

**PENERAPAN LEAN MANUFACTURING MENGGUNAKAN METODE
VALUE STREAM MAPPING PADA PROSES PRODUKSI SUPPORT
RADIATOR RH DI PT METINDO ERASAKTI**

TUGAS AKHIR

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

OLEH:

NAMA : MOHAMMAD RIZKI RAMADHAN

NIM : 1115092



DATA BUKU PERPUSTAKAAN	
Tgl Terima	7/7 2022
No Induk Buku	431/TAD/IB/TA/22

**POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I.
JAKARTA
2019**

SUMBANGAN ALUMNI

**POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI**

LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING

JUDUL TUGAS AKHIR :

**“PENERAPAN *LEAN MANUFACTURING* MENGGUNAKAN METODE
VALUE STREAM MAPPING PADA PROSES PRODUKSI *SUPPORT*
RADIATOR RH DI PT METINDO ERASAKTI”**

DISUSUN OLEH :

NAMA : MOHAMMAD RIZKI RAMADHAN
NIM : 1115092
PROGRAM STUDI : TEKNIK INDUSTRI OTOMOTIF

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

Jakarta, 17 September 2019

Menyetujui,
Dosen Pembimbing



Dr. Siti Aisyah, ST., M.T.
NIP: 197712172002122003

**POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI**

LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL TUGAS AKHIR:

**“PENERAPAN *LEAN MANUFACTURING* MENGGUNAKAN METODE
VALUE STREAM MAPPING PADA PROSES PRODUKSI *SUPPORT
RADIATOR RH* DI PT METINDO ERASAKTI”**

DISUSUN OLEH:

**NAMA : MOHAMMAD RIZKI RAMADHAN
NIM : 1115092
PROGRAM STUDI : TEKNIK INDUSTRI OTOMOTIF**

**Telah diuji oleh Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Politeknik STMI Jakarta pada
hari Selasa tanggal 10 September 2019**

Jakarta, 10 September 2019

Dosen Penguji 1



**Muhamad Agus, S.T., M.T.
NIP: 19700829.200212.001**

Dosen Penguji 3



**Dianasanti Salati, M.T
NIP: 198109112009012007**

Dosen Penguji 2



**Lucyana Tresia, S.T., M.T
NIP: 197803012008032001**













Dosen Penguji 4




**Dr. Siti Aisyah, ST., M.T.
NIP: 197712172002122003**


LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR

Nama : Mohammad - Rizki - Ramadhan
NIM : 1115092
Judul Tugas Akhir : Penerapan lean Manufacturing menggunakan Metode value Stream Mapping Pada Proses Produksi Support Radiator RH Di PT Metindo Erasakti
Pembimbing : Dr. Siti Aisyah, S.T., M.T.
Asisten Pembimbing : _____

Tanggal	BAB	Keterangan	Paraf
21-06-2019	I	Bimbingan bab I	
25-06-2019	I	revisi bab I	
28-06-2019	I, II	revisi bab I dan bimbingan bab II	
5-07-2019	I, II, III	revisi bab I, II dan bimbingan bab III	
10-07-2019	I, II, III	Acc bab I dan II, revisi bab III	
15-07-2019	III	Acc bab III	
19-07-2019	IV	bimbingan bab IV	
22-07-2019	IV	revisi bab IV	
01-08-2019	IV, V	revisi bab IV dan bimbingan bab V	
05-08-2019	IV, V	Acc bab IV dan revisi bab V	
06-08-2019	V, VI	Acc bab V, revisi bab VI	
12-08-2019	I, VI	Acc Seluruhnya	

Mengetahui,

Ka Prodi
Teknik Industri Otomotif

Muhammad Agus, S.T., M.T.
NIP: 19900829.200212001

Pembimbing

Dr. Siti Aisyah, S.T., M.T.
NIP: 19771217.200212.2003

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Mohammad Rizki Ramadhan

NIM : 1115092

Berstatus sebagai mahasiswa jurusan Program Studi Teknik Industri Otomotif di Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian R.I. dengan ini menyatakan bahwa hasil karya Tugas Akhir yang telah saya buat dengan judul **“PENERAPAN *LEAN MANUFACTURING* MENGGUNAKAN METODE *VALUE STREAM MAPPING* PADA PROSES PRODUKSI *SUPPORT RADIATOR RH* DI PT METINDO ERASAKTI”**.

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

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

Jakarta, 17 September 2019

Yang Membuat Pernyataan



Mohammad Rizki Ramadhan

ABSTRAK

PT Metindo Erasakti menjadikan *lean manufacturing* sebagai salah satu konsep perbaikan proses produksi yang dinilai memiliki waktu *lead time* yang panjang. *Support radiator* RH merupakan produk yang memiliki *lead time* produksi yang cukup panjang sehingga perlu dilakukan perbaikan. Konsep *lean manufacturing* dengan metode *Value Stream Mapping* (VSM) dinilai dapat membenahi masalah yang terjadi dengan cara membuat detail *mapping* atau gambaran keseluruhan aliran, baik informasi dan juga material. Detail *mapping* dilakukan dengan menggunakan *tool Process Activity Mapping* (PAM). *Tool* ini digunakan untuk mengetahui proporsi dari kegiatan yang termasuk *Value Added* (VA), *Necessary Value Non Value Added* (NNVA) dan *Non Value Added* (NVA). Dari hasil pembuatan *Current State Value Stream Mapping* (CSVSM) diketahui *lead time* proses produksi *support radiator* RH sebesar 422,23 detik dari nilai *cycle time* sebesar 52,73 detik. Setelah diketahui kedua nilai tersebut, maka dapat dihitung nilai *Process Cycle Efficiency* (PCE) yang menunjukkan seberapa efisien proses produksi tersebut. Nilai *Process Cycle Efficiency* (PCE) pada proses produksi *support radiator* RH adalah 12,38%. Pemborosan ini terjadi karena waktu transportasi yang begitu panjang serta waktu menunggu *forklift* untuk mengganti material baru dan juga masalah pada proses *piercing* dimana *hole scrap* tersumbat oleh *scrap* sisa proses. Pembuatan *area next process material* dapat mempersingkat waktu transportasi dan juga pembuatan alat bantu pergantian material dapat menghilangkan peran *forklift* sehingga tidak ada lagi waktu menunggu *forklift* untuk mengganti material. Sementara pada proses *piercing* perbaikan dilakukan dengan pelebaran *hole scrap* pada *dies* sehingga *scrap* dapat berjalan lancar. Dari hasil perbaikan tersebut didapat penurunan nilai *lead time* menjadi 112,47 detik, nilai *cycle time* turun menjadi 33,97 dan nilai *Process Cycle Efficiency* (PCE) menjadi 30,20%.

Kata Kunci: *Lean Manufacturing, Value Stream Mapping, Process Cycle Efficiency* dan *Lead Time*.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan nikmat-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Penerapan *Lean Manufacturing* Menggunakan Metode *Value Stream Mapping* Pada Proses Produksi *Support Radiator* RH Di PT Metindo Erasakti”. Penyusun mengucapkan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada kedua orang tua tercinta yang tak henti-hentinya selalu mendoakan, memotivasi, dan mencurahkan segala pengorbanannya baik dari segi moril serta materi.

Penyusunan Tugas Akhir ini untuk memenuhi sebagian persyaratan akademis Program Studi Diploma IV Teknik Industri Otomotif (TIO) di Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian RI.

Penyusun menyadari bahwa tanpa bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak, baik dari masa perkuliahan sampai penyusunan laporan Tugas Akhir, sulit bagi penyusun untuk menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini secara khusus penyusun ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

- Bapak Dr. Mustofa, S.T., M.T. selaku Direktur Politeknik STMI Jakarta, Kementerian Perindustrian RI.
- Bapak Dr. Ridzky Kramanandita, S.Kom, M.T. selaku Pembantu Direktur 1 Bidang Akademik Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian RI.
- Bapak Muhamad Agus, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Otomotif yang telah memberikan dedikasinya mengurus mahasiswa/i Teknik Industri Otomotif.
- Ibu Dr. Siti Aisyah, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir sekaligus Dosen Pembimbing Akademik, yang telah membimbing dengan baik, meluangkan waktu, pikiran, dan tenaga untuk memberikan petunjuk serta saran-saran dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
- Bapak Mokhammad Asrori S.T. selaku Manajer *Operation Management Development (OMD)* PT Metindo Erasakti, Ibu Ninis Banuwati dan Ibu Istu Barwati selaku pembimbing penyusun dalam melaksanakan PKL, Bapak

Agung selaku *Group Leader*, yang telah memberikan kesempatan, bimbingan dan arahan dalam melakukan penelitian di PT Metindo Erasakti.

- Tri Nuke Indriyani selaku *partner* Praktik Kerja Lapangan yang selalu memberikan dukungan, semangat, do'a serta pengertian kepada penulis.
- Teman terdekat, Kejora atas kebersamaan, kebahagiaan, dukungan dan semangatnya.
- Teman-teman Himpunan Mahasiswa Teknik Industri Otomotif Politeknik STMI Jakarta, dan seluruh teman-teman di kampus Politeknik STMI Jakarta, khususnya untuk angkatan 2015 jurusan Teknik Industri Otomotif atas saran, dukungan, kebersamaan, kebahagiaan, dan semangatnya.
- Teman-teman seperjuangan dalam melaksanakan bimbingan dan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, yang tidak dapat penyusun sebutkan namanya satu per satu.

Demikianlah penyusun berharap semoga Allah membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu. Penyusun menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penyusun mohon kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat membangun demi perbaikan laporan ini. Besar harapan penyusun bahwa laporan ini dapat memberikan manfaat bagi pembacanya.

Jakarta, 12 Agustus 2019

Penulis

DAFTAR ISI

Abstrak	
Kata Pengantar	i
Daftar Isi	iii
Daftar Tabel	v
Daftar Gambar.....	vii
Daftar Lampiran.....	viii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Pembatasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Konsep <i>Lean Manufacturing</i>	6
2.2 Jenis-Jenis Pemborosan (<i>Waste</i>)	8
2.3 <i>Value Stream Mapping</i>	10
2.4 Konsep <i>Value Stream Analysis Tools (VALSAT)</i>	22
2.5 Peta Kerja	25
2.6 Pengukuran Waktu	31
2.7 Diagram Sebab-Akibat (<i>Fishbone</i>)	45
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Studi Lapangan.....	47
3.2 Studi Pustaka.....	47
3.3 Perumusan Masalah	47
3.4 Tujuan Penelitian	48
3.5 Pengumpulan Data	48

	3.6 Uji Statistik Data.....	49
	3.7 Pengolahan Data.....	49
	3.8 Analisis Masalah.....	50
	3.9 Kesimpulan dan Saran.....	51
BAB IV	PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	
	4.1 Pengumpulan Data.....	53
	4.2 Pengolahan Data.....	77
BAB V	ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
	5.1 Analisis <i>Current State Value Stream Mapping</i>	98
	5.2 Analisis Hasil <i>Process Activity Mapping (PAM)</i>	100
	5.3 Analisis Diagram Sebab-Akibat.....	101
	5.4 Usulan Perbaikan.....	102
BAB VI	PENUTUP	
	6.1 Kesimpulan.....	112
	6.2 Saran.....	112

Daftar Pustaka

Lampiran

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

PT Metindo Erasakti merupakan salah satu perusahaan *supplier* yang bergerak di industri manufaktur otomotif yang memproduksi komponen kendaraan bermotor (*spare part*) baik roda dua maupun roda empat. PT Metindo Erasakti menjaga kepercayaan perusahaan-perusahaan yang menjadi mitra dagangnya dengan terus mengedepankan pelayanan dan kepuasan pelanggannya. PT Metindo Erasakti sebagai *supplier* tentu sangat memahami pentingnya aliran proses produksi, untuk itu PT Metindo Erasakti terus melakukan perbaikan terhadap aliran proses yang dianggap masih belum optimal. Salah satunya proses produksi *Support Radiator* RH yang masih sering terjadi pemborosan terhadap waktu pergantian material dan aliran prosesnya yang masih sering tersendat. Lamanya waktu pergantian material terjadi karena *forklift* yang seharusnya digunakan untuk mengganti material yang sudah habis tetapi digunakan juga di waktu yang bersamaan di tempat lain dan sering tersendatnya aliran proses karena pada akhir proses *stamping* terjadi penyumbatan *hole scrap* yang harus ditangani secara manual sehingga memerlukan waktu tambahan untuk memperbaiki keadaan tersebut.

Permasalahan-permasalahan tersebut membuat proses produksi menjadi terganggu, sehingga membuat *lead time* proses produksi *Support Radiator* RH menjadi semakin panjang. *Lead time* yang panjang berakibat kepada target produksi yang seharusnya 843 unit/hari menjadi tidak tercapai yaitu hanya 411 unit/hari dan dikhawatirkan berdampak pada pengiriman produk ke pelanggan menjadi tidak sesuai dengan kesepakatan. Untuk itu perlu dilakukan perbaikan untuk menghilangkan pemborosan-pemborosan yang terjadi pada proses produksi *support radiator* RH.

Perbaikan yang dilakukan adalah dengan mengidentifikasi penyebab pemborosan yang terjadi pada proses produksi *support radiator* RH. Pendekatan yang cocok untuk mengidentifikasi penyebab pemborosan yang terjadi pada proses produksi *support radiator* RH adalah *Lean Manufacturing* dengan metode *Value Stream Mapping* (VSM). Metode ini dinilai dapat membantu menyelesaikan permasalahan yang terjadi dengan mengidentifikasi jenis dan penyebab pemborosan yang terjadi pada proses produksi *support radiator* RH dengan cara melihat keseluruhan proses produksi dari awal permintaan pelanggan hingga pelanggan menerima pesannya. Efisiensi proses produksi juga dapat diukur menggunakan penilaian *Process Cycle Efficiency* (PCE) dimana jika nilai PCE di atas 30% maka proses tersebut dapat dikatakan *lean*.

1.2 Perumusan Masalah

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

1. Bagaimana mengidentifikasi jenis dan penyebab pemborosan pada proses produksi *support radiator* RH di PT Metindo Erasakti?
2. Berapa nilai *Process Cycle Efficiency* (PCE) dari total *lead time* pada proses produksi *support radiator* RH di PT Metindo Erasakti?
3. Bagaimana perbaikan yang dapat dilakukan untuk mengurangi pemborosan yang terjadi pada proses produksi *support radiator* RH di PT Metindo Erasakti?
4. Berapa nilai *Process Cycle Efficiency* (PCE) dari total *lead time* setelah dilakukan perbaikan pada proses produksi *support radiator* RH di PT Metindo Erasakti?

1.3 Tujuan Penelitian

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

1. Mengidentifikasi jenis dan penyebab pemborosan pada proses produksi *support radiator* RH di PT Metindo Erasakti.

2. Menentukan nilai *Process Cycle Efficiency* (PCE) dari lamanya *lead time* pada produksi *support radiator* RH di PT Metindo Erasakti.
3. Menentukan perbaikan yang dapat dilakukan untuk mengurangi pemborosan yang terjadi pada proses produksi *support radiator* RH di PT Metindo Erasakti.
4. Menentukan nilai *Process Cycle Efficiency* (PCE) dari lamanya *lead time* setelah dilakukan perbaikan pada proses produksi *support radiator* RH di PT Metindo Erasakti.

1.4 Pembatasan Masalah

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

1. Penelitian dilakukan untuk mengurangi pemborosan pada proses produksi *support radiator* RH di PT Metindo Erasakti.
2. Penelitian dilakukan pada bulan Maret sampai dengan Mei 2019.
3. Pengukuran dibatasi dengan menggunakan metode *Value Stream Mapping* untuk mengetahui tingkat efisiensi produksi yang dapat dihasilkan perusahaan.
4. Jenis pemborosan yang diteliti adalah menunggu, transportasi, dan gerakan yang tidak perlu.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Perusahaan
 - a. Perusahaan dapat mengetahui penyebab terjadinya pemborosan di lantai produksi dan jenis-jenis pemborosan yang ada.
 - b. Perusahaan dapat meningkatkan kapasitas produksi dengan adanya penerapan *Lean Manufacturing* menggunakan metode *Value Stream Mapping*.

2. Bagi Peneliti

- a. Peneliti dapat memahami teori dan penerapan *Lean Manufacturing* dengan menggunakan metode *Value Stream Mapping*.
- b. Peneliti dapat memanfaatkan ilmu teori serta praktik yang didapat pada waktu perkuliahan dan dapat mengaplikasikannya ke dalam dunia nyata.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian tugas akhir ini terdiri dari enam bab dengan perincian sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, pembatasan masalah, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORI

Bab ini terdiri dari konsep *lean manufacturing*, jenis-jenis pemborosan (*waste*), *value stream mapping*, konsep *value stream analysis tools*, konsep diagram sebab-akibat, peta kerja, dan pengukuran waktu.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisi tentang metode pengumpulan data, jenis-jenis data, dan metodologi pemecahan masalah yang terdiri dari studi lapangan, studi pustaka, perumusan masalah, tujuan penelitian, pengumpulan data, pengolahan data, analisis masalah serta kesimpulan dan saran.

BAB IV : PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini pengumpulan data yang didapatkan berupa sejarah umum perusahaan, visi dan misi perusahaan, ketenagakerjaan, jenis produk, gambaran umum proses produksi, penentuan operator serta pengukuran waktu siklus, pada subbab pengolahan data yang dilakukan yaitu melakukan perhitungan rata-rata waktu siklus, waktu normal, waktu standar, pemetaan proses produksi dengan VSM, perhitungan nilai *process cycle efficiency* dan total *lead time* produksi, detail *mapping* dan identifikasi pemborosan.

BAB V : ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dilakukan analisis *current state value stream mapping*, analisis diagram sebab-akibat, analisis hasil *lead time* produksi, usulan perbaikan berupa *future state value stream mapping* dan perhitungan nilai *process cycle efficiency* serta *lead time* produksi setelah dilakukan perbaikan.

BAB VI : PENUTUP

Dalam bab ini dijelaskan kesimpulan yang diperoleh dari hasil analisis yang dilakukan terhadap *future state value stream mapping* dan perhitungan nilai *process cycle efficiency* serta *lead time* produksi setelah dilakukan perbaikan serta memberikan saran yang membangun sebagai perbaikan bagi perusahaan di masa yang akan datang.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Konsep *Lean Manufacturing*

Menurut Gaspersz (2007), *lean* adalah suatu upaya terus-menerus untuk menghilangkan pemborosan (*waste*) dan meningkatkan nilai tambah (*value added*) produk (barang dan/atau jasa) agar memberikan nilai kepada pelanggan (*customer value*).

APICS Dictionary (2005) seperti yang dikutip oleh Gaspersz (2007) mendefinisikan *lean* sebagai suatu filosofi bisnis yang berlandaskan pada minimasi penggunaan sumber-sumber daya (termasuk waktu) dalam berbagai aktivitas perusahaan.

Lean dalam terjemahan bebas memiliki makna “ramping”. *Lean* dapat didefinisikan sebagai perangkat organisasi yang digunakan untuk menghilangkan segala waktu dan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (Aisyah dan Purba, 2017).

Jadi, *lean* dapat didefinisikan sebagai suatu pendekatan sistemik dan sistematis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) atau aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non value adding activities*) melalui peningkatan terus-menerus secara radikal (*radical continuous improvement*) dengan cara mengalirkan produk (*material, work in process, output*) dan informasi menggunakan sistem tarik (*pull system*) dari pelanggan internal dan eksternal untuk mengejar keunggulan dan kesempurnaan.

Tujuan *lean* adalah meningkatkan terus-menerus *customer value* melalui peningkatan terus menerus rasio antara nilai tambah terhadap *waste* (*the value to waste ratio*). Suatu perusahaan dapat dianggap *lean* apabila *the value to waste ratio* dari keseluruhan proses di perusahaan tersebut telah mencapai minimum 30%. Apabila perusahaan itu belum *lean*, perusahaan tersebut dapat disebut *Un-Lean Enterprise* dan dikategorikan sebagai perusahaan tradisional. Sasaran dari

lean adalah untuk menciptakan aliran lancar dari produk sepanjang proses *value stream* (*value stream process*) dan menghilangkan semua jenis pemborosan yang ada.

Definisi populer dari *lean manufacturing* dan *Toyota Production System* menurut Wilson (2010) yaitu, *Lean* adalah seperangkat teknik, bila dikombinasikan dengan matang akan memungkinkan untuk mengurangi dan menghilangkan tujuh pemborosan. Sistem ini tidak hanya membuat perusahaan lebih *lean*, tetapi lebih fleksibel dan lebih komprehensif dengan mengurangi pemborosan yang ada.

Lean pada awalnya merupakan terminologi yang digunakan untuk mendeskripsikan pendekatan yang dilakukan di industri otomotif Jepang yaitu Toyota untuk membedakannya dengan pendekatan produksi massal yang ada di Barat. Fokus utamanya adalah efisiensi tanpa mengurangi efektivitas proses. Untuk mendukung tujuan ini tenaga kerja biasanya memiliki berbagai keahlian. Pendekatan *lean* yang diterapkan di pabrik Toyota kemudian disarikan oleh Womack dan Jones dalam bukunya "*Lean Thinking*" menjadi lima prinsip berikut (Pujawan, 2005):

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

Dalam teori tentang *lean manufacture*, aktivitas-aktivitas yang terjadi pada proses produksi dibagi menjadi tiga yaitu (Hines and Rich, 1997):

1. *Value Added (VA)*, segala aktivitas yang dalam menghasilkan produk atau jasa yang memberikan nilai tambah di mata konsumen. Contohnya adalah

- inspeksi bahan baku, memastikan bahan baku yang masuk ke dalam rak dan pemisahan bahan baku dan sampah.
2. *Non Value Added (NVA)*, segala aktivitas yang dalam menghasilkan produk atau jasa tidak memberikan nilai tambah dimata konsumen. Aktivitas inilah yang disebut pemborosan yang harus dijadikan targer untuk segera dihilangkan. Contoh dari aktivitas ini adalah waktu menunggu, penumpukan bahan dan sebagainya.
 3. *Necessary Non Value Added (NNVA)*, segala aktivitas yang dalam menghasilkan produk atau jasa yang tidak memberikan nilai tambah dimata konsumen tetapi diperlukan kecuali apabila sudah ada perubahan pada proses yang ada. Aktivitas ini biasanya sulit untuk dihilangkan dalam waktu singkat. Contoh dari aktivitas ini adalah pemindahan bahan baku dan pengangkutan bahan baku ke rantai produksi.

2.2 Jenis-Jenis Pemborosan (*waste*)

Pendekatan *lean* berfokus pada peningkatan terus-menerus *customer value* melalui identifikasi dan eliminasi aktivitas-aktivitas tidak bernilai tambah yang merupakan pemborosan (*waste*). Pemborosan dapat didefinisikan sebagai segala aktivitas kerja yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses transformasi *input* menjadi *output* sepanjang *value stream* (Pujawan, 2005).

Semua kegiatan yang menciptakan nilai bagi produk harus tetap berada dalam proses. Setiap kegiatan berada di luar *value added time* sepanjang *value stream* adalah termasuk *non value added time*. Kegiatan yang tidak dapat menciptakan nilai tapi tidak dapat dihindarkan (*necessary non value added activities*), pada awalnya harus dapat diperiksa dan kemudian harus dihilangkan bila sudah memungkinkan. Kegiatan berjalan mengambil *part* dan memindahkan *tools* dari satu operator ke operator lain merupakan contoh kegiatan penting tetapi tidak memberikan nilai tambah. Pada saat suatu kegiatan tidak dapat menciptakan nilai (*non value added activities*) maka kegiatan tersebut harus dihilangkan. Waktu menunggu dan pengangkutan yang *repetitive* merupakan contoh kegiatan

yang tidak bernilai tambah. Jenis kegiatan seperti ini dalam bahasa Jepang disebut *muda*.

Prinsip utama dari pendekatan *lean* adalah pengurangan atau peniadaan pemborosan (*waste*). Menurut sistem produksi Toyota (TPS), ada tujuh hal yang dikategorikan sebagai pemborosan (*waste*), yaitu (Hines & Rich, 1997):

1. Produksi berlebih (*over production*)

Produksi berlebih dianggap sebagai salah satu pemborosan paling serius pada kelancaran arus barang atau jasa dan cenderung menghambat kualitas dan produktivitas. Produksi berlebih tersebut juga cenderung menyebabkan memimpin berlebih dan waktu penyimpanan. Setiap cacat yang tidak terdeteksi dini, produk dapat menurun dan tekanan saat bekerja. Selain itu, produksi berlebih mengarah pada *work in process* yang berlebih yang mana hasil dari operasi dilokasi secara fisik dengan komunikasi yang kurang. Keadaan ini sering didorong oleh sistem bonus yang mendorong barang yang tidak diinginkan. Sistem tarik atau sistem kanban dipekerjakan oleh Toyota sebagai cara untuk mengatasi masalah ini.

2. Waktu menunggu (*waiting time*)

Ketika waktu yang digunakan tidak efektif, maka pemborosan waktu menunggu terjadi. Di dalam rantai produksi, pemborosan ini terjadi setiap kali barang tidak bergerak atau sedang dikerjakan. Pemborosan ini mempengaruhi baik barang dan pekerja, menghabiskan waktu menunggu. Kondisi yang ideal seharusnya tidak ada waktu tunggu dengan aliran cepat barang. Waktu tunggu untuk pekerja dapat digunakan untuk kegiatan pelatihan, pemeliharaan atau *kaizen* dan tidak menghasilkan produksi berlebih.

3. Transportasi (*transportation*)

Pemborosan pada transportasi melibatkan barang yang bergerak disekitarnya. Pada kondisi ekstrim, setiap gerakan di rantai produksi dipandang sebagai pemborosan dan minimalisasi transportasi lebih dicari daripada penghapusan secara total. Selain itu, penanganan ganda dan gerakan yang berlebihan cenderung menyebabkan kerusakan dan penurunan mutu dengan jarak

komunikasi antara proses sebanding dengan waktu yang dibutuhkan untuk umpan balik mengenai kualitas yang buruk dan mengambil tindakan korektif.

4. Proses yang tidak tepat (*inappropriate processing*)

Proses yang tidak tepat terjadi pada situasi dimana solusi terlalu rumit ditemukan pada prosedur sederhana seperti menggunakan mesin berfleksibilitas tidak besar dengan beberapa berfleksibilitas kecil. Terlalu kompleks biasanya menghalangi pemilik dan mendorong pekerja untuk memproduksi secara berlebih untuk mencapai investasi besar pada mesin yang kompleks. Seperti penempatan tata letak yang tidak tepat, yang menyebabkan transportasi berlebih komunikasi yang buruk.

5. Persediaan yang tidak perlu (*unnecessary inventory*)

Persediaan yang tidak perlu cenderung meningkatkan *lead time*, mencegah identifikasi masalah dan menciptakan ruang. Dengan demikian, masalah timbul dari persediaan. Hal yang harus dicapai yaitu mengurangi persediaan. Selain itu, persediaan yang tidak perlu membuat biaya penyimpanan meningkat.

6. Gerakan yang tidak perlu (*unnecessary movements*)

Gerakan yang tidak perlu melibatkan ergonomi dimana operator harus meregang, menekuk dan mengambil ketika tindakan ini bisa dihindari. Pemborosan tersebut adalah melelahkan bagi pekerja dan kemungkinan akan menyebabkan produktivitas yang rendah dan mempengaruhi kualitas.

7. Produk cacat (*product effect*)

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

2.3 *Value Stream Mapping* (VSM)

Value Stream Mapping atau VSM adalah suatu metode pemetaan aliran produksi dan aliran informasi untuk memproduksi satu produk atau satu *family* produk, yang tidak hanya pada masing-masing area kerja, tetapi pada tingkat total

produksi serta mengidentifikasi kegiatan yang termasuk *value added* dan *non value added* (Rother dan Shook, 1998).

APICS Dictionary (2005) mendefinisikan *value stream* sebagai proses-proses untuk membuat, memproduksi, dan menyerahkan produk (barang dan/atau jasa) ke pasar. Untuk proses pembuatan barang (*good*), *value stream* mencakup pemasok bahan baku, manufaktur dan perakitan barang, serta jaringan pendistribusian kepada pengguna barang itu (Gaspersz, 2007).

Menurut Verma dan Boyer (2010) *Value Stream Mapping* adalah alat visualisasi yang dikembangkan dari sistem produksi Toyota yang kini telah menjadi komponen penting dari sistem produksi ramping. VSM dapat berfungsi sebagai titik awal untuk membantu manajemen, insinyur, asosiasi produksi, penjadwal, pemasok dan pelanggan mengenai pemborosan dan penyebabnya.

Value Stream Mapping merupakan alat yang diadopsi dari proses produksi Toyota, yang mampu mereduksi pemborosan (*waste*) yang terjadi dalam perusahaan, sehingga akan diperoleh proses yang lebih efisien. Dengan proses yang efisien tersebut (*lean process*) maka diperoleh *lead time* yang lebih pendek. Pemborosan itu sendiri adalah suatu aktivitas yang menambah biaya akan tetapi tidak menambah nilai sebagaimana yang dirasakan oleh konsumen atau pelanggan akhir (Hines dan Rich, 1997).

Berdasarkan definisi tentang *Value Stream Mapping* di atas menurut beberapa ahli, maka penulis dapat menyimpulkan bahwa *Value Stream Mapping* adalah sekumpulan dari seluruh kegiatan yang didalamnya terdapat kegiatan yang memberikan nilai tambah dan yang tidak memberikan nilai tambah yang dibutuhkan untuk membawa produk maupun satu grup produk dan sumber yang sama untuk melewati aliran-aliran utama, mulai dari *raw material* hingga sampai ke tangan konsumen.

Tujuan pemetaan ini adalah untuk mengidentifikasi seluruh jenis pemborosan di sepanjang *value stream* dan untuk mengambil langkah dalam upaya mengeliminasi pemborosan tersebut. Mengambil langkah ditinjau dari segi *value stream* berarti bekerja dalam satu lingkup gambar yang besar (bukan proses-proses individual), dan memperbaiki keseluruhan. Hal ini memunculkan suatu

bahasa yang umum digunakan dalam proses produksi, dengan demikian akan mampu memfasilitasi keputusan yang lebih matang dalam memperbaiki *value stream*. *Value stream mapping* dapat menyajikan suatu titik balik yang optimal bagi setiap perusahaan yang ingin menjadi *lean*.

2.3.1 Manfaat *Value Stream Mapping*

Pemetaan *value stream* lebih dari sekedar alat yang bagus untuk membuat gambaran yang menyoroti pemborosan, namun juga dapat memberikan informasi dan gambaran lain mengenai suatu keadaan tertentu, seperti:

1. Memperjelas perlunya keputusan untuk membuat produksi mengalir
Value stream memberikan gambaran mengenai bagaimana menyatukan proses menjadi mengalir. Membuat semua operasi di dalam *value stream* terhubung dan aliran dengan pemberhentian yang minimal mengalir terus dari operasi pertama ke operasi terakhir.
2. Berperan sebagai cetak biru dari implementasi
Sebagai alat visual untuk melihat kondisi saat ini, selanjutnya dapat diambil langkah perbaikan untuk diimplementasikan.
3. Meningkatkan kemampuan untuk melihat jauh ke depan
Value stream adalah alat yang penting untuk mengevaluasi proses dengan membayangkan keadaan yang akan dicapai dimasa depan.
4. Menyatukan konsep *lean* dan teknik-teknik *lean* ke dalam *value stream*
Value stream mapping dapat menyatukan konsep-konsep serta teknik *lean* yang ada, seperti 5S, kanban dan FIFO.
5. Menggambarkan seluruh proses operasi secara terintegrasi dan tidak sekedar masing-masing proses saja
Value stream mapping memberikan gambaran aliran proses dan informasi yang saling terintegrasi, sehingga dapat menciptakan proses yang mengalir.
6. Membantu melihat lebih dari sekedar pemborosan, tetapi juga penyebab pemborosan dalam *value stream*
Value stream dapat mengurangi dan menghilangkan pemborosan dengan meneliti sampai dengan akar penyebab pemborosan.
7. Mengaitkan alur material dan alur informasi dalam satu keterkaitan

Value stream mapping harus dapat memberikan gambaran alur informasi dan material yang saling berkaitan dari proses awal sampai dengan proses akhir.


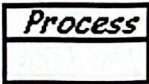


8. Menyamakan persepsi tentang kondisi saat ini

Metode *value stream* dapat dijadikan alat untuk menyamakan persepsi tentang kondisi sebenarnya yang terjadi saat ini dan selanjutnya dijadikan alat untuk membuat perbaikan berkesinambungan.


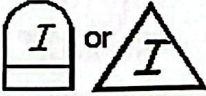





2.3.2 Simbol-Simbol dalam VSM

Dalam pembuatan *value stream mapping* suatu proses produksi, menggunakan simbol-simbol yang mewakili kondisi lantai produksi. Simbol-simbol yang digunakan saat melakukan *mapping* dapat dilihat pada Tabel 2.1.

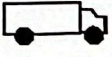

Tabel 2.1 Simbol-simbol dalam VSM

Simbol	Keterangan
 Customer/Supplier	Simbol ini merupakan <i>supplier</i> ketika di kiri atas, titik awal biasa untuk aliran material, dan juga menunjukkan <i>customer</i> ketika di kanan atas, yang merupakan titik akhir dari aliran produk.
 Dedicated Process	Simbol ini menunjukkan proses, operasi, mesin atau departemen, yang mengalir melalui departemen material dengan arus internal jalan terus.
 Shipments	Simbol ini menunjukkan gerakan bahan baku dari pemasok ke pelanggan. Atau, gerakan pengiriman barang jadi dari pemasok ke pelanggan.
 Data Box	Simbol ini berjalan dibawah simbol lainnya yang memiliki informasi yang signifikan/data yang dibutuhkan untuk menganalisis dan mengamati sistem. Informasi khas ditempatkan dibawah simbol <i>data box</i> seperti frekuensi pengiriman selama pergeseran apapun, penanganan informasi material, transfer <i>batch</i> ukuran, jumlah permintaan per periode, dan lain-lain.

Tabel 2.1 Simbol-simbol dalam VSM (Lanjutan)

Simbol	Keterangan
 Workcell	<p>Simbol ini menunjukkan banyaknya proses yang terintegrasi dalam <i>manufacture workcell</i>. Pengelompokan produk sejenis atau produk tunggal. Produk bergerak dari langkah proses satu ke proses dengan <i>batch</i> kecil atau unit tunggal.</p>
 Inventory	<p>Simbol ini menunjukkan persediaan antara dua proses. Sementara pada pemetaan keadaan saat ini, jumlah persediaan dapat didekati dengan hitungan cepat, dan jumlah tercatat dibawah segitiga. Jika ada lebih dari satu persediaan atau akumulasi, gunakan tombol untuk masing-masing.</p>
 Push Arrow	<p>Simbol ini merupakan “mendorong” bahan dari satu proses ke proses berikutnya.</p>
 Supermarket	<p>Seperti supermarket, <i>stock</i> tersedia dan satu atau lebih hilir pelanggan datang ke supermarket untuk memilih apa yang mereka butuhkan. <i>Workcenter</i> hulu kemudian mengisi ulang stok sesuai kebutuhan.</p>
 Material Pull	<p>Penarikan material, biasanya dari supermarket.</p>
 FIFO and FIFO	<p><i>First-In-First-Out</i> persediaan. Gunakan simbol ini ketika proses terhubung dengan sistem FIFO yang membatasi masukan.</p>
 Safety Stock	<p>Simbol ini merupakan persediaan pengaman terhadap masalah seperti <i>downtime</i>, untuk melindungi sistem terhadap fluktuasi yang tiba-tiba terhadap pesanan pelanggan atau kegagalan sistem. Perhatikan bahwa simbol ditutup pada semua sisi, hal ini berarti bahwa</p>

Tabel 2.1 Simbol-simbol dalam VSM (Lanjutan)

Simbol	Keterangan
	persediaan bersifat sementara, bukan merupakan gudang persediaan permanen. Untuk itu harus ada kebijakan yang jelas ketika <i>inventory</i> harus digunakan.
 <i>External Shipment</i>	Pengiriman dari pemasok atau untuk pelanggan yang menggunakan transportasi eksternal.
 <i>Operator</i>	Simbol ini menunjukkan operator pada rantai produksi.

(Sumber: Rother dan Shook, 1998)

2.3.3 *Current State Map*

Tahapan pembuatan *current state map* adalah sebagai berikut (Rother dan Shook, 1998):

1. Penentuan *Family Product* Yang Akan Dijadikan Sebagai *Model Line*

Tahap ini merupakan tahap awal dalam menggambar *current state map*. Setelah mengetahui konsep yang benar tentang *lean*, maka pada tahap ini perlu ditentukan produk yang akan dijadikan *model line* sebagai target perbaikannya. Tujuan pemilihan *model line* adalah agar penggambaran sistem fokus pada satu produk saja yang bisa dianggap sebagai acuan dan representasi dari sistem produksi yang ada. Mengidentifikasi suatu *family product* dapat dilakukan baik dengan menggunakan produk dan matriks proses untuk mengklarifikasikan langkah proses yang sama untuk produk yang berbeda. Untuk menentukan *family product* mana yang akan dipetakan tergantung keputusan perusahaan yang dapat ditentukan dari pandangan bisnis seperti tingkat penjualan, atau menurut fokus perusahaan.

2. Penentuan *Value Stream Manager*

Untuk melihat *value stream* suatu produk secara keseluruhan tentunya perusahaan perlu dilihat sebagai satu kesatuan yang utuh, sehingga batasan-batasan organisasi dalam perusahaan perlu diterobos. Karena pada dasarnya

perusahaan cenderung terorganisir untuk setiap departemen (proses) dan terbatas pada fungsinya masing-masing. Oleh karena itu dalam memetakan *value stream* agar nantinya dapat dibuat suatu usulan perancangan, diperlukan seorang *value stream manager* yakni orang yang paham mengenai proses keseluruhan dalam *value stream* suatu produk sehingga dapat membantu dalam memberikan saran bagi perbaikan *value stream* produk tersebut terbatas pada fungsinya masing-masing. Sehingga biasanya orang hanya bertanggungjawab pada apa yang menjadi bagiannya (pada areanya saja) tanpa perlu mengetahui proses secara keseluruhan menurut sudut pandang *value stream*. Oleh karena itu dalam memetakan *value stream* agar nantinya dapat dibuat suatu usulan perancangan, diperlukan seorang *value stream manager* yakni orang yang paham mengenai proses keseluruhan dalam *value stream* suatu produk sehingga dapat membantu dalam memberikan saran bagi perbaikan *value stream* produk tersebut.

3. Pembuatan Peta Untuk Setiap Kategori Proses (*Door-To-Door Flow*) di Sepanjang *Value Stream*

Keadaan sebenarnya dilapangan diperoleh saat penggambar berjalan disepanjang proses aktual *value stream* dari proses produksi yang aktual. Melakukan pengamatan mendetail untuk setiap kategori proses. Untuk setiap proses, maka seluruh informasi kritis termasuk *lead time*, *cycle time*, *changeover time*, *uptime*, EPE (ukurang *batch* produksi), jumlah operator dan waktu kerja (sudah dikurangi dengan waktu istirahat), level *inventory*, dan lain-lain perlu didokumentasikan. Yang semuanya akan dimasukkan dalam suatu *data box* untuk masing-masing proses. Level *inventory* pada peta seharusnya disesuaikan dengan lebel pada waktu pemetaan aktual dan bukan berdasarkan rata-rata karena penting untuk menggunakan gambar aktual daripada rata-rata *historis* yang disediakan oleh perusahaan. Untuk setiap pembuatan *data box*, maka ukuran-ukuran yang diperlukan antara lain:

a. PCE (*Process Cycle Efficiency*)

Adalah tingkat efisiensi dari seluruh proses produksi. PCE menggunakan rumus (Rother dan Shook, 1998) :

$$\text{Process Cycle Efficiency} = \frac{\text{Value Added Time}}{\text{Total Lead Time}} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

- 1) *Value added time* adalah waktu yang diperlukan untuk melakukan pekerjaan-pekerjaan yang akan menambah nilai produk bagi pelanggan atau dianggap penting bagi pelanggan.
- 2) *Total lead time* adalah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan keseluruhan proses dari awal sampai akhir.

Apabila nilai PCE lebih rendah dari 30%, maka proses tersebut *un-lean* atau tidak ramping.

b. *Cycle Time (C/T)*

Cycle Time (C/T) merupakan salah satu ukuran penting yang dibutuhkan dalam kegiatan *lean* selain *Value Creating Time (VCT)* dan *lead time (L/T)*. *Cycle time* menyatakan waktu yang dibutuhkan oleh satu operator untuk menyelesaikan seluruh elemen/kegiatan kerja dalam membuat satu *part* sebelum mengulangi kegiatan untuk membuat *part* berikutnya. *Value Creating Time (VCT)* menyatakan waktu keseluruhan elemen kerja yang biasa mentransformasikan suatu produk dalam cara yang rela dibayar oleh konsumen. *Lead time* menyatakan waktu yang dibutuhkan untuk seluruh proses atau dalam satu *value stream*, mulai dari awal hingga akhir proses. Biasanya: $VCT < C/T < L/T$.

c. *Changeover Timer (C/O)*

Menyatakan waktu yang dibutuhkan untuk mengubah posisi (*switch*) dari memproduksi satu jenis produk menjadi produk yang lainnya. Dalam hal ini biasanya *changeover time* menyatakan waktu untuk memindahkan dari posisi kiri menjadi posisi kanan dalam pembuatan satu produk simetris.

d. *Uptime*

Menyatakan kapasitas mesin yang digunakan dalam mengerjakan satu proses. Kapasitas mesin bersifat *on demand machine uptime*. Artinya informasi mesin ini tetap. Rumus untuk *uptime* ini adalah:

$$\%Uptime = \frac{\text{Availability-Changeover}}{\text{Availability}} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

e. Jumlah Operator

Menyatakan jumlah orang yang dibutuhkan untuk satu proses.

f. Availability (Waktu Kerja Tersedia)

Waktu kerja yang dibutuhkan untuk tiap *shift* pada suatu proses sesudah dikurangi dengan waktu istirahat (*break*), waktu rapat (*meeting*), dan waktu membersihkan area kerja (*clean up times*).

g. Time Between Next Operations

Menyatakan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai dari satu stasiun kerja di stasiun kerja berikutnya. Rumusnya adalah:

$$\text{Time Between Next Operation} = \frac{WIP}{\text{Permintaan Harian Rata-Rata}} \dots\dots(3)$$

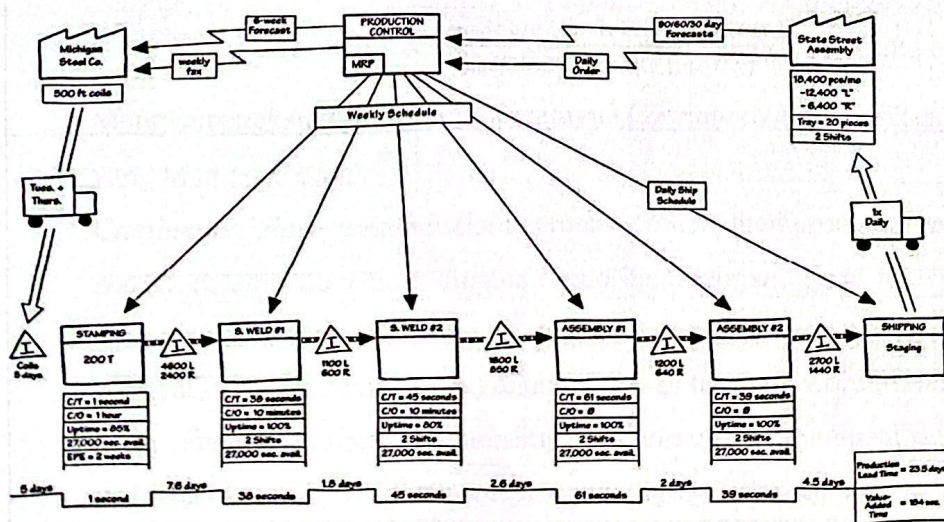
h. Work In Process (WIP)

Merupakan barang setengah jadi yang masih memerlukan proses selanjutnya.

$$\text{Days of WIP} = \frac{\text{Total WIP Antar Proses}}{\text{Total Produk Yang Dikirim Perhari}} \dots\dots\dots(4)$$

4. Membuat Peta Aliran Keseluruhan Produksi Meliputi Aliran Material dan Informasi

Contoh *Current State Value Stream Mapping* dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Contoh *Current State Value Stream Mapping* (Sumber: Rother dan Shook, 1998)

2.3.4 Future State Map

Setelah membuat *Current State Map*, maka langkah terakhir dalam *value stream mapping* adalah membuat suatu *future state map*. Tujuan dari *value stream mapping* adalah untuk mengetahui dengan jelas sumber-sumber pemborosan dan membantu membuat area target bagi proses perbaikan yang nyata. *Future state map* tidaklah lebih dari sekedar pengimplementasian rencana yang menjelaskan jenis *tool* yang dibutuhkan dalam proses *lean* untuk mengeliminasi pemborosan dan dimana (pada proses apa) *tool* tersebut diperlukan dalam *value stream* suatu produk. Pembuatan suatu *future state map* diawali dengan menjawab serangkaian pertanyaan terkait masalah yang menyebabkan perlu dibangunnya suatu *future state map*, dan juga implementasi teknis terkait penggunaan *tools* dalam proses *lean*. *Future State Map* ini diperoleh berdasarkan analisis dari *Current State Map* yang telah dibuat sebelumnya dan dengan menerapkan *tool* yang sesuai untuk digunakan. Petunjuk untuk pembuatan *Future State Map* adalah:

1. Penentuan *Takt Time*

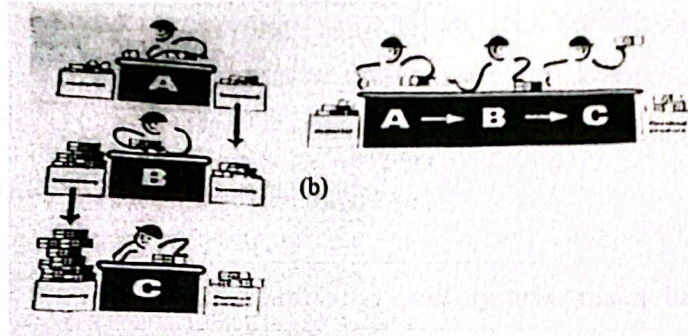
Takt time menyatakan seberapa sering seharusnya perusahaan memproduksi satu *part* atau produk dalam sehari berdasarkan rata-rata harian penjualan produk agar dapat memenuhi kebutuhan konsumen. *Takt time* dirumuskan sebagai berikut:

$$Takt\ Time = \frac{Available\ Work\ Time\ per\ Day}{Customer\ Demand\ per\ Day} \dots\dots\dots(5)$$

2. Mengembangkan Aliran Yang Kontinyu (*Continuous Flow*) di Tempat yang Memungkinkan

Continuous flow menunjukkan proses untuk memproduksi suatu produk dalam satu waktu, dimana setiap item dengan segera melewati satu proses ke proses berikutnya tanpa adanya stagnansi (juga tidak terdapat berbagai pemborosan) diantara proses tersebut. Contoh stasiun kerja sebelum dan sesudah menerapkan *continuous flow* dapat dilihat pada gambar 2.2. *Icon* pemetaan yang digunakan secara sederhana untuk menunjukkan *continuous flow* adalah *process box*. Dalam menggambarkan *future state*, setiap *process box* sebaiknya

mendeskripsikan suatu area aliran. Jadi jika dalam suatu *future state* terdapat lebih banyak *continuous flow*, maka dua atau lebih *process box* yang terdapat dalam *current state* akan dikombinasikan menjadi satu *box* dalam *future state map*.



Gambar 2.2 Proses Sebelum dan Sesudah Penerapan *Continuous Flow*
(Sumber: Rother dan Shook, 1998)

3. Menggunakan *Supermarket* Untuk Mengontrol Produksi Saat Aliran Kontinyu (*Continuous Flow*) Tidak Sampai Tahap *Upstream*

Ada kalanya beberapa area dalam *value stream* dimana *continuous flow* tidak mungkin diimplementasikan sementara pengelompokkan diperlukan. Ada beberapa alasan yang bisa menyebabkan hal ini, diantaranya:

- a. Beberapa proses yang memang dirancang untuk beroperasi dalam waktu siklus yang sangat cepat atau bahkan sangat lambat dan butuh *changeover* untuk melayani *family product* sekaligus.
- b. Beberapa proses, seperti proses yang terdapat pada *supplier*, memiliki letak yang jauh sehingga pengiriman satu produk dalam satu waktu menjadi tidak realistis. Beberapa proses memiliki terlalu banyak *lead time* atau sangatlah tidak masuk akal untuk menggabungkan secara langsung antara proses yang satu dengan yang lain dalam satu *continuous flow*.

Pengendalian produksi sering melalui *supermarket* berbasis *pull systems*. *Pull systems* biasanya perlu diletakkan di area yang *continuous flow*-nya terganggu serta proses yang sifatnya *upstream* masih harus diterapkan dalam satu ukuran *batch*. Tujuan meletakkan

pull system diantara dua proses adalah sebagai sarana untuk memberikan instruksi produksi yang akurat terhadap proses yang sifatnya *upstream*, tanpa perlu mencoba memprediksi permintaan *downstream* dan menjadwalkan proses yang *upstream*. *Pull* merupakan metode pengendalian produksi antar aliran. *Icon supermarket* terbuka di sisi kiri, menghadap proses pengiriman yang dilakukan *supplier*. Ini dikarenakan *supermarket* merupakan bagian dari proses *supply* dan digunakan dalam proses penjadwalan.

4. Pemilihan *Pacemaker Process*

Dengan menggunakan *supermarket pull system*, maka hanya akan dibutuhkan satu poin penjadwalan dalam *value stream* yang dibuat secara *door-to-door*. Poin ini yang disebut dengan proses utama (*pacemaker process*), karena bagaimana pengontrolan produksi dilakukan pada proses ini akan menentukan keseluruhan proses *upstream*. Sebagai contoh, fluktuasi dalam volume produksi diproses utama akan berpengaruh terhadap kebutuhan kapasitas dalam proses-proses *upstream*. Pilihan terhadap poin penjadwalan ini juga akan menentukan elemen-elemen apa dalam *value stream* yang akan menjadi bagian *lead time* dari *order* konsumen menuju produk jadi (*finished goods*). Ingat bahwa *transfer* material dari proses utama secara *downstream* menuju *finished goods* ditampilkan sebagai suatu aliran (karena tidak ada *supermarket* atau *pull* yang *downstream* terhadap proses utama). Dengan demikian, proses utama biasanya merupakan proses *continuous flow* yang paling hilir dalam *value stream* yang dibuat secara *door-to-door*.

5. Membangun Level Produksi Yang Konsisten

Volume kerja yang berubah besar menyebabkan munculnya *overtime* (waktu lembur) yang tidak menentu yang menyebabkan tambahan beban di mesin, orang dan *supermarket*. Dengan demikian perlu dibuat satu level produksi perintis yang dapat menangani aliran produksi yang

bisa diprediksi, yang dapat membantu mengatasi masalah dan memungkinkan pengambilan tindakan perbaikan yang cepat.

2.4 Konsep *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT)

Pada prinsipnya, *value stream analysis tools* digunakan sebagai alat bantu untuk memetakan secara detail aliran nilai (*value stream*) yang berfokus pada *value adding process*. *Detail mapping* ini kemudian dapat digunakan untuk menemukan penyebab pemborosan yang terjadi. Terdapat 7 (tujuh) macam *detail mapping tools* yang paling umum digunakan, yaitu (Hines dan Rich, 1997):

1. *Process Activity Mapping* (PAM)

Merupakan pendekatan teknis yang biasa dipergunakan pada aktivitas-aktivitas di rantai produksi. Walaupun demikian, perluasan dari *tool* ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi *lead time* dan produktivitas baik aliran produk fisik maupun aliran informasi, tidak hanya dalam ruang lingkup perusahaan namun juga pada area lain dalam *supply chain*. Konsep dasar dari *tool* ini adalah memetakan setiap tahanan aktivitas yang terjadi mulai dari operasi, transportasi, inspeksi, *delay*, dan *storage*, kemudian mengelompokkannya ke dalam tipe-tipe aktivitas yang ada mulai dari *value adding activities*, *necessary non value adding activities*, dan *non value adding activities*. Tujuan dari pemetaan ini adalah untuk membantu memahami aliran proses, mengidentifikasi adanya pemborosan, mengidentifikasi apakah suatu proses dapat diatur kembali menjadi lebih efisien, dan mengidentifikasi perbaikan aliran penambahan nilai.

2. *Supply Chain Response Matrix* (SCRM)

Merupakan grafik yang menggambarkan hubungan antara *inventory* dan *lead time* pada jalur distribusi, sehingga dapat diketahui adanya peningkatan atau penurunan tingkat persediaan pada waktu distribusi pada tiap area *supply chain*. Dari fungsi yang diberikan, selanjutnya dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan manajemen untuk menaksir kebutuhan stok apabila dikaitkan dengan pencapaian *lead time* yang pendek. Tujuan untuk memperbaiki dan

mempertahankan tingkat pelayanan setiap jalur distribusi dengan biaya rendah.

3. *Production Variety Funnel* (PVF)

Merupakan teknik pemetaan visual dengan memetakan jumlah variasi produk pada tiap tahapan proses manufaktur. *Tool* ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi titik dimana sebuah produk *generic* diproses menjadi beberapa produk yang spesifik. Selain itu, *tool* ini juga dapat digunakan untuk menunjukkan area *bottleneck* pada desain proses untuk merencanakan perbaikan kebijakan *inventory*. Dengan fungsi-fungsi tersebut, selanjutnya dapat digunakan untuk merencanakan perbaikan kebijakan *inventory* (apakah dalam bentuk bahan baku, produk setengah jadi atau produk jadi).

4. *Quality Filter Mapping* (QFM)

Merupakan *tool* yang digunakan untuk mengidentifikasi letak permasalahan cacat kualitas pada rantai suplai yang ada. Evaluasi hilangnya kualitas yang sering terjadi dilakukan untuk pengembangan jangka pendek. *Tool* ini mampu menggambarkan tiga tipe cacat kualitas yang berbeda, yaitu sebagai berikut:

a. *Product defect*

Cacat fisik produk yang lolos ke *customer* karena tidak berhasil diseleksi pada saat proses inspeksi.

b. *Scrap defect*

Sering disebut juga sebagai *internal defect*, dimana cacat ini masih berada dalam internal perusahaan dan berhasil di seleksi pada saat proses inspeksi.

c. *Service defect*

Permasalahan yang dirasakan *customer* berkaitan dengan cacat kualitas pelayanan. Hal yang paling utama berkaitan dengan cacat kualitas pelayanan adalah ketidaktepatan waktu pengiriman (terlambat atau terlalu cepat). Selain itu dapat disebabkan karena permasalahan dokumentasi, kesalahan proses *packing* maupun *labeling*, kesalahan jumlah (*quantity*), dan permasalahan faktur.

5. *Demand Amplification Mapping (DAM)*

Peta yang digunakan untuk memvisualisasikan perubahan *demand* disepanjang rantai suplai. Fenomena ini menganut *low of industrial dynamics*, dimana *demand* yang ditransmisikan disepanjang rantai suplai melalui rangkaian kebijakan *order* dan *inventory* akan mengalami variasi yang semakin meningkat dalam setiap pergerakannya mulai dari *downstream* sampai dengan *upstream*. Dari informasi tersebut dapat digunakan dalam pengambilan keputusan dan analisa lebih lanjut baik untuk mengantisipasi adanya perubahan permintaan mengelola fluktuasi, serta evaluasi kebijakan *inventory*.

6. *Decision Point Analysis (DPA)*

Menunjukkan berbagai pilihan sistem produksi yang berbeda, dengan *trade off* antara *lead time* masing-masing pilihan dengan tingkat *inventory* yang diperlukan untuk meng-cover selama proses *lead time*. *Decision Point Analysis* merupakan titik dalam *supply chain* dimana permintaan aktual memberikan kesempatan untuk *forecasting driven push*.

7. *Physical Structure (PS)*

Merupakan sebuah *tool* yang digunakan untuk memahami kondisi rantai suplai dilantai produksi. Hal ini diperlukan untuk memahami kondisi industri itu, bagaimana operasinya, dan dalam mengarahkan perhatian pada area yang mungkin belum mendapatkan perhatian yang cukup untuk pengembangan.

Pemakaian dari 7 (tujuh) *tool* di atas didasarkan pada pemilihan yang tepat berdasarkan kondisi perusahaan itu sendiri. Agar lebih mudah maka dapat dilakukan berdasarkan sistem bobot, seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.2 berikut ini.

Tabel 2.2 Value Stream Mapping Tools

Mapping tool Wastes/structure	1 Process activity mapping	2 Supply chain response matrix	3 Production variety funnel	4 Quality filter mapping	5 Demand amplification mapping	6 Decision point analysis	7 Physical structure (a) volume (b) value
1. Overproduction	L	M		L	M	M	
2. Waiting	H	H	L		M	M	
3. Transportation	H						L
4. Inappropriate processing	H		M	L		L	
5. Unnecessary inventory	M	H	M		H	M	L
6. Unnecessary motions	H	L					
7. Defects	L			H			

Notes:

- H = High correlation and usefulness
- M = Medium correlation and usefulness
- L = Low correlation and usefulness

(Sumber: Hines dan Rich, 1997)

Catatan:

- H = faktor pengali = 9
- M = faktor pengali = 3
- L = faktor pengali = 1

2.5 Peta Kerja

Menurut Wignjosoebroto (2008) peta kerja merupakan alat komunikasi yang sistematis dan logis guna menganalisis proses kerja dari tahap awal sampai akhir, melalui peta proses kerja ini kita mendapatkan informasi-informasi yang diperlukan untuk memperbaiki metoda kerja.

Menurut Sitalaksana (1979) peta kerja adalah suatu alat yang menggambarkan kegiatan kerja secara sistematis dan jelas biasanya kerja produksi. Lewat peta-peta ini kita bisa melihat semua langkah atau kejadian yang dialami oleh suatu benda kerja dari mulai masuk ke pabrik (berbentuk bahan baku), kemudian menggambarkan semua langkah yang dialaminya, seperti: transportasi, operasi mesin, pemeriksaan dan perakitan, sampai akhirnya menjadi produk jadi, baik produk lengkap atau merupakan bagian dari suatu produk lengkap.

Peta-peta kerja merupakan salah satu alat yang sistematis dan jelas untuk berkomunikasi secara luas dan sekaligus melalui peta-peta kerja ini kita bisa mendapatkan informasi-informasi yang diperlukan untuk memperbaiki metoda kerja, terutama dalam suatu proses produksi, ialah sebagai berikut: jumlah benda kerja yang harus dibuat, waktu operasi mesin, kapasitas mesin, bahan-bahan dan alat-alat khusus yang harus disediakan, dan sebagainya.

Perbaikan yang perlu dilakukan dalam usaha memperbaiki metoda kerja dari suatu proses produksi, antara lain: menghilangkan operasi-operasi yang tidak perlu, menggabungkan suatu operasi dengan operasi lainnya, menemukan suatu urutan-urutan kerja/proses produksi yang lebih baik, menentukan mesin yang lebih ekonomis, menghilangkan waktu menunggu antara operasi, dan sebagainya. Pada dasarnya semua perbaikan tersebut ditujukan untuk mengurangi biaya produksi secara keseluruhan.


2.5.1 Lambang-Lambang Peta Kerja

Untuk penggambaran analisa kerja secara keseluruhan maka aplikasi dari simbol-simbol ASME (*American Society of Mechanical Engineers*) akan banyak membantu. Adapun lambang-lambang yang digunakan untuk memudahkan pembuatan peta kerja dapat diuraikan sebagai berikut (Wignjosoebroto, 2008):

1.  Operasi

Kegiatan operasi apabila suatu proyek (material) akan mengalami perubahan dalam suatu proses transformasi. Operasi merupakan kegiatan yang paling banyak terjadi di dalam suatu proses kerja. Beberapa contoh operasi kerja adalah sebagai berikut:


- a. Selebar kertas diketik dengan mesin ketik dalam kegiatan administrasi.
- b. Memasang mur dan baut pada proses merakit.
- c. Memukul palu.

2.  Inspeksi

Kegiatan inspeksi atau pemeriksaan terjadi apabila suatu objek diperiksa apakah sudah sesuai dengan karakteristik performansi yang distandarkan. Dalam beberapa kasus tertentu kegiatan ini bisa dilaksanakan bersama dengan

kegiatan kerja lainnya seperti operasi atau transportasi. Beberapa contoh inspeksi adalah sebagai berikut:

- a. Meneliti dimensi benda kerja dengan menggunakan alat ukur.
- b. Membaca *dial indicator* atau instrumen-instrumen pengukur lainnya.
- c. Menghitung jumlah benda yang diterima dari hasil pembelian.

3.  Transportasi

Kegiatan transportasi terjadi bila fasilitas kerja lainnya bergerak berpindah tempat yang bukan merupakan bagian dari suatu operasi kerja. Suatu pergerakan yang merupakan bagian dari suatu operasi atau disebabkan oleh pekerja pada tempat kerja sewaktu operasi atau pemeriksaan berlangsung bukanlah merupakan kegiatan transportasi. Contoh kegiatan transportasi disini adalah:

- a. Memindahkan material dengan tangan, *holist*, truk, *conveyor* dan lain-lain.
- b. Bergerak, berjalan, membawa obyek dari suatu lokasi kerja ke lokasi kerja yang lain.
- c. Meletakkan/memindahkan material menuju atau dari mesin, kontainer, *conveyor*, dan lain-lain.

4.  Menunggu

Proses menunggu terjadi apabila material, benda kerja, operator atau fasilitas kerja dalam kondisi berhenti dan tidak terjadi kegiatan apapun selain menunggu. Kegiatan ini biasanya berlangsung temporer (sementara), dimana obyek terpaksa menunggu atau ditinggalkan sementara sampai suatu saat dikerjakan/diperlukan kembali. Contoh-contoh untuk keadaan menunggu ini antara lain seperti:

- a. Material atau benda kerja diletakkan di kontainer, menunggu untuk dipindahkan ke stasiun kerja berikutnya.
- b. Obyek menunggu untuk diproses atau diperiksa.
- c. Material menunggu diproses karena adanya kerusakan teknis pada mesin.

5.  Penyimpanan

Proses penyimpanan terjadi apabila obyek disimpan dalam jangka waktu yang cukup lama. Simbol ini digunakan untuk menyatakan bahwa suatu obyek mengalami proses penyimpanan permanen, yaitu ditahan atau dilindungi terhadap pengeluaran tanpa ijin tertentu. Contoh yang sesuai dengan kegiatan menyimpan ini antara lain:

- a. Bahan baku, *supplier*, dan lain-lain disimpan dalam gudang pabrik.
- b. Dokumen atau arsip yang disimpan dalam rak atau lemari khusus.
- c. Uang atau surat berharga lainnya yang disimpan dalam brankas.

6.  Aktivitas Gabungan

Seringkali dijumpai kondisi-kondisi dimana dua elemen kerja harus dilaksanakan secara bersamaan. Sebagai contoh disini adalah kegiatan operasi yang harus dilaksanakan bersama dengan kegiatan pemeriksaan pada stasiun kerja yang sama pula. Untuk ini penggambaran simbol yang dipergunakan adalah dengan meletakkan simbol kerja yang satu di atas simbol kerja yang lainnya.

2.5.2 Macam-Macam Peta Kerja

Peta kerja dapat digambarkan secara berbeda menurut derajat detail ataupun ruang lingkup yang ingin dijelaskan. Dalam hal ini dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Wignjosoebroto, 2008):

1. Peta Kerja Keseluruhan

Suatu kegiatan disebut kegiatan kerja keseluruhan apabila kegiatan tersebut melibatkan sebagian besar atau semua fasilitas yang diperlukan untuk membuat produk yang bersangkutan. Yang termasuk ke dalam kelompok kegiatan kerja keseluruhan yaitu:

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

Peta Proses Operasi adalah peta kerja yang mencoba menggambarkan urutan kerja dengan jalan membagi pekerjaan tersebut elemen-elemen operasi secara detail. Keseluruhan operasi kerja dapat digambarkan dari

awal (*raw material*) sampai menjadi produk akhir (*finished good product*) sehingga analisa perbaikan dari masing-masing operasi kerja secara individual maupun urut-urutannya secara keseluruhan akan dapat dilakukan.

Dengan adanya informasi-informasi yang bisa dicatat melalui peta operasi ini, banyak manfaat yang bisa diperoleh diantaranya:

- 1) Data kebutuhan jenis proses atau mesin yang diperlukan dalam pelaksanaan operasi kerja dan penganggarnya.
- 2) Data kebutuhan bahan baku dengan memperhitungkan efisiensi pada setiap elemen operasi kerja atau pemeriksaan.
- 3) Pola tata letak fasilitas kerja dan aliran pemindahan materialnya.
- 4) Alternatif-alternatif perbaikan prosedur dan tata cara kerja yang sedang dipakai.

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

Peta aliran proses adalah suatu peta yang akan menggambarkan semua aktivitas yang terlibat dalam proses pelaksanaan kerja. Pada peta aliran proses menggambarkan aktivitas-aktivitas yang tidak produktif seperti transportasi (*material handling*), *delay/idle*, dan penyimpanan.

Dari peta aliran proses ini akan dapat dianalisa kondisi-kondisi kerja yang ada guna memperoleh keuntungan atau perbaikan proses kerja seperti:

- 1) Mengeliminasi operasi-operasi yang tidak perlu.
- 2) Mengeliminir aktivitas *handling* yang tidak efisien.
- 3) Mengurangi jarak perpindahan dari satu operasi ke operasi yang lainnya.
- 4) Mengurangi waktu yang berbuang sia-sia karena kegiatan menunggu.
- 5) Mengatur prosedur operasi dalam langkah-langkah yang lebih efektif.
- 6) Menemukan operasi kerja yang bisa dilaksanakan secara lebih mudah dan cepat.

- 7) Menunjukkan operasi-operasi mana yang seharusnya memiliki kemungkinan untuk digabungkan.
- 8) Menunjukkan langkah-langkah operasi maupun pemeriksaan yang terlalu berlebihan ataupun pengulangan (duplikasi).
- 9) Menunjukkan pekerjaan-pekerjaan dan lokasi dimana pekerjaan tersebut dilaksanakan yang justru memberikan problem keselamatan kerja yang perlu mendapatkan perhatian serius.

c. Diagram Aliran (*Flow Diagram*)

Tujuan pokok dalam pembuatan *flow diagram* adalah untuk mengevaluasi langkah-langkah proses dalam situasi yang jelas, disamping tentunya bisa dimanfaatkan untuk melakukan perbaikan-perbaikan di dalam desain *layout* fasilitas produksi yang ada.

Kegunaan dari Diagram Aliran yaitu:

- 1) Memberikan gambaran visual atau sketsa yang lebih jelas tentang area kerja pabrik.
- 2) Membantu dalam proses perbaikan tata letak tempat kerja.

d. Peta Proses Produk Banyak (*Multi Product Process Chart*)



2. Peta Kerja Setempat

Suatu kegiatan disebut kegiatan kerja setempat, apabila kegiatan tersebut terjadi dalam suatu stasiun kerja yang biasanya hanya melibatkan orang dan fasilitas dalam jumlah terbatas.

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

Peta pekerja dan mesin merupakan suatu grafik yang menggambarkan koordinasi antara waktu bekerja dan waktu menganggur dari kombinasi antara pekerja dan mesin.

Lambang-lambang yang digunakan dalam peta pekerja dan mesin yaitu:

- 1)  Menunjukkan waktu menganggur
Digunakan untuk menyatakan pekerja atau mesin yang sedang menganggur atau salah satu sedang menunggu yang lain.
- 2)  Menunjukkan kerja tak bergantung atau independen

Keadaan ini menunjukkan pekerja atau mesin sedang bekerja.

3) Menunjukkan kerja kombinasi

Keadaan ini menunjukkan pekerja atau mesin bekerja bersama-sama.

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

c. Peta Tangan Kanan dan Kiri (*Left and Right Process Chart*) atau Peta Operator (*Operator Process Chart*)

Peta Tangan Kanan dan Kiri merupakan penggambaran semua gerakan-gerakan saat bekerja dan menganggur yang dilakukan oleh tangan kanan dan tangan kiri, serta menunjukkan perbandingan antara tugas yang dibebankan pada tangan kanan dan tangan kiri ketika melakukan suatu pekerjaan.

Kegunaan dari Peta Tangan Kanan dan Kiri yaitu:

- 1) Menyeimbangkan gerakan antara kedua tangan dan mengurangi kelelahan.
- 2) Menghilangkan atau mengurangi gerakan-gerakan yang tidak efisien dan tidak produktif sehingga mempersingkat waktu kerja.
- 3) Sebagai alat untuk menganalisis tata letak stasiun kerja.

2.6 Pengukuran Waktu

Menurut Wignjosuebrotto (1995) pengukuran kerja adalah metode penetapan keseimbangan antara kegiatan manusia yang dikontribusikan dengan unit *output* yang dihasilkan. Pengukuran waktu kerja dapat dikatakan sebagai 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. Suatu pekerjaan akan dikatakan diselesaikan secara efisien apabila waktu penyelesaiannya berlangsung paling singkat. Untuk menghitung waktu baku (*standard time*) penyelesaian pekerjaan guna memilih alternatif metode kerja yang terbaik, maka perlu diterapkan prinsip-prinsip dan teknik-teknik pengukuran kerja (*work measurement* atau *time study*).

Waktu baku ini sangat diperlukan sekali terutama untuk:

1. Perencanaan kebutuhan tenaga kerja.
2. Estimasi biaya-biaya untuk upah karyawan/pekerja.
3. Penjadwalan produksi dan penganggaran.
4. Perencanaan sistem pemberian bonus dan insentif bagi karyawan/pekerja yang berprestasi.
5. Indikasi keluaran (*output*) yang mampu dihasilkan oleh seorang pekerja.

Waktu baku ini merupakan waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja yang memiliki tingkat kemampuan rata-rata untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Disini sudah meliputi kelonggaran waktu yang diberikan dengan memperhatikan situasi dan kondisi pekerjaan yang harus diselesaikan tersebut. Dengan demikian maka waktu baku yang dihasilkan dalam aktivitas pengukuran kerja ini akan dapat digunakan sebagai alat untuk membuat rencana penjadwalan kerja yang menyatakan berapa lama suatu kegiatan itu harus berlangsung dan berapa *output* yang akan dihasilkan serta berapa pula jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut (Wignjosoebroto, 1995).

Ada berbagai macam cara untuk mengukur dan menetapkan waktu standar yang ada umumnya dilaksanakan dengan pengukuran waktu kerja sebagai berikut:

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

Pengukuran waktu kerja dengan jam henti (*stopwatch time study*) diperkenalkan pertama kali oleh Frederick W. Taylor sekitar abad 19 yang lalu. Metode ini baik diaplikasikan untuk pekerjaan-pekerjaan yang berlangsung singkat dan berulang-ulang (Wignjosoebroto, 1995). Metode pengukuran waktu kerja yang digunakan pada penelitian ini adalah pengukuran waktu kerja secara langsung dengan *stopwatch time study*. Dari hasil pengukuran maka akan diperoleh waktu baku untuk menyelesaikan suatu siklus pekerjaan, yang mana waktu ini akan dipergunakan sebagai standar penyelesaian pekerjaan bagi semua pekerja yang akan melaksanakan pekerjaan yang sama seperti itu.

Berdasarkan langkah-langkah di atas terlihat bahwa pengukuran kerja dengan jam henti ini merupakan cara pengukuran yang obyektif karena disini waktu ditetapkan berdasarkan fakta yang terjadi dan tidak cuma sekedar diestimasi secara subyektif. Disini juga akan berlaku asumsi-asumsi dasar sebagai berikut:

1. Metode dan fasilitas untuk menyelesaikan pekerjaan harus sama dan dibakukan terlebih dahulu sebelum mengaplikasikan waktu baku untuk pekerjaan dan dibakukan terlebih dahulu sebelum mengaplikasikan waktu baku untuk pekerjaan yang serupa.
2. Operator harus memahami benar prosedur dan metode pelaksanaan kerja sebelum dilakukan pengukuran kerja. Operator-operator yang akan dibebani dengan waktu baku diasumsikan memiliki tingkat keterampilan dan kemampuan yang sama dan sesuai untuk pekerjaan tersebut. Hal ini persyaratan mutlak pada waktu memilih operator yang akan dianalisa waktu kerjanya benar-benar memiliki tingkat kemampuan yang rata-rata.
3. Kondisi lingkungan fisik pekerjaan juga relatif tidak jauh berbeda dengan kondisi fisik pada saat pengukuran kerja dilakukan.
4. *Performance* kerja mampu dikendalikan pada tingkat yang sesuai untuk seluruh periode kerja yang ada.

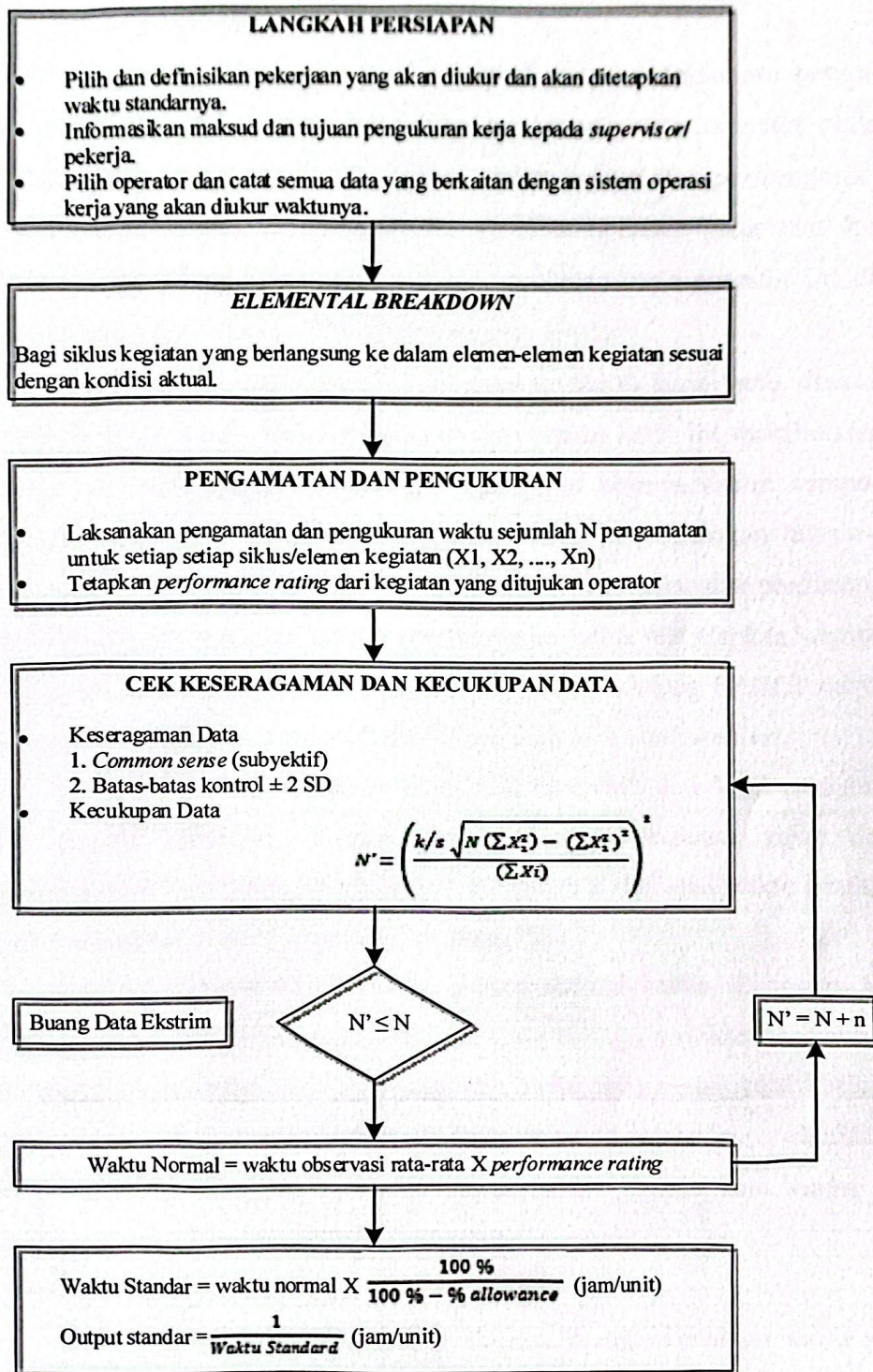
Aktivitas pengukuran kerja dengan jam henti umumnya diaplikasikan pada industri *manufacturing* yang memiliki karakteristik kerja yang berulang-ulang, terspesifikasi jelas, dan menghasilkan output yang relatif sama. Meskipun demikian aktivitas ini bisa pula diaplikasikan untuk pekerjaan-pekerjaan *non manufacturing* seperti yang bisa dijumpai dalam aktivitas kantor gudang atau jasa pelayanan lainnya jika memenuhi kriteria-kriteria sebagai berikut:

1. Pekerjaan tersebut harus dilaksanakan secara *repetitive* dan *uniform*.
2. Isi/macam pekerjaan bersifat homogen.
3. Hasil kerja (*output*) dapat dihitung secara nyata (kuantitatif) baik secara keseluruhan ataupun untuk tiap-tiap elemen kerja yang berlangsung.
4. Pekerjaan tersebut cukup banyak dilaksanakan dan teratur sifatnya sehingga memadai untuk diukur dan dihitung waktu bakunya.

2.6.1 Langkah-Langkah Pengukuran Waktu Dengan Jam Henti

Untuk memperoleh hasil yang baik dan dipercaya maka didalam pelaksanaan pengukuran tidaklah cukup sekedar melakukan beberapa kali pengukuran dengan jam henti. Banyak faktor yang harus diperhatikan agar pada akhirnya diperoleh waktu standar untuk pekerjaan yang bersangkutan seperti yang berhubungan dengan kondisi kerja, kerjasama yang ditunjukkan operator untuk mau bekerja secara wajar pada saat diukur, cara pengukuran, jumlah siklus kerja yang diukur, dan lain-lain.

Sebagian dari hal tersebut harus dipersiapkan sebaik-baiknya sebelum pengukuran dilaksanakan. Adapun langkah-langkah yang harus dilakukan sebelum melakukan pengukuran waktu dengan menggunakan jam henti (*stopwatch*) pada Gambar 2.3 adalah sebagai berikut:



Gambar 2.3 Langkah-Langkah sistematis dalam Kegiatan Pengukuran Kerja dengan Jam Henti (*Stop Watch Time Study*)
(Sumber: Wignjosoebroto, 1995)

2.6.2 Faktor Penyesuaian (*Rating Factor*)

Bagian yang paling penting dan sulit di dalam pelaksanaan pengukuran kerja adalah kegiatan evaluasi kecepatan atau tempo kerja operator pada saat pengukuran kerja berlangsung. Kecepatan, usaha, tempo atau *performance* kerja semuanya akan menunjukkan kecepatan gerakan operator pada saat bekerja. Aktivitas untuk menilai atau mengevaluasi kecepatan kerja operator ini dikenal sebagai "*Rating Performance*" (Wignjosoebroto, 1995).

Dengan melakukan *rating* ini diharapkan waktu kerja yang diukur bisa "dinormalkan" kembali. Ketidaknormalan dari waktu kerja ini diakibatkan oleh operator yang bekerja secara kurang wajar yaitu bekerja dalam tempo atau kecepatan yang tidak sebagaimana mestinya. Suatu saat dirasakan terlalu cepat dan disaat lain malah terlalu lambat. *Rating* adalah satu persoalan penilaian yang menjadi bagian dari aktivitas pengukuran kerja dan untuk menetapkan waktu baku penyelesaian kerja terhadap faktor penilaian (lebih cenderung bersifat subyektif) terhadap tempo kerja operator ini harus dibuat oleh *time study analyst*.

Untuk menormalkan waktu kerja yang diperoleh dari hasil pengamatan, maka hal ini dilakukan dengan mengadakan penyesuaian yaitu dengan mengalikan waktu pengamatan rata-rata (bisa waktu siklus atau waktu untuk tiap-tiap elemen) dengan faktor penyesuaian/*rating* "P".

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. Berikut ini akan diuraikan beberapa sistem untuk memberikan *rating* yang umumnya diaplikasikan di dalam aktivitas pengukuran kerja.

1. *Skill dan Effort Rating*

Sekitar tahun 1916, Charles E. Bedaux memperkenalkan suatu sistem untuk pembayaran upah atau pengendalian tenaga kerja. Sistem yang diperkenalkan oleh Bedaux ini berdasarkan pengukuran kerja dan waktu baku yang ada dinyatakan dengan angka "Bs". Prosedur pengukuran kerja yang dibuat oleh Bedaux meliputi juga menentukan *rating* terhadap kecakapan

(*skill*) dan usaha-usaha yang ditunjukkan operator pada saat bekerja, disamping juga mempertimbangkan kelonggaran (*allowances*) waktu lainnya. Disini Bedaux menetapkan angka 60 Bs sebagai *performance standard* yang harus dicapai oleh seorang operator. Dengan demikian, yang harus dicapai oleh seorang operator yang bekerja dengan kecepatan yang normal diharapkan akan mampu mencapai angka 60 Bs per jam, dan pemberian insentif dilakukan pada tempo kerja rata-rata sekitar 70-85 Bs per jam.

Sebelum Bedaux memperkenalkan sistemnya, *performance rating* biasanya dilaksanakan dengan jalan menganalisa langsung dari data waktu yang diperoleh dari pengukuran *stopwatch*. Sehingga apabila seorang operator bekerja dengan tempo yang cepat, maka waktu kerjanya akan tercatat di atas waktu rata-rata yang ada dan sebaliknya. Jelas bahwa sistem Bedaux ini akan memperbaiki metode yang umum dipakai sebelumnya.

2. *Westing House System's Rating*

Westing house Company (1927) juga ikut memperkenalkan sistem yang dianggap lebih lengkap dibandingkan dengan sistem yang dilaksanakan oleh Bedaux. Disini selain kecakapan (*skill*) dan usaha (*effort*) yang telah dinyatakan oleh Bedaux sebagai faktor yang mempengaruhi *performance* manusia, maka *westing house* menambahkan lagi dengan kondisi kerja (*working condition*) dan *consistency* dari operator dalam melakukan kerja. Untuk ini *westing house* telah berhasil membuat suatu tabel *performance rating* yang berisikan nilai-nilai angka yang berdasarkan tingkatan yang ada untuk masing-masing faktor tersebut. Untuk menormalkan waktu yang ada maka hal ini dilakukan dengan jalan mengalikan waktu yang diperoleh dari pengukuran kerja dengan jumlah keempat *rating* faktor yang dipilih sesuai dengan *performance* yang ditunjukkan oleh operator.

Tabel 2.3 Tabel *Performance Ratings* dengan Sistem *Westing House*

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

(Sumber: Wignjosoebroto, 1995)

3. *Synthetic Rating*

Synthetic rating adalah metode untuk mengevaluasi tempo kerja operator berdasarkan nilai waktu yang telah ditetapkan terlebih dahulu (*predetermined time value*). Prosedur yang dilakukan adalah dengan melaksanakan pengukuran kerja seperti biasanya dan kemudian membandingkan waktu yang diukur ini dengan waktu penyelesaian elemen kerja yang sebelumnya sudah diketahui data waktunya. Perbandingan ini merupakan *index performance* atau *rating factor* dari operator untuk melaksanakan elemen kerja tersebut. Rasio untuk menghitung *index performance* atau *rating factor* ini dapat dirumuskan sebagai:

$$R = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(6)$$

Dimana:

R = *index performance* atau *rating factor*

P = *predetermined time* untuk elemen kerja yang diamati (menit)

A = rata-rata waktu dari elemen kerja yang diukur (menit)

4. *Performance Rating* atau *Speed Rating*

Di dalam praktek pengukuran kerja maka metode penerapan *rating performance* kerja operator adalah didasarkan pada satu faktor tunggal yaitu operator *speed, space* atau tempo. Sistem ini dikenal sebagai "*Performance Rating*" atau "*Speed Rating*". *Rating factor* ini umumnya dinyatakan dalam persentase (%) atau angka desimal, dimana *performance* kerja normal akan sama dengan 100% atau 1,00. Penetapan besar kecilnya angka akan dilakukan oleh *time study analyst* sendiri, sehingga untuk itu dibutuhkan pengalaman yang cukup di dalam mengevaluasi ataupun menilai *performance* kerja ditunjukkan oleh operator.

Apabila penyimpangan pada saat *time study analyst* dalam mengamati situasi kerja yang memberikan penilaian terhadap *performance* kerja tidak melebihi 5% dari *performance* yang sebenarnya, maka bisa diartikan bahwa *time study analyst* tersebut akan cukup mampu untuk melaksanakan penilaian *performance* kerja secara langsung.

Rating factor pada dasarnya diaplikasikan untuk menormalkan waktu kerja yang diperoleh dari pengukuran kerja akibat tempo atau kecepatan kerja operator yang berubah-ubah. Nilai waktu yang diperoleh disini masih belum bisa ditetapkan sebagai waktu baku untuk penyelesaian suatu operasi kerja, karena faktor-faktor yang berkaitan dengan kelonggaran waktu (*allowance time*) agar operator bisa bekerja dengan sebaik-baiknya masih belum dikaitkan.

2.6.3 Faktor Kelonggaran (*Allowance*)

Dalam praktik sehari-hari, pengamatan akan dihadapkan pada keadaan bahwa tidaklah mungkin seorang operator mampu bekerja secara terus menerus sepanjang hari tanpa adanya interupsi sama sekali. Terkadang operator akan sering menghentikan kerja dan membutuhkan waktu-waktu khusus untuk berbagai

keperluan seperti *personal needs*, istirahat menghilangkan rasa lelah, dan hambatan-hambatan lain yang tak terhindarkan.

Sehingga faktor kelonggaran disini merupakan bentuk waktu tambahan yang diberikan sebagai kompensasi bagi pekerja atas berbagai keperluan, keterlambatan dan kerugian yang dilakukan oleh operator. Faktor kelonggaran ini bisa diklasifikasikan menjadi *personal allowance*, *delay allowance*, dan *fatigue allowance*. Dalam menilai seberapa besar faktor kelonggaran yang diberikan, menggunakan bantuan tabel persentase kelonggaran berdasarkan faktor yang berpengaruh yang dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Persentase Kelonggaran Berdasarkan Faktor yang Berpengaruh

FAKTOR		KELONGGARAN (%)		
KEBUTUHAN PRIBADI				
<input type="checkbox"/>	Pria	0 - 2,5		
<input type="checkbox"/>	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	0	
2	Sangat Ringan	0 - 2,25 Kg	0 - 6	0 - 6
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
6	Sangat Berat	27 - 50 Kg	19 - 30	
7	Luar Biasa Berat	> 50 Kg	30 - 50	

Tabel 2.4 Persentase Kelonggaran Berdasarkan Faktor yang Berpengaruh (Lanjutan)

FAKTOR		KELONGGARAN (%)	
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			
1	Normal	0	
2	Agak Terbatas	0 - 5	
3	Sulit	0 - 5	
4	Anggota Badan Terbatas	5 - 10	
5	Seluruh Badan Terbatas	10 - 15	
KELELAHAN MATA		TERANG	BURUK
1	Pandangan Terputus	0	1
2	Pandangan Terus Menerus	2	2
3	Pandangan Terus Menerus Dengan Faktor Berubah-Ubah	2	5
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
3	Sedang	5 - 0	8 - 0
4	Normal	0 - 5	0 - 8
5	Tinggi	5 - 40	8 - 100
		> 40	> 100

(Sumber: Sutaaksana, 1979)

2.6.4 Uji Statistik

Uji statistik yang akan dilakukan terhadap data yang telah diperoleh yaitu sebagai berikut:

1. Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data ini dilakukan untuk mengetahui apakah data yang telah diambil dalam pengamatan kali ini sudah cukup atau belum. Jika setelah

dilakukan perhitungan secara statistik ternyata data yang diperoleh belum mencukupi maka harus dilakukan penambahan data kembali. Langkah-langkah yang harus dilakukan dalam melaksanakan perhitungan uji kecukupan data adalah sebagai berikut:

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

$$\bar{X} = \frac{\sum xi}{N} \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan : \bar{X} = Nilai rata-rata

N = Jumlah data pengamatan

- b. Menguji kecukupan data dengan menghitung berapa besar nilai N' (dimana pada penelitian kali ini tingkat kepercayaan yang digunakan sebesar 95% dan tingkat ketelitian sebesar 5%) (Sutalaksana, 1979) menggunakan rumus sebagai berikut:

$$N' = \left(\frac{40 \sqrt{N (\sum xi^2) - (\sum xi)^2}}{\sum xi} \right)^2 \dots\dots\dots(8)$$

- c. Untuk mengetahui apakah data yang kita gunakan sudah mencukupi atau belum, dapat diketahui dengan cara membandingkan nilai N' dengan N dengan ketentuan sebagai berikut:

- 1) Jika $N' < N$: Data dinyatakan sudah cukup
- 2) Jika $N' > N$: Data dinyatakan belum cukup sehingga perlu ditambah lagi

2. Uji Keseragaman Data

Menurut Sutalaksana (1979), tingkat ketelitian dan tingkat kepercayaan adalah pencerminan tingkat kepastian yang diinginkan oleh pengukur setelah memutuskan tidak melakukan pengukuran yang sangat banyak. Tingkat ketelitian menunjukkan penyimpangan maksimum hasil pengukuran dari waktu penyelesaian sebenarnya. Sedangkan tingkat kepercayaan

menunjukkan besarnya kepercayaan pengukur bahwa hasil yang diperoleh memenuhi syarat ketelitian.

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

- a. Menentukan jumlah hasil data keseluruhan yang diperoleh dari pengumpulan data di lapangan.
- b. Mencari nilai \bar{X} dengan rumus:

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{N} \dots\dots\dots(9)$$

- c. Menghitung standar deviasi dari waktu sebenarnya dengan rumus:

$$\delta x = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{X})^2}{N-1}} \dots\dots\dots(10)$$

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

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

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

- e. Memindahkan data-data yang telah diperoleh ke dalam bentuk grafik dengan batas-batas kontrol yang telah ditetapkan.

Apabila data-data yang diperoleh tersebut terdapat data yang berada di luar batas kontrol, maka data tersebut harus dihilangkan dan dilakukan perhitungan kembali seperti semula karena data yang berada di luar batas kontrol menyebabkan data tidak seragam.

Untuk melakukan uji kenormalan data pada penelitian ini, penulis menggunakan bantuan Microsoft Excel untuk melakukan pengujiannya. Hasil *output* dari pengujian ini akan menentukan keputusan apakah sampel yang diperoleh tersebut seragam atau tidak seragam.

2.6.5 Perhitungan Waktu Standar

Waktu standar atau waktu baku adalah lamanya waktu yang diperlukan oleh seorang pekerja terampil untuk menyelesaikan satu siklus pekerjaan dalam kecepatan normal yang disesuaikan dengan faktor penyesuaian dan faktor kelonggaran yang diberikan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut. Jika data telah mencukupi syarat $N' < N$, 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 (Purnomo, 2004). 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:

$$W_s = \frac{\sum x_i}{N} \dots\dots\dots(11)$$

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. Adapun cara menghitung waktu normal dengan cara:

$$W_n = W_s (1 + Rating Factors) \dots\dots\dots(12)$$

3. Waktu Baku

Waktu baku merupakan waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja yang memiliki tingkat kemampuan rata-rata untuk menyelesaikan suatu pekerjaan (Wignjosoebroto, 1995). 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*). Adapun cara menghitung waktu standar/baku dengan cara:

$$W_b = W_n (1 + Allowance) \dots\dots\dots(13)$$

2.7 Diagram Sebab-Akibat (*Fishbone*)

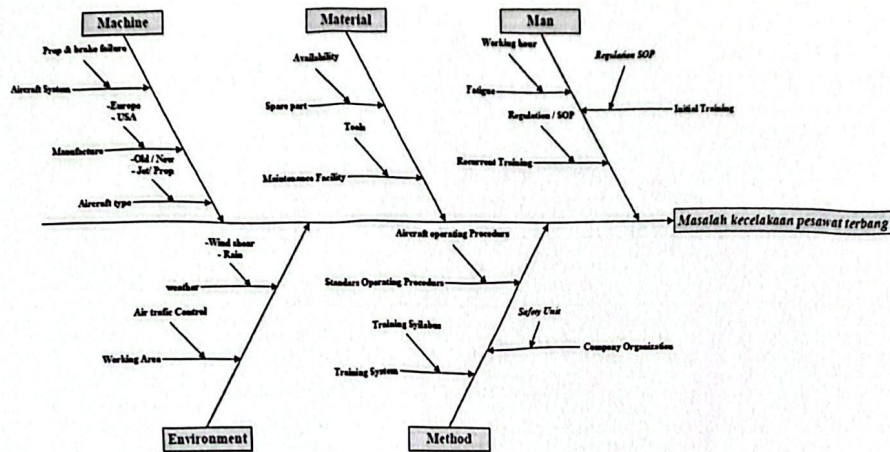
Diagram sebab-akibat yang dikenalkan pertama kali oleh Prof. Kouru Ishikawa (Tokyo University) pada tahun 1943. Diagram ini berguna untuk menganalisa dan menemukan faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan didalam menentukan karakteristik kualitas *output* kerja. Disamping itu juga mencari penyebab-penyebab sesungguhnya dari suatu masalah. Untuk mencari faktor-faktor penyebab terjadinya penyimpangan kualitas hasil kerja, maka orang akan selalu mendapatkan bawa ada lima faktor penyebab utama yang signifikan yang perlu diperhatikan yaitu Manusia (*Man*), Metode Kerja (*work-Method*), Mesin atau peralatan kerja lainnya (*Machine/equipment*), Bahan bahan baku (*Raw Material*) dan Lingkungan Kerja (*Work Environment*). Langkah-langkah dasar yang harus dilakukan dalam membuat diagram sebab-akibat diuraikan sebagai berikut:

- Langkah 1 : Tetapkan karakteristik yang akan dianalisis, *quality* karakteristik adalah kondisi yang ingin diperbaiki. Usahakan ada tolak ukur yang jelas dari masalah tersebut sehingga perbandingan sebelum dan sesudah perbaikan dapat dilakukan.
- Langkah 2 : Tulis faktor-faktor penyebab utama (*main cause*) yang diperkirakan merupakan sumber terjadinya penyimpangan atau mempunyai akibat pada permasalahan yang ada tersebut. Faktor-faktor penyebab ini biasanya akan berkisar pada faktor 4M + 1E. Gambarkan anak panah untuk menunjukkan faktor-faktor penyebab yang mengarah pada panah utama.
- Langkah 3 : Cari lebih lanjut faktor-faktor yang lebih terperinci yang secara nyata berpengaruh atau mempunyai akibat dari faktor-faktor penyebab utama tersebut.

Langkah 4 : Periksa! Apakah semua item yang berkaitan dengan karakteristik kualitas *output* benar-benar sudah kita cantumkan dalam diagram.

Langkah 5 : Carilah faktor-faktor penyebab yang paling dominan.

Bentuk umum diagram sebab-akibat ditunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Bentuk Umum Diagram Sebab-Akibat
(Sumber: Nasution, 2001)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian ini menggambarkan langkah-langkah atau kerangka berpikir yang akan dijalankan pada penelitian ini. Tujuan dari pembuatan metodologi penelitian ini adalah agar proses dalam penelitian ini terstruktur dengan baik dan dapat mencapai sasarnya.

3.1 Studi Lapangan

Studi lapangan adalah pengumpulan data secara langsung ke lapangan dengan menggunakan teknik pengumpulan data yaitu dengan melakukan wawancara langsung dengan *leader* maupun operator di proses produksi *support radiator* RH, departemen *stamping* dan *Production Planning and Inventory Control* (PPIC) serta melakukan pengamatan langsung. Maksud dari studi lapangan yang dilakukan adalah untuk mengetahui kondisi aktual dan permasalahan yang terjadi secara akurat mengenai pemborosan pada proses produksi di *plant* satu PT Metindo Erasakti.

3.2 Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan untuk mendapatkan landasan teori yang berguna bagi penelitian yang diperoleh dari beberapa sumber buku dan jurnal. Landasan teori yang digunakan harus dapat membantu penelitian dan memecahkan permasalahan yang sedang dihadapi. Studi pustaka yang diperlukan dalam tugas akhir ini berkaitan dengan *Lean Manufacturing*, *Value Stream Mapping* (VSM), dan pemborosan (*waste*).

3.3 Perumusan Masalah

Perumusan masalah merupakan sekumpulan pertanyaan yang akan dicari jawabannya melalui pengumpulan data, pengolahan data dan analisis masalah. Perumusan masalah pada penelitian ini berkaitan dengan identifikasi terjadinya pemborosan pada proses produksi *support radiator* RH, penerapan konsep *lean manufacturing* dengan menggunakan metode *value stream mapping* dan berapa besar perubahan *lead time* yang terjadi setelah penerapan konsep tersebut serta

g. Aliran bahan baku

3.6 Uji Statistik Data

Waktu siklus atau *cycle time* adalah waktu yang diperlukan untuk membuat satu unit produk pada satu stasiun kerja. 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 bisa diselesaikan dalam waktu yang persis sama. Waktu siklus yang diperoleh perlu diuji keakuratannya melalui dua taha uji keseragaman dan uji kecukupan data.

3.7 Pengolahan data

Pengolahan data merupakan urutan langkah-langkah yang disusun secara sistematis untuk mengolah data dan informasi yang diperoleh. Adapun tahapannya adalah sebagai berikut:

1. Perhitungan Waktu Normal dan Waktu Standar

Waktu siklus yang telah melewati dan dinyatakan lulus pada tahap uji keseragaman dan uji kecukupan data maka selanjutnya menghitung waktu normal dan waktu standar. Waktu normal adalah suatu perhitungan yang menambahkan faktor penyesuaian terhadap rata-rata waktu siklus yang diperoleh pada proses sebelumnya sedangkan waktu standar adalah perhitungan yang menambahkan kelonggaran terhadap waktu normal (Sutalaksana, 1979). Waktu yang dihasilkan merupakan waktu tiap-tiap elemen pada masing-masing stasiun kerja.

2. Pemetaan Proses Produksi Dengan *Current State Mapping*

- a. Mengidentifikasi aliran informasi dan material.
- b. Membuat peta untuk setiap kategori proses (*Door-to-Door Flow*) disepanjang *value stream*.

Informasi yang diperlukan untuk masing-masing kategori proses terdiri dari *cycle time*, jumlah produksi, jumlah operator dan *uptime*. Ukuran-ukuran ini akan dimasukkan pada satu *data box* untuk setiap kategori proses.

c. Membuat peta aliran keseluruhan pabrik (meliputi aliran material dan aliran informasi) yang membentuk *current state map*.

Tahap selanjutnya adalah menggabungkan peta setiap kategori proses yang terdapat disepanjang *value stream* dengan aliran material dan aliran informasi sehingga menjadi satu kesatuan aliran dalam pabrik.

3. Perhitungan *Process Cycle Efficiency*

PCE adalah tingkat keefisienan dari seluruh proses produksi. Hasil dari perhitungan PCE ini digunakan sebagai acuan apakah tingkat produksi yang berjalan sudah dapat dikatakan efisien apa belum.

4. Pemilihan Alat VSM

Konsep VALSAT digunakan untuk pemilihan *value stream analysis tools*.

3.8 Analisis Masalah

Analisis masalah merupakan kegiatan menginterpretasikan hasil dari pengolahan data menjadi informasi yang lebih dapat dimengerti. Analisis masalah diharapkan dapat menjawab tujuan dari penelitian ini. Analisis yang dilakukan meliputi:

1. Analisis *Current State Value Stream Mapping*

Analisis untuk memahami aliran informasi dan material dalam sistem secara keseluruhan.

2. Analisis hasil *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT)

Analisis untuk mengetahui pilihan *value stream mapping tools* yang paling efektif untuk mengurangi pemborosan yang terjadi secara terperinci.

3. Analisis Diagram Sebab-Akibat

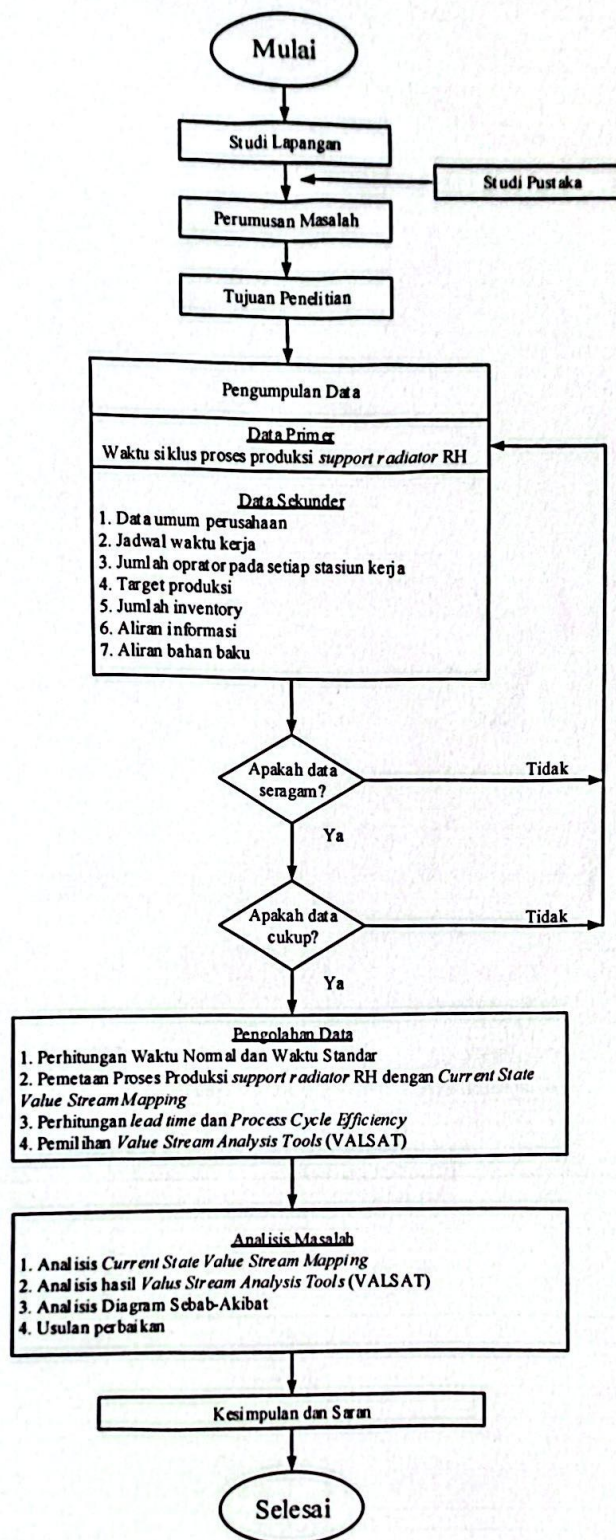
Analisis ini digunakan untuk mencari akar permasalahan dari masalah utama dalam proses produksi *Support Radiator RH*.

4. Usulan Perbaikan

Memberikan usulan dan gambaran kepada perusahaan tentang metode pengurangan pemborosan.

3.9 Kesimpulan dan Saran

Langkah terakhir dari penelitian ini adalah menentukan kesimpulan dan saran. Kesimpulan merupakan jawaban dari perumusan masalah yang ada dapat berupa informasi dan nilai. Saran merupakan usulan yang diberikan untuk perusahaan atau penelitian berikutnya sehingga diharapkan dapat lebih baik dari sebelumnya. Dari penjelasan teknik analisis data sebelumnya dapat dibuat langkah-langkah berpikir untuk pemecahan masalah yang telah disebutkan sebelumnya. Langkah-langkah pemecahan masalah tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Kerangka Pemecahan Masalah

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan terhadap data-data yang diperlukan selama penelitian. Data yang dikumpulkan berupa data primer dan data sekunder yang nantinya digunakan untuk membuat *value stream mapping* dan untuk mengidentifikasi pemborosan yang ada pada proses produksi *support radiator* RH di PT Metindo Erasakti.

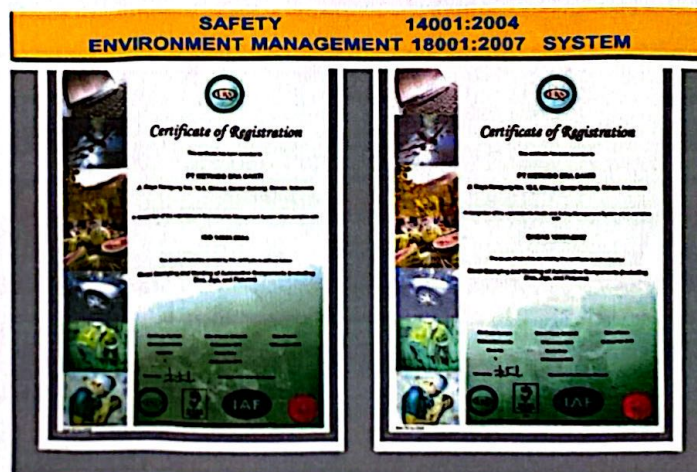
4.1.1 Sejarah Perusahaan

PT Metindo Erasakti merupakan perusahaan yang bergerak dibidang industri komponen otomotif yang tergabung dalam Astra autoPart group. PT Metindo Erasakti berdiri sejak tahun 1989, yang awalnya bekerja sama dengan Astra, untuk memproduksi dan export perangkat keras rumah tangga ke Amerika Serikat dan Eropa. Pada tahun 1990 PT Metindo Erasakti memasuki pasar Automotive dengan memproduksi Komponen Mobil yang berorientasi ke industri perakitan mobil sebagai pelanggannya. Pada tahun 1994 PT Metindo Erasakti memperluas bisnisnya dengan memproduksi komponen sepeda motor yang berorientasi kepada perakitan sepeda motor sebagai pelanggannya.

PT Metindo Erasakti adalah sebuah perusahaan lokal dengan luas tanah $\pm 65.000 \text{ m}^2$ dan luas bangunan $\pm 37.000 \text{ m}^2$ yang bergerak dibidang *press stamping* dan *welding*, yaitu proses *press* komponen dan perakitan komponen dengan mesin las yang di supply di perusahaan-perusahaan jepang yang ada di Indonesia. Tahap demi tahap sampai dengan tahun 2016 PT Metindo Erasakti berkembang pesat semenjak banyak dari beberapa pelanggan yang bergabung.

Pada tahun 2007 PT Metindo Erasakti membangun *plant 2* di daerah karawang tepatnya di kawasan KIIC karawang barat dengan luas tanah $\pm 11.191 \text{ m}^2$ dan luas bangunan $\pm 7.500 \text{ m}^2$ dengan bidang yang sama yaitu *Press Stamping*, *Welding* dan *Painting*. Karena untuk membedakan antara *Plant 1* dan *Plant 2*, maka *Plant 2* tersebut diberi nama PT Metindo Erasakti atau PT Metindo Erasakti *Plant*

2. Pada tanggal 1 Mei 2010 yang bertepatan dengan hari buruh internasional. PT Metindo Erasakti pernah di kunjungi oleh Bapak Presiden Republik Indonesia Susilo Bambang Yudoyono dengan melihat-lihat fasilitas yang ada di dalam pabrik dan sekurang-kurangnya memberi motivasi kepada PT Metindo Erasakti agar perusahaan lokal ini dapat berjalan dengan baik dan bisa menyaingi perusahaan-perusahaan luar. Guna menjamin kestabilan kualitas, PT Metindo Erasakti mulai menerapkan sistem 5-S dan sistem manajemen mutu yang ditandai dengan diterimanya sertifikat ISO 9002:1994 pada tahun 1996, kemudian diperbaharui menjadi ISO 9001:2000 pada tahun 2002, Pada tahun 2009 mendapatkan ISO 9001:2008 dan sampai pada saat ini perusahaan ini meraih sertifikat ISO/TS 16949 (*automotive requirement*).



Gambar 4.1 Sertifikasi PT Metindo Erasakti
(Sumber: PT Metindo Erasakti)

PT Metindo Erasakti merupakan perusahaan yang bergerak di bidang perakitan otomotif yang memproduksi komponen kendaraan roda empat dan kendaraan roda dua, *Stamping Part* maupun *Welding Part*. Di dalam PT Metindo Erasakti juga terdapat *Dies Center* atau *workshop* untuk pembuatan *Dies*, *Welding Jig*, *Inspection Jig*, *Checking Fixture*, dan *Tools* yang lain, Fabrikasi pallet dan rak besi juga di buat. PT Metindo Erasakti sampai pada tahun 2017 ini adalah merupakan vendor dari beberapa industri besar di Indonesia seperti Toyota, Daihatsu, Honda, Hino, Nissan, Yamaha, Suzuki, Kawasaki dan lain-lain.

PT Metindo Erasakti berkomitmen untuk memberi kepuasan pelanggan, dan harus terus tumbuh dan berkembang menjadi salah satu Industri Komponen Automotive yang terkemuka baik Regional maupun Global.

4.1.2 Profil Perusahaan

Logo perusahaan PT Metindo Erasakti merupakan gabungan antara huruf M dan E yang merupakan huruf awal dari PT Metindo Erasakti itu sendiri. tampak pada Gambar 4.2.

1. Logo Perusahaan



Gambar 4.2 Logo Perusahaan PT Metindo Erasakti
(Sumber: PT Metindo Erasakti)

2. Bidang Usaha

PT Metindo Erasakti bergerak dibidang industri komponen otomotif, yang terdapat aktivitas proses *stamping* (pengepresan), *welding* (pengelasan), dan *painting* (pengecatan).

3. Waktu berkerja

Waktu kerja di PT Metindo Erasakti dibagi menjadi dua bagian, yaitu *Shift 1* dan *Shift 2*. Waktu kerja dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Jam Kerja PT Metindo Erasakti

Keterangan	Shift 1	Shift 2
Total Waktu Kerja	07:10 sd 16:00 (8 Jam 50 Menit)	20:40 sd 05:00 (8 Jam 20 Menit)
Istirahat	10:00 sd 10:10	22:20 sd 22:30
Istirahat	11:45 sd 12:25 12:25 sd 13:05	00:30 sd 01:10
Waktu Kerja	8 Jam	7 Jam 30 Menit
Lembur	2,5 Jam	1,5 Jam
Istirahat Lembur	16:00 sd 16:15	05:00 sd 05:15

(Sumber: PT Metindo Erasakti)

Hari libur mingguan ditetapkan pada hari Sabtu dan Minggu, kecuali bagi karyawan yang mendapatkan jatah *overtime* maka Sabtu dan Minggu masuk seperti biasa.

4. Area perusahaan PT Metindo Erasakti memiliki luas tanah sebesar 75.417 m² dan luas bangunan sebesar 37.967 m².
5. Jumlah karyawan : 1.200 karyawan

4.1.3 Visi dan Misi Perusahaan

Visi, misi PT Metindo Erasakti adalah sebagai berikut:

1. Visi Perusahaan

“Menjadi perusahaan produsen komponen otomotif yang diakui oleh dunia.”

2. Misi Perusahaan

- a. Mencapai kepuasan pelanggan yang baik dengan melalui tindakan yang cepat dan respon yang baik.
- b. Memastikan keberhasilan perusahaan melalui komitmen total dengan mempertahankan standar yang tinggi.
- c. Prestasi dan kerja sama tim yang efektif dan perbaikan terus-menerus dan inovasi.
- d. Mengembangkan karyawan yang sangat termotivasi.
- e. Mencapai pertumbuhan yang berkelanjutan dan menguntungkan dan memaksimalkan nilai bagi kepentingan para pemangku.
- f. Tanggung Jawab Sosial melalui keselamatan dan kesadaran lingkungan.
Selalu mempunyai hasrat yang menggebu-gebu untuk mencapai hasil yang lebih baik dari tuntutan kerja.

4.1.4 Struktur Organisasi dan Deskripsi Pekerjaan Perusahaan

Struktur organisasi merupakan kerjasama untuk mencapai tujuan organisasi yang bersangkutan. Struktur organisasi menggambarkan dengan jelas pemisahan kegiatan pekerjaan antara satu dengan yang lain dan bagaimana hubungan aktivitas dan fungsi dibatasi. Dalam struktur organisasi yang baik harus menjelaskan hubungan wewenang siapa melaporkan kepada siapa. Struktur organisasi dari PT Metindo Erasakti ditunjukkan pada Gambar 4.1.

Pimpinan tertinggi di PT Metindo Erasakti adalah seorang direktur utama, di dalam menjalankan tugasnya dibantu oleh 4 orang direktur. Deskripsi tugas dari masing-masing jabatan dari gambar di atas adalah sebagai berikut:

1. Direktur Utama (*President Director*)

Diektur utama merupakan fungsi jabatan tertinggi dalam sebuah perusahaan. Tugas direktur utama Perusahaan adalah seagai kordinator, komunikator, pengambil keputusan, pengelola, pemimpin dan eksekutor dalam menjalankan dan memimpin perusahaan Perseroan Terbatas (PT). Adapun perincian dari tugas direktur utama yaitu:

- a. Memimpin dan bertanggungjawab atas kelangsungan perusahaan.
- b. Mengawasi kinerja para wakil presiden direktur, direktur, *manager*, dan seluruh *staff* dan karyawan secara umum.
- c. Bekerja sama dengan direktur, *manager* untuk menentukan kebijakan perusahaan.

2. Direktur *Finance Accounting*

- a. Menyelenggarakan fungsi *accounting* dan *financing* sesuai dengan regulasi dan peraturan yang berlaku dan peraturan yang belaku dan memberikan *support financing* untuk terselenggaranya *quality management system* PT Metindo Erasakti.
- b. Bertanggungjawab kepada perusahaan dibidang aktivitas keuangan untuk ruang lingkup *accounting* dan *finance*.
- c. Menganalisis informasi keuangan untuk mengambil keputusan *financial* berupa perencanaan yang berhubungan dengan posisi perusahaan dimasa yan akan datang.
- d. Bertanggungjawab dalam *system* pengendalian keuangan (*Financial Controllership*) untuk melaksanakan kelangsungan hidup perusahaan.

3. Direktur *Marketing Purchasing*

- a. Memimpin aktivitas dan hasil kerja di *Marketing* dan *Purchasing*.
- b. Menyusun, mengatur, menganalisis, mengimplementasi dan mengevaluasi manajemen pemasaran, pembelian, dan penjualan.

- c. Melakukan pengawasan, dan pengendalian atas seluruh kinerja manajemen *marketing* dan *purchasing* bagi kepentingan perusahaan.
 - d. Merealisasikan dan melaksanakan rencana serta prosedur-prosedur yang diterapkan melalui pendelegasian wewenang pada departemen *marketing* dan *purchasing*.
4. Direktur G/A-HRD (*General Affairs-Human Research Development*)
- a. Memimpin aktivitas dan hasil kerja di *General Affairs Departement*.
 - b. Memastikan bahwa karyawan memiliki motivasi kerja yang baik, dedikasi dan loyal kepada perusahaan.
 - c. Memastikan adanya kegiatan pengembangan infrastruktur perusahaan dan *monitoring control* terhadap perawatan dan perbaikan lingkungan kerja.
 - d. Mengawasi kesejahteraan, keselamatan karyawan dan aset perusahaan.
5. Direktur Produksi
- a. Mengkoordinasikan, mengarahkan, mengendalikan, mengevaluasi, dan mengambil langkah-langkah *corrective*, *corrective action* dan *preventive action* dan *improvement* hubungan kerja antar Divisi dan seluruh kegiatan-kegiatan di *Plant* sesuai dengan *policy* Perusahaan agar dicapai kepuasan *customer*.
 - b. Memastikan bahwa persyaratan-persyaratan *quality management system* dan pelanggan *requirements* dipenuhi dan dilaksanakan dengan komitmen seluruh bagian.
 - c. Mengidentifikasi dan menetapkan kegiatan-kegiatan yang menunjang kenyamanan dan keselamatan kerja serta kelancaran kerja *Plant* yang bekerja sama dengan pimpinan dan anggota serikat buruh.
 - d. Secara terus menerus memperbaiki (*continuous improvement*) akan keefektifan perangkat lunak dan perangkat keras (*software* dan *hardware*) dan melengkapi kebutuhan *Plant*.
6. *General Manager Finance dan Accounting*
- a. Menerbitkan *Expenses* dan *Asset (Invesment)*, *Budget Sheet*, untuk diisi oleh Direktorat, Divisi dan Deparemen terkait dengan *Activity Plan* (Satu

- Tahun Kedepan) dan pada tri-wulan tahun berjalan menerbitkan *Expenses* dan *Asset* atau *Investment Report* ke Direktorat dan Divisi sebagai *control*.
- b. Menetapkan dan merawat sistem prosedur arus dokumen, memastikan dijalankan oleh semua bagian terkait, me-review akan efektivitasnya, dan meng-update dimana perlu terintegrasi dengan *quality management system*.
 - c. Bertanggung jawab kepada perusahaan dibidang aktivitas keuangan untuk ruang lingkup *Accounting* dan *Finance* meliputi; *Invoicing* ke *Customer*, *Payment* kepada *Supplier* dan *Salary Payment* (Sampai level *Supervisor*).
 - d. Bertanggungjawab terhadap Penyempurnaan Sistem dengan kebutuhan informasi keuangan.
7. *General Manager Marketing*
- a. Membuat perencanaan pengembangan dan perluasan market (*strategic planning*) sesuai pengarahan dari Direktur *Marketing*, merealisasikan, mengendalikan, me-review terus menerus dan melakukan *improvement planning* dan pelaksanaannya.
 - b. Memberikan masukan tentang *bussines trend*, memberikan usulan-usulan untuk mengantisipasinya dan memasukkan kedalam perencanaan pengembangan dan perluasan pasar.
 - c. Memastikan bahwa perencanaan pengembangan dan perluasan pasar diantisipasi oleh bagian-bagian lain yang terkait.
 - d. Mengatur dan mengendalikan kegiatan Divisi *Marketing*.
 - e. Memastikan bahwa persyaratan-persyaratan *Customer*, dikomunikasikan ke seluruh bagian terkait, dipenuhi dan dilaksanakan dengan komitmen di seluruh bagian yang terkait.
 - f. Menjalin komunikasi internal yang *effective* terutama dengan divisi atau dePartemen yang terkait dengan pelaksanaan *project*.
8. *General Manager Manufacturing*
- a. Mengatur dan mengendalikan "Rencana Kerja Produksi", *Production Planning* dan *Material Request* ke *Purchasing* dan *Customer*.

- b. Mengatur dan mengendalikan pelaksanaan dan pencapaian produksi, *delivery*, dan posisi *stock raw material*, *work in process (in-house dan out-house)*, *finish goods* dan *in purchase*.
 - c. Memastikan dan mengendalikan pelaksanaan *Delivery* ke Pelanggan dan *Delivery* ke atau dari *Supplier* agar tercapai *delivery* yang tepat kualitas, kuantitas, dan waktu.
 - d. Mengendalikan dan memastikan pelaksanaan *cycle count* sesuai *schedule* dan memeberikan *desposisi stock adjustment* dari hasil *inventory analysis cycle count*.
 - e. Mengatur dan mengendalikan proses produksi dengan mengacu kepada *Standar Quality (QCPC)*, *Work Instruction*, *Tact Time*, Kompetensi, *Built in Quality*, dan secara terus menerus melakukan perbaikan (*Continuous Improvement*) menuju *Just in Time*.
 - f. Mengatur dan mengendalikan semua kegiatan di dalam fungsi dan lini yang relevan dengan mengelola persyaratan produk, *quality plan*, *process*, *document* serta mengevaluasi secara reguler keefektifannya sehingga kepuasan *customer* dapat dipenuhi sesuai persyaratan.
9. *General Manager Engineering*
- a. Mengatur dan mengendalikan semua proses perencanaan dan pengembangan dari *order Dies*, *Tooling*, dan *Jig* yang diterima, perencanaan dan pengendalian pembuatan *Dies Tooling*, dan *Jig*, perencanaan dan pengendalian *Initial production* untuk mencapai kesesuaian pada persyaratan produk.
 - b. Memastikan sistem pengendalian mutu dijalankan dengan konsisten disemua bagian terkait, dengan pengendalian kualitas operasi agar mencapai kesesuaian pada persyaratan produk termasuk tindakan koreksi untuk menghilangkan penyebab ketidaksesuaian tindakan pencegahan untuk menghilangkan potensi penyebab ketidaksesuaian.
 - c. Memastikan tersedia sumber daya manusia yang kompeten (untuk personel yang terkait dengan *design* dan kualitas produk ditetapkan persyaratan kompetensinya di dalam *Matrix Skill*.

- d. Mengatur dan mengendalikan semua kegiatan di dalam fungsi dan lini yang relevan dengan mengelola persyaratan produk, *quality plan, process, document*, serta mengevaluasi secara regular keefektivannya.
 - e. Meningkatkan efisiensi dan efektivitas di semua fungsi dan lini yang terkait dengan menggalakan *continuous improvement* melalui 5-S, QCC, UIP, dan metode lainnya.
 - f. Menjamin atas perawatan mesin-mesin produksi, mesin-mesin *utility*, yang cukup dan memadai berdasarkan *preventive, corrective, dan predictive maintenance* agar mesin-mesin tersebut siap pakai untuk memproduksi dengan baik (sesuai persyaratan produk).
10. *General Manager G/A-HRD (General Affairs-Human Research Development)*.
- a. Bertanggungjawab di dalam pembuatan perencanaan program *skill-up* untuk karyawan sesuai kebutuhan perusahaan dengan pertimbangan perkembangan perusahaan, jenjang karir dan kompetensi.
 - b. Bertanggungjawab terhadap pelaksanaan program pelatihan untuk seluruh karyawan, evaluasi dari hasil Pelatihan.
 - c. Mempunyai strategi di dalam mengembangkan motivasi kerja yang baik, dedikasi dan loyal kepada perusahaan, dan menjamin semua karyawan dalam kondisi baik, selama di lingkungan kerja.
 - d. Bertanggungjawab terhadap pelaksanaan Evaluasi *Perforemance* secara berkala kepada seluruh karyawan perusahaan, mencapai *perforemance* kerja yang diharapkan.
 - e. Bertanggungjawab terhadap penanganan Limbah B3, dijalankan dengan baik sesuai persyaratan yang berlaku.
11. *General Quality Assurance*
- a. Memantau proses produksi dijalankan sesuai *standard* yang telah ditetapkan, *flow proses, lay out, Machine, Man Power* dan *Material (4M+1E)*.
 - b. Memantau sistem *control* "Inisial Produksi" secara *periodic* (minimal 3 bulan), dengan melakukan *special control activity*.

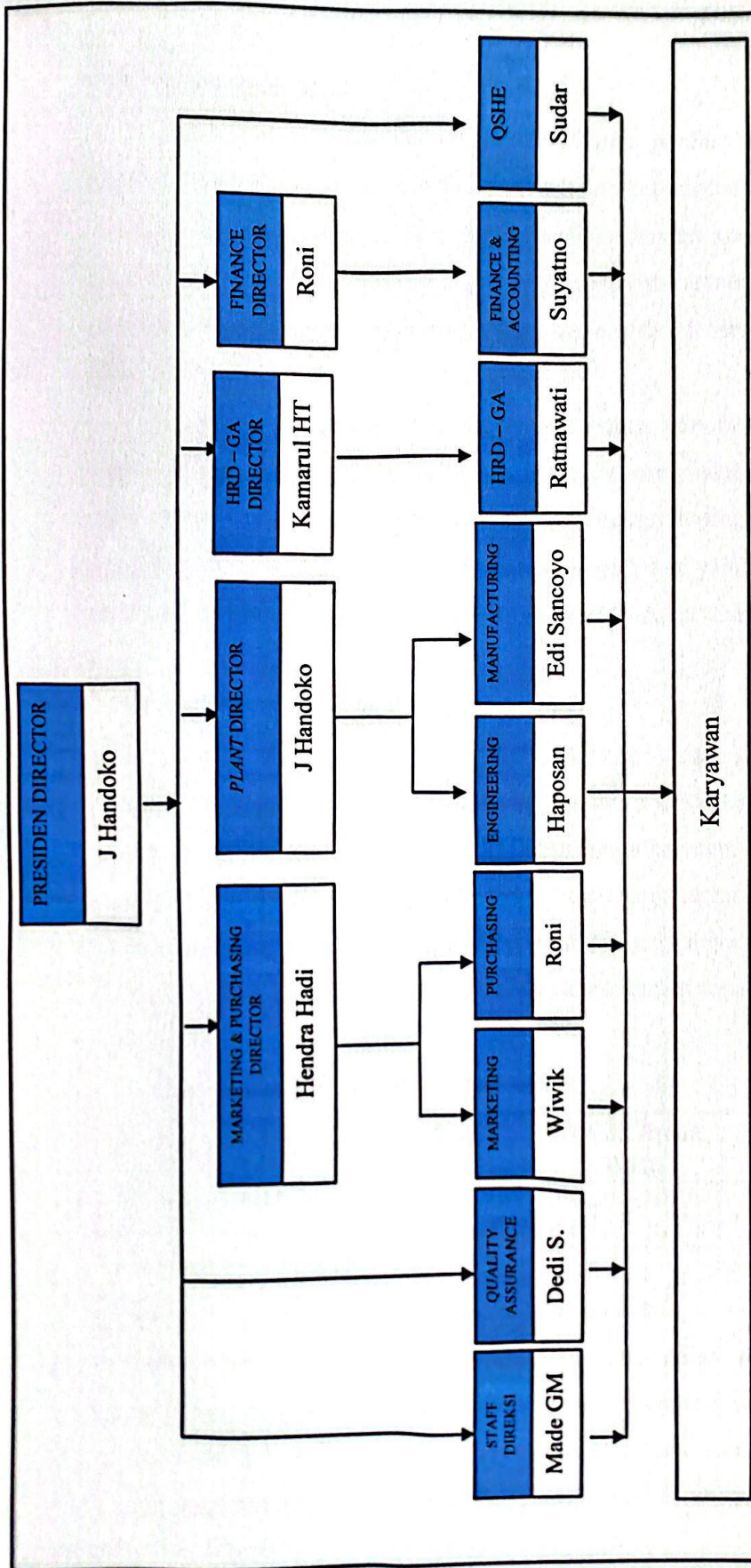
- c. Memastikan bahwa produk yang dikirim sesuai persyaratan *Customer*.
- d. Memastikan bahwa sistem pengukuran dan pendataan terhadap terhadap hasil produksi dilakukan secara *periodic* dan sesuai *standard* atau *Check Sheet*.
- e. Memantau aktifitas dan sistem *control* terhadap produk yang dikirim ke pelanggan pada saat *mass production* sesuai *Standard Inspection* dan memenuhi persyaratan *Customer*.
- f. Memastikan bahwa *recoding* dan sistem *filling* terhadap hasil inspeksi meliputi *Incoming*, Proses dan *Out Going* dilakukan sesuai *procedure Document Control* (Pengendalian Dokumen).
- g. Bekerjasama dengan divisi *Manufacturing* (Departemen *Procurement*) dalam *development supplier*, termasuk melakukan audit.
- h. Menjamin dan memastikan bahwa pelanggan *claim* bisa ditangani sesuai *standard* yang ada.

12. *Manajer QSHE*

- a. Bertanggungjawab kepada Perusahaan di dalam merealisasikan Sistem Manajemen Mutu (ISO/TS 16949) dan Sistem Manajemen Lingkungan, Keselamatan dan Kesehatan Kerja (ISO 14001, OHSAS 18001) dan program *improvement* (QCC dan UIP/SS).
- b. Bertanggungjawab dalam mensosialisasikan dan membantu untuk merealisasikan Sasaran Mutu Perusahaan yang telah ditetapkan dan Mengevaluasi pencapaian dari target sasaran Mutu Perusahaan yang telah ditetapkan dan mengevaluasi pencapaian dari target Sasaran Mutu Perusahaan yang telah di tetapkan secara berkala (Kuartal) kepada semua divisi.
- c. Mengkoordinasikan setiap terjadinya Perubahan yang berkaitan yang berkaitan dengan Persyaratan Sistem Manajemen (ISO/TS 16949), dan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja IISO 14001, OHSAS 18001) dan Program QCC dan UIP.
- d. Menjamin dan memastikan bahwa Persyaratan Sistem Manajemen Mutu, Sistem Manajemen Lingkungan, Keselamatan, Program QCC dan UIP,

dijalankan oleh semua Divisi/Departemen secara kontinyu, konsisten, efektif, dan efisien.

- e. Melaksanakan *Training* dan Motivasi kepada semua divisi/departemen untuk konsisten di dalam menjalankan persyaratan Sistem Manajemen Mutu, Sistem Manajemen Lingkungan, Keselamatan, Program QCC dan UIP.



Gambar 4.3 Struktur Organisasi PT Metindo Erasakti
(Sumber: PT Metindo Erasakti)

4.1.5 Ketenagakerjaan

Tenaga kerja menjadi salah satu faktor penting dalam menunjang keberhasilan rencana perusahaan. Demi menunjang hal tersebut, maka perlu dibuat sebuah aturan kerja yang mampu mengendalikan tenaga kerja yang jumlahnya sangat banyak dan variatif tersebut agar apa yang sudah direncanakan dapat benar-benar terwujud. Jumlah tenaga kerja total yang ada di PT Metindo Erasakti yaitu 1.200 orang.

Sepuluh menit sebelum mulai bekerja semua karyawan dari mulai *team member* (operator) sampai dengan *top management* harus sudah tiba di tempat kerja untuk senam dan *briefing* dengan dePartemen masing masing. Waktu kerja yang ada di PT Metindo Erasakti dapat dibedakan menjadi dua, yaitu waktu kerja kantor (staf dan administrasi) dan waktu kerja pabrik (produksi dan *support* produksi), yaitu:

1. Waktu Kerja Kantor (Staf dan Administrasi)

Waktu kerja kantor terdiri dari 5 (lima) hari kerja dalam setiap minggu, yaitu hari Senin sampai dengan hari Jumat. Waktu kerja kantor hari Senin sampai dengan Kamis berbeda dengan waktu kerja kantor hari Jumat. Terdapat dua kali waktu jeda dalam satu *shift*, yaitu waktu break yang hanya 10 menit dan hanya untuk minum kopi dan memakan roti saja dan jeda istirahat yang digunakan untuk makan. Adapun pengaturan waktu kerja kantor dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Pembagian Waktu Kerja Kantor

Hari Kerja	Jam Kerja (WIB)	Waktu <i>Break</i> (WIB)	Jam Istirahat (WIB)
Senin – Kamis	07.10 – 16.00	10.00 – 10.10	12.25 – 13.05
Jumat	07.10 – 16.20	10.00 – 10.10	11.30 – 13.00

(Sumber: PT Metindo Erasakti)

2. Waktu Kerja Pabrik (produksi dan *support* produksi)

Waktu kerja pabrik terdiri dari 5 (lima) hari kerja dalam setiap minggu, yaitu hari Senin sampai dengan hari Jumat dan juga terdapat 2 kali jeda, sama seperti jam kerja staf atau kantor. Waktu kerja pabrik terbagi menjadi dua *shift*, yaitu *shift* pagi dan *shift* malam. Waktu kerja *shift* I hari Senin sampai dengan Kamis

berbeda dengan waktu kerja *shift* I hari Jumat. Adapun pengaturan waktu kerja pabrik dapat dilihat pada Tabel 4.3. dan Tabel 4.4.

Tabel 4.3 Pembagian Waktu Kerja Pabrik Hari Senin-Kamis

<i>Shift</i> Kerja	Waktu Kerja (WIB)	Waktu <i>Break</i> (WIB)	Waktu Istirahat (WIB)
I	07.10 – 16.00	10.00 – 10.10	11.45 – 12.25
II	20.40 – 05.00	22.20 – 22.30	00.30 – 01.10

(Sumber: PT Metindo Erasakti)

Tabel 4.4 Pembagian Waktu Kerja Pabrik Hari Jumat

<i>Shift</i> Kerja	Waktu Kerja (WIB)	Waktu <i>Break</i> (WIB)	Waktu Istirahat (WIB)
I	07.00 – 16.20	10.00 – 10.10	11.30 – 13.00
II	16.30 – 24.00	22.20 – 22.30	00.30 – 01.10

(Sumber: PT Metindo Erasakti)


3. Waktu Kerja Satuan Pengaman (Satpam) dan Bagian Pemeliharaan (*Maintenance*)

Waktu kerja karyawan satpam, dan karyawan *maintenance* berdasarkan ketentuan hukum yang diberlakukan pemerintah, yaitu 8 jam kerja dalam sehari, 40 jam dalam seminggu dan 173 jam dalam setahun. Jam kerja diluar jam kerja tersebut dinyatakan sebagai jam kerja lembur.





4.1.6 Produk yang Dihasilkan

PT Metindo Erasakti merupakan perusahaan sub kontraktor yang memproduksi komponen otomotif baik komponen untuk kendaraan roda empat maupun roda dua. Contoh produk komponen roda empat yang diproduksi di PT Metindo Erasakti dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Contoh Produk Komponen Roda Empat

No	Gambar Produk	Nama Produk
1		Panel <i>Rocker</i> <i>Outer</i>


Tabel 4.5 Contoh Produk Komponen Roda Empat (Lanjutan)....

No	Gambar Produk	Nama Produk
2		<i>Tub Sub Assy Tilt Cabin</i>
3		<i>Panel Comp, RR Floor Front</i>
4		<i>Centre Pillar Inn</i>
5		<i>Support Radiator RH</i>





(Sumber: PT Metindo Erasakti)

Tabel 4.6 di bawah ini merupakan contoh produk komponen roda dua yang diproduksi di PT Metindo Erasakti.

Tabel 4.6 Contoh Produk Komponen Roda Dua

No	Gambar produk	Nama produk
1		<i>Handle Bar</i>

Tabel 4.6 Contoh Produk Komponen Roda Dua (Lanjutan)...

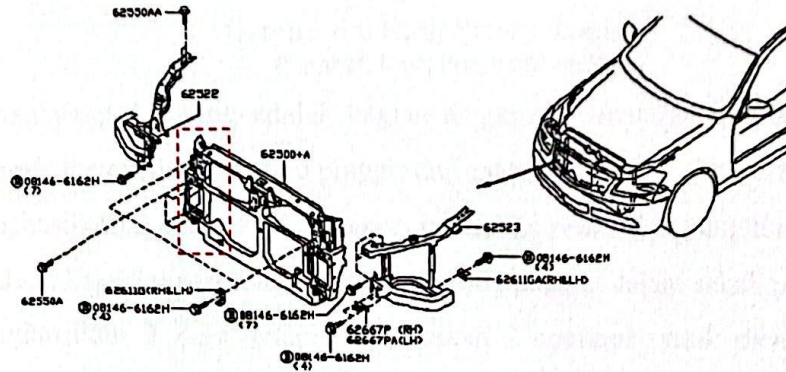
No	Gambar produk	Nama produk
2		<i>Stand Comp Prop</i>
3		<i>Foot Rest Sub Assy</i>
4		<i>Handle Seat</i>
5		<i>Stand Main</i>

(Sumber: PT Metindo Erasakti)

4.1.7 *Support Radiator RH*

Radiator merupakan salah satu komponen penting dalam kendaraan karena fungsinya sebagai penjaga suhu mesin agar tidak meninggi, tetapi tentunya *radiator* sama seperti komponen-komponen lain yang ada di kendaraan tidak bisa bekerja sendiri dengan maksimal tentunya harus dibantu dengan komponen lain agar dapat bekerja secara maksimal. *Support radiator RH* adalah komponen pada mobil yang peruntukannya membantu *radiator* tepatnya sebagai rangka untuk menempatkan radiator pada mobil agar tidak berpindah posisi atau jatuh saat mobil bejalan.

Support radiator RH nantinya akan dirakit bersama dengan komponen-komponen lainnya untuk membuat kerangka penyimpanan *radiator* mobil.



Gambar 4.4 Posisi *Support Radiator* RH
(Sumber: Hasil Pengumpulan Data)

PT Metindo Erasakti memproduksi *support radiator* RH untuk pelanggannya yaitu Daihatsu. Pembuatan *support radiator* RH di PT Metindo Erasakti sendiri dilakukan di *plant* satu yaitu pada area *stamping line* I, Gambar komponen *support radiator* RH dapat dilihat pada Gambar 4.4 di bawah ini.



Gambar 4.5 *Support Radiator* RH
(Sumber: Hasil Pengumpulan Data)

Tahapan-tahapan dalam pembuatan *support radiator* RH sendiri terdiri dari 4 proses yang harus dilalui sebelum nantinya *support radiator* RH dapat ditempatkan pada *store* yang nantinya dikirimkan kepada pelanggan. 4 tahapan proses tersebut adalah:

1. *Blanking*

Proses awal dalam pembuatan *support radiator* RH adalah proses *blanking* yang dilakukan di area *stamping line* I. *Blanking* adalah proses persiapan dimana material dipotong sesuai dengan yang dibutuhkan. Proses *blanking* bertujuan agar mendapatkan hasil potongnya atau *blank*, sedangkan sisanya akan dibuang sebagai sampah atau disebut *scrap*.

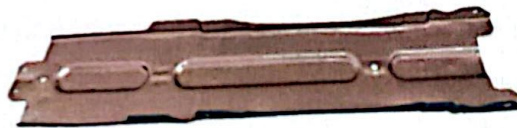


Gambar 4.6 Hasil Proses *Blanking*
(Sumber: Hasil Pengumpulan Data)

Bagian yang dipotong adalah bagian tengah dari material dan bagian yang menjadi *scrap* adalah bagian pinggir dari material tersebut. Proses *blanking* ini menghasilkan 2 *part* dari 1 material, ini karena *profil dies* yang tersedia di PT Metindo Erasakti memungkinkan hasil yang didapat dalam sekali proses *press* menghasilkan 2 *part*, tetapi memerlukan 2 operator untuk mengoperasikan mesin *press* ini. Operator 1 bertugas untuk memindahkan material dari meja material ke *dies* dan menekan tombol proses mesin. Sementara operator 2 bertugas untuk memindahkan material dari *blank* 1 ke *blank* 2 dan membuang *scrap* sisa proses ke tempat pembuangan *scrap* serta menekan tombol proses sama seperti operator 1, karena mesin *press* tersebut baru dapat bergerak atau beroperasi jika kedua tombol proses ditekan secara bersamaan.

2. *Forming*

Forming mengacu pada pengertian yang lebih sempit yang artinya adalah deformasi dari *sheet* metal yang merupakan kombinasi dari proses *bending* dan *flanging*. Proses *forming* menghasilkan bentuk yang sangat kompleks dengan tekukan-tekukan serta *contour part* yang rumit. Proses kedua ini juga dilakukan pada area *stamping line* I.



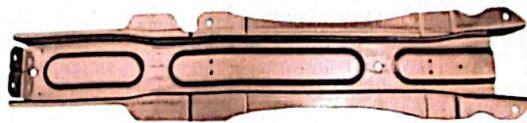
Gambar 4.7 Hasil Proses *Forming*
(Sumber: Hasil Pengumpulan Data)

Hasil dari proses ini berupa *part* yang ditekuk dikedua sisinya serta memiliki *contur* ditengah *Part*. Proses ini memerlukan hanya 1 operator, karena sudah dibantu dengan *kicker* yaitu alat yang mendorong material yang sudah selesai diproses sehingga material jatuh dari *dies* ke *conveyer* yang mengalirkan

material hasil proses ke mesin berikutnya. Operator hanya bertugas melekatkan material dari mesin sebelumnya ke *dies* dan menekan tombol proses saja.

3. *Bending*

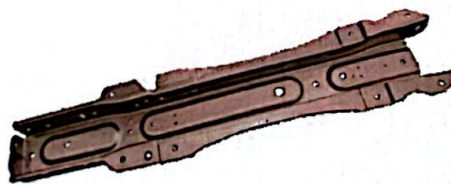
Bending adalah proses penekukan pelat dimana hasil dari penekukan ini berupa garis sesuai dengan bentuk sudut yang diinginkan. Proses ketiga ini bertujuan untuk menekuk material sehingga didapat bentuk akhir dari *part* ini. Sama seperti mesin kedua, di mesin ketiga hanya diperlukan 1 operator karena telah dibantu *kicker* dan *conveyer*.



Gambar 4.8 Hasil Proses *Bending*
(Sumber: Hasil Pengumpulan Data)

4. *Piercing*

Proses terakhir di *line I stamping* ini adalah *piercing*, yaitu proses pembuatan 12 titik lubang. Masing-masing lubang dibuat berdiameter 5mm.

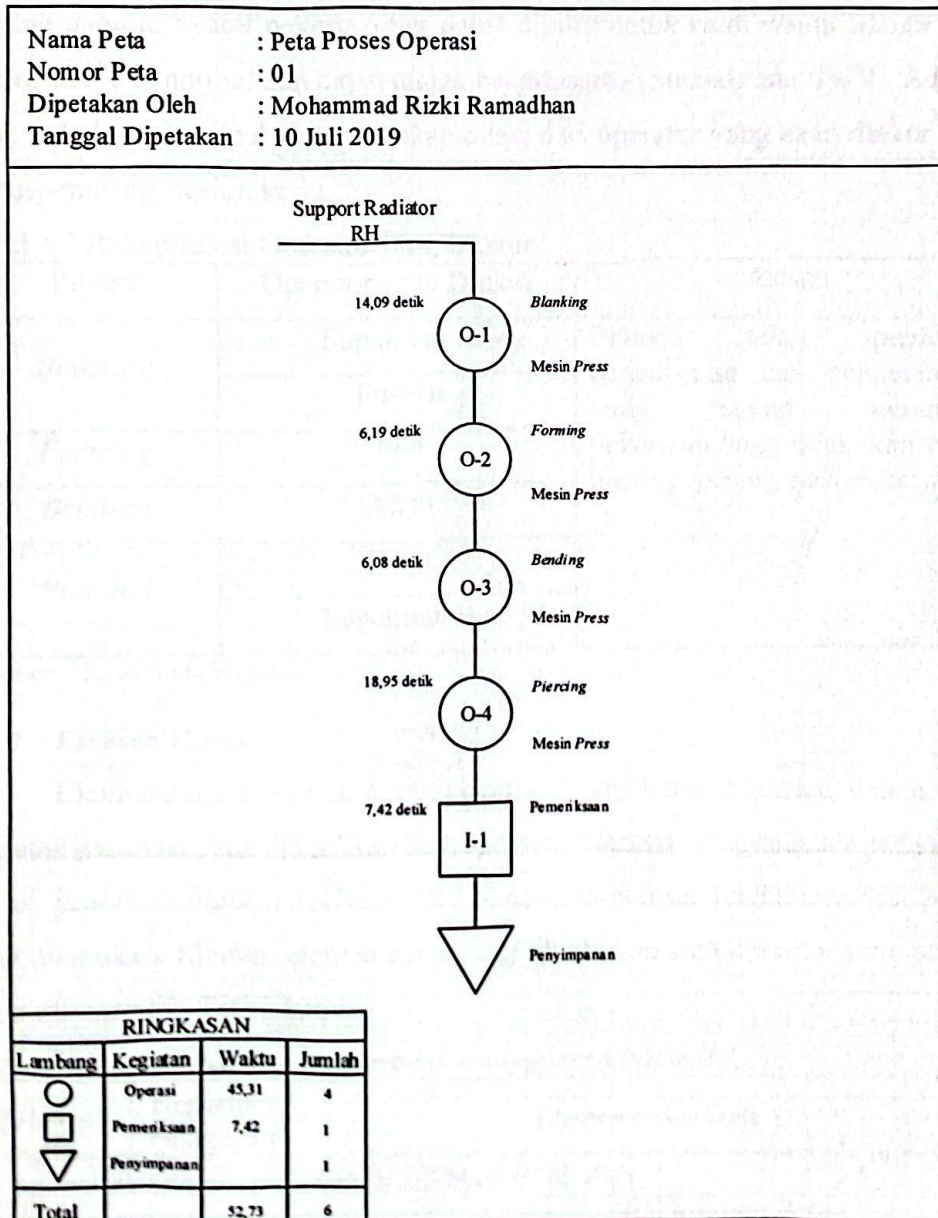


Gambar 4.9 Hasil Proses *Piercing*
(Sumber: Hasil Pengumpulan Data)

Proses *piercing* ini membutuhkan 2 operator karena tidak seperti mesin-mesin sebelumnya *profil* dari *dies* ini yang tidak memungkinkan untuk ditambahkan *kicker* dan karena letaknya yang di akhir *line* maka *part* yang telah jadi langsung di masukan kedalam *pallet* untuk langsung dikirim ke area *store*. Operator 1 bertugas untuk meletakkan *part* dari mesin sebelumnya ke *dies* lalu menekan tombol, sementara operator 2 bertugas untuk menekan tombol dan mengambil material yang telah diproses dari *dies* dan meletakkannya ke meja. *Part* yang telah melalui keempat proses tersebut kemudian dicek oleh *helper*, yaitu operator yang bertugas membantu *leader* dalam mengawasi proses produksi agar berjalan lancar di *line* tersebut dan juga *helper* lah yang

menyusun *part* yang ada di *pallet* yang kemudian akan dikirim ke area *store stamping* menggunakan *forklift* dan akan diambil oleh *runway* (motor pengangkut) ke area *store*.

Guna memperjelas proses pembuatan *support radiator* RH dapat dilihat pada peta proses operasi pembuatan *support radiator* RH yang terdapat pada Gambar 4.10 di bawah ini.



Gambar 4.10 Peta Proses Operasi *Support Radiator* RH
 (Sumber: Hasil Pengolahan Data)

4.1.8 Penentuan Operator yang Diukur

Pengukuran waktu kerja adalah suatu aktivitas untuk menentukan waktu yang dibutuhkan oleh seorang operator dalam melaksanakan sebuah kegiatan kerja dalam kondisi dan tempo kerja yang normal. Tujuan dari aktivitas ini berkaitan erat dengan usaha menetapkan waktu standar atau waktu baku. Namun sebelum dilakukan pengukuran waktu kerja, dilakukan penentuan operator yang akan diukur terlebih dahulu. Syarat pekerja yang dapat dipilih untuk studi waktu adalah yang berkemampuan normal dan dapat diajak bekerjasama (Sutalaksana, 1979). Adapun pada Tabel 4.7 merupakan tabel rekapitulasi dari operator yang akan diukur pada masing-masing stasiun kerja.

Tabel 4.7 Rekapitulasi Operator yang Diukur

Proses	Operator yang Diukur	Alasan
<i>Blanking</i>	Suparman A	Pekerja telah memiliki pengalaman dan pengetahuan yang cukup mengenai pekerjaan yang dilakukan pada masing-masing stasiun kerja.
	Firman	
<i>Forming</i>	Eko	
<i>Bending</i>	Alam	
<i>Piercing</i>	Didit	
	Suparman B	

(Sumber: PT. Metindo Erasakti)

4.1.9 Elemen Kerja

Elemen kerja merupakan satu pekerjaan yang harus dilakukan dalam suatu kegiatan produksi yang dikerjakan oleh operator. Elemen kerja yang ada pada setiap proses produksi *support radiator* RH bermacam-macam tergantung dari proses yang dilakukan. Elemen-elemen kerja yang dilakukan oleh operator yang terlibat dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Elemen Kerja proses produksi *support radiator* RH

Pekerja	Deskripsi Pekerjaan	Elemen Pekerjaan
Suparman A	<i>Blanking</i>	Mengambil Material di Meja
		Meletakkan material di die <i>blank 1</i>
		Menekan tombol
		Memindahkan material sisa <i>blank 1</i> ke die <i>blank 2</i>

Tabel 4.8 Elemen Kerja proses produksi *support radiator* RH (Lanjutan)

Pekerja	Deskripsi Pekerjaan	Elemen Pekerjaan
Firman	<i>Blanking</i>	Mengambil <i>Part</i> di <i>die blank 1</i>
		Meletakkan <i>Part</i> di <i>conveyor</i>
		Membuang <i>scrap</i> ke <i>box scrap</i>
		Mengambil <i>Part</i> di <i>die blank 2</i>
		Meletakkan <i>Part</i> di <i>conveyor</i>
		Menekan tombol
Eko	<i>Forming</i>	Mengambil material di <i>conveyor</i>
		Meletakkan <i>Part</i> di <i>Dies</i>
		Menekan tombol
Alam	<i>Bending</i>	Mengambil material di <i>conveyor</i>
		Meletakkan <i>Part</i> di <i>Dies</i>
		Menekan tombol
Didit		Mengambil material di <i>conveyor</i>
		Meletakkan <i>Part</i> di <i>Dies</i>
		Menekan tombol
Suparman B	<i>Piercing</i>	Mengambil <i>Part</i> dari <i>Dies</i>
		<i>Marking</i>
		Meletakkan <i>Part</i> di meja
		Membersihkan <i>hole scrap</i>
		Menekan tombol

(Sumber: Hasil Pengumpulan Data)

4.1.10 Pengukuran Waktu Siklus Proses Produksi *Support Radiator* RH

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 dibagi menjadi 3 kali dan dilakukan selama 1 jam sekali. Data waktu siklus operator *support radiator* RH elemen kerja pertama dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Data Waktu Siklus

Sub Grub	Suparman A									
	Mengambil Material di Meja									
	Pengamatan ke-X (detik)									
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
1	1,92	2,04	2,01	2,06	1,87	1,88	1,85	2,02	1,85	1,89
2	1,93	1,80	1,76	1,82	1,87	1,90	1,91	1,87	1,86	1,86
3	2,08	2,09	1,87	1,95	1,99	1,96	1,98	2,03	2,07	2,11

(Sumber: Hasil Pengamatan Lapangan)

Data waktu siklus seluruh elemen kerja operator produksi *support radiator* RH terdapat dalam lampiran A.

4.1.11 Faktor Penyesuaian (*Rating Factor*)

Rating factor merupakan aktivitas untuk menilai atau mengevaluasi kecepatan pekerja. Penentuan *rating factor* didasarkan pada observasi di lapangan dan menggunakan metode *westinghouse* yang mengarahkan penilaian pada empat faktor yaitu keterampilan (*skill*), usaha (*effort*), kondisi kerja (*condition*), dan konsistensi pekerja (*consistency*). Adapun *rating factor* pekerja dalam proses produksi *support radiator* RH dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Faktor Penyesuaian untuk Proses Produksi *support radiator* RH

Pekerja	<i>Rating Factor</i>				Keterangan
Suparman A	<i>Skill</i>	<i>Good</i>	C1	0,06	Kemampuan bekerja baik
	<i>Effort</i>	<i>Good</i>	C1	0,05	Usaha yang diberikan baik
	<i>Conditions</i>	<i>Average</i>	D	0,00	Kondisi kerja normal
	<i>Consistency</i>	<i>Good</i>	C	0,01	Konsistensi kerja baik
	Total				0,12
Firman	<i>Skill</i>	<i>Good</i>	C1	0,06	Kemampuan bekerja baik
	<i>Effort</i>	<i>Good</i>	C1	0,05	Usaha yang diberikan baik
	<i>Conditions</i>	<i>Average</i>	D	0,00	Kondisi kerja normal
	<i>Consistency</i>	<i>Good</i>	C	0,01	Konsistensi kerja baik
	Total				0,12
Eko	<i>Skill</i>	<i>Good</i>	C2	0,06	Kemampuan bekerja cukup baik
	<i>Effort</i>	<i>Excellent</i>	B1	0,08	Usaha yang diberikan sangat baik
	<i>Conditions</i>	<i>Average</i>	D	0,00	Kondisi kerja normal
	<i>Consistency</i>	<i>Good</i>	C	0,01	Konsistensi kerja baik
	Total				0,15
Alam	<i>Skill</i>	<i>Good</i>	C1	0,06	Kemampuan bekerja baik
	<i>Effort</i>	<i>Good</i>	C2	0,05	Kemampuan bekerja cukup baik
	<i>Conditions</i>	<i>Average</i>	D	0,00	Kondisi kerja normal
	<i>Consistency</i>	<i>Average</i>	D	0,00	Konsistensi kerja normal
	Total				0,11
Didit	<i>Skill</i>	<i>Good</i>	C1	0,06	Kemampuan bekerja baik
	<i>Effort</i>	<i>Excellent</i>	B1	0,08	Usaha yang diberikan sangat baik
	<i>Conditions</i>	<i>Average</i>	D	0,00	Kondisi kerja normal
	<i>Consistency</i>	<i>Good</i>	C	0,01	Konsistensi kerja baik
	Total				0,15

Tabel 4.10 Faktor Penyesuaian untuk Proses Produksi *support radiator RH* (Lanjutan)

Pekerja	Rating Factor				Keterangan
Suparman B	<i>Skill</i>	<i>Good</i>	C1	0,06	Kemampuan bekerja baik
	<i>Effort</i>	<i>Excellent</i>	B1	0,08	Usaha yang diberikan sangat baik
	<i>Conditions</i>	<i>Average</i>	D	0,00	Kondisi kerja normal
	<i>Consistency</i>	<i>Good</i>	C	0,01	Konsistensi kerja baik
	Total				0,15

(Sumber: Hasil Pengumpulan Data)

4.1.12 Kelonggaran (*Allowance*)

Allowance merupakan kelonggaran waktu yang harus diberikan untuk memberikan toleransi kepada operator untuk melakukan keperluan pribadi, istirahat karena kelelahan, dan alasan-alasan lain diluar kendalinya, *allowance* dikelompokkan menjadi tiga kategori, yaitu *personal allowance*, *fatigue allowance*, dan *delay allowance*. Penentuan besaran *allowance* didasarkan pada pekerjaan yang dilakukan dan kondisi lingkungan kerjanya. Adapun besaran *allowance* pekerja dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 *Allowance* Pekerja untuk proses produksi *support radiator RH*

Jenis <i>Allowance</i>	Nilai	Keterangan
<i>Personal Allowance</i>	3%	<i>Personal allowance</i> paling sering digunakan operator untuk pergi ke toilet. Membutuhkan waktu kurang lebih selama 5,4 menit selama satu <i>shift</i> (3% dari jam kerja dalam satu <i>shift</i>)
<i>Fatigue Allowance</i>	3%	<i>Fatigue allowance</i> paling sering digunakan operator untuk rehat sejenak dan mengelap keringat. Membutuhkan waktu kurang lebih selama 5,4 menit selama satu <i>shift</i> (3% dari jam kerja dalam satu <i>shift</i>)
<i>Delay Allowance</i>	15%	<i>Delay allowance</i> diberikan nilai 15% dikarenakan ada waktu pergantian material yang telah habis. Pergantian material ini membutuhkan waktu kurang lebih 16,2 menit selama 1 kali pergantian material
Total allowances		21%

(Sumber: Hasil Pengumpulan Data)

4.2 Pengolahan Data

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

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

Setelah melakukan pengukuran data waktu siklus operator per elemen kerja, tahap selanjutnya adalah menghitung total waktu tersebut. Untuk menghitung total waktu siklus, data yang terkumpul harus dijumlahkan untuk mendapatkan total waktu siklus operator. Untuk lebih jelasnya contoh perhitungan waktu siklus dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Perhitungan Waktu Siklus Elemen Kerja Ambil Material di Meja

Suparman A											
Sub Grup	Mengambil Material di Meja										Rata-rata Sub Grup
	Pengamatan ke-X (detik)										
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	9X	X10	
1	1,92	2,04	2,01	2,06	1,87	1,88	1,85	2,02	1,85	1,89	1,94
2	1,93	1,80	1,76	1,82	1,87	1,90	1,91	1,87	1,86	1,86	1,86
3	2,08	2,09	1,87	1,95	1,99	1,96	1,98	2,03	2,07	2,11	2,01
Total Rata-rata Sub Grup											5,81
Rata-rata Waktu Siklus											1,94

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Setelah diperoleh rata-rata dari 3 sub grup kemudian mencari \bar{x} dengan cara sebagai berikut:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N} = \frac{5,81}{3} = 1,94 \text{ detik} \dots \dots \dots (11)$$

Keterangan:

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

Dengan menggunakan cara yang sama untuk perhitungan waktu siklus seluruh elemen kerja pada proses produksi *support radiator* RH dapat dilihat pada

Lampiran B. Rekapitulasi untuk semua waktu siklus seluruh elemen kerja dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Rekapitulasi Rata-Rata Waktu Siklus *support radiator* RH

Pekerja	Deskripsi Pekerjaan	Elemen Pekerjaan	Waktu Siklus (detik)
Suparman A	<i>Blanking</i>	Mengambil Material di Meja	1,94
		Meletakkan material di die <i>blank</i> 1	1,65
		Menekan tombol	2,62
		Memindahkan material sisa <i>blank</i> 1 ke die <i>blank</i> 2	4,18
Firman		Mengambil <i>part</i> di die <i>blank</i> 1	1,56
		Meletakkan <i>part</i> di <i>conveyor</i>	0,79
		Membuang <i>scrap</i> ke <i>box scrap</i>	1,43
		Mengambil <i>part</i> di die <i>blank</i> 2	1,07
		Meletakkan <i>part</i> di <i>conveyor</i>	1,50
Eko		<i>Forming</i>	Menekan tombol
	Mengambil material di <i>conveyor</i>		0,80
	Meletakkan <i>part</i> di <i>dies</i>		1,38
Alam	<i>Bending</i>	Menekan tombol	2,27
		Mengambil material di <i>conveyor</i>	0,78
		Meletakkan <i>part</i> di <i>dies</i>	1,43
Didit	<i>Piercing</i>	Menekan tombol	2,32
		Mengambil material di <i>conveyor</i>	0,71
Suparman B		Meletakkan <i>part</i> di <i>dies</i>	1,16
		Menekan tombol	2,36
		Mengambil <i>part</i> dari <i>dies</i>	1,71
		<i>Marking</i>	1,71
		Meletakkan <i>part</i> di meja	1,86
		Membersihkan <i>hole scrap</i>	6,69
Menekan tombol	3,36		

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

4.2.2 Uji Statistik

Dari data waktu siklus yang telah didapat pada langkah sebelumnya, maka selanjutnya yang harus dilakukan adalah pengujian data waktu siklus untuk masing-masing elemen kerja dengan uji statistik yang terdiri dari uji keseragaman data dan uji kecukupan data.

1. Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data ini dilakukan dengan tujuan untuk mengidentifikasi adanya data yang jauh menyimpang dari rata-rata sebenarnya dikarenakan adanya data yang terlalu besar atau terlalu kecil. Dari data yang diuji akan didapat batas kontrol, sehingga data dapat dikatakan seragam apabila berada diantara batas kontrol atas (*Upper Control Limit*) dan batas kontrol bawah (*Lower Control Limit*). Uji keseragaman data ini menggunakan aplikasi dengan tingkat keyakinan 95% dan ketelitian 5%. Dengan rumus sebagai berikut:

$$\sigma_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N - 1}} \dots\dots\dots(10)$$
$$BKA = \bar{X} + 2 \sigma_x \qquad BKB = \bar{X} - 2 \sigma_x$$

Dari rumus di atas, elemen kerja mengambil material di meja pada operator 1 *blanking* diperoleh hasil yaitu:

- BKA (batas kontrol atas) sebesar 2,13detik
- BKB (batas kontrol bawah) sebesar 1,75 detik
- Sedangkan *mean* (rata-rata) diperoleh dari uji keseragaman yang telah dilakukan sebesar 1,94 detik

Dari hasil perhitungan di atas dapat dilihat bahwa seluruh waktu elemen kerja pada *line I stamping* dengan elemen kerja mengambil material di meja berada diantara BKA dan BKB, sehingga data tersebut dapat dikatakan seragam.

Berdasarkan hasil pengujian dengan aplikasi Microsoft Excel semua data seragam karena tidak ada yang keluar batas *control*. Rekapitulasi untuk semua uji keseragaman seluruh elemen kerja proses produksi *support radiator* RH dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Rekapitulasi Uji Keseragaman Data Proses Produksi *Support Radiator RH*

Pekerja	Deskripsi Pekerjaan	Elemen Pekerjaan	Mean	BKA	BKB	Out of control	Ket
Suparman A	Blanking	Mengambil Material di Meja	1,94	2,13	1,75	0	Seragam
		Meletakan material di die blank 1	1,65	1,73	1,58	0	Seragam
		Menekan tombol	2,62	3,04	2,21	0	Seragam
		Memindahkan material sisa blank 1 ke die blank 2	4,18	4,32	4,04	0	Seragam
Firman		Mengambil part di die blank 1	1,56	1,95	1,17	0	Seragam
		Meletakan part di conveyor	0,79	0,85	0,73	0	Seragam
		Membuang scrap ke box scrap	1,43	1,51	1,35	0	Seragam
		Mengambil part di die blank 2	1,07	1,17	1,96	0	Seragam
		Meletakan part di conveyor	1,50	1,60	1,40	0	Seragam
		Menekan tombol	2,62	3,04	2,21	0	Seragam
Eko	Forming	Mengambil material di conveyor	0,79	0,94	0,64	0	Seragam
		Meletakan Part di Dies	1,38	1,54	1,22	0	Seragam
		Menekan tombol	2,27	2,35	2,19	0	Seragam
Alam	Bending	Mengambil material di conveyor	0,78	0,87	0,69	0	Seragam
		Meletakan Part di Dies	1,43	1,52	1,34	0	Seragam
		Menekan tombol	2,32	2,41	2,24	0	Seragam
Didit	Piercing	Mengambil material di conveyor	0,71	0,77	0,66	0	Seragam
		Meletakan Part di Dies	1,16	1,24	1,08	0	Seragam
		Menekan tombol	2,36	2,46	2,25	0	Seragam
Suparman B		Mengambil material di conveyor	1,71	2,11	1,31	0	Seragam
		Marking	5,33	6,32	4,33		Seragam
		Meletakan Part di meja	1,86	2,03	1,70	0	Seragam
		Membersihkan hole scrap	6,69	7,60	5,78	0	Seragam
		Menekan tombol	3,36	3,61	3,11	0	Seragam

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

2. Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data untuk memastikan data yang dikumpulkan cukup secara objektif. Tingkat ketelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah 5% dan

tingkat kepercayaan 95%. Pemilihan kedua presentase tersebut dikarenakan keduanya yang paling sering digunakan dalam pengukuran waktu kerja. Data dikatakan cukup apabila $N > N'$. Adapun perhitungan kecukupan data *line I stamping* dengan elemen kerja mengambil material di meja adalah sebagai berikut:

$$N' = \left[\frac{40 \sqrt{N(\sum xi^2) - (\sum xi)^2}}{\sum xi} \right]^2 \dots\dots\dots(8)$$

$$N' = \left[\frac{40 \sqrt{30(3387,24) - (58,20)^2}}{58,20} \right]^2 = 4,20$$

Kesimpulan: karena $N'(4,20) < (30)$, maka dapat dinyatakan data sudah mencukupi. Rekapitulasi untuk semua uji kecukupan data elemen kerja pada proses produksi *support radiator RH* dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Rekapitulasi Uji Kecukupan Data Proses Produksi *Support Radiator RH*

Pekerja	Deskripsi Pekerjaan	Elemen Pekerjaan	N	N'	Ket
Suparman A	Blanking	Mengambil Material di Meja	30	4,20	Cukup
		Meletakkan material di die <i>blank 1</i>	30	0,81	Cukup
		Menekan tombol	30	0,77	Cukup
		Memindahkan material sisa <i>blank 1</i> ke die <i>blank 2</i>	30	0,45	Cukup
Firman		Mengambil <i>Part</i> di die <i>blank 1</i>	30	5,55	Cukup
		Meletakkan <i>Part</i> di <i>conveyor</i>	30	2,43	Cukup
		Membuang <i>scrap</i> ke <i>box scrap</i>	30	1,16	Cukup
		Mengambil <i>Part</i> di die <i>blank 2</i>	30	3,54	Cukup
		Meletakkan <i>Part</i> di <i>conveyor</i>	30	1,74	Cukup
Eko		Forming	Menekan tombol	30	0,77
	Mengambil material di <i>conveyor</i>		30	14,3	Cukup
	Meletakkan <i>Part</i> di <i>Dies</i>		30	5,13	Cukup
Alam	Bending	Menekan tombol	30	0,54	Cukup
		Mengambil material di <i>conveyor</i>	30	5,13	Cukup
		Meletakkan <i>Part</i> di <i>Dies</i>	30	1,7	Cukup
Didit	Piercing	Menekan tombol	30	0,54	Cukup
		Mengambil material di <i>conveyor</i>	30	2,52	Cukup
		Meletakkan <i>Part</i> di <i>Dies</i>	30	1,83	Cukup

Tabel 4.15 Rekapitulasi Uji Kecukupan Data Proses Produksi *Support Radiator* RH (Lanjutan)

Pekerja	Deskripsi Pekerjaan	Elemen Pekerjaan	N	N'	Ket
Suparman B	Pierching	Mengambil <i>Part</i> Dari Dies	30	0,15	Cukup
		Marking	30	2,77	Cukup
		Meletakkan <i>Part</i> di meja	30	0,03	Cukup
		Membersihkan <i>hole scrap</i>	30	1,04	Cukup
		Menekan tombol	30	0,16	Cukup

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

4.2.3 Perhitungan Waktu Normal

Berdasarkan hasil uji statistik yang telah dilakukan pada sub bab sebelumnya, dapat dilihat bahwa semua data pengamatan yang diambil telah memenuhi syarat. Maka tahap selanjutnya dalam penelitian ini adalah melakukan perhitungan waktu normal. Waktu normal diperoleh dengan cara mengalikan waktu siklus yang telah diperoleh dengan *rating factor* seperti persamaan di bawah ini:

$$W_n = W_s (1 + \text{Rating Factors}) \dots \dots \dots (12)$$

Berdasarkan rumus tersebut, maka waktu normal yang diperoleh pada proses produksi *support radiator* RH dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Perhitungan Waktu Normal Pekerja Pada Proses Produksi *Support Radiator* RH

Pekerja	Deskripsi Pekerjaan	Elemen Pekerjaan	WS (detik)	RF	WN (detik)	Total WN (detik)
Suparman A	Blanking	Mengambil Material di Meja	1,94	0,12	2,17	11,64
		Meletakkan material di die <i>blank 1</i>	1,65		1,85	
		Menekan tombol	2,62		2,94	
		Memindahkan material sisa <i>blank 1</i> ke die <i>blank 2</i>	4,18		4,68	
Firman		Mengambil <i>Part</i> di die <i>blank 1</i>	1,56	0,12	1,75	10,04
		Meletakkan <i>Part</i> di <i>conveyor</i>	0,79		0,88	

Tabel 4.16 Perhitungan Waktu Normal Pekerja Pada Proses Produksi *Support Radiator RH* (Lanjutan)

Pekerja	Deskripsi Pekerjaan	Elemen Pekerjaan	WS (detik)	RF	WN (detik)	Total WN (detik)
Firman	Blanking	Membuang <i>scrap</i> ke <i>box scrap</i>	1,43	0,12	1,61	10,04
		Mengambil <i>Part</i> di <i>die blank 2</i>	1,07		1,19	
		Meletakkan <i>Part</i> di <i>conveyor</i>	1,50		1,68	
		Menekan tombol	2,62		2,93	
Eko	Forming	Mengambil material di <i>conveyor</i>	0,80	0,15	0,92	5,12
		Meletakkan <i>Part</i> di <i>Dies</i>	1,38		1,59	
		Menekan tombol	2,27		2,61	
Alam	Bending	Mengambil material di <i>conveyor</i>	0,78	0,11	0,87	5,03
		Meletakkan <i>Part</i> di <i>Dies</i>	1,43		1,59	
		Menekan tombol	2,32		2,58	
Didit	Pierching	Mengambil material di <i>conveyor</i>	0,71	0,15	0,82	4,86
		Meletakkan <i>Part</i> di <i>Dies</i>	1,16		1,33	
		Menekan tombol	2,36		2,71	
Suparman B	Pierching	Mengambil <i>part</i> dari <i>dies</i>	1,71	0,15	1,97	21,79
		<i>Marking</i>	5,33		6,13	
		Meletakkan <i>Part</i> di meja	1,86		2,14	
		Membersihkan <i>hole scrap</i>	6,69		7,69	
		Menekan tombol	3,36		3,86	

(Sumber: PT Metindo Erasakti)

4.2.4 Perhitungan Waktu Baku

Waktu Baku atau Waktu Standar dinyatakan sebagai waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja atau operator yang memiliki tingkat kemampuan rata-rata untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Perhitungan waktu baku dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$WB = Wn (1 + Allowance) \dots \dots \dots (13)$$

Perhitungan waktu baku elemen kerja proses produksi *Support Radiator RH* dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Perhitungan Waktu Baku Proses Produksi *Support Radiator RH*

Pekerja	Deskripsi Pekerjaan	Elemen Pekerjaan	WN (detik)	Allowance	WB (detik)	Total WB (detik)
Suparman A		Mengambil Material di Meja	2,17	21%	2,63	14,09
		Meletakkan material di die <i>blank</i> 1	1,85		2,24	
		Menekan tombol	2,94		3,56	
		Memindahkan material sisa <i>blank</i> 1 ke die <i>blank</i> 2	4,68		5,66	
Firman	<i>Blanking</i>	Mengambil <i>Part</i> di die <i>blank</i> 1	1,75	21%	2,11	12,15
		Meletakkan <i>Part</i> di <i>conveyor</i>	0,88		1,07	
		Membuang <i>scrap</i> ke <i>box scrap</i>	1,61		1,94	
		Mengambil <i>Part</i> di die <i>blank</i> 2	1,19		1,45	
		Meletakkan <i>Part</i> di <i>conveyor</i>	1,68		2,03	
		Menekan tombol	2,93		3,55	
Eko	<i>Forming</i>	Mengambil material di <i>conveyor</i>	0,92	21%	1,11	6,19
		Meletakkan <i>Part</i> di <i>Dies</i>	1,59		1,92	
		Menekan tombol	2,61		3,16	
Alam	<i>Bending</i>	Mengambil material di <i>conveyor</i>	0,87	21%	1,05	6,09
		Meletakkan <i>Part</i> di <i>Dies</i>	1,59		1,92	
		Menekan tombol	2,58		3,12	
Didit	<i>Pierching</i>	Mengambil material di <i>conveyor</i>	0,82	21%	0,99	5,89
		Meletakkan <i>Part</i> di <i>Dies</i>	1,33		1,61	
		Menekan tombol	2,71		3,28	
Suparman B	<i>Piercing</i>	Mengambil <i>part</i> dari <i>dies</i>	1,97	21%	2,38	26,37
		<i>Marking</i>	6,13		7,42	
		Meletakkan <i>Part</i> di meja	2,14		2,59	
		Membersihkan <i>hole scrap</i>	7,69		9,31	
		Menekan tombol	3,86		4,68	

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

4.2.5 Pemetaan Proses Produksi dengan VSM

Value Stream Mapping (VSM) adalah salah satu *tool lean manufacturing* yang berguna untuk membantu melihat aliran material dan informasi yang dibutuhkan pada saat produk berjalan di seluruh proses bisnis. VSM dapat memperlihatkan perjalanan produk mulai dari bentuk *raw material* hingga produk final sampai di tangan pelanggan. Data dan informasi yang akurat sangat diperlukan sebelum melakukan pembuatan peta, agar hasil yang diperoleh dapat dipertanggungjawabkan dengan benar.

1. Aliran Informasi

Aliran informasi adalah urutan perpindahan informasi untuk memenuhi permintaan *support radiator* RH. Penggabungan aliran informasi dilakukan untuk keseluruhan pihak yang terkait dalam pemenuhan permintaan tersebut. Adapun aliran informasi yang dimaksud dapat diuraikan sebagai berikut:

- a. Aliran informasi permintaan produk *support radiator* RH diawali dari permintaan pelanggan atau pesanan yang diterima oleh bagian *marketing* yang kemudian dikirim ke PPC.
- b. Bagian PPC akan menganalisis kebutuhan *raw material*, *man power*, dan *loading* mesin. Jika terdapat masalah dalam pemenuhan produksi akan permintaan tersebut, maka permasalahan akan dirinci. Rincian permasalahan tersebut akan diserahkan kepada manajer dan pihak-pihak terkait untuk segera ditangani. Namun jika tidak terdapat masalah pada bagian PPC akan membuat perencanaan produksi dan jadwal produksi.
- c. Jadwal produksi akan didistribusikan ke setiap stasiun kerja dan kemudian mulai dilakukan proses produksi sesuai dengan jadwal yang telah dibuat sebelumnya.
- d. *Finished good* yang telah selesai diproduksi selanjutnya akan dikirim ke pelanggan sesuai dengan kesempatan yang telah disepakati.

2. Aliran Material

Proses produksi untuk *support radiator* RH dilakukan semi otomatis dan manual oleh operator produksi. Berikut adalah penjabaran aliran material proses produksi untuk *support radiator* RH.

- a. Proses *Blanking*. Proses awal produksi adalah *blanking* yang merupakan proses persiapan material, material dipotong sesuai dengan yang dibutuhkan. Proses *blanking* bertujuan agar mendapatkan hasil potongan atau *blank*, sedangkan sisanya akan dibuang sebagai sampah atau disebut *scrap*. Material yang digunakan berbentuk lembaran dengan ukuran 230x180 cm. Satu lembar material dapat menghasilkan dua buah lembaran *profil support radiator* RH. Proses ini masih dilakukan secara semi otomatis yang memerlukan dua operator untuk menjalankan mesin. Operator pertama bertugas untuk meletakkan material dari meja material ke dalam *dies* dan menekan tombol, sementara operator dua bertugas untuk memindahkan material ke *blank* dua dan membuang *scrap* sisa proses ke bak penampungan *scrap* serta menekan tombol proses sama seperti operator satu.
- b. Proses *Forming*. Proses ini membuat cetakan dari *support radiator* RH pada proses sebelumnya menjadi memiliki bentuk dan *countur* di permukaannya. Penekukan yang dilakukan pada proses *forming* ini hanya sebatas penekukan samping kiri dan kanan untuk membuat bagian sayap pada *support radiator* RH. *Countur* yang dibuat juga hanya dibagian tengah atau badan dari *support radiator* RH. Hanya dibutuhkan satu operator untuk melakukan proses *forming* di mesin ke dua ini karena mesin ini sudah dilengkapi dengan alat bantu *kicker* dan *conveyer* sehingga material yang telah diproses akan langsung didorong oleh *kicker* dan jatuh ke *conveyer* sehingga dapat langsung mengalir mesin selanjutnya. Tidak ada *scrap* yang terjadi karena dalam proses ini tidak ada pemotongan dan hanya penekukan.
- c. Proses *Bending*. Proses ini berbeda dengan proses sebelumnya, walaupun sama-sama hanya membengkokkan material tetapi di proses *bending* ini tidak menambahkan *countur* dan hanya membengkokkan material sehingga didapat bentuk dari *support radiator* RH yang sudah terlihat dengan jelas. Serupa dengan proses sebelumnya, proses *bending* ini dilakukan hanya dengan satu operator dan tidak memiliki *scrap*.

d. Proses *Piercing*. Merupakan proses terakhir yang dilakukan di *line I stamping* untuk proses produksi *support radiator RH*. Proses ini bertujuan membuat *hole* atau lubang sebanyak 12 titik dengan diameter masing-masing lubang sebesar 5mm. *Dies* yang digunakan pada mesin ini memiliki pahat pemotong yang dapat membuat lubang di 12 titik yang ada pada *support radiator RH*. Pahat ini terletak di seluruh sisi *support radiator RH* baik di atas maupun di samping kiri dan kanan, sehingga *profil* dari *dies* ini mengharuskan operatornya untuk mengangkat hasil pengepressan secara manual walaupun sudah dibantu dengan alat bantu *hidrolik* untuk mengangkat material hasil proses. Dibutuhkan dua operator untuk mengerjakan proses ini, kembali karena *profil dies* yang mengharuskan material di angkat secara manual sehingga memerlukan operator di sisi mesin lain untuk mengangkat dan meletakkan material di palet. Setelah disusun dalam palet, *support radiator RH* akan di kirim ke area *store* menggunakan *forklift*.

3. Pembuatan *Current State Value Stream Mapping*

Salah satu *tool* yang terdapat pada *value stream mapping* adalah *current state value stream mapping* yang berguna untuk melihat sistem produksi di perusahaan secara keseluruhan. Tujuan lain dari pembuatan *current state value stream mapping* ini adalah untuk memahami sifat dari proses tersebut sehingga suatu keadaan yang efektif dapat dicapai pada masa sekarang. Adapun langkah-langkah untuk membuat *current state value stream mapping* adalah sebagai berikut:

a. Menentukan *family product*

Langkah pertama dalam membuat *current state map* adalah menentukan *family product*. Jenis produk yang akan diidentifikasi yaitu:

1. *Support Radiator RH*
2. *Support Radiator LH*
3. *Reinf Back Door Hinge RH/LH*
4. *Flate Front Door Window Opening R/L*

Penentuan *family product* didasarkan atas kesamaan rute proses, waktu proses, dan rata-rata permintaan konsumen. Kesamaan rute proses pada produk berdasarkan atas kesamaan melewati tiap proses kerja. Kesamaan waktu proses berdasarkan besarnya waktu siklus pada tiap produk. Kesamaan rata-rata permintaan konsumen berdasarkan produksi tahunan untuk tiap tipe produk. Identifikasi *family* produk untuk ke-empat tipe produk dapat dilihat pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 Identifikasi *Family* Produk

Tipe	Deskripsi	
	Alian Proses	Permintaan (Unit/bulan)
<i>Support Radiator RH</i>	Melewati seluruh proses kerja pada bagian <i>Stamping line I</i>	18.546
<i>Support Radiator LH</i>	Melewati seluruh proses kerja pada bagian <i>Stamping line I</i>	13.200
<i>Reinf Back Door Hinge Rh/Lh</i>	Melewati seluruh proses kerja pada bagian <i>Stamping line I</i>	10.786
<i>Flate Front Door Window Opening R/L</i>	Melewati seluruh proses kerja pada bagian <i>Stamping line I</i>	10.792

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

family product yang sudah diidentifikasi pada Tabel 4.18 memperlihatkan adanya kesamaan antara ke-empat tipe produk yang diproduksi. Perbedaan pada tipe produk yang diproduksi terdapat pada permintaan bulanan. Permintaan bulanan *support radiator RH* adalah yang terbesar. Permintaan bulanan *suport radiator RH* sebesar 18.546 unit. Produksi bulanan inilah yang mendasari terpilihnya *support radiator RH* untuk dibuatkan *current state map*.

b. Data-data pembuatan *current state mapping*

1) Data permintaan per hari

Data permintaan per hari sangat diperlukan untuk menghitung berapa banyak produk yang harus diproduksi setiap harinya. Untuk memproduksi *support radiator RH*, perusahaan mempunyai permintaan harian sebanyak 843 unit. Berikut ini perhitungan rata-rata permintaan harian adalah sebagai berikut:

Rata-rata permintaan harian

$$= \frac{\text{Total Permintaan Perbulan}}{\text{Total Hari Kerja}} = \frac{18.546 \text{ unit}}{22 \text{ hari}} = 843 \text{ unit/hari}$$

2) Metode pengiriman produk

Data lain yang dibutuhkan dalam pembuatan *current state value stream mapping* ini adalah metode pengiriman produk. PT Metindo Erasakti menggunakan truk *cold diesel* atau *fuso* dengan kapasitas 7 ton untuk mengirimkan produknya ke pelanggan. Pengiriman dilakukan setiap sekali dalam sehari.

3) Data persediaan produk jadi

Dalam sistem produksi saat ini, perusahaan juga memiliki persediaan barang jadi untuk mengantisipasi ketidakpastian jumlah permintaan maupun masalah internal perusahaan. Adapun jumlah persediaan yang telah ditetapkan sebesar 5% dari total permintaan.

c. Indikator dalam *current state value stream mapping*

Terdapat beberapa indikator yang digunakan pada *current state value stream mapping*, yaitu sebagai berikut:

1) Waktu baku

Waktu baku adalah waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja atau operator untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Adapun pada Tabel 4.19 merupakan rekapitulasi hasil perhitungan waktu baku pada masing-masing stasiun kerja.

Tabel 4.19 Hasil Rekapitulasi Waktu Baku *Support Radiator RH*

Pekerja	Deskripsi Pekerjaan	Elemen Pekerjaan	WN	Allowance (%)	WB	Total Waktu Baku (detik)
Suparman A	Blanking	Mengambil material di Meja	2,17	21%	2,63	14,09
		Meletakkan material di die <i>blank</i> 1	1,85		2,24	
		Menekan tombol	2,94		3,56	
		Memindahkan material sisa blank 1 ke die <i>blank</i> 2	4,68		5,66	

Tabel 4.19 Hasil Rekapitulasi Waktu Baku *Support Radiator RH* (Lanjutan)

Pekerja	Deskripsi Pekerjaan	Elemen Pekerjaan	WN	Allowance (%)	WB	Total Waktu Baku (detik)
Firman		Mengambil <i>part</i> di die blank 1	1,75	21%	2,11	12,15
		Meletakkan <i>part</i> di <i>conveyor</i>	0,88		1,07	
		Membuang <i>scrap</i> ke <i>box scrap</i>	1,61		1,94	
		Mengambil <i>part</i> di die blank 2	1,19		1,45	
		Meletakkan <i>part</i> di <i>conveyor</i>	1,68		2,03	
		Menekan tombol	2,93		3,55	
Eko	<i>Forming</i>	Mengambil material di <i>conveyor</i>	0,92	21%	1,11	6,19
		Meletakkan <i>Part</i> di <i>Dies</i>	1,59		1,92	
		Menekan tombol	2,61		3,16	
Alam	<i>Bending</i>	Mengambil material di <i>conveyor</i>	0,87	21%	1,05	6,09
		Meletakkan <i>Part</i> di <i>Dies</i>	1,59		1,92	
		Menekan tombol	2,58		3,12	
Didit		Mengambil material di <i>conveyor</i>	0,82	21%	0,99	5,89
		Meletakkan <i>Part</i> di <i>Dies</i>	1,33		1,61	
		Menekan tombol	2,71		3,28	
Suparman B	<i>Piercing</i>	Mengambil material di <i>conveyor</i>	1,97	21%	2,38	26,37
		<i>Marking</i>	6,13		7,42	
		Meletakkan <i>Part</i> di meja	2,14		2,59	
		Membersihkan <i>hole scrap</i>	7,69		9,31	
		Menekan tombol	3,86		4,68	

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

2) *Changeover*

Changeover merupakan waktu yang diperlukan untuk melakukan *setting* peralatan apabila terjadi perubahan produksi. Dalam penelitian ini data *changover time* terjadi karena pergantian material yang telah habis di meja produksi dan digantikan dengan material baru dari gudang penyimpanan material. *Change over* terjadi pada mesin pertama yaitu mesin *blanking* karena mesin ini merupakan awal dari proses. Waktu pergantian material dapat dilihat dari tabel 4.20.

Tabel 4.20 Rekapitulasi Pergantian Material

Pengamatan	Waktu Pergantian	Durasi (menit)
1	08:43-09:05	22
2	10:11-10:17	16
3	10:48-10:59	11
Rata-rata		16,3

(Sumber: Hasil Pengamatan lapangan)

3) *WIP (Work In Process)*

Work In Process merupakan barang setengah jadi yang masih dalam proses. Adanya *WIP* disebabkan oleh terjadinya *bottleneck* akibat perbedaan waktu siklus yang terlalu jauh antara stasiun kerja.

$$WIP \text{ Proses 4} = \frac{(WS \text{ proses 4} \times Output \text{ proses 3})}{(WS \text{ proses 3} \times Output \text{ proses 4})} \dots\dots\dots(4)$$

$$WIP \text{ Proses 4} = \frac{(26,32 \times 1)}{(6,09 \times 1)} = \frac{26,37}{6,08} = 4,32 \sim 5 \text{ unit}$$

4) *Time Between Next Operation*

Time Between Next Operation adalah waktu yang dicapai dari satu stasiun kerja ke stasiun kerja berikutnya. Didapat dengan menggunakan rumus:

$$Time \text{ between next operation} = \frac{WIP}{Permintaan \text{ Harian Rata-Rata}} \dots\dots\dots(3)$$

$$TBNO \text{ Proses Piercing} = \frac{5 \text{ unit}}{846 \text{ unit/hari}} = 0,006 \text{ hari} = 63,83 \text{ detik}$$

5) *Availability*

Availability merupakan waktu kerja yang tersedia untuk memproduksi suatu produk setiap harinya.

$$Waktu \text{ kerja} = 3 \text{ jam} \times 60 \times 60 = 10.800 \text{ detik}$$

6) *Uptime*

% *uptime* didapatkan dengan menggunakan rumus:

$$\% \text{ uptime} = \frac{Availability - Changeover}{Availability} \dots\dots\dots(2)$$

$$Blanking : \% \text{ uptime} = \frac{10.800 - 978}{10.800} = 91\%$$

$$Forming : \% \text{ uptime} = \frac{10.800 - 0}{10.800} = 1 = 100\%$$

$$\text{Bending } \% \text{ uptime} = \frac{10.800-0}{10.800} = 1 = 100\%$$

$$\text{Piercing } \% \text{ uptime} = \frac{10.800-0}{10.800} = 1 = 100\%$$

7) Operator atau *man power* merupakan jumlah tenaga kerja yang ada pada masing-masing stasiun kerja. Adapun rekapitulasi jumlah operator pada masing-masing stasiun kerja terdapat pada Tabel 4.21.

Tabel 4.21 Jumlah Operator Produksi *Support Radiator* RH

Proses	Jumlah Mesin (unit)	Jumlah Operator (orang)
<i>Blanking</i>	1	2
<i>Forming</i>	1	1
<i>Bending</i>	1	1
<i>Piercing</i>	1	2

(Sumber: pengumpulan data)

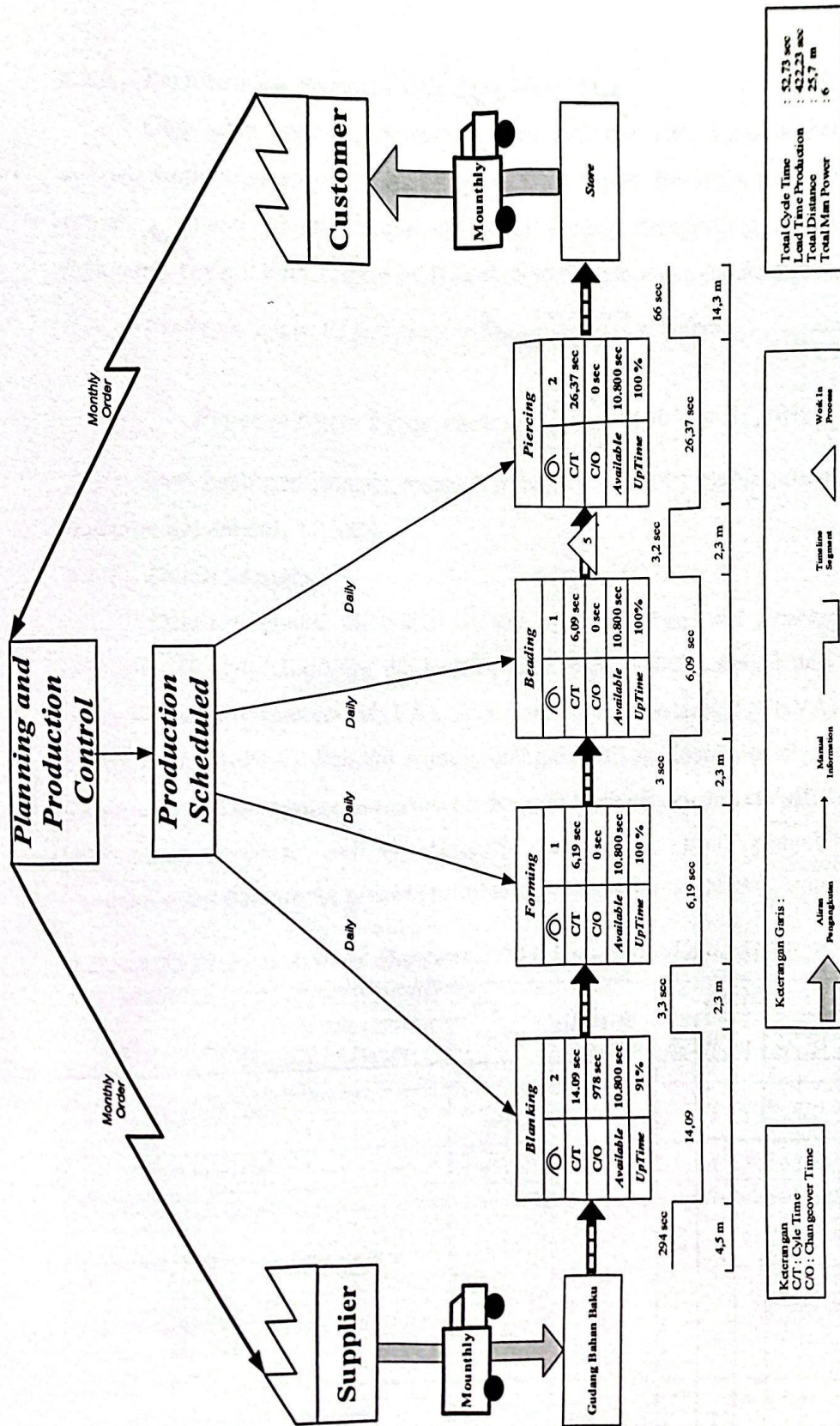
Tabel 4.22 merupakan rekapitulasi dari indikator untuk *current state value stream mapping* untuk produk *Support Radiator* RH sebagai berikut.

Tabel 4.22 Indikator CSVSM Untuk Proses Produksi *Support Radiator* RH

Proses	Waktu Baku (detik/unit)	Change over (detik)	WIP	Time Between Next Operation (detik)	Availability (detik)	Uptime (%)	Operator (orang)
<i>Blanking</i>	14,09	978	0	0	10.800	91	2
<i>Forming</i>	6,19	0	0	0	10.800	100	1
<i>Bending</i>	6,08	0	0	0	10.800	100	1
<i>Piercing</i>	26,37	0	5	63,83	10.800	100	2

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Dengan menggunakan data di atas, maka *current state value stream mapping* dapat dibuat. Hasil dari pembuatan *current state value stream mapping* dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Current State Value Stream Mapping support radiator RH
(Sumber : Hasil Pengolahan Data)

4.2.6 Perhitungan *Process Cycle Efficiency* (PCE)

Gambaran proses produksi *support radiator* RH dapat dilihat melalui *current state value stream mapping* yang telah dibuat. Besarnya performansi dari proses produksi tersebut dapat diketahui dengan menghitung *Process Cycle Efficiency* (PCE). Perhitungan PCE dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$\text{Process Cycle Efficiency} = \frac{\text{Total Cycle Time}}{\text{Lead Time}} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{Process Cycle Efficiency} = \frac{52,73}{422,23} \times 100\% = 12,38\%$$

Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa nilai PCE untuk produk *support radiator* RH sebesar 12,38%.

4.2.7 Detail Mapping

Detail *mapping* dilakukan dengan menggunakan *tool Process Activity Mapping* (PAM). *Tools* ini digunakan untuk mengetahui proporsi dari kegiatan yang termasuk *Value Added* (VA), *Necessary Non Value Added* (NNVA) dan *Non Value Added* (NVA). Peta ini mampu mengidentifikasi adanya pemborosan pada *value stream* dan mengoptimalisasi proses agar lebih efisien dan efektif. Tabel 4.23 merupakan *Process Activity Mapping* berdasarkan hasil pengukuran dan pengumpulan data untuk proses produksi *support radiator* RH.

Tabel 4.23 *Process Activity Mapping* (PAM) *Support Radiator* RH

Elemen Kerja	Mesin/Alat Bantu	Waktu Baku (detik)	Jumlah Operator	Aktivitas					Ket.
				O	T	I	S	D	
Mengambil Material di Meja	-	2,63	2		T				NNVA
Meletakkan material di die blank 1	-	2,24			T				NNVA
Menekan tombol	Mesin Press (Blanking)	3,56		O					VA
Memindahkan material sisa blank 1 ke die blank 2	-	5,66			T				NNVA
Mengambil part di die blank 1	-	2,11			T				NNVA

Tabel 4.23 *Process Activity Mapping (PAM) Support Radiator RH (Lanjutan)*

Elemen Kerja	Mesin/Alat Bantu	Waktu Baku (detik)	Jumlah Operator	Aktivitas					Ket.
				O	T	I	S	D	
Meletakkan <i>part</i> di <i>conveyor</i>	-	1,07	2		T				NNVA
Membuang <i>scrap</i> ke <i>box scrap</i>	-	1,94			T				NNVA
Mengambil <i>part</i> di die blank 2	-	1,45			T				NNVA
Meletakkan <i>part</i> di <i>conveyor</i>	-	2,03			T				NNVA
Menekan tombol	Mesin Press (<i>Blanking</i>)	3,55		O					VA
Mengambil material di <i>conveyor</i>	-	31,11	1		T				NNVA
Meletakkan <i>Part</i> di <i>Dies</i>	-	1,92			T				NNVA
Menekan tombol	Mesin Press (<i>Forming</i>)	3,16		O					VA
Mengambil material di <i>conveyor</i>	-	1,05	1		T				NNVA
Meletakkan <i>Part</i> di <i>Dies</i>	-	1,92			T				NNVA
Menekan tombol	Mesin Press (<i>Bending</i>)	3,1		O					VA
Mengambil material di <i>conveyor</i>	-	0,99	2		T				NNVA
Meletakkan <i>Part</i> di <i>Dies</i>	-	1,61			T				NNVA
Menekan tombol	Mesin Press (<i>Piercing</i>)	3,28		O					VA
Mengambil material di <i>Dies</i>	-	2,38			T				NNVA
<i>Marking</i>	<i>Marker</i>	7,42				I			NNVA
Meletakkan <i>Part</i> di meja	-	2,59					S		NNVA
Membersihkan <i>hole scrap</i>	Batang Besi	9,31						D	NVA
Menekan tombol	Mesin Press (<i>Piercing</i>)	4,68	O					VA	

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Keterangan :

O = *Operation*

T = *Transportation*

I = *Inspection*

S = *Saving*

D = *Delay*

Berdasarkan *Process Activity Mapping* (PAM) untuk proses produksi *Support Radiator* RH maka dapat dibuat tabulasi ringkasan perhitungan dan persentase PAM yang dapat dilihat pada Tabel 4.24.

Tabel 4.24 Perhitungan dan Persentase *Process Activity Mapping* (PAM)

<i>Support Radiator</i> RH					
Aktivitas	Jumlah	Waktu (detik)	Klasifikasi	Jumlah	Waktu (detik)
<i>Operation</i>	6	21,33	VA	6	21,33
<i>Transportation</i>	15	381,5	NVA	1	9,31
<i>Inspection</i>	1	7,42	NNVA	17	391,59
<i>Delay</i>	1	9,31	Total	24	422,23
<i>Storage</i>	1	2,67	Value Ratio		0,05

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Value ratio adalah perbandingan antara aktivitas yang memberikan nilai tambah dengan keseluruhan aktivitas. Berdasarkan perhitungan *Process Activity Mapping* (PAM), didapatkan bahwa hasil *value ratio* untuk proses produksi *Support Radiator* RH adalah sebesar 0,05 atau 5%. Dengan demikian dapat diartikan proses produksi *Support Radiator* RH terdapat pemborosan yang sangat besar yaitu 0,95 atau 95%.

4.2.8 Identifikasi Pemborosan

Pemborosan yang terjadi pada proses produksi *Support Radiator* RH adalah sebagai berikut:

1. Permasalahan terjadi karena pada saat proses pergantian material terkendala dengan *forklift* yang seharusnya mengantar material untuk diangkut ke atas meja oprasi *line* I sedang digunakan di area yang lain sehingga mengakibatkan penundaan proses produksi di *line* I. Selain itu, masalah lain terjadi pada proses

piercing dimana setiap 10 kali melakukan proses, operator harus membersihkan *hole scrap* yang tersumbat. Rata-rata waktu yang diperlukan untuk membersihkan *hole scrap* adalah 9,31 detik. Karena diperlukan waktu yang cukup lama dan menyebabkan terhentinya proses di mesin 4, maka terjadilah *bottleneck* pada proses ini.

2. Target Produksi Yang Tidak Tercapai

Target produksi harian *support radiator* RH sebesar 843 unit/hari, namun perusahaan hanya mampu memproduksi sebanyak 411 unit/hari. Adapun perhitungannya sebagai berikut:

$$\text{Produksi per hari} = \frac{\text{Waktu tersedia}}{\text{Waktu per unit}}$$

$$\begin{aligned}\text{Produksi per hari} &= \frac{10.800 \text{ detik}}{26,37 \text{ detik}} = 410,64 \\ &= 410,64 \sim 411 \text{ unit/hari}\end{aligned}$$

Jadi, dapat disimpulkan bahwa target produksi harian *support radiator* RH tidak tercapai.

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Analisis *Current State Value Stream Mapping*

Langkah awal untuk menganalisa proses produksi *support radiator* RH adalah dengan melihat aliran informasi yang terjadi secara keseluruhan. Aliran informasi yang terjadi dalam proses produksi *support radiator* RH terjadi sangat baik dan terintegrasi dengan semua pihak yang terkait. Informasi yang diperoleh dari pelanggan langsung ditinjau lanjuti oleh bagian produksi untuk melihat dan memperkirakan semua kebutuhan untuk memenuhi permintaan pelanggan. Bagian *Planing Production Control* (PPC) akan melihat ketersediaan bahan baku dan *inventory* yang ada untuk memastikan perencanaan produksi *support radiator* RH selama sebulan dapat tercukupi. Pemesanan terhadap bahan baku akan dilakukan apabila bahan baku yang tersedia di gudang penyimpanan bahan baku kurang mencukupi untuk memenuhi permintaan dalam satu bulan. Hal ini dilakukan agar nantinya tidak terjadi penumpukan bahan baku.

Langkah selanjutnya untuk memastikan permintaan *support radiator* RH dapat tercukupi adalah dengan menentukan *Takt Time* untuk memastikan waktu yang dibutuhkan dalam membuat satu unit *support radiator* RH. *Takt time* digunakan untuk menyelaraskan langkah produksi dengan langkah penjualan sebagai suatu proses utama. *Takt time* menyatakan seberapa sering seharusnya perusahaan memproduksi satu *part* atau produk dalam sehari berdasarkan rata-rata harian penjualan produk agar dapat memenuhi kebutuhan konsumen. *Takt time* produksi *support radiator* RH adalah sebagai berikut:

$$Takt\ time = \frac{Jam\ Kerja\ Tersedia}{Volume\ Produksi} \dots\dots\dots(5)$$

$$Takt\ time = \frac{10.800\ detik/hari}{843\ unit/hari} = 12,81\ detik/unit$$

Untuk aliran material pada *Current State Value Stream Mapping* (CSVSM) untuk produksi *support radiator* RH dapat dianalisis pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Analisis CSVSM Proses Produksi *support radiator* RH

No.	Indikator Performansi	Keterangan	Detail Analisis
1	Waktu standar produksi tertinggi	26,37 detik/unit	Waktu standar tertinggi dalam membuat <i>support radiator</i> RH terdapat dalam proses terakhir atau proses <i>piercing</i> . Perlu dilakukan analisa dan perbaikan agar waktu standar menjadi sesuai dengan <i>takt time</i> yang telah ditentukan.
2	Kapasitas Produksi	Available Time: 10.800 detik (1 shift)	Kapasitas produksi harian masih di bawah permintaan pelanggan harian yaitu sebesar 846 unit/hari untuk <i>support radiator</i> RH. Oleh karena itu harus dilakukan perbaikan yang efektif agar permintaan pelanggan dapat terpenuhi tanpa harus melalui kerja lembur (<i>overtime</i>).
		Waktu Baku: 26,37 detik/unit	
		Operator: 1 orang	
		Kapasitas Produksi: 411 unit/hari	
3	Efektivitas Waktu	Total CT: 52,73 detik/unit	<i>Lead time</i> yang panjang menyebabkan pemborosan waktu. Dengan <i>lead time</i> sepanjang ini, menyebabkan banyak waktu menjadi terbuang sehingga harus dilakukan perbaikan guna mempersingkat <i>lead time</i> yang terlalu panjang ini.
		Total LT: 422,23 detik	
		Waktu Produktif: 5%	
4	Aliran Material dan Proses	Pergantian material baru dari gudang bahan baku dan <i>bottleneck</i> .	Aliran material yang terhenti menyebabkan terjadinya <i>delay</i> terhadap proses produksi, sehingga perlu dilakukan perbaikan terhadap sumber penyebab dari terhentinya aliran material ini.
			Diperlukan langkah alternatif agar proses produksi berjalan lebih lancar dan tidak terjadi <i>bottleneck</i> .

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Hasil analisis tersebut akan dijadikan sebagai salah satu bahan pertimbangan dalam menentukan rencana perbaikan yang direkomendasikan.

5.2 Analisis Hasil *Process Activity Mapping* (PAM)

Proses pembuatan *Process Activity Mapping* (PAM) menggunakan data aktual perusahaan dan pengukuran waktu proses dengan menggunakan pengukuran langsung metode jam henti. Hasil pengukuran waktu di validasi secara statistik dengan menggunakan uji keseragaman, dan uji kecukupan data.

1. Analisis PAM

Proses produksi *support radiator* RH terdiri dari 24 elemen kerja. Secara rinci proporsi dari setiap jenis aktivitas dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Jumlah Aktivitas *Support Radiator* RH

Jenis Aktivitas	<i>Operation</i>	<i>Transportation</i>	<i>Inspection</i>	<i>Delay</i>	<i>Storage</i>	Total
Jumlah Aktivitas	6	15	1	1	1	24
Persentase	25%	62,5%	4,5%	4,5%	4,5%	100%

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Dari Tabel 5.2 dapat dilihat bahwa terdapat 6 aktivitas yang termasuk *value added*. Aktivitas lainnya sebanyak 17 merupakan aktivitas *non value added*, serta 1 aktivitas merupakan aktivitas delay sehingga harus dihilangkan karena tidak memberikan nilai tambah bagi pelanggan. Waktu yang dibutuhkan untuk pembuatan satu produk *support radiator* RH adalah 26,42 detik/unit. Secara rinci produksi waktu dari setiap jenis aktivitas dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Kebutuhan Waktu per Jenis Aktivitas *Support Radiator* RH

Jenis Aktivitas	<i>Operation</i>	<i>Transportation</i>	<i>Inspection</i>	<i>Delay</i>	<i>Storage</i>	Total
Waktu (detik)	21,33	381,5	7,42	9,31	2,67	422,23
Persentase	5,05%	90,36%	1,75%	2,21%	0,63%	100%

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Dari Tabel 5.3 dapat dilihat bahwa aktivitas yang termasuk *value added* sebesar 21,33 detik atau 5,05% dari total waktu. Aktivitas lainnya sebesar 94,95% dari total waktu merupakan aktivitas *non value added* dan 90,36% atau 381,5 detik merupakan waktu transportasi yang merupakan waktu terpanjang sehingga harus dilakukan perbaikan secara keseluruhan terhadap faktor-faktor penyebab terjadinya pemborosan waktu sehingga

mengakibatkan *lead time* produksi menjadi panjang. Selain itu faktor *delay* karena kegiatan membersihkan *hole scrap* pun membuat waktu baku proses *piercing* menjadi sangat panjang sehingga menyebabkan terjadinya pemborosan terhadap waktu produksi *support radiator* RH. Permasalahan ini haruslah diselesaikan sampai ke akarnya, sehingga masalah-masalah yang terjadi tidak berulang kembali dan membuat *lead time* proses produksi *support radiator* RH menjadi lebih singkat.

5.3 Analisis Diagram Sebab-Akibat

Diagram sebab-akibat ini dibuat dengan cara melakukan *brainstorming* dengan cara membuat kelompok diskusi yang terdiri dari 5 pihak, pihak-pihak tersebut antara lain adalah: grup *leader* bagian *Stamping*, *leader line I*, bagian *warehouse*, bagian PPIC dan penulis. Dalam permasalahan ini, yang menjadi masalah utama dari proses produksi *support radiator* RH adalah target produksi yang tidak tercapai. Berdasarkan hasil *brainstorming* dengan pihak-pihak yang terlibat dalam proses produksi *support radiator* RH terdapat dua faktor yang sangat mempengaruhi proses produksi *support radiator* RH atau faktor yang paling berpengaruh terhadap masalah tidak tercapainya target produksi *support radiator* RH, antara lain adalah *tools* dan mesin. Faktor-faktor lainnya kurang berpengaruh atau tidak berdampak besar terhadap masalah target produksi yang tidak tercapai, sehingga *fishbone* ini hanya di fokuskan terhadap dua faktor utama yaitu *tools* dan mesin.

1. *Tools*

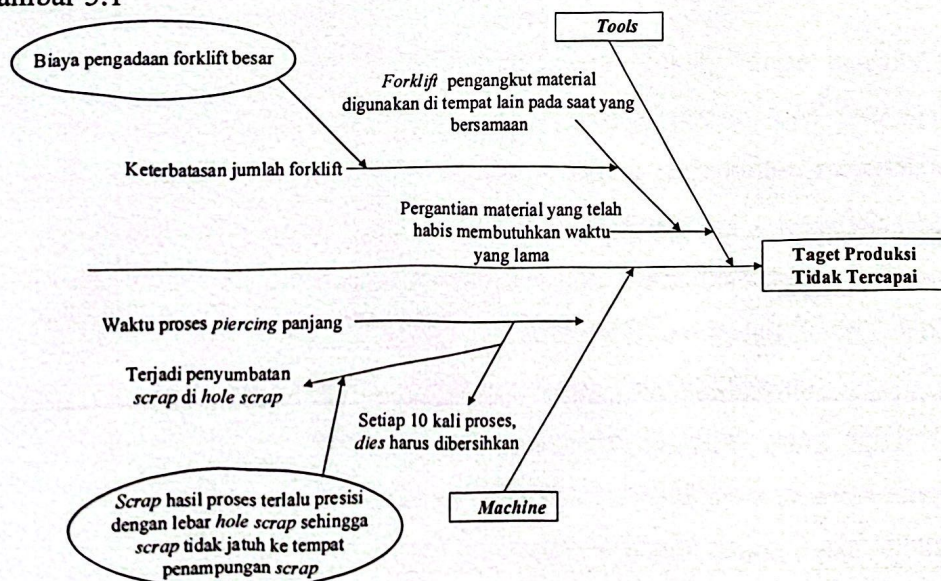
Penyebab pada faktor *tools* adalah waktu pergantian material dari material awal yang telah habis ke material baru sangat panjang. Waktu yang panjang ini terjadi karena material yang diangkut dari gudang penyimpanan material yang seharusnya diangkut *forklift*, ternyata *forklift* yang seharusnya mengangkut material tersebut sedang digunakan ditempat lain sehingga harus menunggu *forklift* selesai digunakan terlebih dahulu. Keterbatasan jumlah *forklift* menjadi kendala karena biaya pengadaan

forklift baru yang sangat besar. Alat bantu menjadi alternatif penyelesaian masalah pergantian material ini.

2. Mesin

Dies pada proses terakhir yaitu pada proses *piercing* sering mengalami masalah sehingga perlu dilakukan penanganan. Setiap 10 kali proses dilakukan pembersihan *scrap* yang tersangkut pada *Dies* yang tersangkut pada *hole scrap*. Penyumbatan terjadi karena *scrap* hasil proses *piercing* dengan lebar lubang pada *hole scrap* terlalu presisi sehingga menyebabkan *scrap* tidak terjatuh ke tempat penampungan *scrap*. Penyumbatan akibat *scrap* yang tersangkut ini membutuhkan penanganan secara manual untuk membersihkan *scrap* yang tersangkut, oleh karena itu perlu dilakukan perbaikan agar *scrap* tidak tersumbat lagi dan waktu proses menjadi lebih singkat.

Diagram sebab-akibat untuk target produksi tidak tercapai dapat dilihat pada Gambar 5.1



Gambar 5.1 Diagram Sebab-Akibat Untuk Targer Produksi Tidak Tercapai
(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

5.4 Usulan Perbaikan

Masalah utama yang dihasilkan dari analisis-analisis sebelumnya adalah kapasitas produksi masih di bawah permintaan pelanggan harian yaitu 846 unit/hari. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, Hal ini terjadi karena waktu

standar untuk membuat satu produk *support radiator* RH adalah 26,42/unit detik, sementara *takt timenya* adalah 12,81 detik/unit. Perbedaan waktu standar juga menimbulkan terjadinya *bottleneck* di akhir proses. Selain waktu waktu standar pada proses produksinya, masalah lain yang terjadi adalah pada saat pergantian material saat material yang sebelumnya sudah habis. Terjadi *loss time* menunggu karena *forklift* yang seharusnya mengangkut material tidak tersedia atau sedang digunakan ditempat lain di waktu yang bersamaan.

Permasalahan-permasalahan tersebut mengakibatkan *lead time* produksi menjadi sangat panjang yang mengakibatkan perlu dilakukan penambahan waktu kerja atau *overtime* untuk menutupi kekurangan dari target yang seharusnya di capai.

5.4.1 Perbaikan dan *Future State Value Stream Mapping*

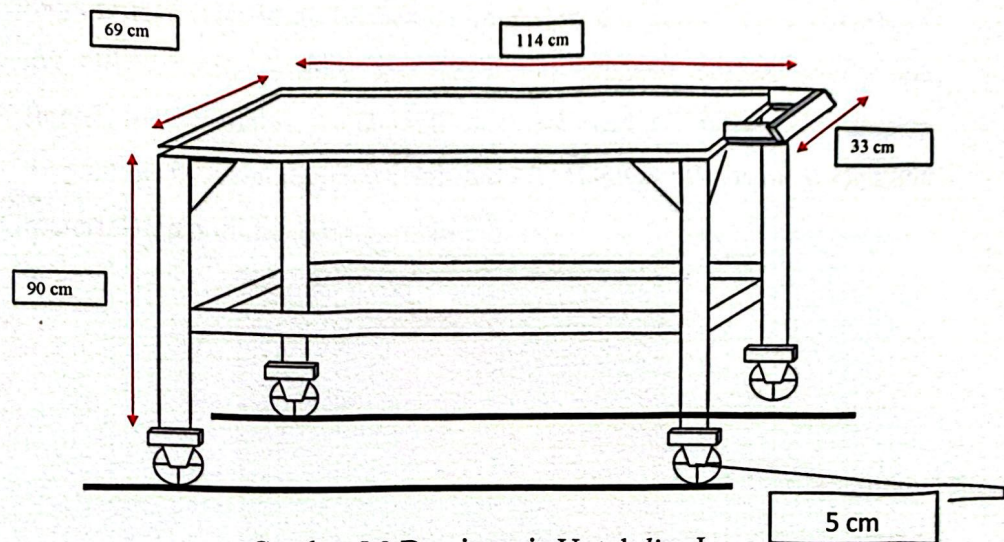
Berdasarkan dari analisis permasalahan pemborosan tersebut, maka terdapat beberapa perbaikan yang dilakukan, yaitu:

1. Membuat *Area Material Next Process*.

Waktu untuk mengantarkan material ke *line I* yang sangat panjang yaitu 294 detik. Karena tingginya waktu maka dibuatkan area *next process material* di *line I* untuk mengurangi waktu transportasi material agar menjadi lebih singkat. Area dibuat dengan ukuran 3m x 1,5m yang berada di depan *line I*. Dengan demikian waktu transportasi yang tadinya 294 detik bisa turun menjadi hanya beberapa detik atau kurang lebih 3 detik.

2. Membuat Meja Tambahan dan Alat Bantu Angkut Material.

Change Over Material atau pergantian material yang telah habis membutuhkan waktu selama 16,3 menit atau 978 detik. Karena tingginya waktu pergantian material yang menyebabkan *delay* maka dibuatkan tambahan meja proses agar material yang telah habis digunakan pada meja pertama bisa langsung berganti ke material yang ada pada meja ke dua sehingga tidak membutuhkan waktu untuk beralih ke material selanjutnya. *Desain* meja untuk *line I* dapat dilihat pada gambar 5.2



Gambar 5.2 Desain meja Untuk *line I*
(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Meja ini nantinya akan menggantikan meja yang sudah ada di *line I* sebelumnya, khususnya pada proses awal yaitu *blanking* karena meja ini adalah meja untuk menaruh material yang masih berupa *sheet metal*. Meja yang baru ini juga dilengkapi dengan lintasan berupa rel sepanjang 7m yang berfungsi agar nantinya jika meja didorong tidak merubah posisi meja sehingga tetap stabil. Meja akan dibuat sebanyak 2 buah agar material dapat diletakan di kedua meja tersebut sehingga saat material yang diproses pada meja satu sudah habis dapat langsung beralih ke meja dua untuk melanjutkan proses produksi tanpa harus menunggu pergantian material lagi. Meja yang digunakan adalah meja yang sudah tersedia dan biaya yang dikeluarkan dalam pembuatan meja ini adalah sebagai berikut:

-Biaya pabrikasi = Rp 88.500,-

-Biaya Material:

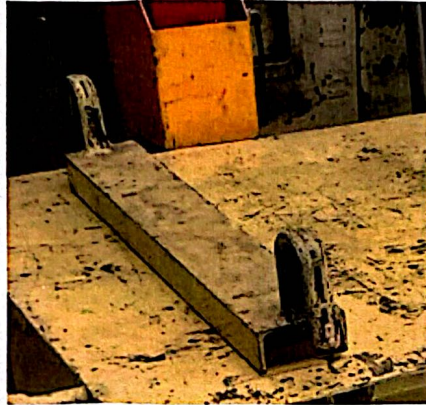
1. Rel = Rp 206.200,-

2. Roda = Rp 720.000,- + .

Total = Rp 1.309.400,-

Selain membuat meja tambahan, perbaikan lainnya yang dilakukan adalah membuat alat bantu pemindah material dari area *next process material* ke

meja proses. Alat bantu ini berupa *hook* dibuat agar kinerja *forklift* dapat digantikan sehingga tidak lagi ada ketergantungan dengan *forklift* dan fungsi *forklift* untuk mengganti material menjadi hilang dan waktu pergantian material menjadi lebih sedikit. Gambar alat bantu pergantian material dapat dilihat pada gambar 5.3.



Gambar 5.3 Alat Bantu Pergantian Material (*Hook*)
(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

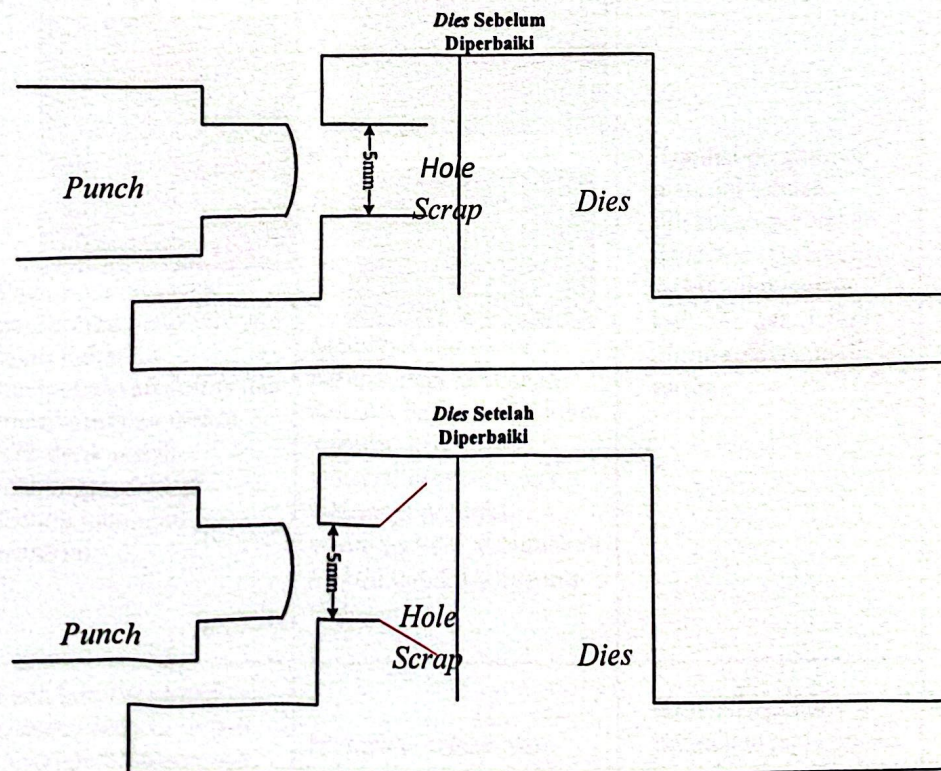
Alat bantu ini bekerja dengan cara diletakan di antara sisi bawah pallet material, sebelah kanan dan kiri diletakan alat bantu ini dan kemudian dengan bantuan *crane* yang tersedia di *line stamping* alat ini dapat mengangkat material ke meja yang akan diletakan material baru. Biaya yang timbul dari pembuatan *hook* ini adalah Rp 75.000,-/unit. Total biaya dari pembuatan *hook* ini adalah $\text{Rp } 75.000,- \times 2 = \text{Rp } 150.000,-$.

Dengan dibuatnya 2 alat bantu tersebut, peran *forklift* dalam pergantian material dapat dihilangkan sehingga dapat memperkecil nilai *delay allowance* dan mengilangkan waktu *change over* pada proses *blanking*. Nilai *delay allowance* yang tadinya sebanyak 21% turun karena sudah tidak ada lagi *delay* akibat pergantian material.

3. Membuat Pelebaran *Hole Scrap*.

Pada prose *piercing* terjadi masalah yang menyebabkan waktu standar menjadi panjang. *Scrap* hasil proses tersangkut pada *dies* karena *punch* untuk membuat lubang pada *support radiator* RH terlalu presisi dengan *hole scrap*, sehingga *scrap* sisa pemotongan tersangkut di dalam *dies*. Tersangkutnya *scrap* setelah dilakukan proses sebanyak 10 kali dan harus

dilakukan penanganan dengan cara mendorong *scrap* yang tersangkut di *dies* secara manual menggunakan batangan besi. Waktu yang diperlukan untuk melakukan penangan terhadap *scrap* yang tersangkut ini memerlukan waktu rata-rata selama 9,31 detik per 10 kali proses. Perbaikan dilakukan dengan cara membuat *negasi* atau pelebaran *hole scrap* agar *scrap* setelah proses *piercing* dapat langsung jatuh ke lubang penampungan *scrap*. Perbaikan *hole scrap* ini tidak menimbulkan biaya karena pengerjaannya merupakan tugas dari departemen *Dies Tools Making* (DTM). Gambaran perbaikan *hole scrap* dapat dilihat pada gambar 5.4.






Gambar 5.4 *Dies* Sebelum dan Setelah Perbaikan
(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Setelah dilakukan perbaikan maka kegiatan pemberisihan *hole scrap* ini menjadi hilang dan membuat penurunan terhadap waktu standar. *Bottleneck* yang terjadi pada proses ini pun menjadi menurun, sehingga

work in process terjadi pun dapat sedikit dikurangi. Rekapitulasi hasil perbaikan yang telah dilakukan dapat terlihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Rekapitulasi Hasil Perbaikan

No	Kondisi Aktual	Usulan Perbaikan	Keterangan
1.	Perpindahan material dari gudang penyimpanan bahan baku ke <i>line I</i> membutuhkan waktu 294 detik.	Dibuatkan area penyimpana material atau area <i>material next process</i> di area <i>line I</i> sehinga tidak membutuhkan waktu yang lama untuk mengambil material baru	Kondisi setelah dilakukan perbaikan diperoleh waktu sebesar 3 detik.
2.	 <p>Pada kondisi aktual pergantian material yang telah habis menyebabkan <i>dellay</i> dan membutuhkan waktu 978 detik untuk menunggu <i>forklift</i> datang mengganti material.</p>	  <p>Membuat alat bantu berupa meja tambahan dan alat bantu pengangkut material dari area material <i>next process</i> ke atas meja produksi sehingga tidak dibutuhkan <i>forklift</i> untuk mengganti material.</p>	Kondisi pergantian material setelah dilakukan perbaikan dapat menghilangkan waktu <i>changeover material</i> dan <i>dellay allowance</i> menjadi turun.
3.	Pada kondisi aktual proses <i>piercing</i> terjadi masalah tersumbatnya <i>scrap</i> pada <i>hole scrap</i> yang membutuhkan penanganan stiap 10 kali proses dan membutuhkan waktu rata- rata 9,31 detik untuk membersihkannya.	Membuat <i>negasi</i> atau kemiringan pada <i>hole scrap</i> sehingga <i>scrap</i> hasil proses tidak tersangkut, dan jatuh langsung ke bawah atau tempat pembuangan <i>scrap</i> .	Kondisi setelah perbaikan pada proses <i>piercing</i> terjadi penurunan waktu standar. Penurunan waktu ini karena hilangnya peoses NVA yaitu membersihkan <i>hole scrap</i> .

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan Tabel 5.4, setelah dilakukan perbaikan maka waktu baku dari keseluruhan proses pun menjadi berubah karena nilai dari *delay allowance* ikut berubah. Hasil perbaikan terhadap data waktu baku setelah dilakukan pengamatan dan perhitungan dapat dilihat pada tabel 5.5.

Tabel 5.5 Waktu Baku Proses Produksi *Support Radiator* RH Setelah Perbaikan

Pekerja	Deskripsi Pekerjaan	Elemen Pekerjaan	WB	Total Waktu Baku (detik)
Suparman A	Blanking	Mengambil Material di Meja	3,52	12,17
		Meletakkan material di die blank 1	1,98	
		Menekan tombol	3,14	
		Memindahkan material sisa blank 1 ke die blank 2	3,52	
Firman		Mengambil part di die blank 1	1,87	10,31
		Meletakkan part di conveyor	0,95	
		Membuang scrap ke box scrap	1,72	
		Mengambil part di dies blank 2	1,28	
		Meletakkan part di conveyor	1,79	
		Menekan tombol	2,71	
Eko	Forming	Mengambil material di conveyor	0,98	5,48
		Meletakkan part di dies	1,70	
		Menekan tombol	2,79	
Alam	Bending	Mengambil material di conveyor	1,66	5,46
		Meletakkan part di dies	1,48	
		Menekan tombol	2,33	
Didit	Piercing	Mengambil material di conveyor	0,86	5,29
		Meletakkan part di dies	1,48	
		Menekan tombol	2,95	
Suparman B	Piercing	Mengambil material di conveyor	1,02	10,86
		Marking	5,45	
		Meletakkan part di meja	1,27	
		Menekan tombol	3,11	

(sumber: Hasil Analisis)

Dengan adanya ketiga perbaikan tersebut, maka kapasitas akan semakin meningkat. Kapasitas yang meningkat akan mengurangi jumlah WIP, semakin sedikit WIP maka *Time Between Next Operation* (TBNO) akan semakin berkurang dan nantinya mempengaruhi berkurangnya *lead time*. Perhitungan pengurangan WIP dan TBNO untuk proses *piercing* dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Perhitungan Pengurangan *Work In Process* (WIP)

Proses	WIP Sebelumnya (unit)	Selisih WS pada keadaan sebelum perbaikan	Selisih WS setelah dilakukan perbaikan	Jumlah WIP Setelah perbaikan (unit)
<i>Piercing</i>	5	20,29 sec	5,4 sec	$[(5 \times 5,4) / 20,29] = 1,4 \sim 2$

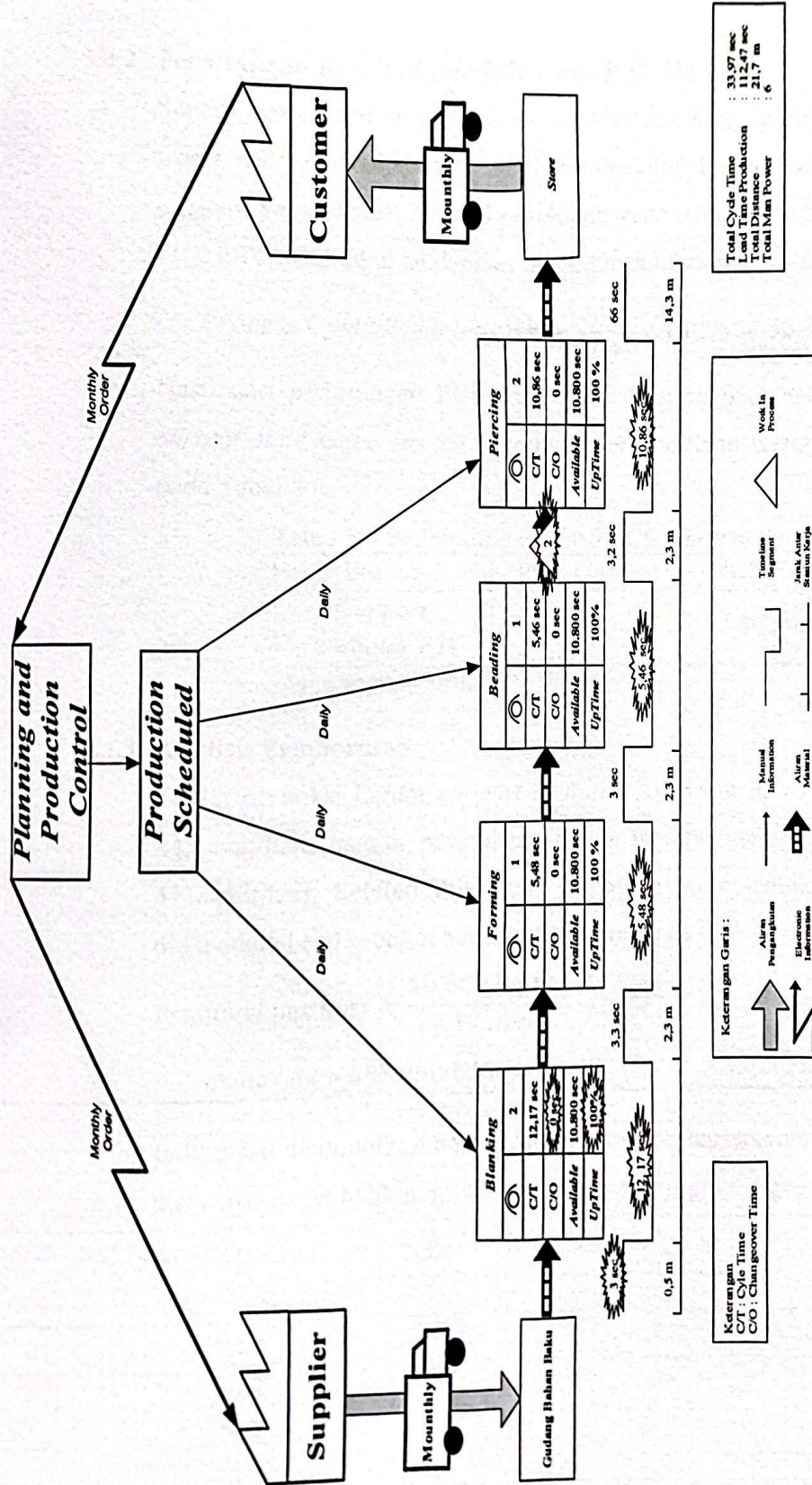
(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Tabel 5.7 Perhitungan Pengurangan *Time Between Next Operation* (TBNO)

Proses	WIP sebelumnya (unit)	TBNO Sebelum Perbaikan (detik)	Permintaan Harian Rata-rata (unit/hari)	WIP Setelah Usulan (unit)	TBNO Setelah Perbaikan (detik)
<i>Piercing</i>	5	63,83	846	2	25,53

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan data perbaikan di atas, maka dibuat *Future State Value Stream Mapping* (FSVSM) untuk *support radiator* RH yang dapat dilihat pada Gambar 5.4.



Gambar 5.5 Future State Value Stream Mapping Support Radiator RH
 (Sumber: Hasil Pengolahan Data)

5.4.2 Perhitungan *Process Cycle Efficiency* FSVSM

Seperti pada *current state value stream mapping*, perhitungan *Process Cycle Efficiency* dilakukan untuk mengetahui berapa besar peningkatan efisiensi yang dicapai melalui perbaikan yang telah dilakukan. Perhitungan PCE FSVSM dilakukan dengan menggunakan rumus: (Persamaan 5)

$$\text{Process Cycle Efficiency} = \frac{33,97}{112,47} \times 100\% = 30,20\%$$

Hasil dari perhitungan PCE kemudian dibandingkan dengan PCE pada *current state value stream mapping*. Perbandingan tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Perbandingan Hasil PCE *Current* dan *Future*

Produk	PCE <i>Current</i>	PCE <i>Future</i>
<i>Support Radiator RH</i>	12,38%	30,20%

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

5.4.3 Analisis Pemborosan

Target produksi harian *support radiator RH* yang harus dicapai sebesar 843 unit/hari, namun perusahaan hanya mampu memproduksi sebanyak 411 unit/hari. Setelah dilakukan perbaikan pada rantai produksi maka didapatkan hasil sebagai berikut: (Persamaan 6)

$$\begin{aligned} \text{Produksi per hari} &= \frac{10.800 \text{ detik}}{12,17 \text{ detik}} \\ &= 887,42 \sim 888 \text{ unit/hari} \end{aligned}$$

Jadi, dapat disimpulkan bahwa target produksi harian *support radiator RH* mencapai target bahkan melebihi target yang ingin dicapai.

BAB VI

PENUTUP



6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari hasil analisis dan pembahasan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Jenis pemborosan yang terjadi pada proses produksi *support radiator* RH adalah *waiting* dan *overprocessing*. *Waiting* terjadi karena *forklift* yang seharusnya mengangkat material ternyata digunakan di tempat lain di waktu yang bersamaan sehingga harus menunggu *forklift* tersebut selesai digunakan. sementara *lose time overprocessing* terjadi karena operator proses *piercing* melakukan kegiatan tambahan berupa membersihkan *hole scrap* yang tersumbat.
2. Nilai *Process Cycle Efficiency* (PCE) yang di dapat dari total *lead time* pada proses produksi *support radiator* RH dengan kondisi sebelum dilakukanya perbaikan adalah 12,38%.
3. Perbaikan yang dilakukan untuk mengurangi pemborosan pada proses produksi *support radiator* RH adalah dengan membuat area *next process material* di *line I*. Perbaikan lainnya adalah dengan membuat meja tambahan dan *hook*. Sementara untuk *dies* yang tersumbat *scrap* dilakukan pelebaran *hole scrap* untuk memudahkan *scrap* hasil proses *piercing* jatuh ke tempat penampungan *scrap*.
4. Setelah dilakukan perbaikan nilai PCE mengalami peningkatan sebesar 17,82% dimana yang semula 12,38% naik menjadi 30,20%.

6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil dari pebaikan yang telah dilakukan terutama alat bantu yang telah dibuat dapat dijaga dan dirawat selalu karena alat bantu tersebut dapat mengatasi masalah yang terjadi di *line I stamping plant 1* tidak hanya *support*

radiator RH tetapi semua produk yang diproduksi di *line I stamping plant 1* PT Metindo Erasakti.

2. *Line I stamping plant 1* dapat dijadikan *line* percontohan terhadap masalah-masalah yang serupa dan penyelesaiannya dapat dilihat dari hasil perbaikan tersebut.
3. Masih adanya *Work In Process* (WIP) pada akhir proses tepatnya pada proses *piercing*, diharapkan dapat dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengatasi masalah tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Batubara, Sumiharni. dan Kudsiah, Fidiarti. 2011. *Penerapan Konsep Lean Manufacturing Untuk Meningkatkan Kapasitas Produksi (Studi Kasus: Lantai Produksi PT. Tata Bros Sejahtera)*. *Jurnal Teknik Industri*, ISSN: 1411-6340. Jakarta: Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti. (Diakses: 23 Maret 2015).
- Gaspersz, Vincent. 2007. *Lean Six Sigma For Manufacturing and Service Industries*. Jakarta: Vincent Foundation dan PT Gramedia Pustaka Utama.
- Hardi, H. dan Aisyah, S. 2017, *Quality Improvement and Lean Sig Sigma*. Jakarta: Expert
- Hines, Peter. dan Rich, Nick. 1997. *The Seven Value Stream Mapping*. Cardiff, UK: Lean Enterprise Research Centre, Business School.
- Prayogo, Thomas. dan Octavia, Tanti. 2015. *Identifikasi Waste Dengan Menggunakan Value Stream Mapping di Gudang PT. XYZ*. *Jurnal Tirta*, Vol. 1, No. 2, Juli 2015, pp. 119-126. (Diakses: 23 Maret 2015).
- Pujawan, I. Nyoman. 2005. *Supply Chain Management*. Surabaya: Guna Widya.
- Rother, M. dan Shook, J. 1998. *Learning To See Value Stream Mapping To Add Value and Eliminate Muda*. Lean Enterprise Institute. Brookline.
- Sutalaksana, I.Z. Anggawisastra, R. dan Tjakraatmadja, J. H. 1979. *Teknik Tata Cara Kerja*. Departemen Teknik Industri Institut Teknologi Bandung. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Vanany, Iwan. 2005. *Aplikasi Pemetaan Aliran Nilai di Industri Kemasan Semen*. *Jurnal Teknik Industri* Vol. 7, No. 2, Desember 2005: 127-137. Tersedia melalui: <http://puslit.petra.ac.id/journals/industrial>. Surabaya: Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). (Diakses: 23 Maret 2015).
- Verma, Rohit. dan Boyer, Kenneth K. 2010. *Operations & Supply Chain Management: World Class Theory & Practice First Edition*. US: South-Western, Cengage Learning.
- Wignjosobroto, Sritomo. 1995. *Ergonomi, Studi Gerak Dan Waktu*. Edisi Pertama. Surabaya: Guna Widya.
- Wilson, Loonie. 2010. *How To Implement Lean Manufacturing*. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc.

LAMPIRAN A

(Perhitungan Waktu Siklus)

Suparman A										
Sub Grup	Mengambil material di meja									
	Pengamatan ke-X (detik)									
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
1	1,92	2,04	2,01	2,06	1,87	1,88	1,85	2,02	1,85	1,89
2	1,93	1,80	1,76	1,82	1,87	1,90	1,91	1,87	1,86	1,86
3	2,08	2,09	1,87	1,95	1,99	1,96	1,98	2,03	2,07	2,11

Suparman A										
Sub Grup	Meletakkan material di <i>dies blank 1</i>									
	Pengamatan ke-X (detik)									
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
1	1,60	1,65	1,68	1,59	1,62	1,65	1,62	1,72	1,63	1,63
2	1,64	1,64	1,67	1,65	1,66	1,68	1,61	1,64	1,65	1,72
3	1,70	1,62	1,71	1,60	1,69	1,63	1,72	1,68	1,68	1,62

Suparman A										
Sub Grup	Menekan tombol									
	Pengamatan ke-X (detik)									
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
1	2,53	2,62	2,60	2,56	2,59	2,67	2,55	2,63	2,61	2,70
2	2,66	2,70	2,58	2,70	2,60	2,68	2,71	2,70	2,60	2,62
3	2,58	2,53	2,68	2,54	2,71	2,66	2,54	2,65	2,60	2,60

Suparman A										
Sub Grup	Memindahkan material sisa <i>blank 1</i> ke <i>dies blank 2</i>									
	Pengamatan ke-X (detik)									
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
1	4,26	4,31	4,32	4,18	4,14	4,11	4,16	4,18	4,18	4,16
2	4,15	4,15	4,18	4,13	4,20	4,07	4,15	4,20	4,07	4,21
3	4,17	4,13	4,15	4,21	4,31	4,11	4,32	4,06	4,26	4,17

Firman										
Sub Grup	Mengambil <i>part</i> di <i>dies blank 1</i>									
	Pengamatan ke-X (detik)									
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
1	1,45	1,63	1,71	1,48	1,70	1,70	1,42	1,60	1,67	1,52
2	1,42	1,40	1,55	1,56	1,58	1,49	1,56	1,50	1,61	1,50
3	1,70	1,55	1,57	1,68	1,50	1,63	1,47	1,67	1,50	1,48

Firman										
Sub Grup	Meletakkan part di conveyor									
	Pengamatan ke-X (detik)									
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
1	0,81	0,74	0,81	0,74	0,78	0,85	0,79	0,74	0,82	0,82
2	0,78	0,75	0,81	0,81	0,78	0,76	0,78	0,77	0,78	0,80
3	0,83	0,77	0,80	0,77	0,76	0,81	0,76	0,81	0,85	0,82

Firman										
Sub Grup	Membuang scrap ke box scrap									
	Pengamatan ke-X (detik)									
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
1	1,48	1,42	1,45	1,38	1,44	1,46	1,50	1,46	1,38	1,39
2	1,40	1,46	1,47	1,42	1,38	1,39	1,48	1,42	1,48	1,42
3	1,42	1,45	1,47	1,46	1,36	1,48	1,39	1,38	1,45	1,46

Firman										
Sub Grup	Mengambil part di dies blank 2									
	Pengamatan ke-X (detik)									
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
1	1,14	1,13	1,02	1,09	1,16	1,05	1,05	1,00	1,07	1,01
2	1,10	1,13	1,12	1,10	1,11	1,08	0,99	1,01	1,03	1,05
3	1,10	1,02	1,10	1,11	1,03	1,01	1,06	1,02	1,13	0,98

Firman										
Sub Grup	Meletakkan part di conveyor									
	Pengamatan ke-X (detik)									
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
1	1,44	1,55	1,45	1,48	1,54	1,56	1,57	1,52	1,52	1,48
2	1,48	1,50	1,51	1,44	1,52	1,56	1,42	1,52	1,45	1,51
3	1,58	1,56	1,55	1,51	1,46	1,42	1,51	1,43	1,44	1,42

Firman										
Sub Grup	Menekan tombol									
	Pengamatan ke-X (detik)									
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
1	2,53	2,62	2,60	2,56	2,59	2,67	2,55	2,63	2,61	2,70
2	2,66	2,70	2,58	2,70	2,60	2,68	2,71	2,70	2,60	2,62
3	2,58	2,53	2,68	2,54	2,71	2,66	2,54	2,65	2,60	2,60

Eko										
Sub Grup	Mengambil material di conveyor									
	Pengamatan ke-X (detik)									
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
1	0,70	0,75	0,80	0,81	0,70	0,73	0,70	0,75	0,77	0,92
2	0,70	0,90	0,90	0,70	0,70	0,80	0,72	0,80	0,74	0,89
3	0,93	0,80	0,80	0,90	0,80	0,80	0,70	0,79	0,90	0,80

Eko										
Sub Grup	Meletakan Part di Diess									
	Pengamatan ke-X (detik)									
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
1	1,40	1,45	1,40	1,34	1,41	1,30	1,30	1,40	1,40	1,44
2	1,51	1,50	1,37	1,54	1,35	1,26	1,30	1,54	1,31	1,40
3	1,30	1,31	1,54	1,36	1,33	1,32	1,32	1,40	1,36	1,34

Eko										
Sub Grup	Menekan tombol									
	Pengamatan ke-X (detik)									
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
1	2,22	2,21	2,27	2,24	2,30	2,34	2,25	2,21	2,25	2,31
2	2,35	2,23	2,22	2,30	2,30	2,20	2,30	2,28	2,27	2,24
3	2,32	2,25	2,26	2,30	2,23	2,35	2,24	2,28	2,28	2,30

Alam										
Sub Grup	Mengambil material di conveyor									
	Pengamatan ke-X (detik)									
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
1	0,87	0,73	0,81	0,74	0,78	0,81	0,80	0,76	0,80	0,75
2	0,76	0,78	0,70	0,74	0,80	0,80	0,84	0,77	0,78	0,80
3	0,81	0,70	0,87	0,80	0,70	0,75	0,80	0,85	0,78	0,82

Alam										
Sub Grup	Meletakan Part di Dies									
	Pengamatan ke-X (detik)									
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
1	1,37	1,44	1,51	1,42	1,39	1,38	1,40	1,43	1,50	1,45
2	1,42	1,38	1,45	1,42	1,48	1,47	1,52	1,46	1,36	1,41
3	1,46	1,42	1,36	1,36	1,40	1,50	1,46	1,48	1,40	1,39

Alam										
Sub Grup	Menekan tombol									
	Pengamatan ke-X (detik)									
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
1	2,34	2,40	2,31	2,36	2,26	2,31	2,35	2,30	2,37	2,24
2	2,30	2,32	2,40	2,25	2,32	2,36	2,37	2,35	2,36	2,27
3	2,30	2,33	2,36	2,30	2,25	2,29	2,33	2,37	2,33	2,30

Didit										
Sub Grup	Mengambil material di conveyor									
	Pengamatan ke-X (detik)									
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
1	0,70	0,67	0,68	0,70	0,74	0,72	0,72	0,71	0,72	0,69
2	0,70	0,75	0,66	0,76	0,77	0,68	0,71	0,75	0,68	0,70
3	0,73	0,71	0,71	0,73	0,76	0,69	0,74	0,69	0,74	0,69

Didit										
Sub Grup	Meletakkan Part di Dies									
	Pengamatan ke-X (detik)									
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
1	1,16	1,15	1,10	1,19	1,18	1,17	1,23	1,20	1,20	1,10
2	1,16	1,17	1,19	1,22	1,15	1,14	1,10	1,10	1,10	1,21
3	1,10	1,18	1,24	1,18	1,15	1,18	1,15	1,17	1,17	1,16

Didit										
Sub Grup	Menekan tombol									
	Pengamatan ke-X (detik)									
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
1	2,40	2,41	2,40	2,36	2,43	2,32	2,32	2,40	2,31	2,28
2	2,30	2,33	2,30	2,35	2,30	2,31	2,41	2,42	2,30	2,32
3	2,40	2,46	2,45	2,39	2,31	2,31	2,35	2,43	2,33	2,30

Suparman B										
Sub Grup	Mengambil part di dies									
	Pengamatan ke-X (detik)									
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
1	1,60	1,57	1,63	1,70	1,82	1,70	1,72	1,76	1,78	1,62
2	1,70	1,72	1,67	1,76	1,79	1,79	1,60	1,80	1,80	1,72
3	1,78	1,67	1,65	1,78	1,75	1,60	1,61	1,80	1,73	1,78

Suparman B										
Sub Grup	Marking									
	Pengamatan ke-X (detik)									
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
1	5,79	5,75	5,29	5,81	5,77	5,45	5,41	5,09	5,62	5,21
2	5,65	5,76	5,12	5,15	5,65	5,23	5,31	5,10	5,10	5,18
3	5,08	5,17	5,22	5,21	5,00	5,21	5,10	5,00	5,28	5,10

Suparman B										
Sub Grup	Meletakan part di meja									
	Pengamatan ke-X (detik)									
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
1	1,71	1,81	1,83	1,93	2,00	1,97	1,90	1,92	1,86	1,83
2	1,79	1,93	1,89	1,81	1,89	1,79	1,80	1,80	2,00	2,00
3	1,71	1,90	1,80	1,80	1,90	1,80	2,00	1,80	1,86	1,83

Suparman B										
Sub Grup	Membersihkan hole scrap									
	Pengamatan ke-X (detik)									
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
1	6,65	6,67	6,73	6,77	6,65	6,67	6,65	6,73	6,76	6,64
2	6,65	6,62	6,67	6,65	6,73	6,72	6,70	6,74	6,74	6,72
3	6,68	6,66	6,68	6,74	6,62	6,67	6,71	6,72	6,63	6,65

Suparman B										
Sub Grup	Menekan tombol									
	Pengamatan ke-X (detik)									
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
1	3,50	3,40	3,40	3,30	3,38	3,30	3,30	3,31	3,37	3,41
2	3,32	3,40	3,30	3,38	3,30	3,30	3,41	3,39	3,30	3,40
3	3,36	3,42	3,33	3,37	3,35	3,38	3,34	3,30	3,35	3,33

LAMPIRAN B
(Perhitungan Rata-rata Waktu
Siklus)

Suparman A											
Sub Grup	Mengambil material di meja										Rata- Rata Sub Grup
	Pengamatan ke-X (detik)										
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	
1	1,92	2,04	2,01	2,06	1,87	1,88	1,85	2,02	1,85	1,89	1,94
2	1,93	1,80	1,76	1,82	1,87	1,90	1,91	1,87	1,86	1,86	1,86
3	2,08	2,09	1,87	1,95	1,99	1,96	1,98	2,03	2,07	2,11	2,01
Total Rata-rata Sub Grup											5,81
Rata-Rata Waktu Siklus											1,94

Suparman A											
Sub Grup	Meletakkan material di <i>dies blank 1</i>										Rata- Rata Sub Grup
	Pengamatan ke-X (detik)										
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	
1	1,60	1,65	1,68	1,59	1,62	1,65	1,62	1,72	1,63	1,63	1,64
2	1,64	1,64	1,67	1,65	1,66	1,68	1,61	1,64	1,65	1,72	1,66
3	1,70	1,62	1,71	1,60	1,69	1,63	1,72	1,68	1,68	1,62	1,67
Total Rata-rata Sub Grup											4,96
Rata-Rata Waktu Siklus											1,65

Suparman A											
Sub Grup	Menekan tombol										Rata- Rata Sub Grup
	Pengamatan ke-X (detik)										
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	
1	2,53	2,62	2,60	2,56	2,59	2,67	2,55	2,63	2,61	2,70	2,61
2	2,66	2,70	2,58	2,70	2,60	2,68	2,71	2,70	2,60	2,62	2,66
3	2,58	2,53	2,68	2,54	2,71	2,66	2,54	2,65	2,60	2,60	2,61
Total Rata-rata Sub Grup											7,87
Rata-Rata Waktu Siklus											2,62

Suparman A											
Sub Grup	Memindahkan material sisa <i>blank 1</i> ke <i>dies blank 2</i>										Rata- Rata Sub Grup
	Pengamatan ke-X (detik)										
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	
1	4,26	4,31	4,32	4,18	4,14	4,11	4,16	4,18	4,18	4,16	4,20
2	4,15	4,15	4,18	4,13	4,20	4,07	4,15	4,20	4,07	4,21	4,15
3	4,17	4,13	4,15	4,21	4,31	4,11	4,32	4,06	4,26	4,17	4,19
Total Rata-rata Sub Grup											12,54
Rata-Rata Waktu Siklus											4,18

Firman											
Sub Grup	Mengambil <i>part</i> di <i>dies blank</i> 1										Rata- Rata Sub Grup
	Pengamatan ke-X (detik)										
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	
1	1,45	1,63	1,71	1,48	1,70	1,70	1,42	1,60	1,67	1,52	1,59
2	1,42	1,40	1,55	1,56	1,58	1,49	1,56	1,50	1,61	1,50	1,52
3	1,70	1,55	1,57	1,68	1,50	1,63	1,47	1,67	1,50	1,48	1,58
Total Rata-rata Sub Grup											4,68
Rata-Rata Waktu Siklus											1,56

Firman											
Sub Grup	Meletakkan <i>part</i> di <i>conveyor</i>										Rata- Rata Sub Grup
	Pengamatan ke-X (detik)										
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	
1	0,81	0,74	0,81	0,74	0,78	0,85	0,79	0,74	0,82	0,82	0,79
2	0,78	0,75	0,81	0,81	0,78	0,76	0,78	0,77	0,78	0,80	0,78
3	0,83	0,77	0,80	0,77	0,76	0,81	0,76	0,81	0,85	0,82	0,80
Total Rata-rata Sub Grup											2,37
Rata-Rata Waktu Siklus											0,79

Firman											
Sub Grup	Membuang <i>scrap</i> ke <i>box scrap</i>										Rata- Rata Sub Grup
	Pengamatan ke-X (detik)										
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	
1	1,48	1,42	1,45	1,38	1,44	1,46	1,50	1,46	1,38	1,39	1,44
2	1,40	1,46	1,47	1,42	1,38	1,39	1,48	1,42	1,48	1,42	1,43
3	1,42	1,45	1,47	1,46	1,36	1,48	1,39	1,38	1,45	1,46	1,43
Total Rata-rata Sub Grup											4,30
Rata-Rata Waktu Siklus											1,43

Firman											
Sub Grup	Mengambil <i>part</i> di <i>dies blank</i> 2										Rata- Rata Sub Grup
	Pengamatan ke-X (detik)										
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	
1	1,14	1,13	1,02	1,09	1,16	1,05	1,05	1,00	1,07	1,01	1,07
2	1,10	1,13	1,12	1,10	1,11	1,08	0,99	1,01	1,03	1,05	1,07
3	1,10	1,02	1,10	1,11	1,03	1,01	1,06	1,02	1,13	0,98	1,06
Total Rata-rata Sub Grup											3,20
Rata-Rata Waktu Siklus											1,07

Firman											
Sub Grup	Meletakkan part di conveyor										Rata- Rata Sub Grup
	Pengamatan ke-X (detik)										
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	
1	1,44	1,55	1,45	1,48	1,54	1,56	1,57	1,52	1,52	1,48	1,51
2	1,48	1,50	1,51	1,44	1,52	1,56	1,42	1,52	1,45	1,51	1,49
3	1,58	1,56	1,55	1,51	1,46	1,42	1,51	1,43	1,44	1,42	1,49
Total Rata-rata Sub Grup											4,49
Rata-Rata Waktu Siklus											1,50

Firman											
Sub Grup	Menekan tombol										Rata- Rata Sub Grup
	Pengamatan ke-X (detik)										
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	
1	2,53	2,62	2,60	2,56	2,59	2,67	2,55	2,63	2,61	2,70	2,61
2	2,66	2,70	2,58	2,70	2,60	2,68	2,71	2,70	2,60	2,62	2,66
3	2,58	2,53	2,68	2,54	2,71	2,66	2,54	2,65	2,60	2,60	2,61
Total Rata-rata Sub Grup											7,87
Rata-Rata Waktu Siklus											2,62

Eko											
Sub Grup	Mengambil material di conveyor										Rata- Rata Sub Grup
	Pengamatan ke-X (detik)										
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	
1	0,70	0,75	0,80	0,81	0,70	0,73	0,70	0,75	0,77	0,92	0,76
2	0,70	0,90	0,90	0,70	0,70	0,80	0,72	0,80	0,74	0,89	0,79
3	0,93	0,80	0,80	0,90	0,80	0,80	0,70	0,79	0,90	0,80	0,82
Total Rata-rata Sub Grup											2,37
Rata-Rata Waktu Siklus											0,79

Eko											
Sub Grup	Meletakkan Part di Dies										Rata- Rata Sub Grup
	Pengamatan ke-X (detik)										
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	
1	1,40	1,45	1,40	1,34	1,41	1,30	1,30	1,40	1,40	1,44	1,38
2	1,51	1,50	1,37	1,54	1,35	1,26	1,30	1,54	1,31	1,40	1,41
3	1,30	1,31	1,54	1,36	1,33	1,32	1,32	1,40	1,36	1,34	1,36
Total Rata-rata Sub Grup											4,15
Rata-Rata Waktu Siklus											1,38

Eko											
Sub Grup	Menekan tombol										Rata- Rata Sub Grup
	Pengamatan ke-X (detik)										
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	
1	2,22	2,21	2,27	2,24	2,30	2,34	2,25	2,21	2,25	2,31	2,26
2	2,35	2,23	2,22	2,30	2,30	2,20	2,30	2,28	2,27	2,24	2,27
3	2,32	2,25	2,26	2,30	2,23	2,35	2,24	2,28	2,28	2,30	2,28
Total Rata-rata Sub Grup											6,81
Rata-Rata Waktu Siklus											2,27

Alam											
Sub Grup	Mengambil material di conveyor										Rata- Rata Sub Grup
	Pengamatan ke-X (detik)										
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	
1	0,87	0,73	0,81	0,74	0,78	0,81	0,80	0,76	0,80	0,75	0,79
2	0,76	0,78	0,70	0,74	0,80	0,80	0,84	0,77	0,78	0,80	0,78
3	0,81	0,70	0,87	0,80	0,70	0,75	0,80	0,85	0,78	0,82	0,79
Total Rata-rata Sub Grup											2,35
Rata-Rata Waktu Siklus											0,78

Alam											
Sub Grup	Meletakan Part di Diess										Rata- Rata Sub Grup
	Pengamatan ke-X (detik)										
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	
1	1,37	1,44	1,51	1,42	1,39	1,38	1,40	1,43	1,50	1,45	1,43
2	1,42	1,38	1,45	1,42	1,48	1,47	1,52	1,46	1,36	1,41	1,44
3	1,46	1,42	1,36	1,36	1,40	1,50	1,46	1,48	1,40	1,39	1,42
Total Rata-rata Sub Grup											4,29
Rata-Rata Waktu Siklus											1,43

Alam											
Sub Grup	Menekan tombol										Rata- Rata Sub Grup
	Pengamatan ke-X (detik)										
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	
1	2,34	2,40	2,31	2,36	2,26	2,31	2,35	2,30	2,37	2,24	2,32
2	2,30	2,32	2,40	2,25	2,32	2,36	2,37	2,35	2,36	2,27	2,33
3	2,30	2,33	2,36	2,30	2,25	2,29	2,33	2,37	2,33	2,30	2,32
Total Rata-rata Sub Grup											6,97
Rata-Rata Waktu Siklus											2,32

Didit											
Sub Grup	Mengambil material di <i>conveyor</i>										Rata- Rata Sub Grup
	Pengamatan ke-X (detik)										
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	
1	0,70	0,67	0,68	0,70	0,74	0,72	0,72	0,71	0,72	0,69	0,71
2	0,70	0,75	0,66	0,76	0,77	0,68	0,71	0,75	0,68	0,70	0,72
3	0,73	0,71	0,71	0,73	0,76	0,69	0,74	0,69	0,74	0,69	0,72
Total Rata-rata Sub Grup											2,14
Rata-Rata Waktu Siklus											0,71

Didit											
Sub Grup	Meletakan <i>Part</i> di <i>Dies</i>										Rata- Rata Sub Grup
	Pengamatan ke-X (detik)										
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	
1	1,16	1,15	1,10	1,19	1,18	1,17	1,23	1,20	1,20	1,10	1,17
2	1,16	1,17	1,19	1,22	1,15	1,14	1,10	1,10	1,10	1,21	1,15
3	1,10	1,18	1,24	1,18	1,15	1,18	1,15	1,17	1,17	1,16	1,17
Total Rata-rata Sub Grup											3,49
Rata-Rata Waktu Siklus											1,16

Didit											
Sub Grup	Menekan tombol										Rata- Rata Sub Grup
	Pengamatan ke-X (detik)										
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	
1	2,40	2,41	2,40	2,36	2,43	2,32	2,32	2,40	2,31	2,28	2,36
2	2,30	2,33	2,30	2,35	2,30	2,31	2,41	2,42	2,30	2,32	2,33
3	2,40	2,46	2,45	2,39	2,31	2,31	2,35	2,43	2,33	2,30	2,37
Total Rata-rata Sub Grup											7,07
Rata-Rata Waktu Siklus											2,36

Suparman B											
Sub Grup	Mengambil <i>part</i> di <i>dies</i>										Rata- Rata Sub Grup
	Pengamatan ke-X (detik)										
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	
1	1,60	1,57	1,63	1,70	1,82	1,70	1,72	1,76	1,78	1,62	1,69
2	1,70	1,72	1,67	1,76	1,79	1,79	1,60	1,80	1,80	1,72	1,74
3	1,78	1,67	1,65	1,78	1,75	1,60	1,61	1,80	1,73	1,78	1,72
Total Rata-rata Sub Grup											5,14
Rata-Rata Waktu Siklus											1,71

Suparman B											
Sub Grup	Marking										Rata- Rata Sub Grup
	Pengamatan ke-X (detik)										
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	
1	5,79	5,75	5,29	5,81	5,77	5,45	5,41	5,09	5,62	5,21	5,52
2	5,65	5,76	5,12	5,15	5,65	5,23	5,31	5,10	5,10	5,18	5,33
3	5,08	5,17	5,22	5,21	5,00	5,21	5,10	5,00	5,28	5,10	5,14
Total Rata-rata Sub Grup											15,98
Rata-Rata Waktu Siklus											5,33

Suparman B											
Sub Grup	Meletakan part di meja										Rata- Rata Sub Grup
	Pengamatan ke-X (detik)										
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	
1	1,71	1,81	1,83	1,93	2,00	1,97	1,90	1,92	1,86	1,83	1,88
2	1,79	1,93	1,89	1,81	1,89	1,79	1,80	1,80	2,00	2,00	1,87
3	1,71	1,90	1,80	1,80	1,90	1,80	2,00	1,80	1,86	1,83	1,84
Total Rata-rata Sub Grup											5,59
Rata-Rata Waktu Siklus											1,86

Suparman B											
Sub Grup	Membersihkan hole scrap										Rata- Rata Sub Grup
	Pengamatan ke-X (detik)										
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	
1	6,65	6,67	6,73	6,77	6,65	6,67	6,65	6,73	6,76	6,64	6,69
2	6,65	6,62	6,67	6,65	6,73	6,72	6,70	6,74	6,74	6,72	6,69
3	6,68	6,66	6,68	6,74	6,62	6,67	6,71	6,72	6,63	6,65	6,68
Total Rata-rata Sub Grup											20,06
Rata-Rata Waktu Siklus											6,69

Suparman B											
Sub Grup	Menekan tombol										Rata- Rata Sub Grup
	Pengamatan ke-X (detik)										
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	
1	3,50	3,40	3,40	3,30	3,38	3,30	3,30	3,31	3,37	3,41	3,37
2	3,32	3,40	3,30	3,38	3,30	3,30	3,41	3,39	3,30	3,40	3,35
3	3,36	3,42	3,33	3,37	3,35	3,38	3,34	3,30	3,35	3,33	3,35
Total Rata-rata Sub Grup											10,07
Rata-Rata Waktu Siklus											3,36