letakan pada ragam yang terletak pada *conveyor*.

13. *Cylinder Complete*

Adalah proses pembuatan *cylinder complete*, proses ini terpisah menjadi *line sub assembly*.

**4.1.8. Kondisi Awal *Line Fornt Fork 1***

Aliran *part* aktual dari *line SA FF* ke *line FF 1* seperti *cylinder complete*, *oil seal*, *dust seal*, *spring*, *bolt*, dan *c-pin (cap and ring)* jauh dengan jarak  $\pm 25$  m. Sehingga terjadi beberapa *waste* pada proses produksi, yaitu harus adanya *work in process (WIP)* yang banyak di *line SA* agar pengimiran *sub part* tidak dikerjakan berkali-kali. Berikut *layout* kondisi awal *line FF* dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.6 *Layout* Kondisi Aktual *Line SA FF* dan *FF*  
(Sumber: PT Kayaba Indonesia)

#### 4.1.9. Data Produksi *Line Asembly Front Fork 1*

Uraian data produksi harian *line* per tipe pada *line assembly front fork* bulan April 2019 dapat dilihat dibawah ini:

Tabel 4.11 Data Produksi *Front Fork* Bulan April

Tanggal	Type (Unit) A	Tanggal	Type (Unit) A
1	1540	16	1740
2	1760	17	1175
3		18	1635
4	1300	19	2012
5	1950	20	
6		21	
7		22	1722
8	2040	23	1680
9	1770	24	1920
10	1740	25	1600
11	1975	26	2445
12	1936	27	
13		28	
14		29	2100
15	2420	30	2860
<b>TOTAL</b>			40320

(Sumber: PT Kayaba Indonesia)

#### 4.1.10. Pengaturan Jam Kerja

PT Kayaba Indonesia memiliki peraturan mengenai jam kerja pada karyawan-karyawannya yaitu selama 5 hari kerja dalam seminggu. Adapun waktu kerjayang berlaku diPTKayaba Indonesia terdapat dua yaitu, waktu kerja kantor (staf dan administrasi) dan waktu kerja pabrik (produksi dan *support* produksi). Waktu kerja produksi *line assembly front fork* dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Waktu Kerja Produksi *Line Assembly Front Fork*

Kegiatan	Shift	Senin-Kamis	Jumat
Kerja	I	22.30 – 02.30	22.30 – 02.30
Istirahat		02.30 – 03.00	02.30 – 03.00
Kerja		03.00 – 06.00	03.00 – 06.00
Kerja	II	06.00 – 11.00	06.00 – 09.00
Istirahat		–	09.00 – 09.10
Kerja		–	09.10 – 11.50
Istirahat		11.00 – 11.30	11.50 – 12.50
Kerja		11.30 – 14.30	12.50 – 14.30
Kerja	III	14.30 – 18.00	14.30 – 18.00
Istirahat		18.00 – 18.30	18.00 – 18.30
Kerja		18.30 – 22.30	18.30 – 22.30

(Sumber: PT Kayaba Indonesia)

Hari Sabtu dan Minggu ditetapkan sebagai hari libur, sedangkan jeda waktu antara shift dan kelebihan jam kerja lainnya dihitung sebagai lembur. Berdasarkan penjelasan di atas diketahui waktu kerja pada bulan April (21 hari kerja) yaitu shift I selama 420 menit, shift II senin-jumat selama 480 menit per hari dan shift III selama 420 menit per hari. Pada tugas akhir ini hanya pada shift II, sehingga jumlah waktu kerja yang tersedia pada bulan April sebanyak 604.800 detik/ bulan.

#### 4.1.11 Elemen Kerja *Line Front Fork 1*

Elemen kerja merupakan satu pekerjaan yang harus dilakukan dalam suatu kegiatan produksi yang dikerjakan oleh operator. Elemen kerja *line assembly front fork* dapat dilihat pada tabel 4.13.

Tabel 4.13 Elemen Kerja *Line Assembly Front Fork 1*

OP	PROSES	ELEMEN KERJA
1	<i>Cylinder Inserting</i>	Menunggu Supply Cylinder Complete
		Mengambil 2 <i>Inner Tube</i> letakkan pada jig mesin
		Mengambil 2 <i>Cylinder complete</i>
		Memasukkan 1 <i>Cylinder complete</i> ke dalam <i>Inner Tube</i>
		Memasukkan 1 <i>Cylinder complete</i> ke dalam <i>Inner Tube</i>
2	<i>Inner Tube Caulking</i>	Mengambil <i>Inner Tube</i> dengan tangan kanan dari <i>WIP</i>
		Meletakkan <i>Inner Tube</i> ke mesin <i>caulking</i>
		Menekan kedua tombol
		Memeriksa <i>Inner Tube</i> & letakkan pada <i>WIP</i> setelah <i>caulking</i>
		Mengambil <i>Inner Tube</i> dengan tangan kanan dari <i>WIP</i>
		Meletakkan <i>Inner Tube</i> ke mesin <i>caulking</i>
		Menekan kedua tombol
3	<i>Tightening Damper</i>	Mengambil <i>Oil Seal</i> dengan kedua tangan
		Melakukan proses <i>oil seal grease</i> secara bergantian dengan kedua tangan & masukkan pada <i>Inner Tube Complete</i>
		Mengambil 2 <i>Outer Tube</i> dengan kedua tangan & masukkan pada <i>Inner Tube Complete</i>
		Mengambil <i>Damper Assy</i> dengan kedua tangan & letakkan pada mesin <i>tightening</i>
		Mengambil 2 <i>Bolt</i> & masukkan pada <i>Damper Assy</i>
		Menekan tombol <i>start</i>
4	<i>Oil Seal Press, Seal Ring Inserting</i>	Meletakkan 2 <i>Damper Assy</i> pada jig mesin <i>oil seal press</i>
		Mengambil <i>Seal Ring</i> dengan tangan kanan
		Memegang <i>Damper Assy L</i> di tangan kiri & masukkan <i>Seal Ring</i>
		Mengambil <i>Seal Ring</i> dengan tangan kanan
		Memegang <i>Damper Assy R</i> di tangan kiri & masukkan <i>Seal Ring</i>
		Menunggu 2 <i>Damper Assy</i> dari mesin <i>tightening</i> dengan kedua tangan
5	<i>Dust Seal Press, Leakage Tester</i>	Mengambil 2 <i>Dust Seal</i> & masukkan pada <i>Damper Assy</i> di <i>WIP</i>
		Mengambil 2 <i>Damper Assy</i> & letakkan pada mesin <i>dust seal press</i>
		Mengambil 2 <i>Damper Assy</i> & letakkan pada mesin <i>leakage tester</i>
		Menginjak <i>foot switch</i>
6	<i>Oil Filing</i>	Mengambil 2 <i>Damper Assy</i> dari mesin <i>leakage tester</i>
		Meletakkan <i>Damper Assy</i> ke mesin <i>oil filling</i>
		Mengambil 2 <i>Spring</i> & letakkan pada jig <i>inserting spring</i>
		Melakukan proses <i>visual check</i>

(Sumber: Pengolahan Data)

Lanjut...



Tabel 4.13 Elemen Kerja *Line Assembly Front Fork* (Lanjutan)

OP	PROSES	ELEMEN KERJA
7	<i>Cap Pres &amp; C-Pin Instering</i>	Mengambil 2 <i>Damper Assy</i> dari mesin <i>oil filling</i> & letakkan pada mesin <i>Cap 1</i>
		Menginjak <i>foot switch</i> mesin <i>Cap 1</i>
		Mengambil 2 <i>Cap</i> & masukkan pada <i>jig gripper</i> mesin <i>Cap 1</i>
		Menekan kedua tombol <i>push button</i>
		Mengambil 2 <i>C-pin</i> & letakkan pada <i>jig</i> mesin <i>Cap 2</i>
		Menginjak <i>foot switch</i> Mesin <i>Cap 2</i> & pegang <i>Damper</i> , letakkan pada <i>shutter</i>
		Mengambil 2 <i>Damper</i> dari mesin <i>oil filling</i> & letakkan pada mesin <i>Cap 2</i>
		Menginjak <i>foot switch</i> mesin <i>Cap 2</i>
		Mengambil 2 <i>Cap</i> & masukkan pada <i>jig gripper</i> mesin <i>Cap 2</i>
		Menekan kedua tombol <i>push button</i>
		Mengambil 2 <i>C-pin</i> & letakkan pada <i>jig</i> mesin <i>Cap 1</i>
		Menginjak <i>foot switch</i> mesin <i>Cap 2</i> & pegang <i>Damper</i> , letakkan pada <i>shutter</i>
8	<i>Instering Damper, Bolt, Washer &amp; Stay Damper</i>	Mengambil 2 <i>Damper</i> dari <i>shutter</i>
		Memasukan 2 <i>damper</i> pada <i>Under Bracket Complet (UBC)</i>
		Mengambil 2 <i>bolt</i> & masukkan pada <i>UBC</i>
		Mengambil 2 <i>washer</i> dengan tangan kiri & 2 <i>bolt</i> & masukkan pada <i>UBC</i>
9	<i>Tightening Torque Bolt Bracket</i>	Mengambil 2 <i>Damper</i> dari <i>shutter</i>
		<i>Positioning Cap &amp; tightening bolt</i> atas & bawah
		Mengambil <i>axle jig</i> & lakukan pengecekan, kembalikan <i>tool</i> pada tempatnya
10	<i>Konfirmasi Tightening Torque Bolt</i>	Mengonfirmasi <i>tightening bolt</i> atas bawah <i>damper R</i>
		Mengonfirmasi <i>tightening bolt</i> atas bawah <i>Damper L</i>
		Marking <i>bolt</i> dengan tangan kanan
11	<i>Function Tester</i>	Mengambil <i>FF Assembly</i> dari <i>conveyor</i>
		Melakukan proses <i>function check</i> <i>damper R</i>
		Melakukan proses <i>function check</i> <i>damper L</i>
		Meletakkan pada <i>pallet</i>
12	<i>Ball Rece ress</i>	Mengambil <i>UBC</i> dari <i>wagon</i>
		Mengambil <i>Ball Race</i> & masukkan pada <i>UBC</i>
		Mengambil <i>UBC</i> dari <i>jig</i> mesin
		Memindahkan <i>UBC</i> ke tangan kiri & lakukan proses <i>greasing steering shaft</i>
		Meletakkan pada <i>jig</i> ragum di <i>conveyor</i>

(Sumber: Pengolahan Data)

Lanjut...

Tabel 4.13 Elemen Kerja *Line Assembly Front Fork* (Lanjutan)

OP	PROSES	ELEMEN KERJA
13	<i>Cylinder Complete</i>	Mengambil <i>cylinder</i> dari <i>box</i> & inserting <i>piston ring</i>
		Memasukan <i>cylinder</i> ke <i>tray</i>
		Mengambil <i>sub spring</i> & masukan ke <i>cylinder</i>
		Mengambil <i>washer</i> & masukan ke <i>cylinder</i>
		Mengambil Ambil <i>valve</i> & masukan ke <i>cylinder</i>
		Mengambil <i>spacer valve</i> & masukan ke <i>cylinder</i>
		Mengambil <i>washer</i> & masukan ke <i>cylinder</i>
		Merapihkan <i>cylinder complete</i>

(Sumber: Pengolahan Data)

#### 4.1.12. Pengukuran Waktu Siklus Operator *Line Front Fork 1*.

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

- |                                   |                                   |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Sub grup 1 : Pukul 08.00-08.15 | 4. Sub grup 4 : Pukul 11.00-11.15 |
| 2. Sub grup 2 : Pukul 09.00-09.15 | 5. Sub grup 5 : Pukul 13.00-13.15 |
| 3. Sub grup 3 : Pukul 10.00-10.15 | 6. Sub grup 6 : Pukul 14.00-14.15 |

Data waktu siklus masing-masing pekerja dapat dilihat pada tabel, 4.14 sampai tabel 4.26.

Tabel 4.14 Data Waktu Siklus Operator *Cylinder Insterting* (detik)

OP 1	Waktu Pengukuran				
Sub grup	Menunggu <i>supplay cylinder complete</i>				
	Pengamatan Ke-X				
	X1	X2	X3	X4	X5
1	1,50	2,00	2,00	2,17	2,00
2	1,78	1,87	2,11	2,00	2,00
3	2,00	2,00	2,00	2,21	2,00
4	1,80	2,12	2,16	2,00	2,15
5	2,14	2,00	2,00	2,00	2,12
6	1,83	1,78	2,15	2,10	2,00

(Sumber: Pengolahan Data)

Tabel 4.15 Data Waktu Siklus Operator *Inner Tube Caulking* (detik)

OP 2	Waktu Pengukuran				
Sub grup	Mengambil <i>Inner Tube</i> Dengan Tangan Kanan Dari WIP				
	Pengamatan Ke-X				
	X1	X2	X3	X4	X5
1	2,02	2,02	2,07	2,06	2,09
2	2,08	2,11	2,15	2,17	2,12
3	2,16	2,12	2,22	2,24	2,26
4	2,24	2,27	2,25	2,27	2,31
5	2,30	2,35	2,35	2,37	2,39
6	2,39	2,40	2,40	2,43	2,45

(Sumber: Pengolahan Data)

Tabel 4.16 Data Waktu Siklus Operator *Tightening Damper* (detik)

OP 3	Waktu Pengukuran				
Sub grup	Mengambil <i>Oil Seal</i> Dengan Kedua Tangan				
	Pengamatan Ke-X				
	X1	X2	X3	X4	X5
1	0,85	0,90	0,85	0,85	0,85
2	0,95	0,95	0,96	0,96	1,00
3	1,00	1,00	1,00	1,00	1,10
4	1,00	1,00	1,10	1,00	1,00
5	1,00	1,00	1,13	1,10	1,11
6	1,12	1,14	1,15	1,15	1,15

(Sumber: Pengolahan Data)

Tabel 4.17 Data Waktu Siklus Operator *Oil Seal Press, Seal Ring Inserting* (detik)

OP 4	Waktu Pengukuran				
Sub grup	Meletakkan 2 <i>Damper Assy</i> Pada Jig Mesin <i>Oil Seal Press</i>				
	Pengamatan Ke-X				
	X1	X2	X3	X4	X5
1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2	1,00	1,12	1,00	1,10	1,00
3	1,00	1,00	1,00	1,10	1,13
4	1,14	1,13	1,14	1,14	1,15
5	1,15	1,17	1,20	1,20	1,20
6	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20

(Sumber: Pengolahan Data)

Tabel 4.18 Data Waktu Siklus Operator *Dust Seal Press, Leakage Tester* (detik)

OP 5	Waktu Pengukuran				
Sub grup	Mengambil 2 <i>Dust Seal</i> & Masukkan Pada <i>Damper Assy</i> di WIP				
	Pengamatan Ke-X				
	X1	X2	X3	X4	X5
1	3,55	3,55	3,57	3,55	3,59
2	3,61	3,62	3,62	3,65	3,65
3	3,68	3,71	3,70	3,75	3,77
4	3,77	3,77	3,76	3,76	3,81
5	3,82	3,84	3,83	3,86	3,86
6	3,88	3,88	3,96	3,99	4,00

(Sumber: Pengolahan Data)

Tabel 4.19 Data Waktu Siklus Operator *Oil Filing* (detik)

OP 6	Waktu Pengukuran				
Sub grup	Mengambil 2 <i>Damper Assy</i> Dari Mesin <i>Leakage Tester</i>				
	Pengamatan Ke-X				
	X1	X2	X3	X4	X5
1	2,30	2,30	2,40	2,40	2,40
2	2,30	2,40	2,40	2,40	2,40
3	2,45	2,50	2,50	2,50	2,50
4	2,50	2,55	2,50	2,50	2,50
5	2,50	2,50	2,50	2,60	2,60
6	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60

(Sumber: Pengolahan Data)

Tabel 4.20 Data Waktu Siklus Operator *Cap Pres & C-Pin Instering* (detik)

OP 7	Waktu Pengukuran				
Sub grup	Mengambil 2 <i>Damper Assy</i> Dari Mesin <i>Oil Filling</i> & Letakkan Pada Mesin Cap 1				
	Pengamatan Ke-X				
	X1	X2	X3	X4	X5
1	1,00	1,01	1,02	1,03	1,04
2	1,07	1,07	1,09	1,09	1,10
3	1,11	1,14	1,13	1,15	1,15
4	1,15	1,18	1,18	1,18	1,20
5	1,20	1,20	1,20	1,22	1,24
6	1,25	1,25	1,27	1,28	1,28

(Sumber: Pengolahan Data)

Tabel 4.21 Data Waktu Siklus Operator *Instering Damper, Bolt, Washer & Stay Damper* (detik)

OP 8	Waktu Pengukuran				
Sub grup	Mengambil 2 <i>Damper</i> Dari <i>Shutter</i>				
	Pengamatan Ke-X				
	X1	X2	X3	X4	X5
1	2,16	2,19	2,21	2,27	2,32
2	2,34	2,35	2,37	2,44	2,47
3	2,47	2,50	2,52	2,56	2,63
4	2,67	2,69	2,70	2,71	2,77
5	2,78	2,84	2,84	2,88	2,89
6	2,90	2,90	2,91	2,98	2,98

(Sumber: Pengolahan Data)

Tabel 4.22 Data Waktu Siklus Operator *Tightening Torque Bolt Bracket* (detik)

OP 9	Waktu Pengukuran				
Sub grup	Mengambil 2 Damper Dari <i>Shutter</i>				
	Pengamatan Ke-X				
	X1	X2	X3	X4	X5
1	4,00	4,00	4,03	4,06	4,07
2	4,10	4,11	4,14	4,19	4,21
3	4,21	4,25	4,24	4,24	4,24
4	4,27	4,29	4,29	4,30	4,31
5	4,34	4,34	4,39	4,42	4,43
6	4,44	4,45	4,45	4,47	4,49

(Sumber: Pengolahan Data)

Tabel 4.23 Data Waktu Siklus Operator Konfirmasi *Tightening Torque Bolt* (detik)

OP 10	Waktu Pengukuran				
Sub grup	Mengonfirmasi <i>Tightening Bolt</i> Atas Bawah <i>Damper R</i>				
	Pengamatan Ke-X				
	X1	X2	X3	X4	X5
1	5,00	5,00	5,01	5,03	5,03
2	5,05	5,05	5,06	5,06	5,08
3	5,09	5,09	5,10	5,10	5,10
4	5,12	5,13	5,13	5,13	5,14
5	5,14	5,14	5,14	5,15	5,16
6	5,17	5,18	5,19	5,19	5,19

(Sumber: Pengolahan Data)

Tabel 4.24 Data Waktu Siklus Operator *Function Tester* (detik)

OP 11	Waktu Pengukuran				
Sub grup	Mengambil FF Assembly Dari Conveyor				
	Pengamatan Ke-X				
	X1	X2	X3	X4	X5
1	2,01	2,02	2,03	2,03	2,04
2	2,04	2,05	2,05	2,06	2,06
3	2,06	2,07	2,09	2,10	2,11
4	2,12	2,12	2,12	2,14	2,14
5	2,14	2,15	2,15	2,16	2,16
6	2,17	2,17	2,18	2,19	2,19

(Sumber: Pengolahan Data)

Tabel 4.25 Data Waktu Siklus Operator *Ball Rece Press* (detik)

OP 12	Waktu Pengukuran				
Sub grup	Mengambil UBC Dari Wagon				
	Pengamatan Ke-X				
	X1	X2	X3	X4	X5
1	3,00	3,00	3,00	3,01	3,03
2	3,05	3,06	3,06	3,07	3,09
3	3,09	3,10	3,10	3,10	3,10
4	3,10	3,11	3,12	3,12	3,12
5	3,13	3,13	3,13	3,13	3,13
6	3,15	3,15	3,15	3,18	3,20

(Sumber: Pengolahan Data)



Tabel 4.26 Data Waktu Siklus Operator *Cylinder Complete* (detik)

OP 13	Waktu Pengukuran				
Sub grup	Mengambil <i>Cylinder</i> Dari <i>Box</i> & <i>Inserting Piston Ring</i>				
	Pengamatan Ke-X				
	X1	X2	X3	X4	X5
1	2,90	3,00	3,00	3,00	3,00
2	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
3	3,10	3,10	3,10	3,15	3,15
4	3,15	3,20	3,20	3,20	3,20
5	3,20	3,30	3,30	3,30	3,40
6	3,45	3,50	3,50	3,50	3,55

(Sumber: Pengolahan Data)

#### 4.1.13. Penentuan Rating Factor

Menghitung waktu normal untuk masing-masing operator diperlukan rating factor pada setiap operator. Pemberian rating didasarkan pada observasi di lapangan yang disesuaikan dengan keterampilan, usaha, kondisi kerja, dan konsistensi operator. Pemberian rating merupakan hasil diskusi bersama pihak manajemen bagian produksi yaitu foreman.

Tabel 4.27 *Rating Factor* Operator *Line Front Fork 1*

OPERATOR	RATING FACTOR			
1	<i>Skill</i>	<i>Excellent</i>	B1	0,11
	<i>Effort</i>	<i>Average</i>	D	0,00
	<i>Conditions</i>	<i>Average</i>	D	0,00
	<i>Consistency</i>	<i>Average</i>	D	0,00
	<b>Total</b>			<b>+0.11</b>
2	<i>Skill</i>	<i>Excellent</i>	B2	0,08
	<i>Effort</i>	<i>Good</i>	C1	0,05
	<i>Conditions</i>	<i>Average</i>	D	0,00
	<i>Consistency</i>	<i>Average</i>	D	0,00
	<b>Total</b>			<b>+0.13</b>
3	<i>Skill</i>	<i>Excellent</i>	B1	0,11
	<i>Effort</i>	<i>Excellent</i>	B2	0,08
	<i>Conditions</i>	<i>Average</i>	D	0,00
	<i>Consistency</i>	<i>Average</i>	D	0,00
	<b>Total</b>			<b>+0.19</b>

(Sumber: Pengolahan Data)

Lanjut...

Tabel 4.27. Rating Factor Operator Line Front Fork 1 (Lanjutan)

OPERATOR	RATING FACTOR			
4	<i>Skill</i>	<i>Good</i>	C1	0,06
	<i>Effort</i>	<i>Good</i>	C2	0,02
	<i>Conditions</i>	<i>Average</i>	D	0,00
	<i>Consistency</i>	<i>Average</i>	D	0,00
	<b>Total</b>			<b>+0,08</b>
5	<i>Skill</i>	<i>Good</i>	C2	0,03
	<i>Effort</i>	<i>Good</i>	C1	0,05
	<i>Conditions</i>	<i>Average</i>	D	0,00
	<i>Consistency</i>	<i>Average</i>	D	0,00
	<b>Total</b>			<b>+0,08</b>
6	<i>Skill</i>	<i>Excellent</i>	B2	0,08
	<i>Effort</i>	<i>Excellent</i>	B2	0,08
	<i>Conditions</i>	<i>Average</i>	D	0,00
	<i>Consistency</i>	<i>Average</i>	D	0,00
	<b>Total</b>			<b>+0,16</b>
7	<i>Skill</i>	<i>Good</i>	C2	0,03
	<i>Effort</i>	<i>Good</i>	C1	0,05
	<i>Conditions</i>	<i>Average</i>	D	0,00
	<i>Consistency</i>	<i>Average</i>	D	0,00
	<b>Total</b>			<b>+0,08</b>
8	<i>Skill</i>	<i>Excellent</i>	B2	0,08
	<i>Effort</i>	<i>Excellent</i>	B1	0,10
	<i>Conditions</i>	<i>Average</i>	D	0,00
	<i>Consistency</i>	<i>Average</i>	D	0,00
	<b>Total</b>			<b>+0,18</b>
9	<i>Skill</i>	<i>Excellent</i>	B2	0,08
	<i>Effort</i>	<i>Good</i>	C1	0,06
	<i>Conditions</i>	<i>Average</i>	D	0,00
	<i>Consistency</i>	<i>Average</i>	D	0,00
	<b>Total</b>			<b>+0,14</b>
10	<i>Skill</i>	<i>Excellent</i>	B2	0,08
	<i>Effort</i>	<i>Excellent</i>	B1	0,10
	<i>Conditions</i>	<i>Average</i>	D	0,00
	<i>Consistency</i>	<i>Average</i>	D	0,00
	<b>Total</b>			<b>+0,18</b>

(Sumber: Pengolahan Data)

Lanjut...

Tabel 4.27 *Rating Factor Operator Line Front Fork 1* (Lanjutan)

OPERATOR	RATING FACTOR			
11	<i>Skill</i>	<i>Excellent</i>	B1	0,11
	<i>Effort</i>	<i>Excellent</i>	B2	0,08
	<i>Conditions</i>	<i>Average</i>	D	0,00
	<i>Consistency</i>	<i>Average</i>	D	0,00
	<b>Total</b>			<b>+0,19</b>
12	<i>Skill</i>	<i>Excellent</i>	B2	0,08
	<i>Effort</i>	<i>Good</i>	C1	0,06
	<i>Conditions</i>	<i>Average</i>	D	0,00
	<i>Consistency</i>	<i>Average</i>	D	0,00
	<b>Total</b>			<b>+0,14</b>
13	<i>Skill</i>	<i>Good</i>	C2	0,03
	<i>Effort</i>	<i>Good</i>	C1	0,05
	<i>Conditions</i>	<i>Average</i>	D	0,00
	<i>Consistency</i>	<i>Average</i>	D	0,00
	<b>Total</b>			<b>+0,08</b>

(Sumber: Pengolahan Data)

#### 4.1.14. Penentuan *Allowance* dan *Takt Time*

Setiap aktivitas pekerjaan yang dilakukan perlu diberikan *allowance*. *Allowance* merupakan waktu yang dibutuhkan operator untuk melakukan aktivitas yang dapat memenuhi kebutuhan pribadi, menghilangkan rasa lelah, dan hambatan-hambatan lain yang tidak dapat dihindarkan. Penetapan besaran nilai *allowance* didasarkan pada pekerjaan yang dilakukan dan kondisi lingkungan kerjanya. penentuan *allowance* ini dibagi menjadi tiga jenis, yaitu *personal allowance*, *fatigue allowance*, dan *delay allowance*. *Personal allowance* ditujukan agar operator dapat melakukan kebutuhan personal, misalnya saja minum, ke toilet, dll. *Fatigue allowance* merupakan jenis *allowance* yang ditujukan untuk operator beristirahat melepaskan lelah di luar istirahat yang telah ditentukan perusahaan. *Delay allowance* ditujukan untuk hal-hal yang dapat menyebabkan *delay* seperti *breakdown*, *repair*, dan pergantian alat. *Allowance* dan *takt time* yang diberikan PT Kayaba terhadap pekerja adalah 9% untuk *allowance* dan 15 detik untuk *takt time*

## 4.2. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan untuk menghitung total dan rata-rata waktu siklus, uji kecukupan data, perhitungan dan penentuan nilai *rating factor* yang akan digunakan, perhitungan waktu normal, penentuan nilai *allowance* yang akan digunakan, perhitungan waktu standar, perhitungan *takt time*, perhitungan efisiensi kebutuhan tenaga kerja, *balance delay*, *idle time*, dan perhitungan beban kerja operator.

### 4.2.1. Perhitungan Rata-Rata Waktu Siklus

Setelah melakukan pengukuran data waktu siklus operator per elemen kerja, tahap selanjutnya adalah menghitung total dan rata-rata waktu tersebut. Untuk menghitung total waktu siklus, data yang terkumpul harus dijumlahkan untuk mendapatkan total waktu siklus operator. Untuk menghitung rata-rata waktu siklus, data total waktu siklus yang telah didapatkan dibagi dengan jumlah data yang dikumpulkan. Tahap ini merupakan tahap yang penting karena pada tahap ini merupakan tahap untuk mencapai ke tahap selanjutnya. Dengan adanya perhitungan ini, maka dapat diketahui rata-rata waktu siklus dari seluruh pengamatan yang telah dilakukan. Untuk lebih jelasnya perhitungan total dan rata-rata waktu siklus operator 1 dapat dilihat pada Tabel 4.28.

Tabel 4.28 Rekapitulasi Perhitungan Waktu Siklus (detik)

OP 1	Waktu Pengukuran					Rata-rata Sub Grup
Sub grup	Menunggu <i>supplay cylinder complete</i>					
	Pengamatan Ke-X					
	X1	X2	X3	X4	X5	
1	1,50	2,00	2,00	2,17	2,00	1,93
2	1,78	1,87	2,11	2,00	2,00	1,95
3	2,00	2,00	2,00	2,21	2,00	2,04
4	1,80	2,12	2,16	2,00	2,15	2,05
5	2,14	2,00	2,00	2,00	2,12	2,05
6	1,83	1,78	2,15	2,10	2,00	1,97
Total Waktu Siklus						12,00
Rata-rata Waktu Siklus						2,00

(Sumber: Pengolahan Data)

$$\bar{x} = \frac{\sum \bar{x}_i}{N} = \frac{12,00}{6} = 2 \text{ detik} \dots\dots\dots(2,6)$$

Keterangan:

$\bar{x}_i$  = Rata-rata sub grup                       $\bar{x}$  = Rata-rata waktu siklus  
 $\sum \bar{x}_i$  = Jumlah rata-rata sub grup      N = Jumlah pengukuran (sub grup)

Perhitungan waktu siklus untuk seluruh elemen kerja dapat dihitung dengan cara yang sama. Perhitungan detail untuk elemen kerja lainnya dapat dilihat pada Lampiran A. Rekapitulasi semua rata-rata waktu siklus elemen kerja dapat dilihat pada Tabel 4.29.

Tabel 4.29 Rekapitulasi Waktu Siklus Operator *Line Front Fork* 1

OP	PROSES	ELEMEN KERJA	WS (detik)
1	<i>Cylinder Inserting</i>	Menunggu <i>Supplay Cylinder Comp</i>	2,00
		Mengambil 2 <i>Inner Tube</i> letakkan pada jig mesin	2,67
		Mengambil 2 <i>Cylinder complete</i>	3,07
		Memasukkan 1 <i>Cylinder complete</i> ke dalam <i>Inner Tube</i>	3,26
		Memasukkan 1 <i>Cylinder complete</i> ke dalam <i>Inner Tube</i>	3,05
2	<i>Inner Tube Caulking</i>	Mengambil <i>Inner Tube</i> dengan tangan kanan dari <i>WIP</i>	2,24
		Meletakkan <i>Inner Tube</i> ke mesin <i>caulking</i>	1,03
		Menekan kedua tombol	0,86
		Memeriksa <i>Inner Tube</i> & letakkan pada <i>WIP</i> setelah <i>caulking</i>	2,70
		Mengambil <i>Inner Tube</i> dengan tangan kanan dari <i>WIP</i>	1,07
		Meletakkan <i>Inner Tube</i> ke mesin <i>caulking</i>	1,57
		Menekan kedua tombol	0,82
3	<i>Tightening Damper</i>	Mengambil <i>Oil Seal</i> dengan kedua tangan	1,01
		Melakukan proses <i>oil seal grease</i> secara bergantian dengan kedua tangan & masukkan pada <i>Inner Tube Complete</i>	3,09
		Mengambil 2 <i>Outer Tube</i> dengan kedua tangan & masukkan pada <i>Inner Tube Complete</i>	2,26
		Mengambil <i>Damper Assy</i> dengan kedua tangan & letakkan pada mesin <i>tightening</i>	3,12
		Mengambil 2 <i>Bolt</i> & masukkan pada <i>Damper Assy</i>	2,30
		Menekan tombol <i>start</i>	1,06

(Sumber: Pengolahan Data)

Lanjut...

Tabel. 4.29 Rekapitulasi Waktu Siklus Operator *Line Front Fork* 1 (Lanjutan)

OP	PROSES	ELEMEN KERJA	WS (Detik)
4	<i>Oil Seal Press, Seal Ring Inserting</i>	Meletakkan 2 <i>Damper Assy</i> pada jig mesin <i>oil seal press</i>	1,10
		Mengambil <i>Seal Ring</i> dengan tangan kanan	1,13
		Memegang <i>Damper Assy L</i> di tangan kiri & masukkan <i>Seal Ring</i>	3,18
		Mengambil <i>Seal Ring</i> dengan tangan kanan	1,03
		Memegang <i>Damper Assy R</i> di tangan kiri & masukkan <i>Seal Ring</i>	3,13
		Menunggu 2 <i>Damper Assy</i> dari mesin <i>tightening</i> dengan kedua tangan	2,04
5	<i>Dust Seal Press, Leakage Tester</i>	Mengambil 2 <i>Dust Seal</i> & masukkan pada <i>Damper Assy</i> di <i>WIP</i>	3,75
		Mengambil 2 <i>Damper Assy</i> & letakkan pada mesin <i>dust seal press</i>	2,21
		Mengambil 2 <i>Damper Assy</i> & letakkan pada mesin <i>leakage tester</i>	3,13
		Menginjak <i>foot switch</i>	1,06
6	<i>Oil Filing</i>	Mengambil 2 <i>Damper Assy</i> dari mesin <i>leakage tester</i>	2,48
		Meletakkan <i>Damper Assy</i> ke mesin <i>oil filling</i>	3,21
		Mengambil 2 <i>Spring</i> & letakkan pada jig <i>inserting spring</i>	3,45
		Melakukan proses <i>visual check</i>	3,16
7	<i>Cap Pres &amp; C-Pin Instering</i>	Mengambil 2 <i>Damper Assy</i> dari mesin <i>oil filling</i> & letakkan pada mesin <i>Cap 1</i>	1,15
		Menginjak <i>foot switch</i> mesin <i>Cap 1</i>	1,10
		Mengambil 2 <i>Cap</i> & masukkan pada jig <i>gripper</i> mesin <i>Cap 1</i>	1,15
		Menekan kedua tombol <i>push button</i>	1,10
		Mengambil 2 <i>C-pin</i> & letakkan pada jig mesin <i>Cap 2</i>	1,10
		Menginjak <i>foot switch</i> Mesin <i>Cap 2</i> & pegang <i>Damper</i> , letakkan pada <i>shutter</i>	1,13
		Mengambil 2 <i>Damper</i> dari mesin <i>oil filling</i> & letakkan pada mesin <i>Cap 2</i>	1,15
		Menginjak <i>foot switch</i> mesin <i>Cap 2</i>	1,27
		Mengambil 2 <i>Cap</i> & masukkan pada jig <i>gripper</i> mesin <i>Cap 2</i>	1,14
		Menekan kedua tombol <i>push button</i>	1,27
		Mengambil 2 <i>C-pin</i> & letakkan pada jig mesin <i>Cap 1</i>	1,32
		Menginjak <i>foot switch</i> mesin <i>Cap 2</i> & pegang <i>Damper</i> , letakkan pada <i>shutter</i>	1,30
8	<i>Instering Damper, Bolt, Washer &amp; Stay Damper</i>	Mengambil 2 <i>Damper</i> dari <i>shutter</i>	2,61
		Memasukan 2 <i>damper</i> pada <i>Under Bracket Complet (UBC)</i>	4,86
		Mengambil 2 <i>bolt</i> & masukkan pada <i>UBC</i>	2,57
		Mengambil 2 <i>washer</i> dengan tangan kiri & 2 <i>bolt</i> & masukkan pada <i>UBC</i>	2,58

(Sumber: Pengolahan Data)

Lanjut....

Tabel. 4.29 Rekapitulasi Waktu Siklus Operator *Line Front Fork 1* (Lanjutan)

OP	PROSES	ELEMEN KERJA	WS (Detik)
9	<i>Tightening Torque Bolt Bracket</i>	Mengambil 2 <i>Damper</i> dari <i>shutter</i>	4,26
		<i>Positioning Cap &amp; tightening bolt</i> atas & bawah	4,21
		Mengambil <i>axle jig</i> & lakukan pengecekan, kembalikan <i>tool</i> pada tempatnya	3,09
10	<i>Konfirmasi Tightening Torque Bolt</i>	Mengonfirmasi <i>tightening bolt</i> atas bawah damper <i>R</i>	5,10
		Mengonfirmasi <i>tightening bolt</i> atas bawah Damper <i>L</i>	5,11
		Marking <i>bolt</i> dengan tangan kanan	2,10
11	<i>Function Tester</i>	Mengambil FF Assembly dari <i>conveyor</i>	2,10
		Melakukan proses <i>function check</i> damper <i>R</i>	2,50
		Melakukan proses <i>function check</i> damper <i>L</i>	2,49
		Meletakkan pada pallet	4,10
12	<i>Ball Receptor</i>	Mengambil UBC dari wagon	3,10
		Mengambil <i>Ball Race</i> & masukkan pada UBC	1,10
		Mengambil UBC dari jig mesin	2,09
		Memindahkan UBC ke tangan kiri & lakukan proses <i>greasing steering shaft</i>	2,11
		Meletakkan pada jig ragum di <i>conveyor</i>	2,42
13	<i>Cylinder Complete</i>	Mengambil <i>cylinder</i> dari <i>box</i> & inserting <i>piston ring</i>	3,18
		Memasukan <i>cylinder</i> ke <i>tray</i>	0,87
		Mengambil <i>sub spring</i> & masukan ke <i>cylinder</i>	1,03
		Mengambil <i>washer</i> & masukan ke <i>cylinder</i>	0,93
		Mengambil Ambil <i>valve</i> & masukan ke <i>cylinder</i>	0,97
		Mengambil <i>spacer valve</i> & masukan ke <i>cylinder</i>	1,05
		Mengambil <i>washer</i> & masukan ke <i>cylinder</i>	0,98
		Merapihkan <i>cylinder complete</i>	5,25

(Sumber: Pengolahan Data)

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

Waktu normal dihitung untuk setiap elemen kerja diperoleh dengan cara mengalikan waktu siklus yang diperoleh dengan faktor penyesuaian (*rating factors*). Waktu siklus diperoleh dari menjumlahkan waktu elemen kerja yang ada pada tiap elemen kerja, sehingga waktu normal elemen kerja dapat dihitung berdasarkan rumus yang ada dibawah ini.

$$W_n = W_s (1 + \text{Rating Factors}) \dots\dots\dots(2,7)$$

$$W_n = 14,05 (1 + 0,11)$$

$$W_n = 15,60 \text{ detik}$$

#### 4.2.3. Perhitungan Waktu Standar (Wst)

Waktu standar dihitung dengan cara mengalikan waktu normal (Wn) dengan faktor kelonggaran (*allowance*) kemudian ditambahkan kembali dengan waktu normal (Wn) yang telah ditentukan sebelumnya.

$$W_{st} = W_n (\% \text{ Allowance}) \dots\dots\dots(2,8)$$

$$W_{st} = 15,60 (9\%)$$

$$W_{st} = 17,00 \text{ detik}$$

Berdasarkan keterangan faktor kelonggaran yang telah ditentukan, maka dapat diperoleh waktu standar dari masing-masing elemen kerja.

Tabel. 4.30 Rekapitulasi Waktu Normal dan Waktu Standar *Line FF 1*

OP	ELEMEN KERJA	WS (detik)	RF	WN (detik)	A (%)	Wst (detik)
1	Menunggu <i>Supplay Cylinder Complete</i>	14,05	1,11	15,60	9%	17,00
	Mengambil 2 <i>Inner Tube</i> letakkan pada jig mesin					
	Mengambil 2 <i>Cylinder complete</i>					
	Memasukkan 1 <i>Cylinder complete</i> ke dalam <i>Inner Tube</i>					
	Memasukkan 1 <i>Cylinder complete</i> ke dalam <i>Inner Tube</i>					
2	Mengambil <i>Inner Tube</i> dengan tangan kanan dari <i>WIP</i>	10,28	1,13	11,62	9%	12,66
	Meletakan <i>Inner Tube</i> ke mesin <i>caulking</i>					
	Menekan kedua tombol					
	Memeriksa <i>Inner Tube</i> & letakkan pada <i>WIP</i> setelah <i>caulking</i>					
	Mengambil <i>Inner Tube</i> dengan tangan kanan dari <i>WIP</i>					
	Meletakan <i>Inner Tube</i> ke mesin <i>caulking</i>					
	Menekan kedua tombol					

(Sumber: Pengolahan Data)

Lanjut...



Tabel. 4.30 Rekapitulasi Waktu Normal dan Waktu Standar *Line FF 1* (Lanjutan)

OP	ELEMEN KERJA	WS (detik)	RF	WN (detik)	A (%)	Wst (detik)
3	Mengambil <i>Oil Seal</i> dengan kedua tangan	12,86	1,19	15,30	9%	16,68
	Melakukan proses <i>oil seal grease</i> secara bergantian dengan kedua tangan & masukkan pada <i>Inner Tube Complete</i>					
	Mengambil 2 <i>Outer Tube</i> dengan kedua tangan & masukkan pada <i>Inner Tube Complete</i>					
	Mengambil <i>Damper Assy</i> dengan kedua tangan & letakkan pada mesin <i>tightening</i>					
	Mengambil 2 <i>Bolt</i> & masukkan pada <i>Damper Assy</i>					
	Menekan tombol <i>start</i>					
4	Meletakkan 2 <i>Damper Assy</i> pada jig mesin <i>oil seal press</i>	11,60	1,08	12,53	9%	13,66
	Mengambil <i>Seal Ring</i> dengan tangan kanan					
	Memegang <i>Damper Assy L</i> di tangan kiri & masukkan <i>Seal Ring</i> letakkan ke <i>WIP</i>					
	Mengambil <i>Seal Ring</i> dengan tangan kanan					
	Memegang <i>Damper Assy R</i> di tangan kiri & masukkan <i>Seal Ring</i> letakkan pada <i>WIP</i>					
	Menunggu 2 <i>Damper Assy</i> dari mesin <i>tightening</i> dengan kedua tangan					
5	Mengambil 2 <i>Dust Seal</i> & masukkan pada <i>Damper Assy</i> di <i>WIP</i>	10,14	1,08	10,95	9%	11,94
	Mengambil 2 <i>Damper Assy</i> & letakkan pada mesin <i>dust seal press</i>					
	Mengambil 2 <i>Damper Assy</i> & letakkan pada mesin <i>leakage tester</i>					
	Menginjak <i>foot switch</i>					
6 7	Mengambil 2 <i>Damper Assy</i> dari mesin <i>leakage tester</i>	12,30	1,16	14,27	9%	15,56
	Meletakkan <i>Damper Assy</i> ke mesin <i>oil filling</i>					
	Mengambil 2 <i>Spring</i> & letakkan pada jig <i>inserting spring</i>					
	Melakukan proses <i>visual check</i>					
	Mengambil 2 <i>Damper Assy</i> dari mesin <i>oil filling</i> & letakkan pada mesin <i>Cap 1</i>	14,18	1,08	15,31	9%	16,69
	Menginjak <i>foot switch</i> mesin <i>Cap 1</i>					
	Mengambil 2 <i>Cap</i> & masukkan pada jig <i>gripper</i> mesin <i>Cap 1</i>					
	Menekan kedua tombol <i>push button</i>					
	Mengambil 2 <i>C-pin</i> & letakkan pada jig mesin <i>Cap 2</i>					
	Menginjak <i>foot switch</i> Mesin <i>Cap 2</i> & pegang <i>Damper</i> , letakkan pada <i>shutter</i>					
	Mengambil 2 <i>Damper</i> dari mesin <i>oil filling</i> & letakkan pada mesin <i>Cap 2</i>					
	Menginjak <i>foot switch</i> mesin <i>Cap 2</i>					
	Mengambil 2 <i>Cap</i> & masukkan pada jig <i>gripper</i> mesin <i>Cap 2</i>					
	Menekan kedua tombol <i>push button</i>					
	Mengambil 2 <i>C-pin</i> & letakkan pada jig mesin <i>Cap 1</i>					
	Menginjak <i>foot switch</i> mesin <i>Cap 2</i> & pegang <i>Damper</i> , letakkan pada <i>shutter</i>					

Sumber: Pengolahan Data)

Lanjut...

Tabel. 4.30 Rekapitulasi Waktu Normal dan Waktu Standar *Line FF 1* (Lanjutan)

OP	ELEMEN KERJA	WS (detik)	RF	WN (detik)	A (%)	Wst (detik)
8	Mengambil 2 <i>Damper</i> dari <i>shutter</i>	12,62	1,18	14,89	9%	16,23
	Memasukan 2 damper pada <i>Under Bracket Complet (UBC)</i>					
	Mengambil 2 <i>bolt</i> & masukkan pada <i>UBC</i>					
	Mengambil 2 <i>washer</i> dengan tangan kiri & 2 <i>bolt</i> & masukkan pada <i>UBC</i>					
9	Mengambil 2 <i>Damper</i> dari <i>shutter</i>	11,56	1,14	13,18	9%	14,37
	<i>Positioning Cap &amp; tightening bolt</i> atas & bawah					
	Mengambil <i>axle</i> jig & lakukan pengecekan, kembalikan <i>tool</i> pada tempatnya					
10	Mengonfirmasi <i>tightening bolt</i> atas bawah damper <i>R</i>	12,31	1,18	14,53	9%	15,84
	Mengonfirmasi <i>tightening bolt</i> atas bawah Damper <i>L</i>					
	Marking <i>bolt</i> dengan tangan kanan					
11	Mengambil <i>FF Assembly</i> dari <i>conveyor</i>	11,20	1,19	13,33	9%	14,52
	Melakukan proses <i>function check</i> damper <i>R</i>					
	Melakukan proses <i>function check</i> damper <i>L</i>					
	Meletakkan pada <i>pallet</i>					
12	Mengambil <i>UBC</i> dari <i>wagon</i>	8,39	1,14	9,57	9%	10,43
	Mengambil <i>Ball Race</i> & masukkan pada <i>UBC</i>					
	Mengambil <i>UBC</i> dari <i>jig</i> mesin					
	Memindahkan <i>UBC</i> ke tangan kiri & lakukan proses <i>greasing steering shaft</i>					
	Meletakkan pada <i>jig</i> ragum di <i>conveyor</i>					
13	Mengambil <i>cylinder</i> dari <i>box</i> & inserting <i>piston ring</i>	14,26	1,08	15,40	9%	16,79
	Memasukan <i>cylinder</i> ke <i>tray</i>					
	Mengambil <i>sub spring</i> & masukan ke <i>cylinder</i>					
	Mengambil <i>washer</i> & masukan ke <i>cylinder</i>					
	Mengambil <i>Ambil valve</i> & masukan ke <i>cylinder</i>					
	Mengambil <i>spacer valve</i> & masukan ke <i>cylinder</i>					
	Mengambil <i>washer</i> & masukan ke <i>cylinder</i>					
	Merapihkan <i>cylinder</i> complete					

Sumber: Pengolahan Data)

Lanjut...

#### 4.2.4. Perhitungan Kebutuhan Tenaga Kerja

Dimulai dengan menjalankan langkah pertama, yaitu nilai *takt time* (TT) yang sudah ada pada perusahaan dengan nilai TT sebesar 15 detik/unit dan pembagian total waktu standar sebesar 155,76 detik.

Setelah didapatkan nilai *takt time* dan total waktu standar, langkah selanjutnya adalah menghitung jumlah kebutuhan tenaga kerja, dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Jumlah Kebutuhan Tenaga Kerja (TK)} = \frac{\text{Total Waktu Siklus}}{\text{TT}} \dots\dots\dots(2,3)$$

$$\text{Jumlah Kebutuhan Tenaga Kerja (TK)} = \frac{155,76 \text{ detik}}{15 \text{ detik /unit}} = 10,38 \approx 11 \text{ operator}$$

Jumlah kebutuhan tenaga kerja yang telah dihitung diatas bukanlah sebuah perhitungan yang mutlak hasilnya hingga sampai dipaksakan dalam implementasinya, namun hasil perhitungan tersebut dapat digunakan sebagai acuan dalam mendistribusikan elemen-elemen kerja masing-masing operator. Untuk menghitung *idle time* operator dan efisiensi operator sebelum menggunakan pendekatan *yamazumi chart* dapat dihitung dengan cara:

$$\text{Idle Time Operator} = \text{TT} - \text{Waktu Siklus} \dots\dots\dots(2,1)$$

$$\text{Idle Time Operator 1} = 15 \text{ detik} - 14,05 \text{ detik}$$

$$\text{Idle Time Operator 1} = 0,95 \text{ detik}$$

$$\text{Efisiensi Operator 1} = \frac{\text{Waktu Siklus}}{\text{TT}} \times 100\% \dots\dots\dots(2,4)$$

$$\text{Efisiensi Operator 1} = \frac{14,05}{15} \times 100\%$$

$$\text{Efisiensi Operator 1} = 94\%$$

Tabel 4.31. Rekapitulasi *Takt Time*, *Idle Time* dan Efisiensi Operator

OP	ELEMEN KERJA	WS (detik)	TT (detik)	IDLE TIME (detik)	EFF OP (detik)
1	Menunggu <i>Supply Cylinder Comp</i>	14,05	15,00	0,95	94%
	Ambil 2 <i>Inner Tube</i> letakkan pada jig mesin				
	Ambil 2 <i>Cylinder complete</i>				
	Masukkan 1 <i>Cylinder complete</i> ke dalam <i>Inner Tube</i>				
	Masukkan 1 <i>Cylinder complete</i> ke dalam <i>Inner Tube</i>				
2	Ambil <i>Inner Tube</i> dengan tangan kanan dari WIP	10,28	15,00	4,72	69%
	Letakan <i>Inner Tube</i> ke mesin <i>caulking</i>				
	Tekan kedua tombol				
	Check <i>Inner Tube</i> & letakkan pada WIP setelah <i>caulking</i>				
	Ambil <i>Inner Tube</i> dengan tangan kanan dari WIP				
	Letakan <i>Inner Tube</i> ke mesin <i>caulking</i>				
3	Tekan kedua tombol	12,86	15,00	2,14	86%
	Ambil <i>Oil Seal</i> dengan kedua tangan				
	Lakukan proses <i>oil seal grease</i> secara bergantian dengan kedua tangan & masukkan pada <i>Inner Tube Complete</i>				
	Ambil 2 <i>Outer Tube</i> dengan kedua tangan & masukkan pada <i>Inner Tube Complete</i>				
	Ambil <i>Damper Assy</i> dengan kedua tangan & letakkan pada mesin <i>tightening</i>				
	Ambil 2 <i>Bolt</i> & masukkan pada <i>Damper Assy</i>				
4	Tekan tombol <i>start</i>	11,60	15,00	11,60	77%
	Letakkan 2 <i>Damper Assy</i> pada jig mesin <i>oil seal press</i>				
	Ambil <i>Seal Ring</i> dengan tangan kanan				
	<i>Damper Assy L</i> di tangan kiri & masukkan <i>Seal Ring</i> letakkan ke WIP				
	Ambil <i>Seal Ring</i> dengan tangan kanan				
	<i>Damper Assy R</i> di tangan kiri & masukkan <i>Seal Ring</i> letakkan pada WIP				
5	Menunggu 2 <i>Damper Assy</i> dari mesin <i>tightening</i> dengan kedua tangan	10,14	15,00	4,86	68%
	Ambil 2 <i>Dust Seal</i> & masukkan pada <i>Damper Assy</i> di WIP				
	Ambil 2 <i>Damper Assy</i> & letakkan pada mesin <i>dust seal press</i>				
	Ambil 2 <i>Damper Assy</i> & letakkan pada mesin <i>leakage tester</i>				
	Injak <i>foot switch</i>				

(Sumber: Pengolahan Data)

Lanjut...

Tabel 4.31. Rekapitulasi *Takt Time*, *Idle Time* dan Efisiensi Operator (Lanjutan)

OP	ELEMEN KERJA	WS (detik)	TT (detik)	IDLE TIME (detik)	EFF OP (detik)
6	Ambil 2 Damper Assy dari mesin <i>leakage tester</i>	12,30	15,00	2,70	82%
	Letakkan <i>Damper Assy</i> ke mesin <i>oil filling</i>				
	Ambil 2 <i>Spring</i> & letakkan pada jig <i>inserting spring</i>				
	Lakukan proses <i>visual check</i>				
7	Ambil 2 <i>Damper Assy</i> dari mesin <i>oil filling</i> & letakkan pada mesin <i>Cap 1</i>	14,18	15,00	0,82	95%
	Injak <i>foot switch</i> mesin <i>Cap 1</i>				
	Ambil 2 <i>Cap</i> & masukkan pada jig <i>gripper</i> mesin <i>Cap 1</i>				
	Tekan kedua tombol <i>push button</i>				
	ambil 2 <i>C-pin</i> & letakkan pada jig mesin <i>Cap 2</i>				
	Injak <i>foot switch</i> Mesin <i>Cap 2</i> & pegang <i>Damper</i> , letakkan pada <i>shutter</i>				
	Ambil 2 <i>Damper</i> dari mesin <i>oil filling</i> & letakkan pada mesin <i>Cap 2</i>				
	Injak <i>foot switch</i> mesin <i>Cap 2</i>				
	Ambil 2 <i>Cap</i> & masukkan pada jig <i>gripper</i> mesin <i>Cap 2</i>				
	Tekan kedua tombol <i>push button</i>				
	ambil 2 <i>C-pin</i> & letakkan pada jig mesin <i>Cap 1</i>				
	Injak <i>foot switch</i> mesin <i>Cap 2</i> & pegang <i>Damper</i> , letakkan pada <i>shutter</i>				
8	Ambil 2 <i>Damper</i> dari <i>shutter</i>	12,62	15,00	2,38	84%
	Masukkan 2 damper pada <i>Under Bracket Complet (UBC)</i>				
	Ambil 2 <i>bolt</i> & masukkan pada <i>UBC</i>				
	Ambil 2 <i>washer</i> dengan tangan kiri & 2 <i>bolt</i> & masukkan pada <i>UBC</i>				
9	Ambil 2 <i>Damper</i> dari <i>shutter</i>	11,56	15,00	3,44	77%
	<i>Positioning Cap</i> & <i>tightening bolt</i> atas & bawah				
	Ambil <i>axle</i> jig & lakukan pengecekan, kembalikan <i>tool</i> pada tempatnya				
10	Konfirmasi <i>tightening bolt</i> atas bawah damper <i>R</i>	12,31	15,00	2,69	82%
	Konfirmasi <i>tightening bolt</i> atas bawah Damper <i>L</i>				
	Marking <i>bolt</i> dengan tangan kanan				
11	Ambil <i>FF Assy</i> dari <i>conveyor</i>	11,20	15,00	3,80	75%
	lakukan proses <i>function check</i> damper <i>R</i>				
	lakukan proses <i>function check</i> damper <i>L</i>				
	Letakkan pada pallet				

(Sumber: Pengolahan Data)

Lanjut...

Tabel 4.31. Rekapitulasi *Takt Time*, *Idle Time* dan Efisiensi Operator (Lanjutan)

OP	ELEMEN KERJA	WS (detik)	TT (detik)	IDLE TIME (detik)	EFF OP (detik)
12	Ambil <i>UBC</i> dari wagon	8,39	15,00	6,61	56%
	Ambil <i>Ball Race</i> & masukkan pada <i>UBC</i>				
	Ambil <i>UBC</i> dari jig mesin				
	Pindahkan <i>UBC</i> ke tangan kiri & lakukan proses <i>greasing steering shaft</i>				
	Letakkan pada jig ragam di <i>conveyor</i>				
13	Ambil <i>cylinder</i> dari <i>box</i> & inserting <i>piston ring</i>	14,26	15,00	0,74	95%
	Masukan <i>cylinder</i> ke <i>tray</i>				
	Ambil <i>sub spring</i> & masukan ke <i>cylinder</i>				
	Ambil <i>washer</i> & masukan ke <i>cylinder</i>				
	Ambil <i>valve</i> & masukan ke <i>cylinder</i>				
	Ambil <i>spacer valve</i> & masukan ke <i>cylinder</i>				
	Ambil <i>washer</i> & masukan ke <i>cylinder</i>				
	Merapihkan <i>cylinder</i> complete				

(Sumber: Pengolahan Data)

Tabel 4.31 adalah perhitungan *idle time* dan efisiensi setiap operator diatas dapat dihitung dengan cara yang sama.. Apabila efisiensi operator di atas 100%, maka operator bekerja melebihi batas kenormalan.

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, diketahui total waktu standar pada *line front fork 1* sebesar 155,76 detik k. Sehingga efisiensi lini dan *balance delay* kondisi awal dapat dihitung sebagai berikut:

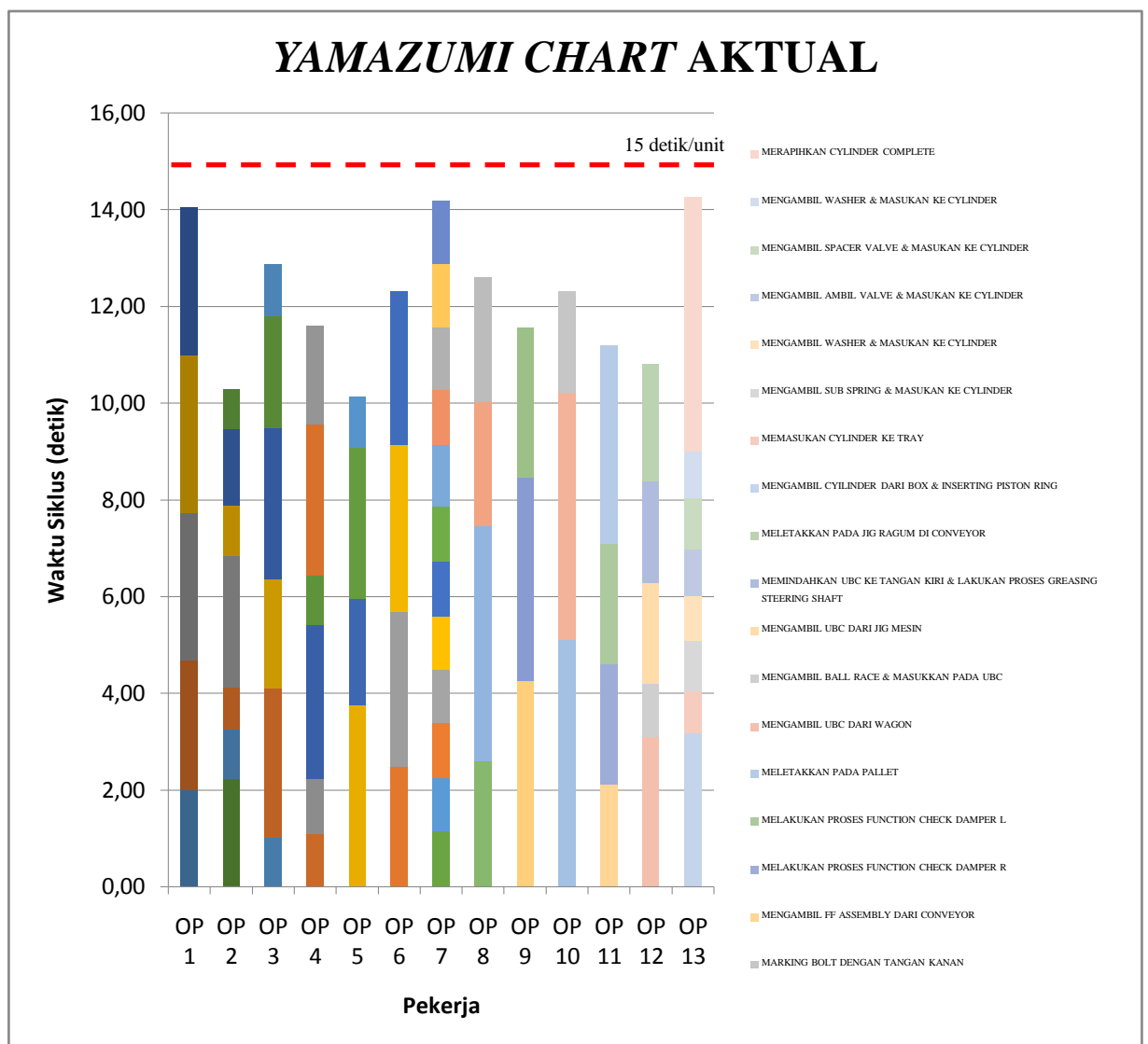
$$\begin{aligned} \text{Efisiensi Lini} &= \frac{\sum \text{Waktu Siklus}}{\sum \text{MP} \times \text{TT}} \times 100\% \dots \dots \dots (2,5) \\ \text{Efisiensi Lini} &= \frac{155,76}{13 \times 15} \times 100\% \\ \text{Efisiensi Lini} &= 80 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balance Delay (D)} &= \frac{n.C - \sum t_i}{(n.C)} \times 100\% \dots \dots \dots (2,2) \\ \text{Balance Delay (D)} &= \frac{(13 \times 14,26) - 155,76}{(13 \times 14,26)} \times 100\% \\ \text{Balance Delay (D)} &= 16 \% \end{aligned}$$

#### 4.2.3. Yamazumi Chart kondisi Awal

Perhitungan beban kerja operator dimaksudkan untuk melihat keseluruhan beban kerja operator yang hasilnya digunakan untuk dan operator yang beban kerjanya sangat rendah atau waktu menganggur paling tinggi. Perhitungan beban kerja operator dapat dihitung dengan membandingkan waktu standar operator dengan *takt time* yang telah ditentukan.

Untuk lebih jelasnya keseluruhan beban kerja operator *line front fork 1* dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7. Yamazumi Chart Aktual Line Front Fork 1

## BAB V

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Analisis *Idle Time* dan Efisiensi Operator Kondisi Awal

*Idle time* didapat dari *takt time* dikurang dengan waktu standar masing-masing operator dan efisiensi diperoleh dari waktu standar masing-masing operator dibagi dengan *takt time* dikali 100%. Berdasarkan hasil pengolahan data untuk perhitungan *idle time*, waktu standar, *takt time*, dan efisiensi pada masing-masing operator adalah sebagai berikut:

1. Operator *cylinder inserting* (OP 1)

*Idle time* sebesar -2,19 detik, waktu standar 20,35 detik, *takt time* 18,16 detik, *Idle time* yang hasilnya negatif (-) menandakan operator tidak memiliki *idle time*, melainkan OP 1 memiliki beban kerja yang berlebih sehingga membutuhkan *over time* sebanyak -2,19 detik/*cykel* untuk menggu *supplay* barang.

2. Operator *inner tube caulking* (OP 2)

*Idle time* sebesar 5,50 detik, waktu standar 12,66 detik, *takt time* 18,16 detik, dan efisiensi 70%

3. Operator *tightening damper* (OP 3)

*Idle time* sebesar 1,48 detik, waktu standar 16,68 detik, *takt time* 18,16 detik, dan efisiensi 92%

4. Operator *oil seal press dan seal ring inserting* (OP 4)

*Idle time* sebesar 4,50 detik, waktu standar 13,66 detik, *takt time* 18,16 detik, dan efisiensi 75%

5. Operator *dust seal press, leakage tester* (OP 5)

*Idle time* sebesar 6,22 detik, waktu standar 11,94 detik, *takt time* 18,16 detik, dan efisiensi 66%

6. Operator *oil filling* (OP 6)

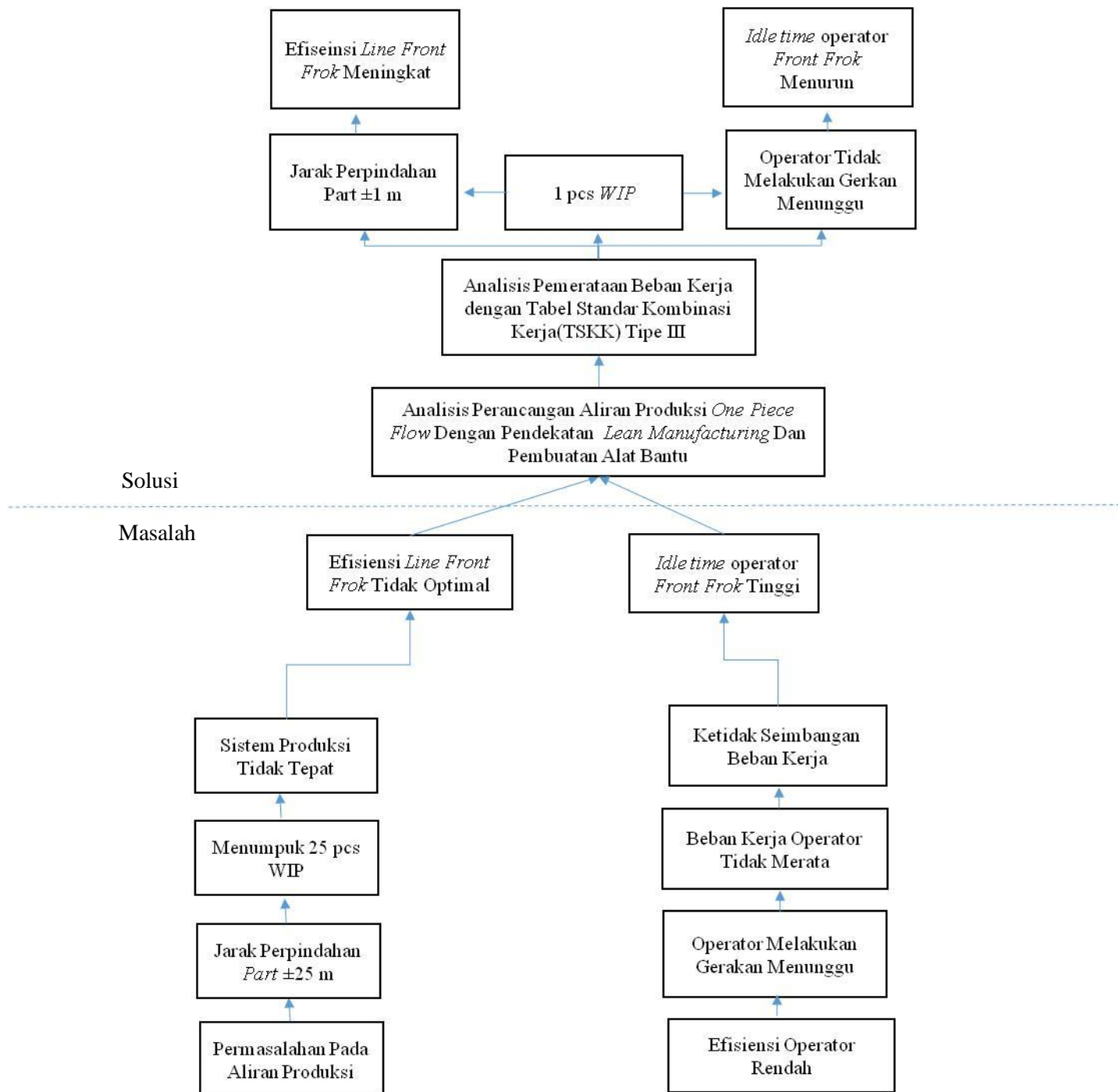
*Idle time* sebesar 2,60 detik, waktu standar 15,56 detik, *takt time* 18,16 detik, dan efisiensi 86%.



7. Operator *cap press &c-pin inserting* (OP 7)  
*Idle time* sebesar 1,47 detik, waktu standar 16,69 detik, *takt time* 18,16 detik, dan efisiensi 92%.
8. Operator *instering damper, bolt, washer & stay damper* (OP 8)  
*Idle time* sebesar 1,93 detik, waktu standar 16,23 detik, *takt time* 18,16 detik, dan efisiensi 89%.
9. Operator *tightening torque bolt bracket inserting* (OP 9)  
*Idle time* sebesar 3,79 detik, waktu standar 14,37 detik, *takt time* 18,16 detik, dan efisiensi 79%.
10. Operator *Konfirmasi Tightening Torque Bolt* (OP 10)  
*Idle time* sebesar 2,32 detik, waktu standar 15,84 detik, *takt time* 18,16 detik, dan efisiensi 87%.
11. Operator *Function Tester* (OP 11)  
*Idle time* sebesar 3,63 detik, waktu standar 14,52 detik, *takt time* 18,16 detik, dan efisiensi 80%.
12. Operator *ball race press* (OP 12)  
*Idle time* sebesar 7,73 detik, waktu standar 10,43 detik, *takt time* 18,16 detik, dan efisiensi 57%.
13. Operator *cylinder complete* (OP 13)  
*Idle time* sebesar 1,37 detik, waktu standar 16,79 detik, *takt time* 18,16 detik, dan efisiensi 92%.

## **5.2. Usulan Perbaikan**

Berdasarkan pembahasan tersebut, masing-masing operator diketahui memiliki beban kerja yang tidak seimbang. Untuk dapat mengetahui keterkaitan masalah beban kerja tidak seimbang dan aliran produksi yang tidak tepat, maka dibuatlah diagram keterkaitan masalah. Diagram tersebut dapat dilihat pada gambar 5.1.



Gambar. 5.1. Diagram Keterkaitan Masalah

Hasil dari diagram keterkaitan masalah tersebut menunjukan perlu dilakukannya perancangan aliran produksi menjadi *one piece flow* agar dapat menurunkan waktu *idle time* pada operator. Setelah melakukan perbaikan perlu adanya pemerataan beban kerja ulang pada *line* FF 1 untuk meningkatkan efisiensi *line*.

### **5.2.1. Analisis Perancangan Aliran Produksi *One Piece Flow* Dengan Pendekatan *Lean Manufacturing* Dan Pembuatan Alat Bantu.**

Permasalahan jarak perpindahan *part* dapat diselesaikan dengan relokasi operator yaitu mendekatkan OP 13 ke OP 1 masuk kedalam *close room* FF 1 serta pemindahan meja kerja untuk merakit *cylinder complete*, dan *part* lain seperti: *dust seal*, *ring*, *bolt*, *nut*, *cap*, *cap ring*, dan *oil seal* ke dalam *close room* FF 1, hal ini dilakukan untuk mempercepat pengiriman *part*, sehingga masalah penumpukan WIP yang disebabkan jarak pengiriman *part* dapat diselesaikan sehingga perancangan aliran produksi *one piece flow* dapat diterapkan.

Selain relokasi operator dan pemindahan meja kerja untuk merakit *cylinder complete*, dan *part* lain seperti: *dust seal*, *ring*, *bolt*, *nut*, *cap*, *cap ring*, dan *oil seal* ke dalam *close room* FF 1, maka perlu adanya pembuatan alat bantu produksi untuk OP 13 pada proses *cylinder complete* untuk mengubah pengiriman *part* dari per lot 25 *pcs* menjadi per 1 *pcs*. Pembuatan alat bantu ini diperlukan agar perancangan sistem produksi *one piece flow* dapat diterapkan pada FF1. Hal ini disebabkan karena kondisi aktual sebelum perbaikan jarak line SA ke FF 1 jauh sehingga pengiriman *part* menjadi per lot.

### **5.2.2 Pengukuran *Anthropometri* Operator**

Dalam pembuatan alat bantu aktivitas *cylinder complete* dan *cylinder instering*, dimensi rangka dan jangkauan ditentukan dengan menggunakan data *anthropometri* operator. Data antropometri yang diperlukan pada perancangan alat bantu meja *portable*, yaitu:

#### **1. Tinggi Siku Berdiri**

Tinggi siku berdiri diukur secara vertikal dari lantai hingga siku dalam keadaan posisi berdiri, fungsi untuk menentukan ketinggian meja *rotary cylinder*.

## 2. Jangkauan Tangan Kedepan

Jangkauan tangan ke depan diukur secara horisontal dari punggung sampai ujung jari tengah. Subjek berdiri tegak dengan betis, pantat dan punggung merapat ke dinding, tangan direntangkan horizontal ke depan, fungsi untuk menentukan panjang dan lebar meja *rotary cylinder*.

Data antropometri operator *line FF 1 cylinder complete* dan *cylinder inserting* yang diperoleh dalam tabel 5.1 keterangan tabel 5.1 sebagai berikut:

Tsb	: Tinggi siku berdiri
Jtd	: Jangkauan Tangan ke depan

Tabel 5.1 Data *anthropometri* operator *line FF 1*(mm)

Operator ke-	Data <i>anthropometri</i> yang diukur	
	Tsb	Jtd
13	1130	820
1	1050	760
$\bar{x}$	1090	790

(Sumber: Pengolahan Data)

### 5.2.3. Perhitungan Persentil Operator

Perhitungan persentil dilakukan untuk mendapatkan batas ukuran yang diperlukan. Persentil yang digunakan pada perancangan alat bantu ini adalah persentil 5, 50, dan 95. Persentil ini dapat dihitung berdasarkan rumus seperti pada Tabel 4.26. Contoh perhitungan persentil untuk tinggi siku berdiri sebagai berikut:

$P5 = 1090 - (1.645 \times 89,4) = 943 \text{ mm}$
$P50 = 1090 \text{ mm}$
$P95 = 1090 + (1.645 \times 89,4) = 1237 \text{ mm}$

$$P5 = 790 - (1.645 \times 67,0) = 679,8 \text{ mm}$$

$$P50 = 790 \text{ mm}$$

$$P95 = 790 + (1.645 \times 67,0) = 900,2 \text{ mm}$$

Tabel 5.2 Rekapitulasi Data *Anthropometri* operator *line* FF 1(mm)

Operator	Dimensi Tubuh	$\bar{x}$	$\sigma$	Persentil 5	Persentil 50	Persentil 95
13	Tsb	1090	89,4	943	1090	1237
1	Jtd	790	67,0	679,8	790	900,2

(Sumber: Pengolahan Data)

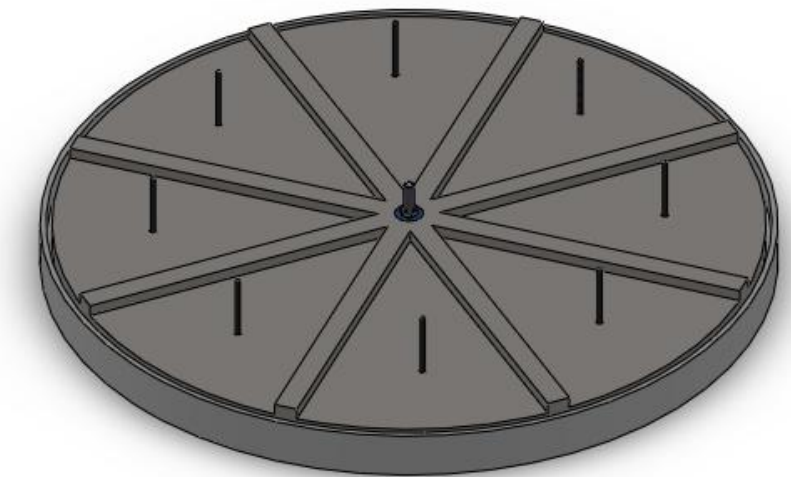
#### 5.2.4. Spesifikasi Meja *Rotary Cylinder*

Data antropometri yang dibutuhkan untuk menentukan ukuran tinggi meja *rotary cylinder* dari permukaan lantai adalah tinggi siku berdiri (Tsb) dengan persentil ke-50. Penggunaan persentil 50 dimaksudkan agar operator yang memiliki tinggi siku berdiri yang lebih pendek dapat menggunakan meja portable dengan nyaman dan operator yang memiliki tinggi siku berdiri lebih tinggi juga dapat menggunakan meja portable dengan mudah.

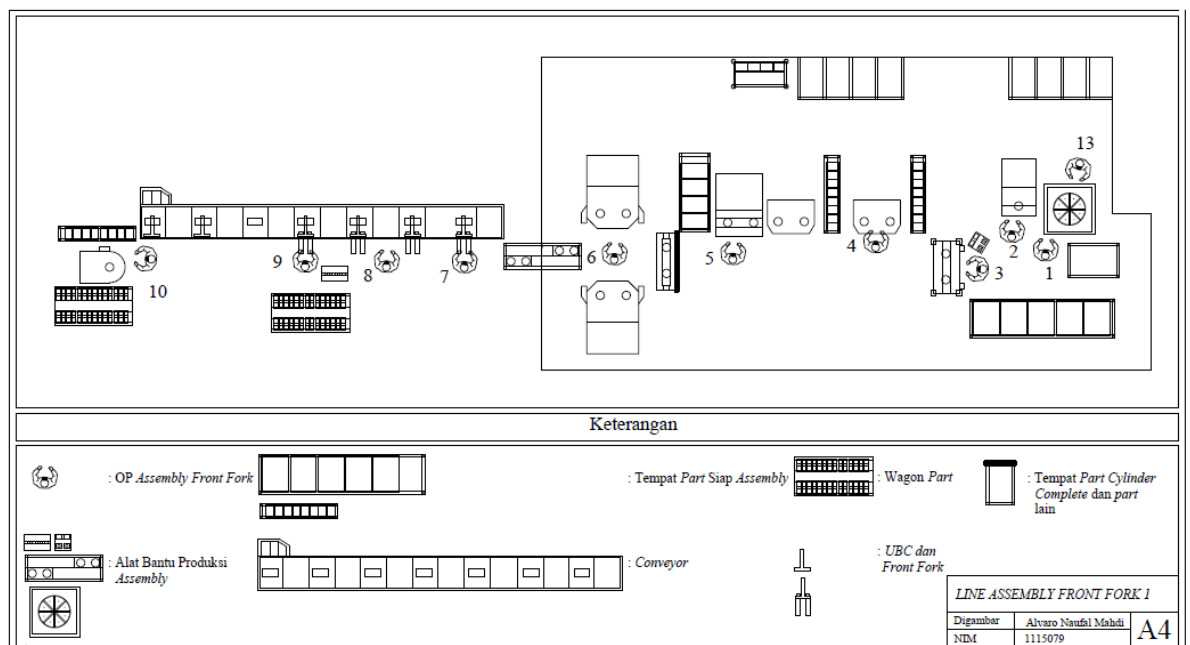
$$\begin{aligned} \text{Tinggi meja } \textit{rotary cylinder} &= \text{Tinggi siku berdiri (P50)} \\ &= 1090 \text{ mm} \end{aligned}$$

Data antropometri yang dibutuhkan untuk menentukan lebar dan panjang meja *rotary cylinder* adalah jangkauan tangan ke depan (Jtd) dengan persentil ke-50. Hal ini dimaksudkan agar operator lebih leluasa dan dapat mengambil dan meletakkan *part cylinder complete* dalam jangkauan tangan.

$$\begin{aligned} \text{Lebar dan panjang meja } \textit{rotary cylinder} &= \text{Jangkauan tangan ke depan (P50)} \\ &= 790 \text{ mm} \end{aligned}$$



Gambar.5.2 Alat Bantu Produksi meja *rotary cylinder*

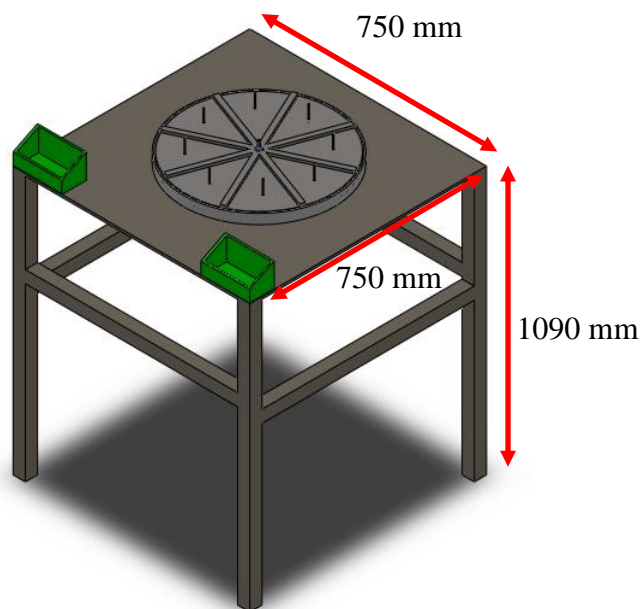


Gambar.5.3 *Layout Line FF 1* Hasil Perbaikan Perancangan Aliran Produksi *One Piece Flow*.

Pengoprasian *rotary cylinder* ini ramah lingkungan karena tidak menggunakan bantuan sumber arus listrik atau bahan bakar lainnya. Cara kerja *rotary cylinder* adalah sebagai berikut:

1. *Rotary cylinder* akan bergerak kanan dan kiri searah jarum jam
2. *Rotary cylinder* digerakan oleh operator ketika satu *pcs cylinder complete* sudah selesai.
3. *Rotary cylinder* dapat bergerak berputar karena adanya dua bearing ukuran diameter 24 mm yang dipasang *rotary cylinder*.
4. *Bearing* diberikan *contra nut* agar tidak goyang pada saat pengoprasiaannya.

*Rotary cylinder* ini akan menghubungkan antara meja kerja OP 13 dengan tempat kerja OP 1, hal ini menyebabkan perlu dilakukannya modifikasi meja kerja OP 13 agar pengoprasian *Rotary cylinder* ini dapat berkerja secara maksimal. Berikut desain meja kerja hasil modifikasi dapat dilihat pada gambar 5.3.



Gambar.5.4 Meja Kerja OP 13 Hasil Modifikasi.

Setelah cara kerja dan penempatan *rotary cylinder* diketahui, maka elemen kerja OP 13 dapat dibuat ulang sesuai dengan cara kerja *rotary cylinder*. Elemen kerja OP 13 setelah perbaikan sebagai berikut:

1. Ambil *cylinder* dari *box*.
2. Masukkan *cylinder* ke *base rotary cylinder*.
3. Ambil *sub spring* dan masukan ke *cylinder*.
4. Ambil *washer* dan masukan ke *cylinder*.
5. Ambil *valve* dan masukan ke *cylinder*.
6. Ambil *spacer valve* dan masukan ke *cylinder*.
7. Ambil *washer* dan masukan ke *cylinder*.
8. Putar *rotary cylinder* dengan tangan kiri.

#### **5.2.5. Analisis Pemerataan Elemen Kerja Menggunakan Tabel Standar Kombinasi Kerja (TSKK) Tipe III.**

Pemerataan beban kerja menggunakan Tabel Standar Kombinasi Kerja (TSKK) Tipe III dilakukan untuk memindahkan elemen kerja yang berdekatan. Elemen kerja masing-masing operator *line FF 1* kondisi awal dapat dilihat pada tabel 4.13. Analisis pemerataan beban kerja *line FF 1* menggunakan Tabel Standar Kombinasi Kerja (TSKK) Tipe III adalah sebagai berikut:

##### **1. Operator *cylinder complete* (OP 13)**

OP 13 melakukan 8 elemen kerja, setelah dilakukan penambahan alat bantu *shutter moving* ada 2 elemen kerja yang berkurang yaitu:

- a. Merapihkan *cylinder complete*.
- b. *Inserting piston ring*.

Setelah perbaikan OP 13 menambah elemen kerja yaitu: Geser *base mover* dengan tangan kiri.

Elemen kerja OP 13 setelah perbaikan adalah 7 elemen kerja. Elemen kerja tersebut dilakukan dua kali siklus sehingga menjadi 14 elemen kerja selama.

##### **2. Operator *cylinder inserting* (OP 1)**



OP 1 melakukan 5 elemen kerja, setelah perbaikan ada 1 elemen kerja yang berkurang yaitu: Menunggu *Supplay Cylinder Complete*.

Elemen kerja OP 1 setelah perbaikan adalah 4 elemen kerja.

3. Operator *inner tube caulking* (OP 2)

OP 2 melakukan 7 elemen kerja, setelah perbaikan OP 2 menambah elemen kerja dari OP 3 sebagian yaitu: Ambil *Oil Seal* dengan kedua tangan. Elemen kerja OP 2 setelah perbaikan adalah 8 elemen kerja.

4. Operator *tightening damper* (OP 3)

OP 3 melakukan 7 elemen kerja, setelah perbaikan OP 3 berkurang elemen kerja yaitu: Ambil *oil seal* dengan kedua tangan.

Elemen kerja OP 2 setelah perbaikan adalah 6 elemen kerja.

5. Operator *oil seal press, seal ring inserting, dust seal press* (OP 4)

OP 4 melakukan 6 elemen kerja, setelah perbaikan OP 4 berkurang elemen kerja yaitu: Menunggu 2 *damper assy* dari mesin *tightening*.

Kemudian OP 4 menambah elemen kerja yaitu:

a. Ambil 2 *dust seal* & masukkan pada *damper assy* di WIP.

b. Ambil 2 *damper assy* & letakkan pada mesin *dust seal press*.

Elemen kerja OP 4 setelah perbaikan adalah 7 elemen kerja.

6. Operator, *leakage tester, dan oil filling* (OP 5)

OP 5 melakukan 4 elemen kerja, setelah perbaikan OP 5 ada 2 elemen kerja yang berkurang yaitu:

a. Ambil 2 *dust seal* & masukkan pada *damper assy* di WIP.

b. Ambil 2 *damper assy* & letakkan pada mesin *dust seal press*.

Kemudian menambah elemen kerja dari OP 6 sebagian yaitu:

a. Ambil 2 *damper assy* dari mesin *leakage tester*.

b. Letakan *damper assy* ke mesin *oil filling*.

c. Ambil 2 *spring* & letakkan pada jig *inserting spring*.

Elemen kerja OP 5 setelah perbaikan adalah 5 elemen kerja.

7. `Operator *cap press &c-pin inserting* (OP 6)

OP 6 melakukan 12 elemen kerja, tidak ada perubahan setelah perbaikan karena keterbatasan ruang gerak operator yang tersekat oleh mesin *cap press &c-pin inserting*.

8. Operator *instering damper, bolt, washer & stay damper* (OP 7)

OP 7 melakukan 4 elemen kerja, tidak ada perubahan setelah perbaikan karena beban kerja sudah cukup.

9. Operator *tightening torque bolt bracket inserting* (OP 8)

OP 8 melakukan 3 elemen kerja ,setelah perbaikan OP 8 menambah elemen kerja dari OP 9 yaitu: Konfirmasi *tightening bolt* atas bawah *damper R*.

Elemen kerja OP 8 setelah perbaikan adalah 6 elemen kerja.

10. konfirmasi *tightening torque bolt* dan *function tester* (OP 9)

OP 9 melakukan 3 elemen kerja, setelah perbaikan OP 9 ada elemen kerja yang berkurang yaitu: Konfirmasi *tightening bolt* atas bawah *damper R*.

Kemudian menambah elemen kerja dari OP 10 sebagian yaitu:

- a. Ambil *FF assy* dari *conveyor*.
- b. Lakukan proses *function check damper R*.
- c. Lakukan proses *function check damper L*.

Elemen kerja OP 9 setelah perbaikan adalah 5 elemen kerja.

11. Operator *ball race press* (OP 10)

OP 10 melakukan 5 elemen kerja, setelah perbaikan OP 10 ada elemen kerja yang bertambah yaitu: Letakkan pada pallet..

Elemen kerja OP 10 setelah perbaikan adalah 6 elemen kerja.

Pemerataan elemen kerja sesuai dengan perhitungan kebutuhan jumlah tenaga kerja pada bab IV yaitu 11 operator dengan menghilangkan OP 6 dan OP 11 karena kedua OP tersebut memiliki elemen kerja ringan serta memiliki ruang

gerak yang luas sehingga elemen kerja dapat diberikan ke OP sebelum atau sesudahnya. Tabel 5.3 menjelaskan elemen kerja operator *line* FF 1.

Tabel 5.3 Elemen Kerja *Line* FF 1 Hasil Perbaikan.

OP	ELEMEN KERJA	WS (detik)
13	Mengambil <i>cylinder</i> dari <i>box</i> & inserting <i>piston ring</i>	3,18
	Memasukan <i>cylinder</i> ke <i>tray</i>	0,87
	Mengambil <i>sub spring</i> & masukan ke <i>cylinder</i>	1,03
	Mengambil <i>washer</i> & masukan ke <i>cylinder</i>	0,93
	Mengambil <i>Ambil valve</i> & masukan ke <i>cylinder</i>	0,97
	Mengambil <i>spacer valve</i> & masukan ke <i>cylinder</i>	1,05
	Mengambil <i>washer</i> & masukan ke <i>cylinder</i>	0,98
	Memutar <i>rotary cylinder</i>	3,25
1	Mengambil 2 <i>Inner Tube</i> letakkan pada jig mesin	2,67
	Mengambil 2 <i>Cylinder complete</i>	3,07
	Memasukkan 1 <i>Cylinder complete</i> ke dalam <i>Inner Tube</i>	3,26
	Memasukkan 1 <i>Cylinder complete</i> ke dalam <i>Inner Tube</i>	3,05
2	Mengambil <i>Inner Tube</i> dengan tangan kanan dari <i>WIP</i>	2,24
	Meletakkan <i>Inner Tube</i> ke mesin <i>caulking</i>	1,03
	Menekan kedua tombol	0,86
	Memeriksa <i>Inner Tube</i> & letakkan pada <i>WIP</i> setelah <i>caulking</i>	2,70
	Mengambil <i>Inner Tube</i> dengan tangan kanan dari <i>WIP</i>	1,07
	Meletakkan <i>Inner Tube</i> ke mesin <i>caulking</i>	1,57
	Menekan kedua tombol	0,82
	Mengambil <i>Oil Seal</i> dengan kedua tangan	1,01
3	Melakukan proses <i>oil seal grease</i> secara bergantian dengan kedua tangan	3,09
	& masukkan pada <i>Inner Tube Complete</i>	
	Mengambil 2 <i>Outer Tube</i> dengan kedua tangan & masukkan pada <i>Inner Tube Complete</i>	2,264
	Mengambil <i>Damper Assy</i> dengan kedua tangan & letakkan pada mesin <i>tightening</i>	3,12
	Mengambil 2 <i>Bolt</i> & masukkan pada <i>Damper Assy</i>	2,30
	Menekan tombol <i>start</i>	1,06
4	Meletakkan 2 <i>Damper Assy</i> pada jig mesin <i>oil seal press</i>	1,10
	Mengambil <i>Seal Ring</i> dengan tangan kanan	1,13

	Memegang Damper Assy <i>L</i> di tangan kiri & masukkan <i>Seal Ring</i>	3,18
	letakkan ke WIP	
	Mengambil <i>Seal Ring</i> dengan tangan kanan	1,03
	Memegang Damper Assy <i>R</i> di tangan kiri & masukkan <i>Seal Ring</i>	3,13
	letakkan pada WIP	
	Mengambil 2 Dust Seal & masukkan pada Damper Assy di WIP	3,75

(Sumber: Pengolahan Data)

Lanjutan...

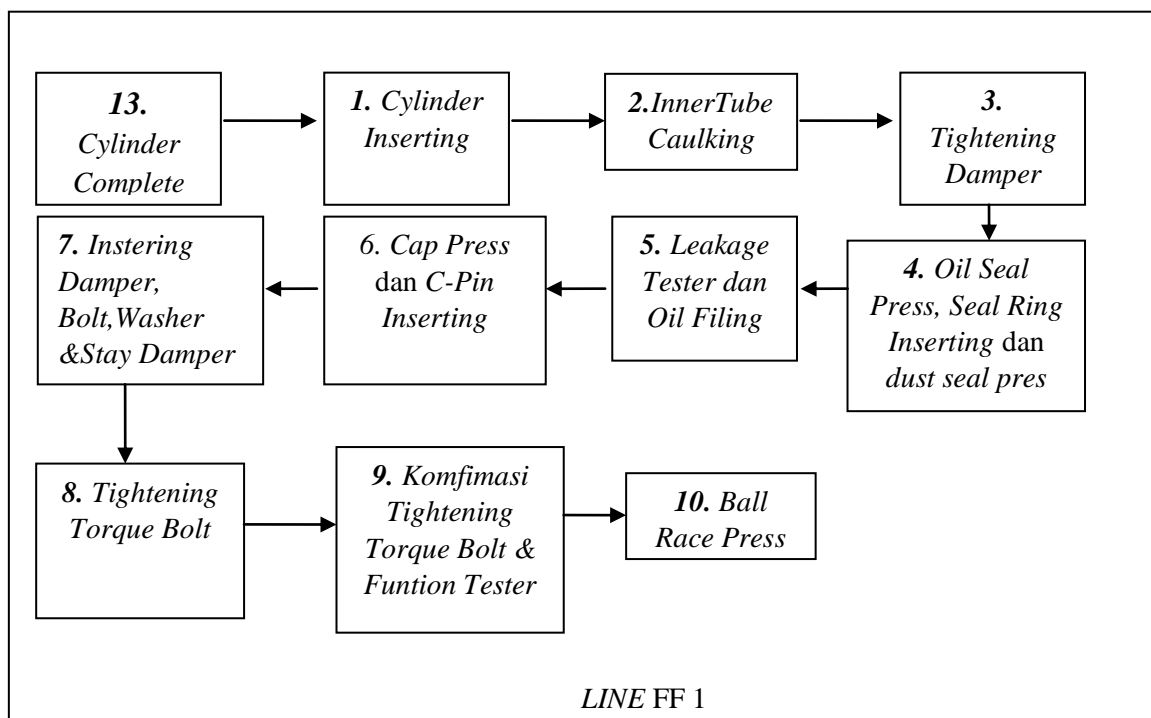
Tabel 5.3 Elemen Kerja *Line FF 1* Hasil Perbaikan. (Lanjutan)

OP	ELEMEN KERJA	WS (detik)
5	Mengambil 2 Damper Assy & letakkan pada mesin <i>dust seal press</i>	2,21
	Mengambil 2 Damper Assy & letakkan pada mesin <i>leakage tester</i>	3,13
	Menginjak <i>foot switch</i>	1,06
	Mengambil 2 Damper Assy dari mesin <i>leakage tester</i>	2,48
	Meletakkan <i>Damper Assy</i> ke mesin <i>oil filling</i>	3,21
	Mengambil 2 <i>Spring</i> & letakkan pada jig <i>inserting spring</i>	1,45
6	Mengambil 2 <i>Damper Assy</i> dari mesin <i>oil filling</i> & letakkan pada mesin <i>Cap 1</i>	1,15
	Menginjak <i>foot switch</i> mesin <i>Cap 1</i>	1,10
	Mengambil 2 <i>Cap</i> & masukkan pada jig <i>gripper</i> mesin <i>Cap 1</i>	1,15
	Menekan kedua tombol <i>push button</i>	1,10
	Mengambil 2 <i>C-pin</i> & letakkan pada jig mesin <i>Cap 2</i>	1,10
	Menginjak <i>foot switch</i> Mesin <i>Cap 2</i> & pegang <i>Damper</i> , letakkan pada <i>shutter</i>	1,13
	Mengambil 2 <i>Damper</i> dari mesin <i>oil filling</i> & letakkan pada mesin <i>Cap 2</i>	1,15
	Menginjak <i>foot switch</i> mesin <i>Cap 2</i>	1,27
	Mengambil 2 <i>Cap</i> & masukkan pada jig <i>gripper</i> mesin <i>Cap 2</i>	1,14
	Menekan kedua tombol <i>push button</i>	1,27
	Mengambil 2 <i>C-pin</i> & letakkan pada jig mesin <i>Cap 1</i>	1,32
	Menginjak <i>foot switch</i> mesin <i>Cap 2</i> & pegang <i>Damper</i> , letakkan pada <i>shutter</i>	1,30
7	Mengambil 2 <i>Damper</i> dari <i>shutter</i>	2,61
	Memasukan 2 damper pada <i>Under Bracket Complet (UBC)</i>	4,86
	Mengambil 2 <i>bolt</i> & masukkan pada <i>UBC</i>	2,57
	Mengambil 2 <i>washer</i> dengan tangan kiri & 2 <i>bolt</i> & masukkan pada <i>UBC</i>	2,58
8	Mengambil 2 <i>Damper</i> dari <i>shutter</i>	4,26
	<i>Positioning Cap</i> & <i>tightening bolt</i> atas & bawah	4,21
	Mengambil <i>axle jig</i> & lakukan pengecekan, kembalikan <i>tool</i> pada tempatnya	3,09
	Mengonfirmasi <i>tightening bolt</i> atas bawah damper <i>R</i>	5,10
9	Mengonfirmasi <i>tightening bolt</i> atas bawah Damper <i>L</i>	5,11
	Marking <i>bolt</i> dengan tangan kanan	2,10
	Mengambil <i>FF Assembly</i> dari <i>conveyor</i>	2,10

10	Melakukan proses <i>function check</i> damper R	2,50
	Melakukan proses <i>function check</i> damper L	2,49
	Meletakkan pada pallet	4,10
	Mengambil UBC dari wagon	3,10
	Mengambil <i>Ball Race</i> & masukkan pada <i>UBC</i>	1,10
	Mengambil <i>UBC</i> dari jig mesin	2,09
	Memindahkan <i>UBC</i> ke tangan kiri & lakukan proses <i>greasing steering shaft</i>	2,11
	Meletakkan pada jig ragum di <i>conveyor</i>	2,42

(Sumber: Pengolahan Data)

Setelah pemerataan beban kerja di *line* FF 1, maka aliran produksi *line* FF 1 berubah menjadi seperti gambar 5.5



Gambar.5.5. Aliran Produksi Hasil Perbaikan.

Berdasarkan hasil perbaikan yang telah dilakukan, diketahui total waktu standar pada *line* FF 1 sebesar 146,98 detik. Sehingga efisiensi lini dan *balance delay* hasil perbaikan sebagai berikut:

$$\text{Efisiensi Lini} = \frac{\sum \text{Waktu Siklus}}{\sum \text{MP} \times \text{TT}} \times 100\% \dots\dots(2,6)$$

$$\text{Efisiensi Lini} = \frac{146,98}{11 \times 15} \times 100\%$$

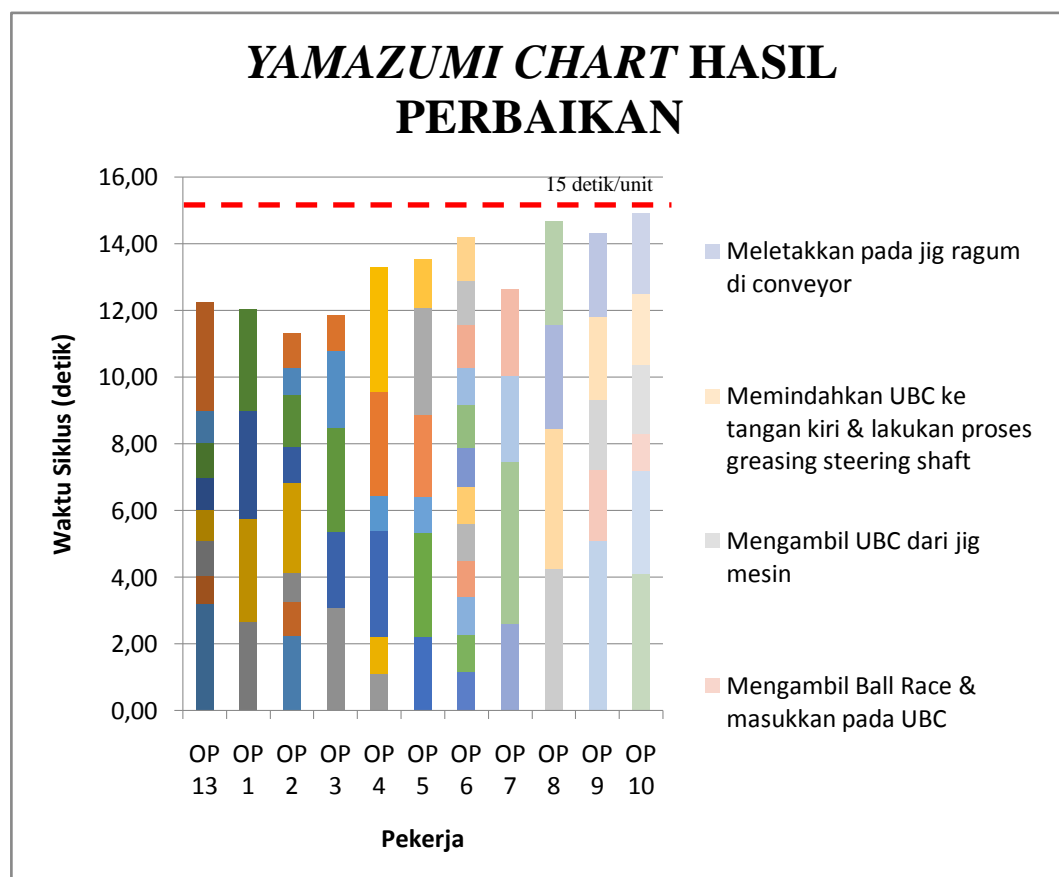
$$\text{Efisiensi Lini} = 89 \%$$

$$\text{Balance Delay (D)} = \frac{n.C - \sum t_i}{(n.C)} \times 100\% \dots\dots(2,3)$$

$$\text{Balance Delay (D)} = \frac{(11 \times 14,91) - 146,98}{(11 \times 14,91)} \times 100\%$$

$$\text{Balance Delay (D)} = 10 \%$$

Untuk mengetahui ada atau tidaknya waktu standar elemen kerja setelah perbaikan yang melebihi *takt time*, maka dibuatlah *yamazumi chart* sebagai salah satu fungsi alat visualisasi elemen kerja operator di *line* FF 1 PT Kayaba Indonesia. *Yamazumi chart* dapat dilihat pada gambar 5.6.



Gambar 5.6 *Yamazumi Chart* Hasil Perbaikan

## **BAB VI**

### **PENUTUP**

#### **6.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan:

1. Transportasi , *over production* , dan *waiting* adalah pemborosan yang terjadi di line FF 1 PT Kayaba Indonesia.
2. Perancangan aliran produksi menjadi *one piece flow* dengan pendekatan *lean manufacturing*, pembuatan alat bantu produksi dan pemerataan beban kerja dengan TSKK tipe III pada *line* FF 1, agar dapat mengurangi jarak perpindahan *part* dan menurunkan waktu *idle time* pada operator serta meningkatkan efisiensi *line*.
3. Perbandingan sebelum dan sesudah perbaikan aliran produksi menjadi *one piece flow* pada *line* FF 1 yaitu: Jarak perpindah *part* yang awalnya  $\pm 25$  m menjadi  $\pm 1$  m, WIP yang awalnya 25 *pcs* menjadi 1 *pcs*, Efisiensi *line* yang awalnya 80% menjadi 89% , dan *balance delay* yang awalnya 16% menjadi 10%.

#### **6.2 Saran**

Saran yang dapat diberikan kepada perusahaan untuk meningkatkan efisiensi pekerja pada *line* FF 1 yaitu:

1. Perusahaan disarankan mempertimbangkan untuk meminimalkan aspek pemborosan yaitu: Transportasi , *over production* , dan *waiting*.
2. Perusahaan disarankan mempertimbangkan untuk menggunakan aliran produksi *one piece flow* dibandingkan aliran produksi *centralize* karena dapat menyelesaikan akar masalah yaitu *transportation*.
3. Perusahaan disarankan untuk mempertimbangkan kesejahteraan tenaga kerja yang akan Pemutusan Hubungan Kerja (PHK) yang disebabkan hasil penelitian ini, agar tidak merugikan disalah satu pihak

## DAFTAR PUSTAKA

- Baroto, Teguh, 2002, *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*, Ghalia Indonesia: Jakarta
- Buffa, Elwood S. dan Sarin, Rakesh K., 1996, *Manajemen Operasi dan Produksi Modern*, Edisi ke-8, Jilid satu, Binapura Aksara: Jakarta.
- Gaspersz, Vincent. 2004. *Production Planing and Inventory Control*. PT Gramedia Pustaka Utama: Jakarta.
- Liker, Jeffery.K., dan Meier, David. 2006. *The Toyota Way Filedbook*. The McGraw-Hill Companies.
- Monden, Yasuhiro. 2000. *Sistem Produksi Toyota 2*. Jakarta: Pustaka Binaman Pressindo.
- Pavnaskar, S.J., Gershenson, J.K., dan Jamnbekar, A.B. 2003. *Vlassifivation scheme for lean manufactur tools*. International Journal Production Research.
- Protzman, Charles., McNamara, Joe., & Protzman, Dan . 2016. *One Piece Flow vs Batching*. CRC Press: London.
- Sutalaksana, I.Z. 2006. *Teknik Perancangan Sistem Kerja*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Toyota Motor Corporation. 2006. *Toyota Production System: Kaizen Standarisasi Kerja*. Human Resource Development Div. No. 2 *Human Resource Section*.
- Wang, John. X. 2011. *Lean Manufacturing Businees Bottom-Line Based*. CRC Press: London.
- Widagdo, Agus Gutomodan Basri, Hasan, 2006, *Hand Out Toyota Production System Training for PT Astra Daihatsu Motor's Vender*, PT Astra Daihatsu Motor, Jakarta.
- Wignjosoebroto, Sritomo. 2003. *Ergonomi: Studi Gerak dan Waktu*, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya: Guna Widya