

**PERANCANGAN *LEAN PRODUCTION SYSTEM* DENGAN  
PENDEKATAN *VALUE STREAM MAPPING* DAN  
PERMODELAN SISTEM : STUDI KASUS PADA SISTEM  
PRODUKSI *STAMPING* DAN *WELDING***

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
sarjana teknik**

**BUDIYANTO LINUS**

**06 06 07 70 11**



**UNIVERSITAS INDONESIA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
DEPOK  
JUNI 2010**

**i**

## **HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS**

**Sripsi ini adalah hasil karya sendiri, dan  
semua sumber baik yang dikutip maupun  
dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.**

**Nama : Budiyanto Linus  
NPM : 0606077011  
Tanda Tangan :  
Tanggal : 23 Juni 2010**

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Budiyanto Linus  
NPM : 0606077011  
Program Studi : Teknik Industri  
Judul Skripsi : Perancangan *Lean Production System* dengan Pendekatan *Value Stream Mapping* dan Permodelan Sistem : Studi Kasus pada Sistem Produksi *Stamping* dan *Welding*

**Telah siap diujikan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia**

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. Yadrifil,MSc. (.....)  
Penguji 1 : Farizal,PhD (.....)  
Penguji 2 : Arian Dhini,ST,MT (.....)  
Penguji 3 : Komarudin,ST,M.Eng (.....)

Ditetapkan di : Depok  
Tanggal : 23 Juni 2010

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya yang senantiasa menuntun Penulis untuk menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perancangan *Lean Production System* dengan Pendekatan *Value Stream Mapping* dan Permodelan Sistem: Studi Kasus pada Sistem Produksi *Stamping dan Welding*” ini dengan baik dan tepat pada waktunya. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik, Departemen Teknik Industri pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik atas kerjasama, bantuan, dan dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Yadrifil yang selalu meluangkan waktunya untuk membimbing, memotivasi, dan memberi banyak masukan untuk masalah-masalah yang dihadapi Penulis dalam pembuatan skripsi ini dan berbagai kompetisi terdahulu.
2. PT.Adyawinsa Stamping Industries (PT.ASI) dan semua staf yang telah mendukung dalam menyediakan objek penelitian.
3. Bapak Ismail Kurnia untuk semua bimbingan dan dukungan sehingga skripsi ini dapat selesai.
4. Bapak Fauzan beserta semua tim TPS Departemen PT.ASI yang telah membantu dalam pengumpulan data yang diperlukan.
5. Seluruh dosen Teknik Industri, yang telah memperkaya wawasan dan ilmu selama 4 tahun.
6. Seluruh staf Teknik Industri, yang telah membantu administrasi seminar, sidang, dan pengumpulan skripsi.
7. Seluruh keluarga atas doa, dukungan, perhatian, dan kasih sayangnya.
8. Teman-teman pemuda GYS Tangerang yang mendukung dalam doa.
9. Teman-teman komsel yang selalu mendukung dalam doa.

10. Teman-teman kelompok kecil atas dukungan terbaik yang telah dijalin dalam suka dan duka.
11. Seluruh teman-teman Teknik Industri angkatan 2006, atas persahabatan yang begitu hangat, tulus, indah, dan tak terlupakan selama 4 tahun ini.
12. Semua pihak yang turut membantu penulis dalam penelitian dan penyusunan skripsi yang tidak mungkin disebutkan satu per satu.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari sempurna mengingat keterbatasan penulis. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran membangun sehingga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan di masa depan.

Depok, 23 Juni 2010

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Budiyanto Linus

NPM : 0606077011

Program Studi : Teknik Industri

Fakultas : Teknik

Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**Perancangan *Lean Production System* dengan Pendekatan *Value Stream Mapping* dan Permodelan Sistem : Studi Kasus pada Sistem Produksi *Stamping dan Welding***

beserta perangkat yang ada (bila diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di: Depok

Pada tanggal: 13 Juni 2010

Yang menyatakan

(Budiyanto Linus)

## ABSTRAK

Nama : Budiyanto Linus  
Departemen : Teknik Industri  
Judul Skripsi : Perancangan *Lean Production System* dengan Pendekatan *Value Stream Mapping* dan Permodelan Sistem : Studi Kasus pada Sistem Produksi *Stamping* dan *Welding*

Proses produksi yang tidak efektif dan efisien menghasilkan pemborosan seperti inventori, transportasi/pergerakan yang tidak perlu, dan kelebihan produksi yang dibebankan sebagai biaya produksi. Oleh karena itu melalui penelitian ini, aktual proses produksi dipetakan ke dalam sebuah peta sehingga terlihat semua aktivitas yang menambah nilai dan yang tidak menambah nilai pada produk. Semua aktivitas yang tidak menambah nilai dihilangkan dengan merancang sebuah peta usulan. Setelah disimulasikan dengan *software promodel* kita dapat mengetahui perilaku (statis dan dinamis) dari proses produksi. Hasil penelitian ini mengajukan suatu usulan peta proses produksi yang mengacu pada *lean manufacturing* filosofi yang dapat mengurangi biaya akibat pemborosan.

Kata Kunci :  
*lean manufacturing, value stream mapping, proses produksi, promodel*

## ABSTRACT

Name : Budiyanto Linus  
Department : Industrial Engineering  
Title : Design of Lean Production System with Value Stream Mapping and System Modelling : Case Study at Stamping and Welding Production System

Ineffective and inefficient production process brought forth wastes, such as inventory, unnecessary transportation/movement, and excess production which in care of production cost. Therefore, through this research, the writer try to map actual production process into a current state map in such a way that all value added and non-value added activities be visible. All non-value added activity is vanished by design a future state map. Behavior of production process (static or dynamic) can be known after simulated by Promodel *Software*. The result of this research is present a proposed state map of production process that refer to lean manufacturing philosophy which able to reduce cost of waste.

Keywords :  
lean manufacturing, value stream mapping, production process, promodel

## DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
<b>1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Diagram Keterkaitan Masalah.....	3
1.3 Rumusan Permasalahan.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Pembatasan Masalah .....	4
1.6 Metodologi Penelitian .....	5
1.7 Diagram Alir Penelitian.....	6
1.8 Sistematika Penulisan.....	7
<b>2. DASAR TEORI.....</b>	<b>8</b>
2.1 <i>Lean Manufacturing</i> .....	8
2.2 <i>Value stream mapping</i> .....	9
2.2.1 Bagian-bagian dari <i>VSM</i> .....	10
2.2.2 Simbol-Simbol <i>VSM</i> .....	13
2.2.3 Langkah – langkah pembuatan <i>VSM</i> .....	13
2.2.3.1 Menentukan produk atau keluarga produk .....	14
2.2.3.2 Menggambar peta kondisi sekarang .....	15
2.2.3.3 Menggambar peta masa depan.....	16
2.2.3.4 Merancang rencana <i>improvement</i> .....	17
2.3 Permodelan Sistem.....	18
2.3.1 Sistem.....	18
2.3.1.1 Elemen Sistem .....	19
2.3.1.2 Kompleksitas sistem .....	21
2.3.1.3 Metriks performa sistem.....	21
2.3.1.4 Variabel sistem .....	22
2.3.1.4 Optimasi sistem .....	23
2.3.1.5 Pendekatan sistem.....	23
2.3.2 Simulasi.....	24
2.3.2.1 Keuntungan menggunakan simulasi.....	25
2.3.2.2 Tahapan Penggunaan simulasi.....	25
2.3.2.3 Jenis-Jenis Simulasi.....	25
<b>3. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA .....</b>	<b>28</b>

3.1	Gambaran Umum Perusahaan.....	28
3.1.1	Profil Perusahaan.....	28
3.1.2	Struktur Organisasi.....	29
3.1.2.1	Adyawinsa Group.....	29
3.1.2.2	PT.Adyawinsa <i>Stamping</i> Industries (PT.ASI).....	30
3.1.3	<i>Corporate Integrity</i> .....	30
3.1.3.1	Moto Perusahaan.....	30
3.1.3.2	Visi dan Misi Perusahaan.....	30
3.1.3.3	Nilai-Nilai.....	30
3.1.4	Produk.....	31
3.1.5	Pertumbuhan Penjualan Perusahaan.....	32
3.2	Pengumpulan Data.....	32
3.2.1	Gambaran Umum Proses Produksi.....	32
3.2.2	<i>Data workstation</i> .....	35
3.2.2.1	<i>Stamping 800 T</i> .....	35
3.2.2.2	<i>Stamping 500 T</i> .....	36
3.2.2.3	<i>Stamping 400 T</i> .....	38
3.2.2.4	<i>Repairing</i> .....	39
3.2.2.5	<i>Spot welding</i> .....	40
3.2.2.6	<i>Final inspection</i> .....	41
3.2.2.7	<i>Shipping</i> .....	41
3.2.3	<i>Cycle time</i> .....	42
3.2.4	Data Produksi.....	46
3.2.4.1	<i>Demand</i> .....	46
3.2.4.2	<i>Working Days</i> .....	46
3.3	Pengolahan data.....	47
3.3.1	<i>Current value stream map</i> .....	47
3.3.1.1	Memilih keluarga produk.....	47
3.3.1.2	Menentukan <i>Takt time</i> .....	48
3.3.1.3	Menentukan <i>WIP</i> .....	49
3.3.1.4	Menentukan <i>Set up Time</i> .....	49
3.3.1.5	Pembuatan <i>current value stream map</i> .....	50
3.3.2	Usulan <i>improvement</i> .....	51
3.3.3	<i>Proposed Value stream map</i> .....	56
3.3.4	Langkah-langkah penerapan <i>improvement</i> .....	56
3.3.4.1	<i>Pacemaker Loop</i> .....	57
3.3.4.2	<i>Supplier Loop</i> .....	58
3.3.4.3	Rencana Penerapan Tahunan.....	58
3.3.4.3	<i>Value stream review</i> .....	59
3.3.4	Perancangan model.....	60
3.3.4.1	Langkah-langkah perancangan model.....	60
3.3.5	Verifikasi dan validasi model.....	64
3.3.5.1	Verifikasi model.....	64
3.3.5.2	Validasi model.....	65
<b>4.</b>	<b>ANALISIS.....</b>	<b>68</b>
4.1	Analisis <i>Current value stream map</i> .....	68

4.2	<i>Analisis Proposed Value Stream Map</i> .....	72
4.2.1	<i>Takt time</i> .....	72
4.2.2	<i>Continuous Flow</i> .....	73
4.2.3	<i>Supermarket</i> .....	74
4.2.4	<i>Milk run</i> .....	75
4.3	<i>Analisis perbandingan current dan proposed value stream map</i> ...	76
4.3.1	<i>Production Lead Time (PLT)</i> .....	77
4.3.2	<i>Total Cycle time (TCT)</i> .....	78
4.3.3	<i>Jarak Transportasi</i> .....	79
4.4	<i>Analisis Model</i> .....	79
4.4.1	<i>Entity</i> .....	79
4.4.2	<i>Locations</i> .....	81
4.4.3	<i>Arrival</i> .....	83
4.4.4	<i>Processing</i> .....	84
4.4.5	<i>Skenario 1</i> .....	85
4.4.6	<i>Skenario 2</i> .....	87
<b>5.</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>91</b>
5.1	<i>Kesimpulan</i> .....	91
5.2	<i>Saran</i> .....	92
	<b>DAFTAR REFERENSI</b> .....	<b>93</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> <i>Seven Stream Mapping Tools</i> .....	10
<b>Tabel 2.2</b> Simbol <i>VSM</i> .....	13
<b>Tabel 2.3</b> <i>Production Process Matrix</i> .....	14
<b>Tabel 3.1</b> Data <i>time study workstation</i> .....	43
<b>Tabel 3.2</b> BKA dan BKB setiap <i>workstation</i> .....	44
<b>Tabel 3.3</b> Data hasil uji kecukupan data untuk setiap <i>workstation</i> .....	44
<b>Tabel 3.4</b> Hasil <i>Westinghouse rating</i> untuk setiap <i>workstation</i> .....	45
<b>Tabel 3.5</b> Hasil pengolahan data <i>time study</i> untuk setiap <i>workstation</i> .....	46
<b>Tabel 3.6</b> Data permintaan semua produk pada divisi <i>stamping line B1</i> .....	46
<b>Tabel 3.7</b> Keluarga produk pada divisi <i>stamping Line B1 dan B2</i> .....	47
<b>Tabel 3.8</b> Data pengolahan <i>takt time</i> .....	49
<b>Tabel 3.9</b> Jumlah inventori ( <i>WIP, raw material, dan finished good</i> ).....	49
<b>Tabel 3.10</b> Waktu <i>setting</i> mesin pada setiap <i>workstation</i> .....	50
<b>Tabel 3.11</b> Rencana Penerapan <i>Improvement Tahunan</i> .....	59
<b>Tabel 3.12</b> <i>Review Sheet</i> .....	60
<b>Tabel 3.13</b> Lokasi-lokasi dalam model .....	61
<b>Tabel 3.14</b> Entitas-entitas yang terdapat dalam model .....	62
<b>Tabel 3.15</b> <i>Path network</i> yang terdapat dalam model.....	62
<b>Tabel 3.16</b> Operator dalam model akhir.....	62
<b>Tabel 3.17</b> Proses-proses yang terjadi dalam simulasi.....	63
<b>Tabel 3.18</b> <i>Arrival Rate</i> (tingkat kedatangan) dari <i>raw material</i> dan <i>WIP</i> .....	63
<b>Tabel 3.19</b> Atribut yang terdapat dalam model akhir.....	64
<b>Tabel 3.20</b> Variabel global yang terdapat pada model akhir.....	64
<b>Tabel 4.1</b> Jumlah inventori di setiap <i>workstation</i> .....	68
<b>Tabel 4.2</b> Perhitungan <i>safety stock</i> untuk supermarket.....	75
<b>Tabel 4.3</b> Perbandingan <i>current</i> dan <i>proposed value stream map</i> .....	77
<b>Tabel 4.4</b> <i>Improvement</i> dalam <i>Production Lead Time</i> .....	77
<b>Tabel 4.5</b> Keterangan mengenai lokasi pada akhir simulasi .....	81
<b>Tabel 4.6</b> Data gagalnya kedatangan entitas pada setiap lokasi.....	84
<b>Tabel 4.7</b> Proses-proses yang terdapat dalam model .....	85
<b>Tabel 4.8</b> <i>Arrival rate</i> di model pada skenario 1.....	85

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b>	Diagram Keterkaitan Masalah.....	3
<b>Gambar 1.2</b>	Diagram Alir Metodologi Penelitian.....	6
<b>Gambar 2.1</b>	Tiga bagian dasar VSM.....	12
<b>Gambar 2.2</b>	Contoh <i>Current Value stream mapping</i> dari Pelco Product,Inc.....	16
<b>Gambar 2.3</b>	Contoh <i>Proposed Value stream mapping</i> dari Pelco Product,Inc ...	18
<b>Gambar 2.5</b>	Contoh simulasi (a) deterministic dan (b) stokastik.....	26
<b>Gambar 2.6</b>	Perbandingan simulasi diskrit dan kontinyu.....	27
<b>Gambar 3.1</b>	Bagan Struktur Organisasi Adyawinsa Group.....	29
<b>Gambar 3.2</b>	Bagan Struktur Organisasi PT. Adyawinsa <i>Stamping Industries</i> .....	30
<b>Gambar 3.4</b>	Grafik pertumbuhan penjualan PT.ASI.....	32
<b>Gambar 3.3</b>	Beberapa produk PT.ASI.....	32
<b>Gambar 3.5</b>	Alur proses produksi Y-2005/6 di PT.ASI.....	33
<b>Gambar 3.6</b>	<i>Line B1</i> divisi <i>stamping</i> PT.ASI (sebelum mesin rusak) .....	33
<b>Gambar 3.7</b>	<i>Line B1</i> setelah terjadi kerusakan mesin <i>stamping</i> 400 T .....	34
<b>Gambar 3.9</b>	Penggabungan departemen <i>stamping</i> line B1 dan line B2.....	35
<b>Gambar 3.10</b>	Pembagian group kerja untuk shift pagi dan malam .....	35
<b>Gambar 3.11</b>	<i>Workstation stamping</i> 800 T .....	36
<b>Gambar 3.12</b>	WIP awal dan WIP akhir <i>workstation stamping</i> 800 T .....	36
<b>Gambar 3.13</b>	<i>Workstation stamping</i> 500 T .....	37
<b>Gambar 3.15</b>	<i>Workstation stamping</i> 400 T .....	38
<b>Gambar 3.14</b>	WIP awal dan WIP akhir <i>workstation stamping</i> 500T .....	38
<b>Gambar 3.16</b>	WIP awal dan WIP akhir <i>workstation stamping</i> 400T .....	39
<b>Gambar 3.17</b>	<i>Workstation Repairing</i> .....	40
<b>Gambar 3.18</b>	<i>Workstation Spot welding</i> .....	40
<b>Gambar 3.19</b>	<i>Workstation Final inspection</i> .....	41
<b>Gambar 3.20</b>	<i>Shipping Area</i> PT.ASI.....	42
<b>Gambar 3.21</b>	<i>Westinghouse rating</i> .....	45
<b>Gambar 3.22</b>	<i>Current Value Stream Map</i> untuk produk Y-2005/6.....	51
<b>Gambar 3.23</b>	Usulan <i>improvement</i> pada <i>current value stream map</i> .....	52
<b>Gambar 3.24</b>	<i>Raw material</i> Y-2005/6 dengan <i>palletnya</i> .....	53
<b>Gambar 3.25</b>	<i>Pallet</i> untuk <i>Work In Process (WIP)</i> .....	54
<b>Gambar 3.26</b>	<i>Load-Leveling Box</i> .....	55
<b>Gambar 3.27</b>	<i>Proposed Value Stream Map</i> untuk produk Y-2005/6 .....	56
<b>Gambar 3.29</b>	Tampilan waktu simulasi untuk uji validasi pada model .....	65
<b>Gambar 3.30</b>	Tampilan model pada saat akhir simulasi selama 2.41 jam .....	66
<b>Gambar 3.31</b>	Tampilan waktu simulasi uji validasi berdasarkan <i>pitch</i> produksi.67	67
<b>Gambar 3.32</b>	Tampilan <i>arrival</i> untuk uji validasi berdasarkan <i>pitch</i> produksi....	67
<b>Gambar 3.33</b>	Tampilan akhir simulasi uji validasi berdasarkan <i>pitch</i> produksi ..67	67
<b>Gambar 4.1</b>	total <i>exits raw material</i> , <i>WIP</i> , dan <i>finished good</i> .....	80
<b>Gambar 4.2</b>	Jumlah <i>WIP</i> pada akhir simulasi pada setiap lokasi.....	80
<b>Gambar 4.3</b>	total <i>entries</i> pada setiap lokasi pada akhir simulasi.....	82
<b>Gambar 4.4</b>	% <i>Utilization</i> setiap lokasi pada akhir simulasi.....	83
<b>Gambar 4.5</b>	Tampilan model akhir dengan skenario 1.....	86
<b>Gambar 4.6</b>	total <i>exit</i> entitas pada akhir simulasi pada skenario 1.....	86

<b>Gambar 4.7</b> Jumlah <i>WIP</i> pada setiap lokasi pada skenario 1 .....	87
<b>Gambar 4.8</b> total <i>output</i> di akhir simulasi dengan pada skenario 2.....	88
<b>Gambar 4.9</b> Jumlah <i>WIP</i> di akhir simulasi pada skenario 2.....	88
<b>Gambar 4.10</b> Grafik perbandingan total exit.....	89
<b>Gambar 4.11</b> Grafik perbandingan current quantity in system .....	89
<b>Gambar 4.12</b> Grafik perbandingan % utilization dari setiap lokasi .....	90



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Dengan meningkatnya persaingan secara global maka semakin banyak juga perusahaan yang giat berkompetisi untuk menjadi yang terdepan baik dalam hal kualitas maupun kuantitas. Persaingan yang terjadi meliputi harga pasar, kualitas produk, *lead time* pengiriman dan ketersediaan/*availability* dari produk itu sendiri. Tetapi seringkali beberapa produk kalah bersaing dengan kompetitornya disebabkan karena tingginya harga dari produk tersebut akibat dari proses produksi yang tidak efektif dan efisien. Oleh karena itu salah satu faktor yang menentukan agar dapat bersaing dalam dunia industri sekarang ini adalah penerapan *lean manufacturing* untuk mencapai produktivitas yang efektif dan efisien. *Lean manufacturing* atau *lean production* adalah suatu filosofi manajemen dari *Toyota Production System* yang pada tahun 1990 dikenal dengan nama “*lean*”. “*lean*” pada awalnya dibuat dan didefinisikan sebagai eliminasi *waste* (*muda*) dalam buku “*The Machine That Changed The World*” oleh Womack, Jones, and Roos (womack et al.1990). Berdasarkan definisi dari *APICS* (*American Production and Inventory Control Society*). *Lean manufacturing* adalah sebuah filosofi produksi yang memberi penekanan tentang meminimalisasi semua sumber daya yang ada (termasuk waktu) pada seluruh aktivitas dalam perusahaan. Fokus utama dari *lean manufacturing* adalah untuk mengeliminasi *waste* yang tidak memberikan nilai tambah (*non-value added*) pada sebuah produk.<sup>1</sup>

Dengan penerapan *lean manufacturing* ini maka pihak industri dapat menekan biaya produksi yang berpengaruh pada harga jual produk sehingga dapat bersaing dengan industri-industri lainnya, karena harga jual merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi minat konsumen dalam membeli suatu produk. Oleh karena itu proses produksi yang efektif dan efisien sangat diharapkan untuk dapat mencapai harga pokok yang seminimum mungkin.

Faktor lain yang turut mempengaruhi harga produksi itu sendiri adalah biaya inventori. Oleh karena itu, konsep *zero inventory* yang terdapat dalam *JIT*

---

<sup>1</sup> michelle eileen scullin. *Integrating value stream mapping and simulation*, page 13

*system* dan *lean manufacturing* sangat dianjurkan dalam dunia industri sekarang ini untuk dapat menekan biaya inventori. Pengertian produksi *JIT (just in time)* dalam *lean manufacturing* adalah memproduksi apa yang dibutuhkan, pada saat yang dibutuhkan dan dalam jumlah yang diperlukan.

Selain itu masalah *layout* juga menjadi faktor penting yang menandakan apakah proses di suatu industri dapat dikatakan *lean* atau tidak, karena dalam *lean manufacturing* dikenal dengan *single flow process production* dimana terdapat satu aliran produksi yang memungkinkan produksi massal dan *continuous*. Hal ini dapat dicapai dengan meminimalisasi *space* yang tidak perlu atau dengan kata lain meminimalkan *WIP (work in process)*.

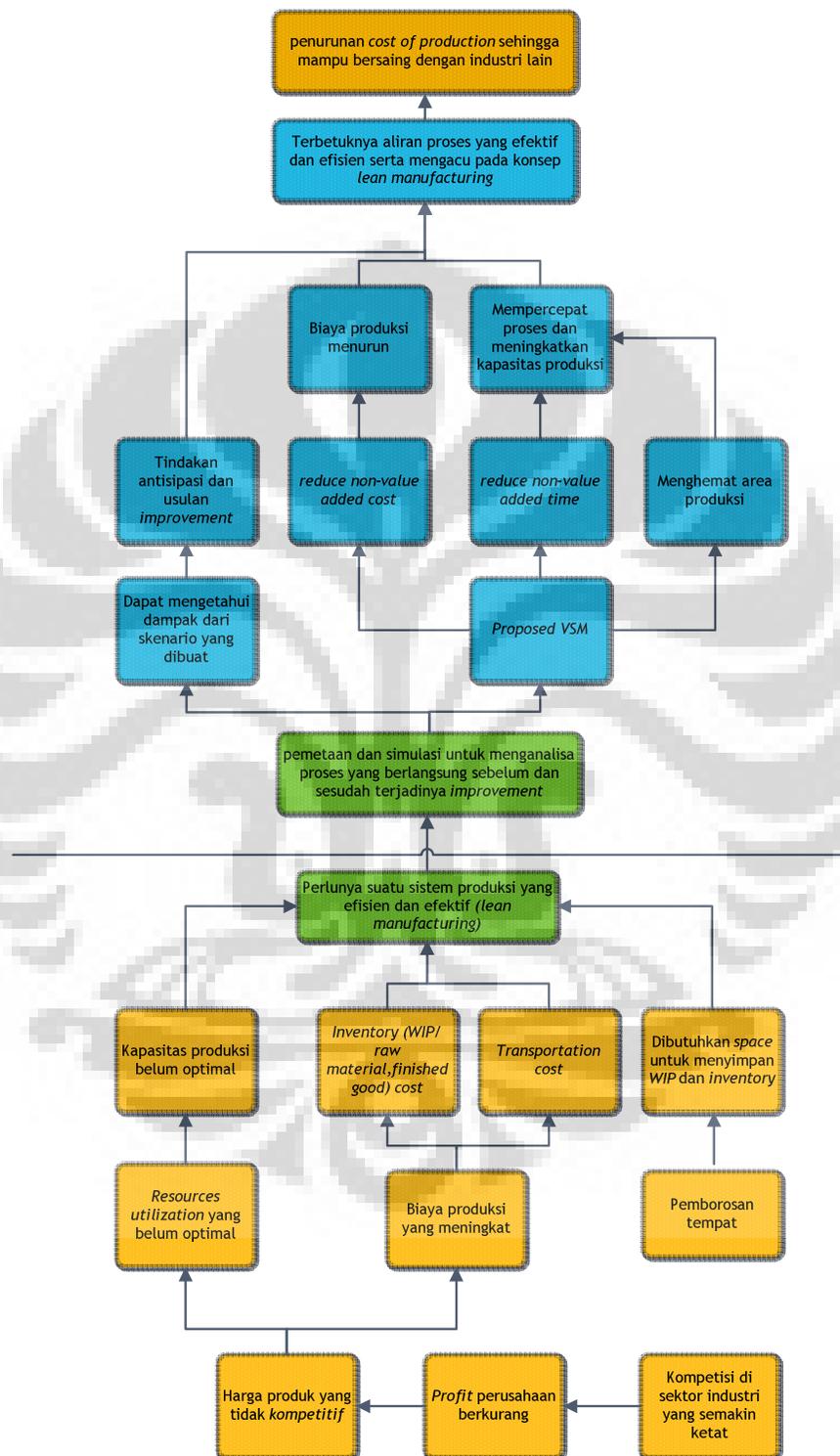
Salah satu *tools* yang sangat penting dalam penerapan *lean manufacturing* adalah *VSM (value stream mapping)*. *Value stream mapping* adalah sebuah alat berupa pensil dan kertas yang membantu untuk melihat dan mengerti aliran informasi dan *material* dari sebuah produk melalui sebuah *value stream*. Di Toyota, *VSM* dikenal sebagai "*material and information flow mapping*".<sup>2</sup> Melalui *VSM* ini, kita dapat mengetahui hal-hal atau faktor apa saja yang memberi *value added* ataupun *non-value added* (pemborosan) pada *value stream* yang harus segera dihilangkan.

Oleh karena itu akan dianalisis proses-proses yang telah ada dengan *current value stream mapping* dan mengusulkan *improvement* yang dapat dilakukan serta pemborosan-pemborosan yang harus dihilangkan sehingga dapat meningkatkan *efectiveness* dan *efficiency* dari proses itu sendiri menuju *lean manufacturing* melalui *proposed value stream mapping*. Selain itu dengan bantuan *Software* promodel kita juga dapat mengevaluasi dan memberi usulan suatu sistem yang baru tanpa harus melakukan implementasi langsung pada sistem yang telah ada dengan mensimulasikan skenario-skenario yang mungkin terjadi pada rancangan model yang telah dibuat yang mempresentasikan keadaan di lapangan yang sebenarnya

---

<sup>2</sup> Rother, M., & Shook, J. (1999). *Learning To See : Value stream mapping to add value and eliminate muda*. massachusetts, USA: The Lean Enterprise institute Brookline.

## 1.2 Diagram Keterkaitan Masalah



Gambar 1.1 Diagram Keterkaitan Masalah

### 1.3 Rumusan Permasalahan

Berdasarkan latar belakang dan diagram keterkaitan masalah yang telah dibahas sebelumnya, maka masalah dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai terdapatnya pemborosan-pemborosan pada proses produksi yang berlangsung, yakni berupa inventori (*WIP/raw material/finished good*), *non-value added time* dan *cost* serta kapasitas produksi yang belum optimal sehingga mengacu pada filosofi *lean manufacturing* dengan pendekatan *value stream mapping* dan disimulasikan dengan promodel akan didapatkan analisis dan kemungkinan *improvement* yang dapat dilakukan terhadap proses produksi yang ada.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk merancang suatu model sistem produksi yang mengacu pada filosofi *lean manufacturing* sehingga mengurangi pemborosan-pemborosan yang ada pada proses produksi yang aktual sehingga dapat meminimalkan biaya produksi dan meningkatkan *profit* bagi perusahaan.

### 1.5 Pembatasan Masalah

Agar penelitian dapat memberikan hasil yang sesuai dengan tujuan penelitian, maka akan dilakukan pembatasan masalah, seperti yang terlihat dibawah ini:

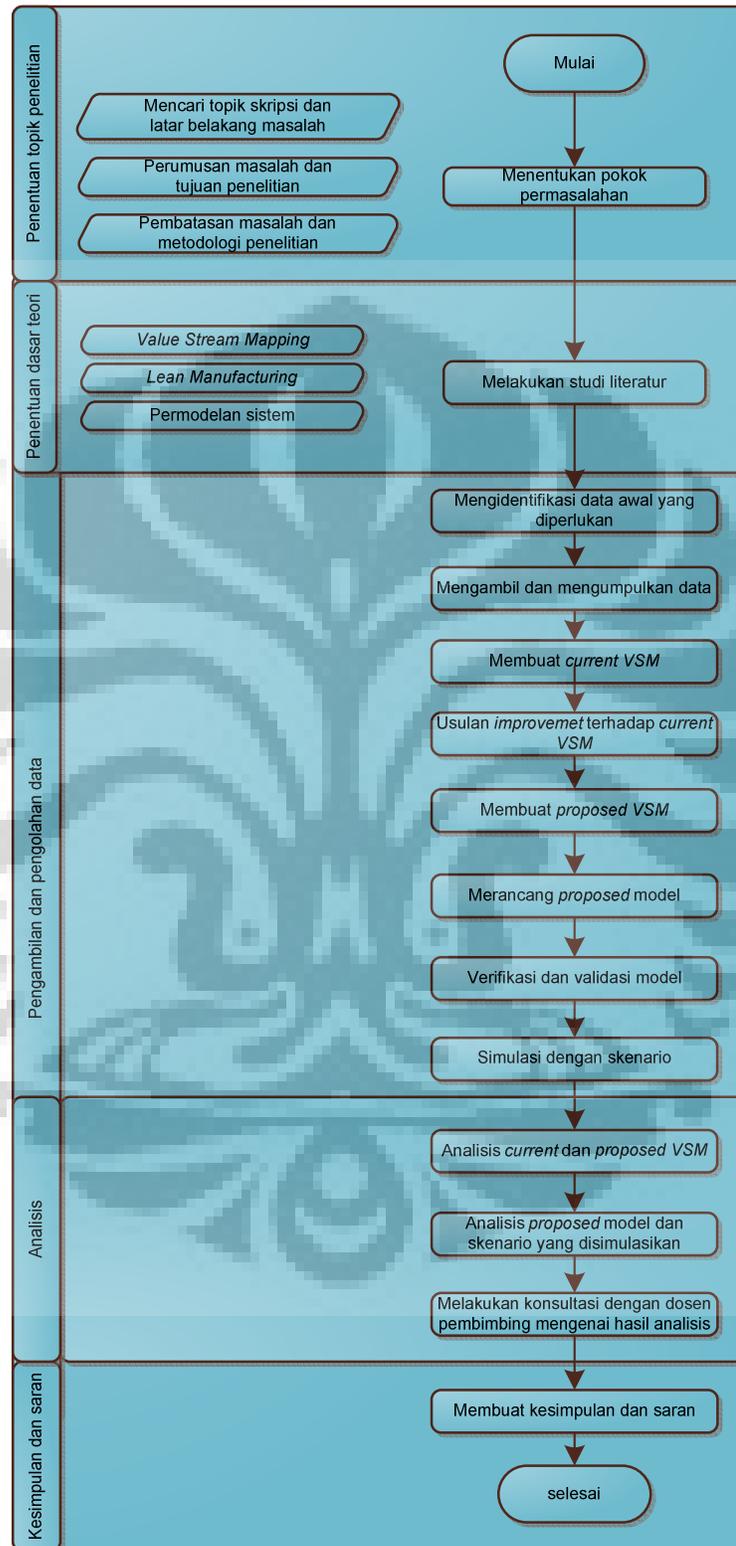
- Yang merupakan pemborosan yang diidentifikasi pada kondisi awal berupa *inventory cost*, *non-value added time and transportation*, *resource utilization* yang belum optimal dan *poor layout*.
- Rancangan *current value stream map* dibuat berdasarkan kondisi yang ada sekarang sesuai dengan proses produksi yang ada.
- Ruang lingkup simulasi terbatas pada proses produksi Y-2005/6 yang merupakan salah satu produk dari PT.ASI.

## 1.6 Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam empat tahapan utama, yaitu:

1. Tahap awal penelitian, meliputi:
  - Menentukan topik penelitian yang akan dilakukan
  - Menentukan tujuan penelitian
  - Menentukan batasan masalah
  - Melakukan studi literatur terhadap landasan teori yang dijadikan sebagai acuan seperti *value stream mapping*, *lean manufacturing* dan simulasi menggunakan *software* promodel
2. Tahap pengumpulan dan pengolahan data, yang dilakukan dengan:
  - Mengidentifikasi, mengumpulkan dan menentukan data yang diperlukan serta membuat asumsi-asumsi yang dibutuhkan
  - Membuat rancangan *current* dan *proposed value stream map*
  - Membuat formulasi *proposed* model
  - Melakukan verifikasi dan validasi model
3. Tahap analisis, yang terdiri dari:
  - Menganalisa *proposed proposed map*
  - Menganalisa perbandingan *current* dan *proposed value stream*
  - Menganalisa *proposed* model
  - Membuat skenario baru dengan pendekatan *value stream mapping*
  - Melakukan simulasi model baru
  - Menganalisa hasil akhir dari simulasi
4. Tahap akhir, yang berisi penarikan kesimpulan dari keseluruhan proses penelitian yang telah dilakukan yang dapat menjadi masukan dan usulan bagi perusahaan terkait. Pada tahap ini, peneliti menarik kesimpulan hasil penelitian serta memberikan saran dan masukan kepada pihak perusahaan terkait untuk perbaikan ke depannya serta saran untuk penelitian kedepannya.

## 1.7 Diagram Alir Penelitian



**Gambar 1.2** Diagram Alir Metodologi Penelitian

## 1.8 Sistematika Penulisan

Sistematika yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada standar penulisan skripsi yang terdiri dari lima bab.

Bab 1 adalah pendahuluan yang menjelaskan mengenai latar belakang dari penelitian ini, diagram keterkaitan masalah, rumusan permasalahan, tujuan penelitian, batasan masalah, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

Bab 2 menyajikan landasan teori yang mendukung penelitian ini. Landasan teori yang dijelaskan meliputi simulasi menggunakan promodel, *value stream mapping*, dan *lean manufacturing*.

Bab 3 meliputi pengumpulan data dan pengolahannya. Pada bab ini terdapat berbagai data yang diperlukan dan telah dikumpulkan melalui tinjauan terhadap dokumen terkait serta pengumpulan data dari observasi lapangan langsung. Data yang terkumpul kemudian diolah. Pengolahan data diperlukan dalam *membuat current VSM* dan *proposed VSM* yang diusulkan.

Bab 4 merupakan analisis data hasil dari pengumpulan dan pengolahan data sebelumnya. Analisis data ini terdiri dari analisis *current* dan *proposed VSM* yang telah dibuat sebelumnya, analisis *proposed* model dan analisis dampak dari *improvement* yang dilakukan.

Bab 5 berisi kesimpulan dan saran yang merangkum keseluruhan hasil dari proses penelitian yang dapat digunakan sebagai masukan dan pertimbangan bagi industri atau perusahaan terkait serta saran untuk penelitian kedepannya.

## BAB 2 DASAR TEORI

### 2.1 *Lean Manufacturing*

“*Lean*” pada awalnya dibuat dan didefinisikan sebagai eliminasi *waste* (*muda*) dalam buku “*The Machine That Changed the World*” oleh Womack, Jones, and Roos (Womack et al.1990). Pengertian dari *lean manufacturing* sendiri adalah sebuah pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi dan mengeliminasi *waste* (*non-value added activities*) melalui *continuous improvement* dengan mengizinkan aliran produk dengan sistem tarik (*pull system*) dari *customer* dengan tujuan kesempurnaan kepuasan pelanggan.<sup>3</sup> Fokus utama dari *lean manufacturing* sendiri adalah untuk mengeliminasi *waste*. *Waste* adalah segala sesuatu yang tidak menambahkan nilai kepada produk yang dibuat atau yang tidak diperlukan dalam membuat produk tersebut.<sup>4</sup> 5 Prinsip utama dari *Lean* filosofi (Womack and Jones 1996; Rother and Shook 1999) adalah:

1. Mendefinisikan *value* /nilai dari sudut pandang pelanggan
2. Menidentifikasi aliran nilai
3. Aliran proses
4. Sistem tarik
5. Berjuang untuk kesempurnaan

Dalam filosofi *lean*, “*value*” ditentukan oleh *customer*. Itu berarti mengidentifikasi apa yang menjadi keinginan *customer* dan memberikan nilai tersebut kepada *customer*. Keseluruhan proses dari produksi dan pengiriman sebuah produk seharusnya diperiksa dan dioptimalkan berdasarkan sudut pandang pelanggan. Jadi ketika “*value*” didefinisikan, kita dapat menggali aliran nilainya yang berupa seluruh aktivitas baik yang berupa *value added* aktivitas maupun yang *non-value added* aktivitas yang dilalui oleh produk dari *raw material* sampai barang jadi di tangan pelanggan (Rother and Shook 1999). Selanjutnya langkah-langkah proses yang berupa pemborosan harus dihilangkan sehingga yang

---

<sup>3</sup> Mohamed A. Shararah1, Khaled S. El-Kilany, and Aziz E. El-Sayed. Component Based Modeling and Simulation of *Value stream Mapping* for *Lean Production Systems*

<sup>4</sup> Michelle Eileen Scullin. *Integrating Value stream mapping and Simulation*, page 13

terdapat dalam aliran proses produksi hanya *value-added processes*. Konsep dari *value stream* itu sendiri adalah membuat *part WIP* berada dalam satu aliran dari bahan mentah sampai pada barang jadi serta bergerak satu-persatu ke *workstation* berikutnya tanpa adanya waktu tunggu antar keduanya.

Sistem tarik (*pull system*) adalah sistem produksi yang disesuaikan dengan *demand* dari *customer*. Kesempurnaan diraih ketika orang-orang yang berada dalam organisasi menyadari bahwa proses *continuous improvement* dalam mengeliminasi *waste* dan mengurangi kesalahan saat menawarkan apa yang sebenarnya diinginkan *customer* menjadi mungkin. (Womack and Jones 1996; McDonald et al.2000).

## 2.2 *Value stream mapping*

*Value stream* adalah seluruh kegiatan (baik yang *value added* maupun yang *non-value added*) yang diperlukan untuk memproses sebuah produk melalui 2 aliran utama: (1) aliran produksi dari *raw material* ke *customer* dan (2) rancangan aliran dari konsep ke implementasi.<sup>5</sup> *Value stream mapping* sendiri adalah sebuah *tool* yang sangat penting dalam penerapan *lean manufacturing*. *VSM* mengidentifikasi dan mengeliminasi *waste (muda)* dan sumbernya yang ada dalam sebuah sistem untuk mendukung keberhasilan dalam penerapan *lean manufacturing*.<sup>6</sup>

Definisi dari *value stream mapping* adalah sebuah gambaran/peta statis dari serangkaian proses yang memungkinkan *user* untuk melihat dimana sebuah nilai ditambahkan pada sebuah *value stream* baik informasi maupun *material* (Michelle Eileen Scullin, 2005). Dari peta awal yang telah dibuat, peta masa depan dapat dibuat yang mengidentifikasi kemungkinan-kemungkinan *improvement* yang dapat diaplikasikan pada sistem. Keuntungan dari *improvement* yang diusulkan pada peta masa depan dianalisa dan jika *improvement* itu menguntungkan maka dapat diimplementasikan pada sistem yang telah ada.

<sup>5</sup> Rother, M. and J. Shook. 1999. *Learnig To See: Value stream mapping to Add Value and Eliminate Muda*, Lean Enterprise Institute, Brookline, MA

<sup>6</sup> Mohamed A. Shararah1, Khaled S. El-Kilany, and Aziz E. El-Sayed. *Component Based Modeling and Simulation of Value stream mapping for Lean Production Systems*, page 1

*Value stream mapping* adalah sebuah alat berupa pensil dan kertas yang membantu untuk melihat dan mengerti aliran informasi dan *material* dari sebuah produk melalui sebuah *value stream*. Secara sederhana *value stream mapping* ini dapat dibuat dengan mengikuti aliran proses pembuatan sebuah produk dari *customer* ke *supplier* dan secara teliti menggambar apa yang dilihat dari setiap proses tersebut baik aliran informasi maupun *material*. *Value stream mapping* ini dapat membantu kita agar tidak melihat dari satu proses saja, tetapi melihat proses secara keseluruhan (alirannya).

Menurut Peter Hines dan Nick Rich (1997) ada 7 alat yang biasa digunakan untuk merancang *value stream mapping* seperti yang terlihat dalam bagan dibawah ini yang memiliki kegunaannya masing-masing:

**Tabel 2.1** *Seven Stream Mapping Tools*

Wastes/structure	Process activity mapping	Supply chain response matrix	Mapping tool				Physical structure (a) volume (b) value
			Production variety funnel	Quality filter mapping	Demand amplification mapping	Decision point analysis	
Overproduction	L	M		L	M	M	
Waiting	H	H	I		M	M	
Transport	H						I
Inappropriate processing	H		M	L		L	
Unnecessary inventory	M	II	M		II	M	L
Unnecessary motion	H	L					
Defects	L			H			
Overall structure	L	L	M	L	H	M	H

Notes: H = High correlation and usefulness  
M = Medium correlation and usefulness  
L = Low correlation and usefulness

(Sumber: Peter Hines dan Nick Rich, 1997. *Lean Enterprise Research Centre*)

### 2.2.1 Bagian-bagian dari *VSM*

Baik peta sekarang maupun peta masa depan dalam *VSM* terdiri dari 3 bagian utama (Nash and Poling, 2008) yaitu:

#### 1. Aliran proses produksi atau aliran *material*

Aliran proses/*material* ini biasanya terletak di antara aliran informasi dan *timeline*. Aliran proses biasanya digambar dari kiri ke kanan. *Subtask* atau subproses dan paralel proses digambar dengan bentuk yang identik dibawah aliran utama. Dengan aliran

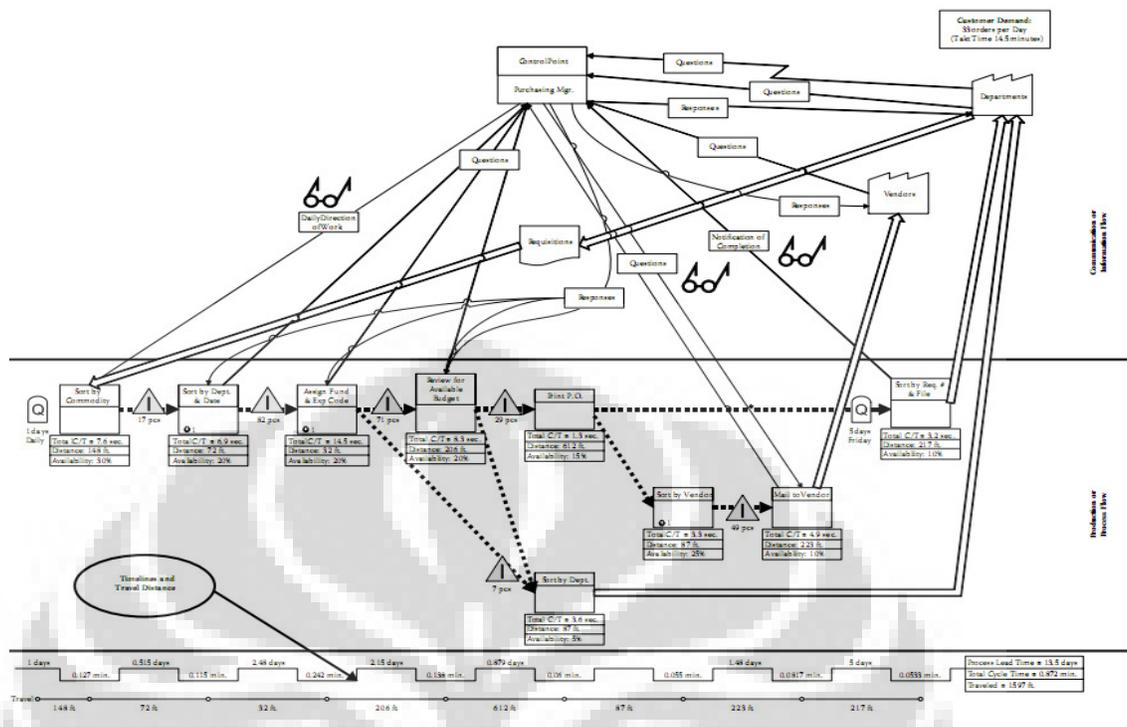
proses ini, kita dapat melihat proses mana yang memiliki *subtask* dan proses mana yang paralel dengan proses lainnya.

## 2. Aliran komunikasi/informasi

Aliran informasi pada *value stream map* biasanya terletak di bagian atas. Dengan adanya aliran informasi ini, kita dapat melihat seluruh jenis informasi dan komunikasi baik formal maupun informal yang terjadi dalam *value stream*. Dengan aliran informasi ini kita dapat melacak informasi mana yang sebenarnya tidak perlu dan menjadi *non-value added* komunikasi yang tidak memberikan nilai tambah bagi produk itu sendiri.

## 3. Garis waktu/jarak tempuh.

Pada bagian bawah *VSM* biasanya terdapat serangkaian garis yang mengandung informasi penting dalam *VSM* tersebut dan biasa disebut sebagai *timelines*. Kedua garis dalam *timelines* ini digunakan sebagai dasar perbandingan dari *improvement* yang akan diimplementasikan. Garis yang pertama yang berada disebelah atas disebut sebagai *Production Lead Time (PLT)/Process Lead Time*. *PLT* ini adalah waktu yang dibutuhkan produk dalam melewati semua proses dari *raw material* sampai ke tangan *customer* dan biasanya dalam satuan hari. *PLT* yang berada tepat dibawah jeda antar proses ini dijumlahkan menjadi total *PLT* yang diletakan diakhir proses. Garis yang kedua yang berada disebelah bawah merupakan *cycle time* semua proses yang ada dalam aliran *material* dan ditulis diatas garis tepat dibawah prosesnya. total dari seluruh *cycle time* ini disebut total *cycle time* dan ditulis pada garis akhir proses dibawah total *PLT*. Garis yang terakhir yang terletak dibawah *timelines* adalah jarak tempuh yang merupakan jarak yang ditempuh oleh produk, operator, *electronic forms* sepanjang aliran proses produksi.



**Gambar 2.1** Tiga bagian dasar VSM

(Sumber: Nash and Poling, 2008. *Mapping the Total Value stream*)

## 2.2.2 Simbol-Simbol VSM

Simbol yang biasa digunakan dalam VSM adalah sebagai berikut :

**Tabel 2.2 Simbol VSM**

NAME	SYMBOL	DESCRIPTION
Push movement of production materials		Shows the movement of raw materials or components that are "pushed" by the production process rather than being requested by the customer.
Pull movement of production materials		Shows the movement of raw materials or components that are requested by the customer (i.e., they are not pushed).
FIFO		Indicates that products need to be pulled and delivered on a first-in, first-out (FIFO) basis: the oldest remaining items in a batch are the first to move forward in the production process.
Truck Shipment		Shows the movement of materials by truck. Be sure to show the frequency of shipments on your map.
Inventory		Indicates the inventory count and time.
Storage (Supermarket)		Shows all products contained in a storage area. You can note the minimum and maximum levels within each bin or row location.
Manual Information Flow		Shows information that is transferred by hand.
Electronic Information Flow		Shows information that is transferred via computer.
Information Type		Indicates the type of information being communicated.
Production Kanban		A card used to initiate the production of a certain item. (used for Kanban systems only)
Withdrawal Kanban		A card used to obtain an item from a storage area. (used for Kanban systems only)
Signal Kanban		A card used to initiate a batch operation. (used for Kanban systems only)
Kanban Card Post		This indicates the use of physical mailbox location for kanbans. It is used for kanban systems only.
Load Leveling Box		Used for kanban systems to indicate load leveling.
Department or Manufacturing Process		The top of the icon shows the name of the department of the process being mapped. The bottom of the icon shows resources, information, or a relevant lean-enterprise technique.
Outside Sources		These include customers and suppliers.
Data Box		This is a place for key data such as machine availability; number of product variations; product changeover times; whether or not parts are run daily, weekly, or monthly; cycle time; process capacity; equipment efficiency; whether or not it is a constraining operation.
People		Shows the number of employees required to perform an operation.

(Sumber: Michelle Eileen Scullin, 2005. *Integrated VSM and Simulation*)

## 2.2.3 Langkah – langkah pembuatan VSM

Dalam perancangan VSM ada 4 tahap yang harus dilalui (Ph. Magnier, 2003), yaitu :

1. Menentukan produk atau keluarga produk

2. Membuat peta sekarang
3. Membuat peta masa depan
4. Merancang rencana *improvement*

### 2.2.3.1 Menentukan produk atau keluarga produk

Satu hal penting yang perlu kita mengerti dengan jelas sebelum kita memulai membuat *value stream mapping* adalah fokus kita terhadap salah satu keluarga produk.<sup>7</sup> Jadi kita tidak akan melakukan pemetaan terhadap semua produk yang ada di aliran produksi, karena itu akan sangat kompleks. *Value stream mapping* berarti berjalan dan menggambar langkah-langkah proses (*material* dan informasi) dari salah satu keluarga produk dari pintu masuk barang sampai pintu keluar barang di pabrik. Beberapa produk dikatakan satu keluarga apabila melewati proses yang sama dan menggunakan fasilitas yang umum. Dalam keluarga produk tersebut terdapat beberapa produk dan pemilihan produk yang akan dipetakan didasarkan kepada beberapa pertimbangan seperti jumlah *output* per hari, *demand* dan frekuensi dalam 1 periode tertentu. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah menggunakan *production process matrix*. *Production process matrix* ini merupakan sebuah *matrix* yang berisi seluruh jenis produk yang berada dalam *value stream*.

**Tabel 2.3 Production Process Matrix**

Product Matrix with Value Streams Identified

Task Product	Motor Seal	Shaft Insertion	Spacer Placement	Cord Hang	Case Close	Seal	LED	Test	Package	Band Insertion	Cable Insertion	Switch Connect
AB-13402	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X
HF-10110	X			X	X	X	X	X	X			X
AB-15300		X	X	X	X			X	X			
MP-20000		X	X	X	X			X	X	X		
MP-30001		X	X	X	X			X	X		X	
HC-99955				X	X		X	X	X			X
HC-88776				X	X		X	X	X			X

(Sumber : Nash dan Poling,2008)

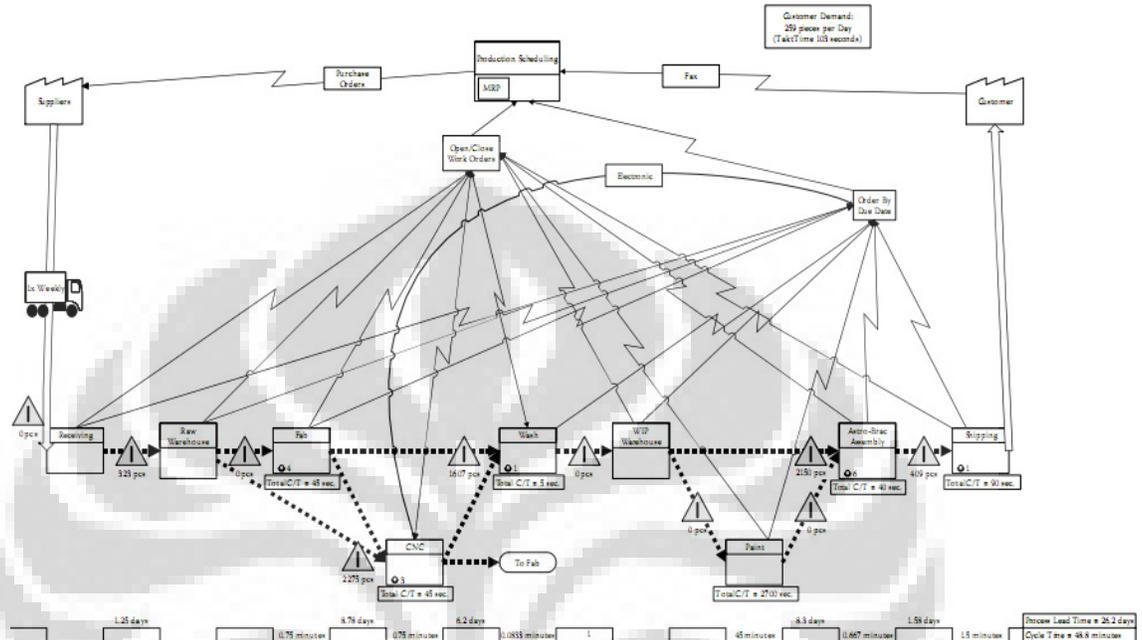
<sup>7</sup> Rother, M. and J. Shook. 1999. *Learnig To See: Value stream mapping to Add Value and Eliminate Muda*, Lean Enterprise Institute, Brookline, MA

### 2.2.3.2 Menggambar peta kondisi sekarang

Kondisi peta sekarang adalah sebuah peta dasar dari keseluruhan proses yang ada dimana semua usulan *improvement* dapat muncul. Dengan *current state map* ini diharapkan kita dapat mengerti dengan benar aliran proses dan *material* dari produk yang telah ditentukan. *Current state map* ini akan menjadi dasar untuk membuat *proposed state map* (peta masa depan). Beberapa data yang diperlukan untuk membuat *current state map* antara lain:

1. Data mengenai *customer*, seperti siapa *customernya*, aktual permintaan dalam hari/minggu/bulan, *forecast demand*, *cycle issue*, frekuensi pesanan, prosedur pengiriman, laporan pengiriman, dll.
2. Data mengenai *supplier*, seperti siapa *suppliernya*, *cycle* pemesanan kita, *forecast* pemesanan, pengiriman *raw material* dari *supplier*, prosedur pemesanan, *lead time* pemesanan dll.
3. Jam kerja, *shift*, *overtime*, hari libur, *break*, *meeting*, dll.
4. Sistem *production* kontrol data, seperti siapa yang bertugas mengontrol, manual atau *automated*, dll
5. Data mengenai proses produksi, seperti karakteristik *workstation*, jumlah operator, peralatan dan perlengkapan produksi, alur proses, *defect rate*, *set up time*, *change over time*, prosedur pemberian perintah produksi.
6. Jumlah inventori (*raw material*, *WIP* dan *finished good*), *safety stock*, *buffer stock* yang ada di setiap proses.
7. *Takt time*, kecepatan dari *value stream* itu sendiri sehingga dapat menyeimbangkan dengan *demand* yang ada. *Takt time* didapat dengan membagi waktu yang tersedia (*net available time*) pada satu periode tertentu dengan jumlah *demand* pada satu periode tersebut.
8. *Cycle time*, waktu dari selesainya satu *part* diproses sampai *part* berikutnya selesai diproses.
9. Jarak antar proses yang dilalui *material*, operator, data, dll.
10. *Value added time* dan *non-value added time*.

Setelah semua data didapat dan diolah, maka *current state map* dapat digambar sesuai dengan data yang ada. Dibawah ini merupakan contoh dari *current state map* (peta keadaan sekarang):



**Gambar 2.2** Contoh *Current Value stream mapping* dari Pelco Product, Inc

(Sumber: Nash dan Poling, 2008. *Mapping The total Value stream*)

### 2.2.3.3 Menggambar peta masa depan

Tujuan dari *value stream mapping* adalah untuk mengidentifikasi dan meneliminasi sumber *waste* dengan penerapan *proposed-state value stream* yang dapat menjadi kenyataan dalam jangka waktu dekat. Tujuannya adalah membangun rantai produksi sesuai dengan konsep *lean* dimana setiap proses terhubung langsung dengan *demand* dari *customer* baik dengan *continuous flow* atau dengan *pull system* dan setiap proses diusahakan seoptimal mungkin untuk memproduksi sesuai dengan apa yang diminta *customer* dengan waktu dan jumlah yang tepat (Rother and Shook, 1999). Ada masalah utama yang membuat *value stream* tidak *lean* yaitu *overproduction*. *Overproduction* ini menyebabkan banyak sekali *waste* antara lain: inventori yang berlebihan, biaya pemeliharaan inventori, tempat untuk menaruh inventori, dll. Ada beberapa arahan dari *Toyota Production System* untuk penerapan *lean* dalam *value stream mapping*, yaitu:

1. Memproduksi sesuai dengan *takt time*
2. Membuat *continuous flow* dimanapun itu dimungkinkan
3. Menggunakan supermarket untuk mengontrol produksi jika *continuous flow* tidak memungkinkan
4. Memberikan perintah produksi pada salah satu proses yaitu proses terakhir (*pacemaker process*)
5. Merancang *level* produksi (*pitch*)
6. Kembangkan kemampuan untuk memproduksi setiap *part* setiap hari.

Dalam penentuan *proposed state* ada beberapa pertanyaan yang dapat menjadi acuan antara lain:

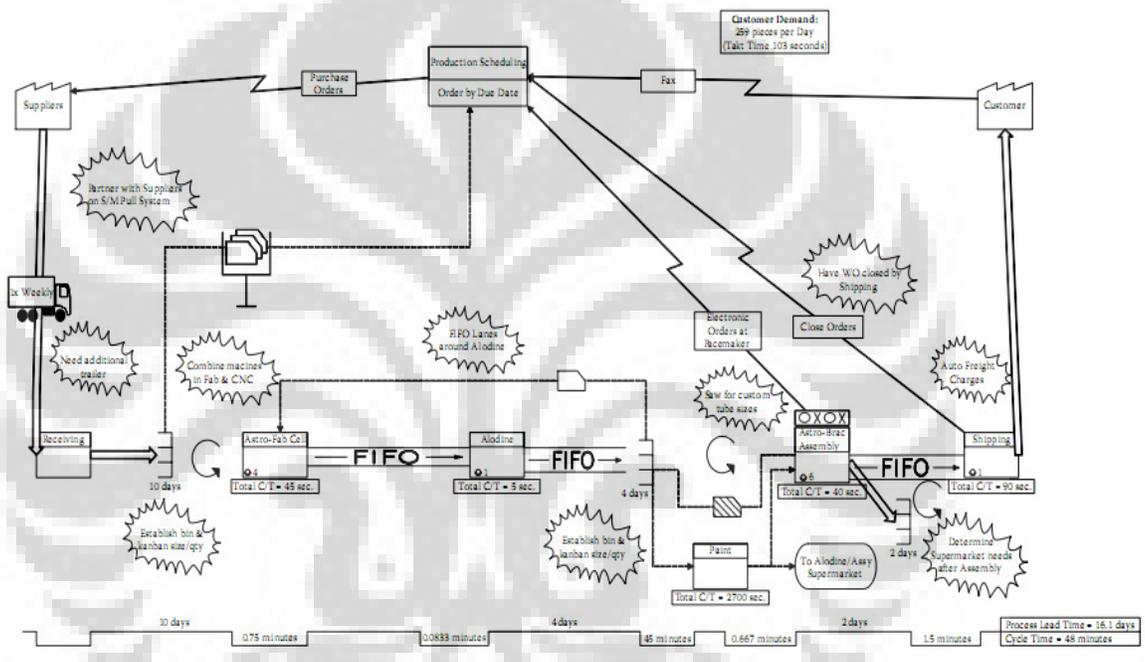
1. Berapa *takt timenya*?
2. Akankah dibuat supermarket untuk *finished good* atau penarikan langsung pada proses *shipping*?
3. Dimana *continuous flow* diimplementasikan?
4. Dimana diperlukan supermarket dengan sistem tarik untuk mengontrol produksi?
5. Proses mana yang menjadi *pacemaker process*?
6. Jika ada *production mix*, berapa *level* produksinya?
7. Berapa *level* produksi (*pitch/increment of work*) dari *pacemaker process*?
8. Proses *improvement* apa yang diperlukan agar *value stream* dapat berjalan sesuai dengan *proposed state* yang telah dibuat?

Dengan menjawab beberapa pertanyaan diatas dan mengikuti arahan dari *Toyota Production System* maka kita dapat merancang *proposed-state value stream*. (gambar 2.3)

#### 2.2.3.4 Merancang rencana *improvement*

Untuk merancang rencana implementasi dari *improvement* yang telah dibuat maka diperlukan beberapa *material* seperti peta masa depan yang telah dibuat dan sebuah rencanan tahunan *value stream*. Rencana implementasi ini dimulai dengan memecah rencana implementasi ke dalam beberapa tahap atau

beberapa bagian yang ada dalam alur proses produksi tersebut. Setelah di *breakdown* dibuat detail penerapannya pada sistem dan kapan waktunya. *Breakdown* ini ditulis pada lembar rencana kerja tahunan beserta dengan pencapaiannya ketika sudah diimplementasikan. Satu hal penting yang perlu diingat dalam penerapan *improvement* ini adalah selalu mempraktekan konsep *kaizen* (*continous improvement*) secara terus menerus untuk mengeliminasi *waste*, mengurangi ukuran *lot*, mengurangi inventori pada supermarket, dan memperluas penerapan *continuous flow* pada setiap proses yang ada dalam *value stream*.



**Gambar 2.3** Contoh *Proposed Value stream mapping* dari Pelco Product, Inc

(Sumber : Nash dan Poling, 2008. *Mapping The total Value stream*)

## 2.3 Permodelan Sistem

### 2.3.1 Sistem

Sistem merupakan kumpulan elemen yang bekerja bersama-sama untuk mencapai sebuah tujuan yang diinginkan (Blanchard 1991).<sup>8</sup> Dari definisi diatas, kita dapat melihat 3 hal penting yang perlu kita ketahui mengenai sebuah sistem, yaitu:

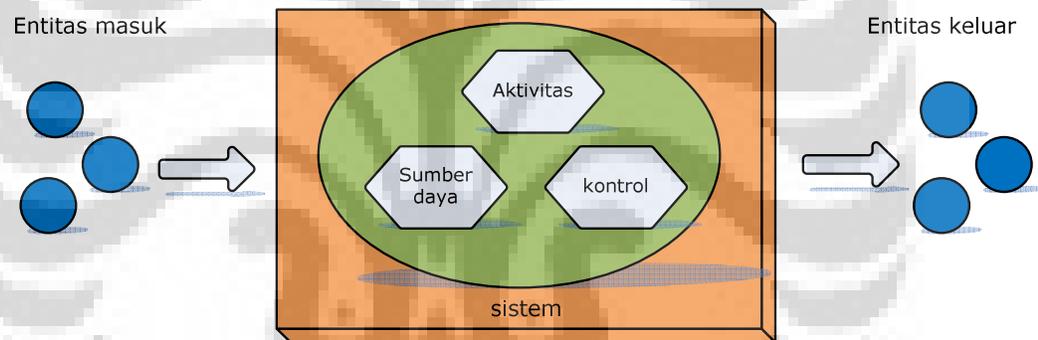
<sup>8</sup> Charles Harrell, B.K.Ghosh dan R.Bowden. 2000. *Simulation Using ProModel* (3<sup>rd</sup> ed). Boston: McGraw-Hill, hal 25.

1. Sebuah sistem terdiri dari lebih dari satu elemen.
2. Setiap elemen tersebut saling berhubungan dan saling bekerja sama.
3. Keberadaan suatu sistem dimaksudkan untuk mencapai tujuan tertentu.

Contoh sistem tersebut antara lain sistem lalu lintas, sistem politik, sistem ekonomi, sistem manufaktur dan sistem jasa. Baik manufaktur maupun jasa dapat dikatakan sebagai sistem proses karena keduanya memproses *item-item* melalui serangkaian aktivitas atau proses.

### 2.3.1.1 Elemen Sistem

Bila dilihat dari sudut pandang simulasi, sebuah sistem itu terdiri dari entitas, aktivitas, sumber daya, dan kontrol (lihat gambar dibawah). Masing-masing elemen tersebut menjelaskan siapa, apa, kapan, dimana, dan bagaimana suatu entitas itu diproses.<sup>9</sup>



**Gambar 2.4** Elemen-Elemen dari sebuah sistem

(Sumber: Harrell, Ghosh dan Bowden.2000. *Simulation Using ProModel* (3<sup>rd</sup> ed))

#### 1. Entitas

Entitas adalah elemen-elemen yang diproses di sisem contohnya produk, konsumen, dan dokumen. Entitas-entitas yang berbeda mungkin memiliki berbagai karakteristik yang berbeda pula seperti dalam hal biaya, bentuk, prioritas, kualitas dan kondisi. Entitas dapat dibagi menjadi sub kelompok berikut ini:

<sup>9</sup> *Ibid*, hal 25

- Manusia atau benda hidup lainnya (konsumen, pasien)
- Benda-benda tak hidup (suku cadang, dokumen, keranjang sampah)
- Benda-benda yang tidak berwujud ( panggilan telepon, surat elektronik dan lain-lain)

Pada sebagian besar sistem jasa dan manufaktur, entitas berupa elemen-elemen diskrit seperti konsumen, dokumen dan lain-lain. Untuk beberapa sistem produksi yang disebut sistem kontinyu, substansi *non* diskrit yang diproses dalam sistem misalnya pada pabrik penghasil minyak dan kertas.

## 2. Aktivitas.

Aktivitas adalah tugas-tugas yang dilakukan di dalam sistem yang secara langsung maupun tidak langsung terlibat dalam pemrosesan entitas. Contoh aktivitas antara lain memberikan pelayanan kepada konsumen, memotong benda di sebuah mesin ataupun memperbaiki bagian dari suatu peralatan. Aktivitas biasanya memakan waktu dan seringkali menggunakan sumber daya. Aktivitas dapat diklasifikasikan sebagai berikut seperti proses-proses entitas (masuk atau mendaftar, inspeksi, produksi), entitas dan perpindahan sumber daya (perpindahan *forklift*, naik tangga berjalan, dan lain-lain), dan pengaturan, pemeliharaan, perbaikan sumber daya (pengaturan mesin, perbaikan mesin fotokopi).

## 3. Sumber daya

Sumber daya adalah alat yang digunakan untuk memproses aktivitas. Sumber daya menyediakan fasilitas pendukung, peralatan, dan operator untuk melakukan aktivitas. Ketika sumber daya memfasilitasi pemrosesan entitas, sumber daya yang tidak cukup dapat menghambat pemrosesan tersebut dengan membatasi kecepatan proses yang berlangsung. Sumber daya memiliki berbagai karakteristik seperti kapasitas, *speed*, *cycle time*, dan konsistensi. Sebagaimana halnya entitas, sumber daya juga dibagi dalam sub kelompok berikut ini manusia atau benda hidup lainnya (operator, dokter, personil, pemeliharaan), benda-benda tak hidup (peralatan, alat pertukangan, lantai produksi), dan benda-benda tidak berwujud (informasi, daya listrik). Selain itu sumber daya juga dapat

diklasifikasikan menjadi permanen atau habis pakai, digunakan untuk banyak aktivitas atau digunakan untuk satu aktivitas saja, dan berpindah-pindah atau statis.

#### 4. Kontrol

Kontrol menjelaskan bagaimana, kapan dan dimana aktivitas dilakukan. Kontrol menentukan urutan-urutan dalam sistem. Pada *level* atas, kontrol terdiri dari jadwal, rencana, kebijakan. Pada *level* bawah, kontrol menyediakan informasi dan keputusan logis bagaimana sistem seharusnya beroperasi. Contoh kontrol antara lain urutan *routing*, rencana produksi, jadwal kerja, prioritas tugas, perangkat lunak pengontrol, dan lembar instruksi.

##### 2.3.1.2 Kompleksitas sistem

Kompleksitas sistem adalah sebuah fungsi dari 2 faktor:

1. Ketergantungan (*Interdependencies*) antar elemen sehingga setiap element dengan elemen lainnya saling mempengaruhi.
2. Variasi (*variability*) dalam perilaku elemen yang menghasilkan ketidakpastian.

##### 2.3.1.3 Metriks performa sistem

Metrik adalah ukuran yang digunakan untuk menilai kinerja sebuah sistem. Dari sudut pandang operasional, lebih bermanfaat jika mengukur faktor-faktor sebagai waktu, kualitas, kuantitas, efisiensi, dan utilisasi. Metrik operasional utama yang menggambarkan efektifitas dan efisiensi sistem manufaktur dan jasa antara lain:

1. *Flow time* yaitu rata-rata waktu yang dibutuhkan sebuah entitas atau seorang konsumen untuk diproses didalam sistem, sinonimnya *cycle time*, *throughput time*, dan *manufacturing lead time*. Untuk sistem pemenuhan pesanan, waktu alir juga bisa disebut sebagai *customer response* atau *turn around time*.
2. Utilisasi adalah persentase waktu personil, peralatan dan sumber daya lain yang digunakan secara produktif.

3. *Value-added time* adalah jumlah waktu yang dihabiskan *material*, konsumen, dan lain-lain yang menambah nilai, dimana nilai didefinisikan sebagai segala sesuatu yang ingin dibayar oleh konsumen.
4. Tingkat inventori atau antrian adalah jumlah entitas atau konsumen yang ada di gudang atau tempat penyimpanan atau area tunggu.
5. Waktu tunggu adalah jumlah waktu yang dihabiskan *material*, konsumen, dan lain-lain untuk menunggu diproses. Waktu tunggu merupakan komponen terbesar yang menghabiskan waktu yang sifatnya tidak menambah nilai.
6. *Flow rate* adalah jumlah entitas yang diproduksi atau jumlah konsumen yang dilayani per unit waktu. *Flow rate* bisa juga disebut *production rate*, *processing rate*, atau *throughput rate*.
7. *Yield*. Dilihat dari sudut pandang produksi, *yield* dijelaskan sebagai persentase produk yang selesai dibuat yang sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan dibandingkan dengan persentase total jumlah produk yang masuk ke sistem sebagai bahan mentah.
8. *Varians* ialah tingkat atau derajat fluktuasi yang bisa dan sering terjadi pada metrik-metrik yang telah disebutkan diatas.
9. *Customer responsiveness* atau *fill rate* adalah kemampuan sistem untuk mendistribusikan produk dalam waktu tertentu untuk meminimumkan waktu tunggu konsumen.

#### 2.3.1.4 Variabel sistem

Dalam merancang sebuah sistem baru atau mengembangkan sistem yang telah ada diperlukan lebih hanya sekedar mengidentifikasi elemen dan tujuan akhir dari sistem. Diperlukan juga sebuah pengertian bagaimana elemen-elemen dalam sistem tersebut saling mempengaruhi satu sama lain. Untuk dapat mengetahuinya, kita perlu memahami lebih lanjut mengenai 3 variabel sistem, yaitu :

1. Variabel keputusan (*independent variables* atau *input factors*). Perubahan nilai dari *independent variable* sistem ini akan berpengaruh terhadap perilaku sistem. *Independent variable* ini ada

yang dapat dikontrol (contoh: jumlah operator) dan ada yang tidak dapat dikontrol (contoh : waktu pelayanan).

2. Variabel respon (*performance* atau *output variable*). Variabel ini mengukur *performance* dari sistem sebagai respon terhadap variabel keputusan yang diatur. Variabel respon sering disebut *dependent variables*.
3. Variabel Statis. Variabel ini mengidentifikasi status dari sistem pada waktu tertentu (contoh : jumlah entitas yang menunggu dalam antrian)

#### 2.3.1.4 Optimasi sistem

Optimasi sistem merupakan penentuan kombinasi variabel keputusan yang memberikan performa terbaik yang sesuai dengan tujuan sistem. Optimasi mencari kombinasi terbaik dari variabel keputusan yang memaksimalkan atau meminimalkan fungsi tujuan seperti biaya atau keuntungan. Fungsi tujuan adalah variabel respon dari sistem itu sendiri. Masalah optimasi selalu dihubungkan dengan kendala, yaitu batasan nilai variabel keputusan yang memungkinkan, keputusan yang diambil harus merupakan solusi terbaik dari kendala-kendala yang bertentangan. Pada masalah jumlah tenaga kerja dan biaya, logikanya makin banyak tenaga kerja tentunya akan menghemat biaya sehubungan dengan waktu tunggu yang berkurang namun pada satu titik hubungan tersebut akan berbalik di mana penambahan tenaga kerja tidak memberikan pengurangan pada biaya. Titik tersebut merupakan titik optimum dari penambahan tenaga kerja yang berdampak pada pengurangan biaya. Dalam optimasi sering terjadi konflik tujuan sehingga harus ada salah satu tujuan yang diprioritaskan. Pembobotan untuk prioritas tujuan sangat penting karena tujuan yang dipilih nantinya diharapkan dapat memberikan keputusan yang tepat.

#### 2.3.1.5 Pendekatan sistem

Untuk merancang sebuah sistem baru ataupun mengembangkan sistem yang telah ada, kita perlu memperhatikan prinsip-prinsip perancangan atau yang disebut *systems engineering*, yaitu :

1. Identifikasi masalah dan kesempatan yang ada
2. Menyusun solusi alternatif
3. Evaluasi solusi
4. Memilih dan mengimplementasi solusi yang terbaik

### 2.3.2 Simulasi

*Oxford American dictionary* mendefinisikan simulasi sebagai salah satu cara mereproduksi kondisi-kondisi dari suatu situasi, menggunakan model, untuk melakukan studi atau menguji atau melakukan uji coba atau pelatihan dan lain-lain. Salah satu kondisi yang disimulasikan adalah perilaku operasional dari sistem-sistem dinamis dengan membuat model komputernya. Dalam hal ini, simulasi dapat didefinisikan sebagai imitasi dari suatu sistem dinamis menggunakan model computer dengan tujuan mengevaluasi dan memperbaiki performa sistem.<sup>10</sup>

Menurut Schriber, simulasi dijelaskan sebagai pembuatan model dari suatu proses atau sistem dengan cara mengimitasi respon dari sistem aktual terhadap kejadian-kejadian yang terjadi menurut waktu. Dengan mempelajari perilaku model, kita dapat mengetahui perilaku sistem aktual. Definisi simulasi ini menekankan pada tahap proses pemecahan masalah, mungkin mencakup masalah yang praktik, masalah penemuan sebuah penjelasan dari fenomena khusus ataupun masalah yang disebabkan oleh ketidaksetujuan akan solusi yang diajukan.

Simulasi bukan salah satu teknik optimasi. Simulasi merupakan satu metode yang sangat efektif dalam *design* sistem manufaktur. Alasan menggunakan simulasi dalam sistem manufaktur karena dapat mengevaluasi kapasitas dan utilisasi peralatan, mengidentifikasi *bottleneck* dalam sistem, membandingkan tampilan *alternative design*. Keuntungan potensial dengan menggunakan simulasi sangat besar. Simulasi dapat menolong penggunanya memberikan kontribusi dalam design, dalam manajemen dan dalam membuat keputusan sistem produksi.

---

<sup>10</sup> Charles Harrell, B.K.Ghosh dan R.Bowden.2000. *Simulation Using ProModel* (3<sup>rd</sup> ed).Boston:McGraw-Hill, hal 25.

### 2.3.2.1 Keuntungan menggunakan simulasi

1. Model simulasi tidak mengabaikan faktor saling keterkaitan antar elemen dalam sistem
2. Simulasi memperhitungkan variasi dalam sistem
3. Teknik yang dapat diterapkan pada berbagai jenis sistem
4. Menghemat biaya, waktu, dan tidak merusak bila dibandingkan dengan penerapan langsung pada sistem yang ada
5. Menyediakan informasi dan berbagai ukuran kinerja
6. Menyediakan hasil yang mudah untuk dimengerti dan dikomunikasikan

### 2.3.2.2 Tahapan Penggunaan simulasi

1. Pendefinisian masalah
2. Perencanaan proyek
3. Pembuatan konsep model
4. Formulasi model
5. Pengumpulan dan *input* data
6. Transfer formulasi model dalam program
7. Verifikasi dan validasi
8. Eksperimen dan analisis
9. Dokumentasi dan implementasi

### 2.3.2.3 Jenis-Jenis Simulasi

Cara simulasi bekerja sangat bergantung kepada jenis simulasi yang digunakan. Ada banyak cara untuk mengkategorikan simulasi. Beberapa cara yang umum dipakai antara lain:

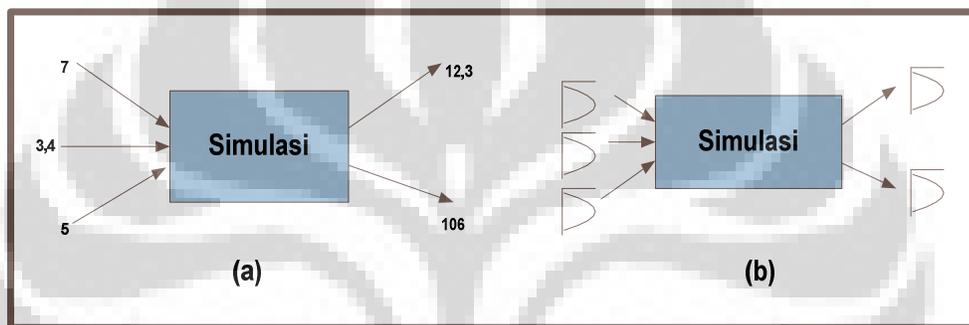
1. Simulasi statis dan dinamis

Simulasi statis merupakan simulasi yang dijalankan tidak berdasarkan pada waktu. Biasanya dilakukan dengan pengambilan sampel-sampel secara acak untuk menghasilkan hasil statistic sehingga terkadang disebut simulasi Monte-Carlo. Simulasi dinamis merupakan kebalikan dari sistem statis. Simulasi dinamis dijalankan menurut waktu. Simulasi dinamis sangat cocok digunakan untuk

menganalisis sistem-sistem manufaktur dan jasa karena keduanya beroperasi menurut waktu.

## 2. Simulasi stokastik dan deterministic.

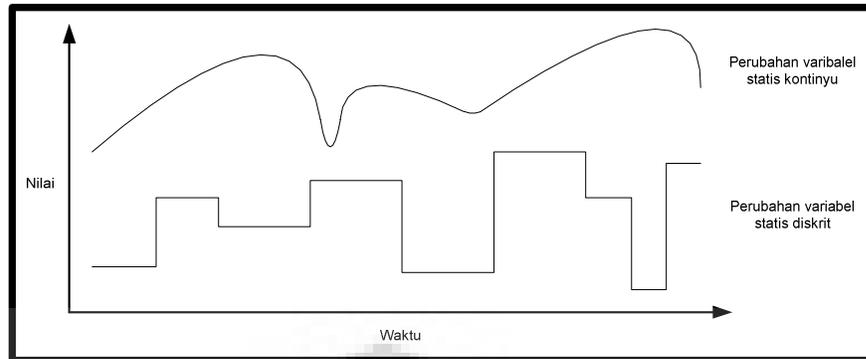
Simulasi stokastik atau disebut juga simulasi *probabilistic* merupakan simulasi yang variabel-variabel *inputnya* bersifat acak secara alami. Simulasi stokastik menghasilkan hasil yang juga bersifat acak. Sedangkan simulasi *deterministic* merupakan simulasi yang komponen-komponen *inputnya* tidak ada yang bersifat acak.



**Gambar 2.5** Contoh simulasi (a) deterministic dan (b) stokastik  
(Sumber: Harrell, Ghosh dan Bowden.2000. *Simulation Using ProModel* (3<sup>rd</sup> ed))

## 3. Simulasi perubahan diskrit dan kontinyu

Simulasi diskrit merupakan simulasi dimana perubahan keadaan terjadi pada titik-titik diskrit dalam waktu yang didorong oleh kejadian-kejadian seperti kedatangan entitas di stasiun kerja, kegagalan sumber daya, akhir sebuah shift dan penyelesaian sebuah aktivitas. Simulasi kejadian diskrit memodelkan akibat kejadian-kejadian dalam sebuah sistem seiring berjalannya waktu. Simulasi ini menggunakan metode-metode statistic untuk menghasilkan perilaku acak dan mengestimasi performa model. Pada simulasi kontinyu, variabel-variabel statis atau dikenal sebagai *continuous-change state variables* berubah secara kontinyu tergantung waktu. Contoh variable ini antara lain jumlah minyak yang diisi atau dikeluarkan ke atau dari tangki dan suhu yang dikontrol oleh sistem pendingin dan pemanas.



**Gambar 2.6** Perbandingan simulasi diskrit dan kontinyu

(Sumber: Harrell, Ghosh dan Bowden.2000. *Simulation Using ProModel* (3<sup>rd</sup> ed))

#### 4. Gabungan simulasi diskrit dan kontinyu

*Software* simulasi saat ini banyak yang mampu mensimulasikan dengan baik peristiwa diskrit maupun kontinyu. Hal ini memungkinkan sistem yang memiliki karakteristik diskrit dan kontinyu bisa dimodelkan, yang menghasilkan simulasi gabungan. Sebagian besar sistem yang memiliki variable-variable perubahan kontinyu juga memiliki variable perubahan diskrit. (Harrell, Ghosh, Bowden).

## BAB 3

### PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ketiga ini membahas mengenai gambaran umum mengenai tempat pengambilan data, proses pengambilan dan pengolahan data, serta perancangan *value stream map* dan model untuk analisa mengenai penerapan konsep *lean manufacturing* pada proses produksi. Data yang diperlukan dalam pengolahan data antara lain data produksi, aliran proses produksi, *demand*, jumlah inventori, dan *workstation*. Hasil pengumpulan dan pengolahan data ini akan digunakan untuk proses perancangan *proposed value stream map*. Dari *proposed value stream map* ini, kita dapat mengetahui kondisi dari proses produksi yang ada sekarang dan kita dapat mengetahui titik permasalahan yang terdapat dalam proses produksi dengan acuan konsep *lean manufacturing* dimana kita dapat memberi usulan *improvement* untuk mengatasi permasalahan yang terjadi. Selanjutnya dengan *improvement* itu, maka dapat dirancang *proposed state map* yang telah sesuai dengan konsep *lean manufacturing*. Untuk dapat mengetahui dampak dari alur proses produksi yang baru dari *proposed value stream map*, maka diperlukan sebuah model yang dibuat dengan *Software* promodel. Dengan model ini, maka kita dapat mengetahui apakah *proposed state map* yang telah dibuat cukup *signifikan* menguntungkan untuk diimplementasikan pada proses produksi di perusahaan itu sendiri.

### 3.1 Gambaran Umum Perusahaan

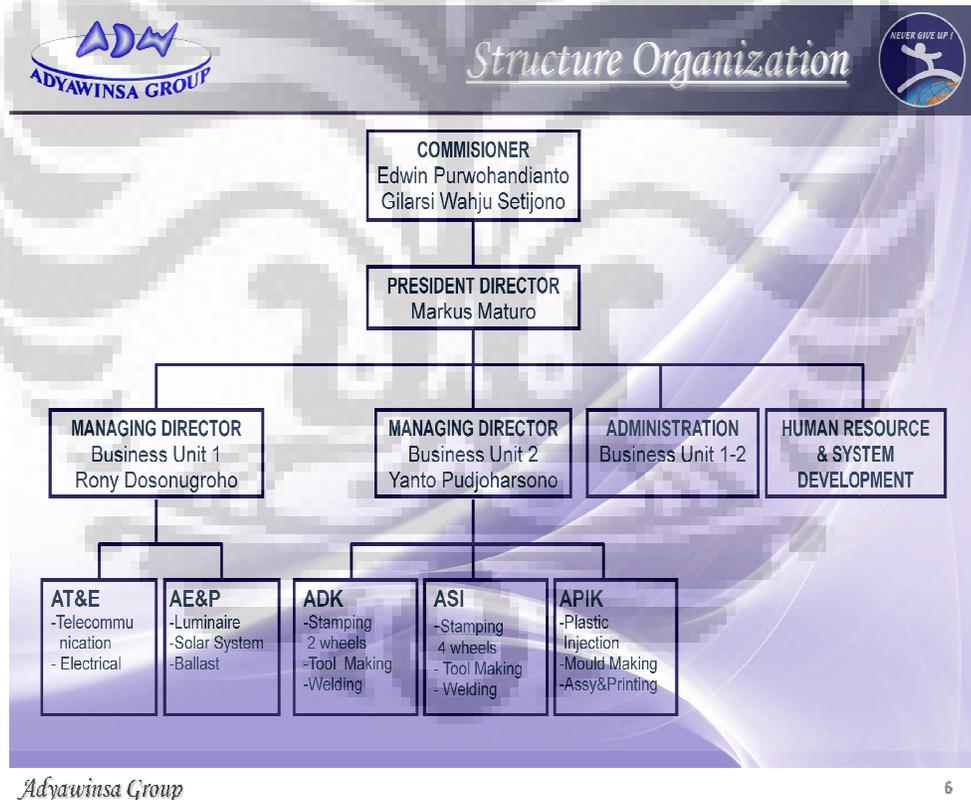
#### 3.1.1 Profil Perusahaan

PT.Adyawinsa *Stamping* Industries (PT.ASI) merupakan salah satu anak perusahaan dari Adyawinsa Group. Sejarah Adyawinsa Group sendiri berawal dari sebuah “*garage size*” *workshop* yang didirikan untuk mensuplai *head rest frame* untuk “TOYOTA” Kijang pada tahun 1994. Adyawinsa Group memiliki 2 bisnis unit. Bisnis unit 1 terdiri dari 2 perusahaan yaitu PT.AT&E dan PT.AE&P. Bisnis unit 2 terdiri dari 3 perusahaan yaitu PT.ASI(Adyawinsa *Stamping* Industries), PT.ADK (Adyawinsa Dinamika Karawang), dan PT.APIK (Adyawinsa *Plastics* Industries Karawang).

PT.Adyawinsa *Stamping* Industries (PT.ASI) didirikan pada bulan Oktober 2005 dengan luas lahan 61.535 m<sup>2</sup> dan luas gedung 28.860m<sup>2</sup> di Jl.Surotokunto No.109, Warung Bambu, Karawang Timur, Jawa Barat, Indonesia, 41313. Aktivitas bisnis yang dilakukan di PT.ASI ini adalah *Automotif pressing and Assemblies, Tool Making (Dies, Jigs, and Checking Fixtures), and Production of LPG (Liquid Petroleum Gas) Boxes*. Beberapa *customer* yang mempercayakan produknya kepada PT.ASI antara lain PT.Astra Daihatsu Motor, PT.Astra Nissan Diesel Indonesia, PT.Honda Prospect Motor, PT.Krama Yudha Tiga Berlian, PT.Mercedez Benz Indonesia, dan PT.Yutaka MFG Indonesia.

### 3.1.2 Struktur Organisasi

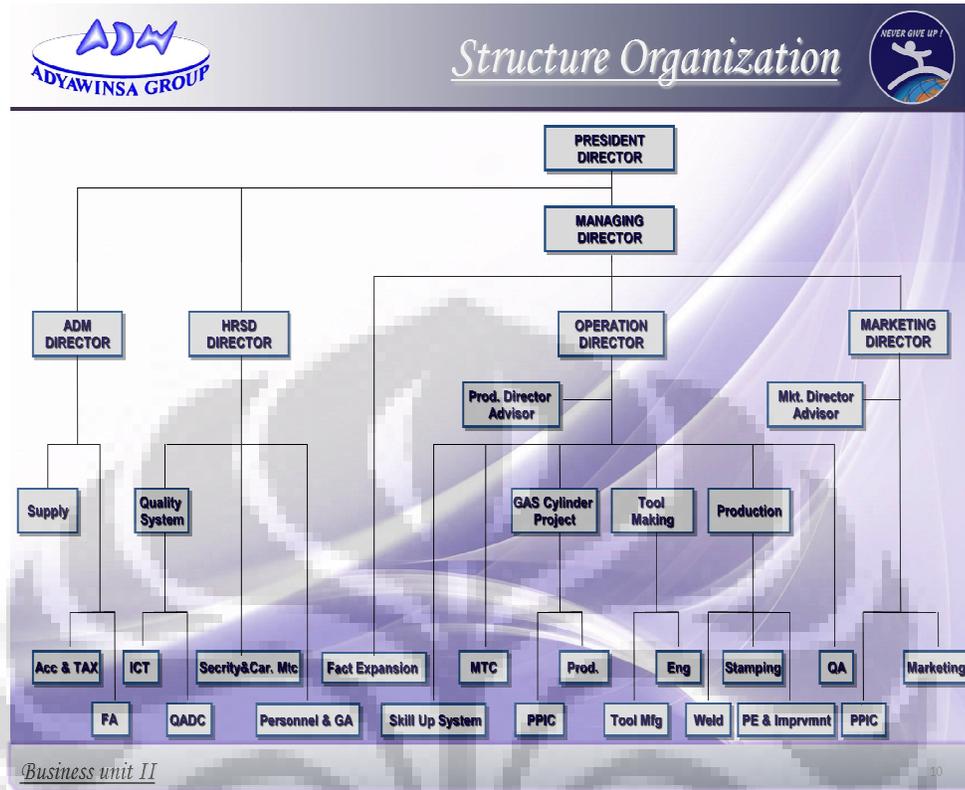
#### 3.1.2.1 Adyawinsa Group



**Gambar 3.1** Bagan Struktur Organisasi Adyawinsa Group

(Sumber: PT.ASI)

### 3.1.2.2 PT. Adyawinsa Stamping Industries (PT.ASI)



**Gambar 3.2** Bagan Struktur Organisasi PT. Adyawinsa Stamping Industries  
(Sumber: PT.ASI)

### 3.1.3 Corporate Integrity

#### 3.1.3.1 Moto Perusahaan

PT.ADW memiliki moto yang menggambarkan tentang PT.ADW sendiri beserta seluruh pihak yang terlibat didalamnya yaitu pantang menyerah

#### 3.1.3.2 Visi dan Misi Perusahaan

PT.ADW memiliki visi untuk menjadi perusahaan kelas dunia yang dapat menjadi berkat bagi kehidupan dan bagi seluruh umat manusia. Visi ini didukung dengan misi meningkatkan kualitas dari kehidupan manusia melalui kerjasama yang tulus, pintar dan pekerja keras, tekun serta perkembangan secara terus-menerus.

#### 3.1.3.3 Nilai-Nilai

1. Secara terus-menerus memberikan kontribusi kepada masyarakat
2. Memberikan kontribusi nyata bagi perkembangan bangsa dan Negara

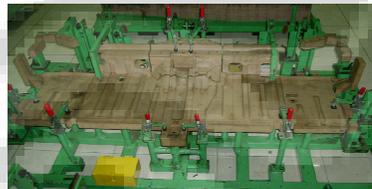
3. Mengembangkan karakter mulia sebagai fondasi budaya kerja
4. Berkomitmen untuk bekerja dan melayani dengan segenap hati
5. Terus meningkatkan kesejahteraan para pekerja

#### 3.1.4 Produk

PT.ASI setelah hampir 5 tahun berjalan, telah memproduksi bervariasi macam produk. Mulai dari produk *stamping*, produk *welding*, produk tool making dan produk tabung gas. Produk yang diambil sebagai objek penelitian adalah produk Y-2005/6 Produk ini (*R/F Body Front Pillar Lower R/L*) merupakan 2 produk yang identik yaitu Y-2005 dan Y-2006 yang diproduksi secara bersamaan (kiri dan kanan). Jumlah permintaan produk ini adalah 21000 unit untuk permintaan bulan Mei. Produksi/hari untuk produk ini yaitu sekitar 955 unit berdasarkan *leveling production* yaitu 21000 unit dibagi 22 hari kerja dalam 1 bulan. Tetapi karena *lot* dari *raw material* adalah 200 unit dan *lot* dari *pallet* adalah kelipatan 50 maka produksi Y-2005/6 dibulatkan menjadi 1000 unit/hari.



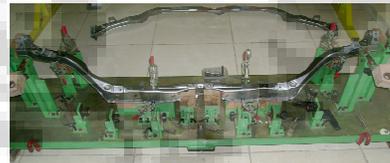
**PLATE S/A SIDE FRAME WELDING JIG**



**CHECKING FIXTURE PANEL HEADER**



**PANEL HEADER WELDING JIG**



**CHECKING FIXTURE SUB ASSY RAD UPR CTR**

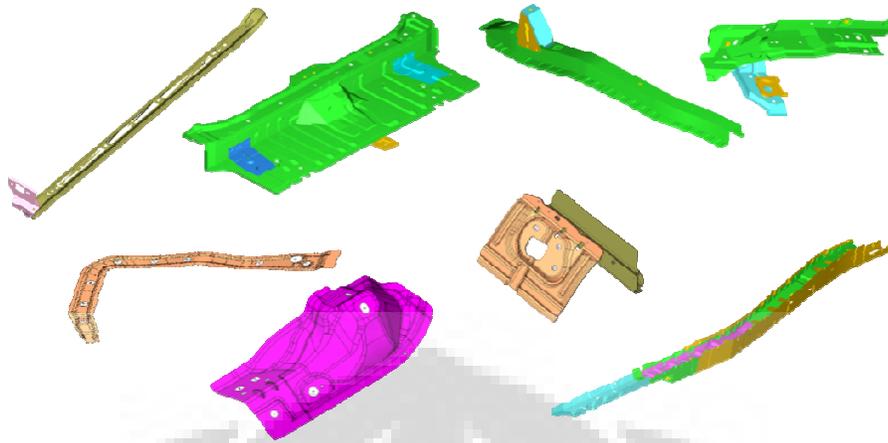


**SUPPORT, RADIATOR, UPR RH**



**PILLAR COMP REAR, CENTER INNER**

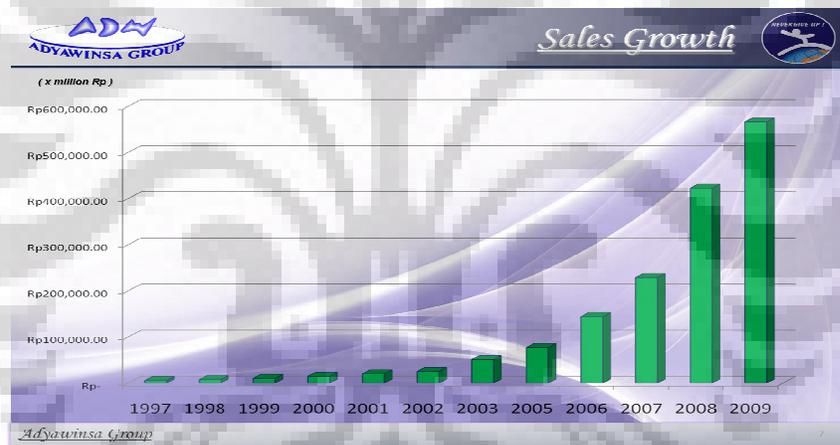




**Gambar 3.3** Beberapa produk PT.ASI

(Sumber: PT.ASI)

### 3.1.5 Pertumbuhan Penjualan Perusahaan



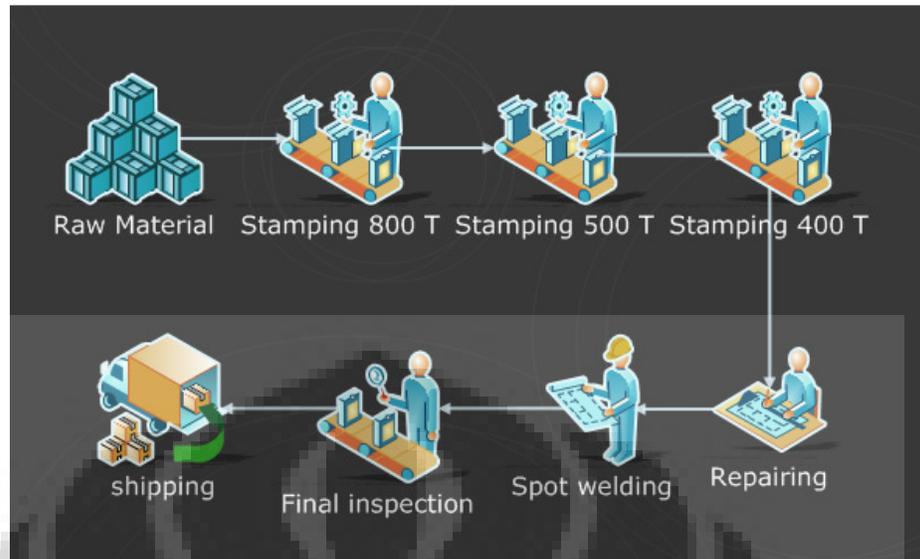
**Gambar 3.4** Grafik pertumbuhan penjualan PT.ASI

(Sumber: PT.ASI)

## 3.2 Pengumpulan Data

### 3.2.1 Gambaran Umum Proses Produksi

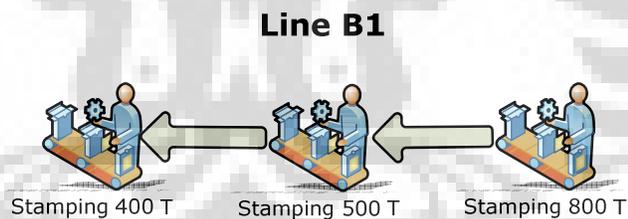
Alur proses produksi yang dilalui oleh Y-2005/6 dapat dilihat dalam bagan dibawah ini:



**Gambar 3.5** Alur proses produksi Y-2005/6 di PT.ASI

(Sumber: PT.ASI)

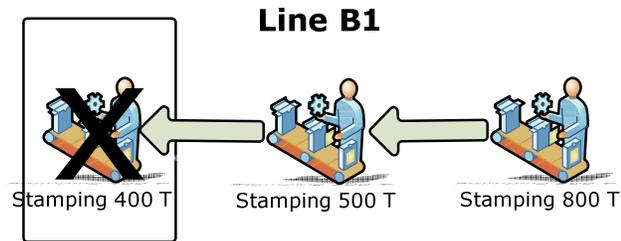
Pada awalnya proses *stamping* 800T, 500T dan 400 ton ini berada pada *line* B1 dan proses produksi berlangsung secara *line* (*continuous flow*) menggunakan *conveyor* antara *stamping* 800T-*Stamping* 500T-*Stamping* 400T.



**Gambar 3.6** *Line* B1 divisi *stamping* PT.ASI (sebelum mesin rusak)

(Sumber : PT.ASI)

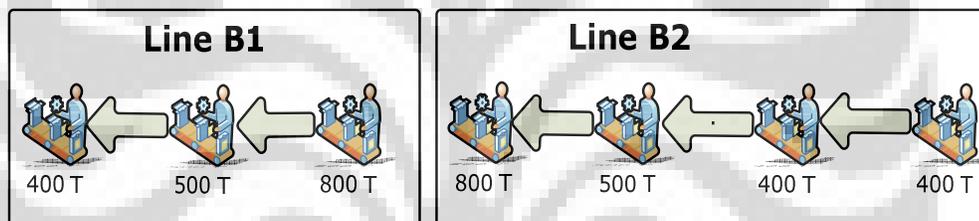
Tetapi pada awal bulan Juni terjadi kerusakan pada mesin *Stamping* 400 T yang menyebabkan *line* produksi terganggu.



**Gambar 3.7** Line B1 setelah terjadi kerusakan mesin *stamping* 400 T

(Sumber: PT.ASI)

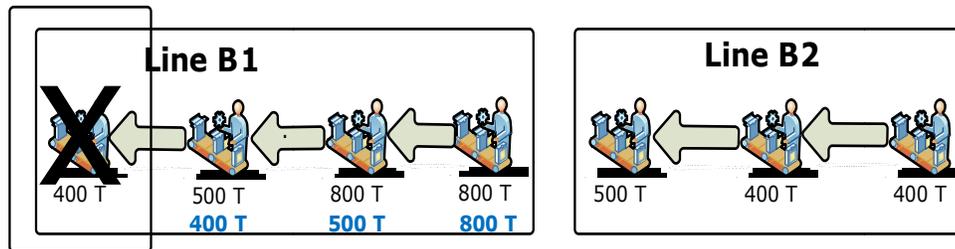
Oleh karena itu alur proses produksi berubah karena produksi harus tetap dijalankan sedangkan mesin *stamping* 400 T mengalami *breakdown*. Didalam area yang sama terdapat area *line* B2 yang bersebelahan dengan *line* B1, dimana di *line* B2 itu sendiri terdapat 4 mesin *stamping* yaitu 800T,500T,400T,dan 400T.



**Gambar 3.8** Area *line* B1 dan B2 divisi *stamping* PT.ASI

(Sumber: PT.ASI)

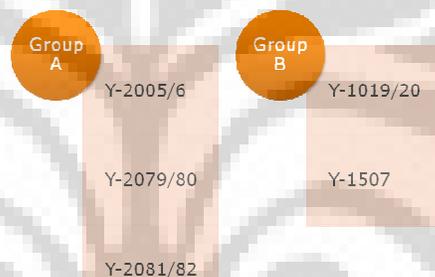
Jadi proses *stamping* 1 yang pada awalnya terjadi di mesin *stamping* 800 T di *line* B1 dipindah ke mesin *stamping* 800 T yang berada di *line* B2 dengan tonase 800 ton yang berdampak ke proses selanjutnya sehingga proses *stamping* 2 yang terjadi pada mesin *stamping* 500T di *line* B1 dipindah ke mesin *stamping* 800T di *line* B1 dengan tonase 500 ton dan proses *stamping* 3 yang terjadi pada mesin *stamping* 400T di *line* B1 dipindah ke mesin *stamping* 500T yang berada di *line* B1 dengan tonase 400T. Tonase pada mesin *stamping* dapat disesuaikan dengan proses *stamping* dengan tonase yang lebih rendah tetapi tidak berlaku sebaliknya.



**Gambar 3.9** Penggabungan departemen *stamping* line B1 dan line B2

(Sumber: PT.ASI)

Proses produksi pada *line* B1 ini dibagi kedalam 2 group. Pembagian kelompok ini berdasarkan jumlah shift. Pembagian shift untuk produksi di *line* B1 bergantian setiap minggunya. Pembagian produk yang dihasilkan dimasing-masing group dapat terlihat seperti bagan dibawah ini:



**Gambar 3.10** Pembagian group kerja untuk shift pagi dan malam

(Sumber: PT.ASI)

### 3.2.2 Data workstation

#### 3.2.2.1 *Stamping* 800 T

Proses *stamping* 800 T ini merupakan proses yang pertama setelah *raw material* dari *warehouse* diantarkan ke bagian produksi. Mesin *stamping* 800 T yang berada dalam *line* B2 (dikarenakan rusaknya mesin *stamping* 400 T maka pengerjaan proses *stamping* 800 ton dialihkan ke mesin *stamping* ini) memiliki kapasitas 1 unit setiap kali stroke. Mesin *stamping* 800 T ini memiliki kapasitas tonase sampai dengan 800 ton dan berfungsi untuk melakukan proses *pressing* pada *raw material* berupa lempengan baja dengan tekanan 800 ton.

Operator yang menjalankan proses *stamping* 800T ini berjumlah 4 orang. 2 orang bertugas untuk mengambil *raw material* Y-2005/6 yang terletak dalam

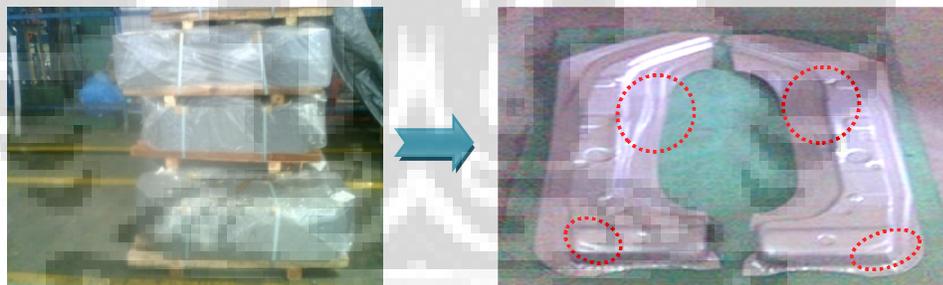
*pallet* (1 orang mengambil *raw material* untuk sebelah kiri dan 1 orang untuk sebelah kanan), 2 orang lagi bertugas untuk mengangkat hasil *pressing* dari mesin dan menaruhnya ke *pallet* yang telah tersedia (1 orang untuk hasil *pressing* 800 ton sebelah kiri dan 1 orang lagi untuk sebelah kanan).



**Gambar 3.11** *Workstation stamping 800 T*

(Sumber: PT.ASI)

Hasil dari proses *stamping 800 T* ini adalah *WIP* yang akan diproses pada proses *stamping* berikutnya yaitu proses *stamping* dengan tonase 500 T dengan menggunakan forklift. *Part WIP* akhir hasil *stamping 800 T* ini ditaruh dalam sebuah *pallet* yang memiliki *lot size* sebesar 100 unit/*lot* dan kapasitas inventori *WIP* akhirnya adalah sebesar 1 *lot pallet* (100 unit).



**Gambar 3.12** *WIP awal dan WIP akhir workstation stamping 800 T*

(Sumber: PT.ASI)

### 3.2.2.2 *Stamping 500 T*

Setelah *raw material* melewati proses *stamping 800 T* pada mesin *workstation stamping 800 T* maka hasil *WIP* tersebut dibawa ke proses *stamping* yang kedua yaitu *stamping 500 T*. Karena kerusakan mesin yang telah dibahas sebelumnya maka proses *stamping* dengan tonase 500 ton ini dikerjakan pada mesin *stamping 800 T* yang memiliki kapasitas 1 unit/stroke. Mesin *stamping 800 T* ini yang terletak di *line B1* memiliki kapasitas tonase sampai dengan 800 ton.

Mesin *stamping* 800 T ini berfungsi untuk melakukan proses *pressing* pada *WIP* hasil *stamping* 800 T dengan tekanan 500 ton.

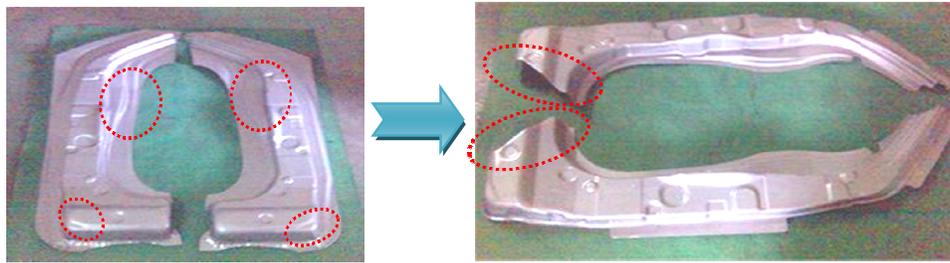
Operator yang menjalankan proses *stamping* 500 T ini berjumlah 4 orang. 2 orang bertugas untuk mengambil *WIP* dari inventori proses *stamping* 800 T yang terletak dalam *pallet* (1 orang mengambil *WIP* untuk sebelah kiri dan 1 orang untuk sebelah kanan) dan sekaligus mengambil hasil potongan/*scrap* hasil *pressing* dan ditaruh dalam tanki *scrap*. Salah satu dari 2 orang tersebut bertugas untuk menekan tombol mesin yang menginstruksikan mesin untuk melakukan proses *pressing* pada *WIP* yang telah ditaruh pada *dies*. 2 operator lainnya bertugas untuk mengangkat hasil *pressing* dari mesin dan menaruhnya ke *pallet* yang telah tersedia (1 orang untuk hasil *pressing* 500 ton sebelah kiri dan 1 orang lagi untuk sebelah kanan) dan sekaligus mengambil sisa potongan hasil *pressing* (*scrap*) yang berada disekitar jangkauannya.



**Gambar 3.13** *Workstation stamping* 500 T

(Sumber: PT.ASI)

Hasil dari proses *stamping* 500 T ini adalah *WIP* yang akan diproses pada proses *stamping* berikutnya yaitu proses *stamping* dengan tonase 400 T dengan menggunakan forklift dan dibawa dalam sebuah *pallet* yang memiliki *lot* sebesar 100 unit/*pallet* dan kapasitas *WIP* akhir di *stamping* 500 T ini adalah 1 *pallet* atau 100 unit.



**Gambar 3.14** WIP awal dan WIP akhir workstation stamping 500T

(Sumber: PT.ASI)

### 3.2.2.3 Stamping 400 T

Proses *stamping* 400 T merupakan proses ketiga dalam *line* B1 departemen *stamping*. Karena kerusakan mesin yang telah dibahas sebelumnya maka proses *stamping* dengan tonase 400 ton ini dikerjakan pada mesin *stamping* 500 T yang memiliki kapasitas 1 unit/stroke. Mesin *stamping* 500 T ini yang terletak di *line* B1 memiliki kapasitas tonase sampai dengan 500 ton. Mesin *stamping* 500 T ini berfungsi untuk melakukan proses *pressing* pada WIP hasil *stamping* 500 T dengan tekanan 400 ton.

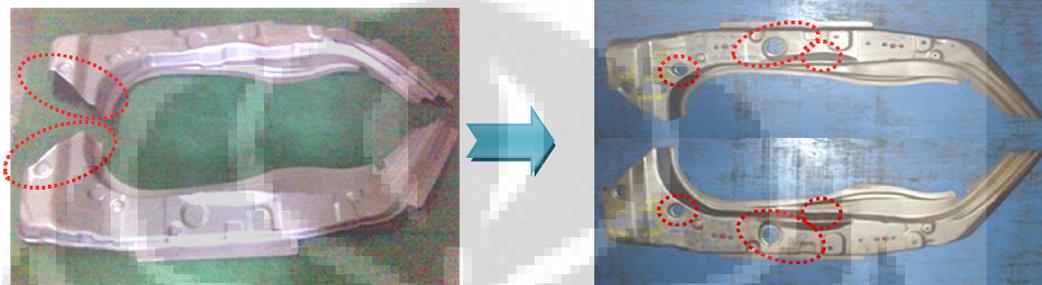
Operator yang menjalankan proses *stamping* 400 T ini berjumlah 4 orang. 2 orang bertugas untuk mengambil WIP dari inventori proses *stamping* 500 T yang terletak dalam *pallet* (1 orang mengambil WIP untuk sebelah kiri dan 1 orang untuk sebelah kanan). Salah satu dari 2 orang tersebut bertugas untuk menekan tombol mesin yang menginstruksikan mesin untuk melakukan proses *pressing* pada WIP yang telah ditaruh pada *dies*. 2 operator lainnya bertugas untuk mengangkat hasil *pressing* dari mesin dan menaruhnya ke *pallet* yang telah tersedia (1 orang untuk hasil *pressing* 500 ton sebelah kiri dan 1 orang lagi untuk sebelah kanan) dan sekaligus mengambil sisa potongan hasil *pressing* (*scrap*) yang berada disekitar jangkauannya.



**Gambar 3.15** Workstation stamping 400 T

(Sumber: PT.ASI)

Hasil dari proses *stamping* 400 T ini adalah *WIP* yang akan dipilih secara acak untuk dilakukan pengecekan dan proses *repairing* apabila ditemukan cacat yang tidak sesuai dengan standard yang telah ditetapkan. *WIP* dari *stamping* 400 T ini ditaruh di *pallet* yang memiliki *lot* 50 unit/*pallet* dan inventori *WIP* akhir sebesar 100 unit/*part* dan dibawa ke bagian *repairing* menggunakan forklift.



**Gambar 3.16** *WIP* awal dan *WIP* akhir workstation stamping 400T

(Sumber: PT.ASI)

#### 3.2.2.4 *Repairing*

Setelah melalui 3 kali proses *pressing* di mesin *stamping line* B1 maka *WIP* sementara tersebut akan di bawa ke *departemen welding* ke *spot welding station* untuk di tambahkan *nut*. Tetapi sebelum dibawa ke *spot welding station*, hasil *WIP* sementara dari proses *stamping* 400 T itu akan diinspeksi dahulu untuk memastikan tidak ada cacat. Tetapi jika ketika diinspeksi dan ditemukan cacat yang tidak sesuai dengan standard maka *WIP* tersebut akan direpair ditempat *repairing* yang memakan waktu sekitar 15 detik (termasuk pemilihan *part*, pengambilan *part*, dan penaruhan *part* hasil *repairing*) dan waktu *repairing* sendiri rata-rata 8 detik. Setelah proses *repairing part* *WIP* ini akan menunggu untuk dijemput oleh forklift dari area *WIP* sementara untuk dibawa ke area *WIP* sementara sebelum diproses di *spot welding* atau *final inspection* .



**Gambar 3.17** *Workstation Repairing*

(Sumber: PT.ASI)

### 3.2.2.5 *Spot welding*

Stasiun kerja *spot welding* ini merupakan stasiun kerja terakhir yang akan menambah nilai dari *raw material*. Di *workstation* ini, *WIP* dari proses *stamping* akan di tambahkan *nut* sesuai permintaan dari *customer*. Tetapi tidak semua *part WIP* tersebut ditambahkan *nut* yaitu hanya 90 % dari total seluruh produksi/hari tersebut. Contoh jika produksi produk Y-2005/6 sebanyak 1000 unit maka 900 unit *WIP* dari proses *stamping* akan masuk ke stasiun kerja *spot welding* untuk di beri *nut*. Tetapi 100 unit sisanya akan langsung dibawa ke *final inspection* yang selanjutnya masuk ke *shipping area*. Penentuan ini berdasarkan *demand* dari *customer*.



**Gambar 3.18** *Workstation Spot welding*

(Sumber: PT.ASI)

Stasiun kerja *spot welding* ini merupakan bagian dari *departemen welding*. *Workstation* ini memiliki kapasitas 1 unit untuk setiap *spot*. Jumlah operator di *workstation* ini ada 3 operator. 1 operator bertugas untuk memindahkan *part WIP* dari *pallet* ke mesin *spot welding*. 1 operator lainnya bertugas untuk mengoperasikan mesin dan menambahkan *nut* pada *WIP* melalui mesin *welding*

tersebut. 1 operator terakhir bertugas untuk menaruh hasil *WIP spot welding* ke *pallet* yang telah tersedia (kapasitas *pallet* = 50 unit/*pallet*) dan melakukan pengecekan terhadap setiap hasil *WIP* akhir. Maksimum inventori *WIP* akhir di *workstation spot welding* ini adalah sebanyak 100 unit atau 2 *pallet*.

### 3.2.2.6 Final inspection

Untuk *part* Y-2005/6 yang tidak memakai *nut*, maka *part* akan langsung diambil dari area *WIP* sementara untuk dibawa ke area *final inspection*. Di area *final inspection* maka *part* yang dibawa dalam *pallet* akan dirandom secara acak untuk diinspeksi dalam segi kualitas maupun kuantitasnya. Setelah diinspeksi maka apabila *part* yang diambil dari area *WIP* sementara sudah tepat sesuai permintaan maka *finished good* ini akan dipersiapkan untuk ditarik oleh operator *handlift* dari *departemen shipping*. Jumlah operator yang melakukan inspeksi adalah 1 orang dan rata-rata inspeksi yaitu sebesar 4 detik/*part*.



**Gambar 3.19** *Workstation Final inspection*

(Sumber : PT.ASI)

### 3.2.2.7 Shipping

Proses *shipping* merupakan proses terakhir yang dilalui oleh *part* Y-2005/6 sebelum sampai di tangan *customer*. Pada proses *shipping* ini, *part* Y-2005/6 akan disiapkan sesuai dengan *demand* dari *customer*. Jumlah inventori *finished good (safety stock)* di daerah *shipping* ini dipersiapkan sebanyak 1.5 hari atau sekitar 1500 unit yang terbagi di area inventori *shipping* dan di area persiapan keberangkatan. Di area inventori *shipping* dibedakan antara *part*

*finished good* Y-2005/6 yang pakai *nut* dan *part* Y-2005/6 yang tidak memakai *nut*. Di area persiapan keberangkatan, *part finished good* Y-2005/6 ini dipersiapkan sesuai perusahaan (*customer*) dan sesuai waktu dan jumlah setiap *cycle* keberangkatan (*cycle issue*).



**Gambar 3.20** Shipping Area PT.ASI

(Sumber : PT.ASI)

### 3.2.3 Cycle time

Data mengenai *cycle time* ini diperlukan sebagai *input* dalam perancangan *proposed value stream map*. *Cycle time* ini dijadikan sebagai patokan *value-added time* dari keseluruhan proses produksi untuk memproduksi *part* Y-2005/6 (R/F Body Front Pillar Lower R/L). *Cycle time* ini diperoleh melalui *time study* yang dilakukan untuk setiap *workstation* yang melakukan proses produksi secara berulang dan terus-menerus. Metode *time study* yang digunakan adalah *stopwatch time study*. Dibawah ini merupakan data *time study* pada *workstation stamping* 800T, 500T, 400T dan *spot welding*.

**Tabel 3.1** Data *time study workstation*

No	Stamping			Spot Welding
	800 T	500 T	400 T	
1	5.38	8.37	7.4	4.37
2	9.12	6.44	10.37	6.4
3	8.39	6.79	8.85	6.19
4	6.37	7.34	6.99	6.08
5	7.6	8.06	6.33	4.93
6	6.69	6.15	5.91	6.93
7	6.83	5.33	9.76	6.06
8	7.66	6.17	7.5	5.88
9	8.35	6.34	10.4	6.41
10	10.38	7.35	6.84	5.61
11	12.01	7.22	10.16	4.51
12	6.48	7.17	6.76	6.36
13	10.05	4.57	6.7	5.71
14	7.95	5.48	7.55	5.04
15	6.76	8.28	7.65	6.66
16	8.15	7.73	6.07	8.62
17	8.85	8.55	7.27	6.25
18	12.42	7.17	6.13	5.2
19	7.48	7.5	11.48	8.52
20	6.71	6.71	7.99	5.48
21	7.03	8.35	8.98	6.29
22	8.65	7.77	7	8.95
23	7.46	6.98	6.41	5.81
24	7.54	7.1	6.21	6.81
25	7.37	7.35	6.27	5.78
26	6.45	5.33	7.5	5.75
27	6.7	5.69	5.83	5.26
28	11.42	5.75	9.46	6.14
29	6.81	9.36	7.88	4.8
30	8.15	6.71	6.81	5.04

Setelah data terkumpul maka dilakukan uji keseragaman data.

Uji Keseragaman Data :  $BKA = \bar{x} + (k\sigma)$

$$BKB = \bar{x} - (k\sigma)$$

Berdasarkan uji keseragaman data maka didapat BKA (Batas Kontrol Atas) dan BKB (Batas Kontrol Bawah) sebagai berikut:

**Tabel 3.2** BKA dan BKB setiap *workstation*

	BKA	BKB
<b>800T</b>	11.48179446	4.598872203
<b>500T</b>	9.189519163	4.751147504
<b>400T</b>	10.78007237	4.583927629
<b>spot</b>	8.277006242	3.845660425

Dan berdasarkan data yang telah diperoleh ternyata terdapat beberapa data yang berada diluar BKA dan BKB maka setelah dikurangi dan dihitung kecukupan data dengan rumus:

Uji Kecukupan Data :

$$\frac{\text{---}}{\text{---}}$$

, maka didapat hasil seperti terlihat dibawah ini:

**Tabel 3.3** Data hasil uji kecukupan data untuk setiap *workstation*

WS	N'	N	cukup
<b>800T</b>	0.028860077	28	yes
<b>500T</b>	0.017810953	28	yes
<b>400T</b>	0.03305886	29	yes
<b>spot</b>	0.013735417	27	yes

Setelah melakukan uji keseragaman dan kecukupan data, maka dilakukan proses rating pada setiap *workstation* dengan metode *Westinghouse rating*.

Skill			Effort		
+0.15	A1	Superskill	+0.13	A1	Excessive
+0.13	A2		+0.12	A2	
+0.11	B1	Excellent	+0.10	B1	Excellent
+0.08	B2		+0.08	B2	
+0.06	C1	Good	+0.05	C1	Good
+0.03	C2		+0.02	C2	
0.00	D	Average	0.00	D	Average
-0.05	E1	Fair	-0.04	E1	Fair
-0.10	E2		-0.08	E2	
-0.16	F1	Poor	-0.12	F1	Poor
-0.22	F2		-0.17	F2	
Conditions			Consistency		
+0.06	A	Ideal	+0.04	A	Perfect
+0.04	B	Excellent	+0.03	B	Excellent
+0.02	C	Good	+0.01	C	Good
0.00	D	Average	0.00	D	Average
-0.03	E	Fair	-0.02	E	Fair
-0.07	F	Poor	-0.04	F	Poor

**Gambar 3.21** *Westinghouse rating*

Berdasarkan hasil pengamatan langsung dilapangan dan diskusi dengan pihak operator maka didapat rating untuk masing-masing *workstation* sebagai berikut:

**Tabel 3.4** Hasil *Westinghouse rating* untuk setiap *workstation*

Rating	Stamping 800 T			Stamping 500 T			Stamping 400 T			Spot Welding		
skill	B2	0.08	upper good	B2	0.08	upper good	B2	0.08	upper good	B2	0.08	upper good
effort	E1	-0.04	fair	D	0.00	average	E1	-0.04	fair	C1	0.05	good
condition	D	0.00	average	D	0.00	average	D	0.00	average	D	0.00	average
consisten	E	-0.02	fair	E	-0.02	fair	E	-0.02	fair	C	-0.02	fair
Total	1.02			1.06			1.02			1.11		

Dengan nilai rating untuk setiap *workstation* yang didapat maka kita akan mendapatkan normal *time* dengan rumus :

$$\text{Normal Time (NT)} = \text{total Rating} \times \text{Observed Time (OT)}$$

Selanjutnya setelah didapat Normal *Time* untuk setiap *cycle* maka hasil rata-rata dari total Normal *Time* ini dapat digunakan untuk mencari Standard *Time* (ST) dengan rumus :

$$\text{Standard Time (ST)} = \text{Allowances} \times \text{Average Normal Time}$$

**Tabel 3.5** Hasil pengolahan data *time study* untuk setiap *workstation*

Total OT	216.78	195.18	218.98	155.75
Rating	102	106	102	111
No. Observations	28	28	29	27
Average NT	7.90	7.39	7.70	6.40
% Allowance	10	10	10	10
Elemental ST	8.69	8.13	8.47	7.04
No. Occurrences	1	1	1	1
<b>Standard Time (ST)</b>	<b>8.69</b>	<b>8.13</b>	<b>8.47</b>	<b>7.04</b>
Total Standard Time (sum standard time for all elements):				32.33

### 3.2.4 Data Produksi

#### 3.2.4.1 Demand

Dibawah ini merupakan data *demand* untuk setiap produk yang dihasilkan pada *line B1 departemen stamping* :

**Tabel 3.6** Data permintaan semua produk pada divisi *stamping line B1*

No	Product	Description	Monthly Demand for April	Daily demand
1	Y-2005	Reinf Front Body Lower RH	21000	955
2	Y-2006	Reinf Front Body Lower LH	21000	955
3	Y-2079	Panel Quarter Inner RH	5800	264
4	Y-2080	Panel Quarter Inner LH	5800	264
5	Y-2081	Panel Quarter Inner RH	16000	728
6	Y-2082	Panel Quarter Inner LH	16000	728
7	Y-1019	Apron Front Fender RH	21000	955
8	Y-1020	Apron Front Fender LH	21000	955
9	Y-1507	R/F Dash Panel Computer	25000	1137

(Sumber : PT.ASI)

#### 3.2.4.2 Working Days

- Jumlah hari kerja (bulan Mei) = 22 hari
- Hari kerja = hari senin-jumat
- Jam kerja =
  - *Shift* pagi : 07.30 – 16.30
    - Makan siang : 12.00 – 12.45
    - Start up meeting* : 07.20 – 07.30
  - *Shift* malam : 20.30 – 04.00
    - Makan malam : 12.30 – 13.00
    - Start up meeting* : 08.20 – 08.30

- Hari sabtu dan minggu libur
- *Overtime*

Sabtu pagi : 07.30 – 15.15

Sabtu malam : 08.30 – 12.00

Minggu pagi : 07.30 – 12.00

### 3.3 Pengolahan data

#### 3.3.1 *Current value stream map*

##### 3.3.1.1 Memilih keluarga produk

Tahap pertama dalam membuat *current value stream map* adalah menentukan keluarga produk atau jenis produk itu sendiri. PT.ASI memproduksi berbagai jenis produk yang disesuaikan dengan kebutuhan *customer*. Seperti yang dijelaskan sebelumnya bahwa PT.ASI memiliki 3 kegiatan bisnis utama yaitu *Automotif pressing and Assemblies*, *Tool Making (Dies, Jigs, and Checking Fixtures)*, dan *Production of LPG (Liquid Petroleum Gas) Boxes*. Dalam penelitian ini ruang lingkup yang dipilih adalah dalam aktivitas bisnis *Automotif pressing and Assemblies* pada divisi *stamping line B1*. Dalam *line B2* divisi *stamping* ini memproduksi beberapa jenis produk seperti yang terlihat pada tabel dibawah ini:

**Tabel 3.7** Keluarga produk pada divisi *stamping Line B1* dan *B2*

No	Product	Description	Product Family	Process						Spot Welding
				Stamping						
				Line 2			Line 1			
1000 T	800 T	800 T	800 T	500 T	400 T					
1	Y-2005	Reinf Front Body Lower RH	1				x	x	x	x
2	Y-2006	Reinf Front Body Lower LH	1				x	x	x	x
3	Y-2079	Panel Quarter Inner RH	2	x	x	x	x	x		x
4	Y-2080	Panel Quarter Inner LH	2	x	x	x	x	x		x
5	Y-2081	Panel Quarter Inner RH	2	x	x	x	x	x		x
6	Y-2082	Panel Quarter Inner LH	2	x	x	x	x	x		x
7	Y-1019	Apron Front Fender RH	1				x	x	x	x
8	Y-1020	Apron Front Fender LH	1				x	x	x	x
9	Y-1507	R/F Dash Panel Computer	1				x	x	x	x

Dalam tabel *production process matrix* diatas kita dapat melihat bahwa ada beberapa produk yang memiliki alur proses produksi yang sama yang digolongkan pada keluarga produk yang sama. Oleh karena itu, proses produksi

yang terjadi pada *line* B1 divisi *stamping* PT.ASI ini dibagi ke dalam 2 family product yaitu:

1. *Family product* Y-2005/6, Y-1019/20, dan Y-1507 yang masing-masing melalui proses *stamping* 800T,500T,400T di *line* B1 departemen *stamping* dan *spot welding* di departemen *welding*.
2. *Family product* Y-2079/80 dan Y-2081/2082 yang masing-masing melalui proses *stamping* 1000T,800T,800T di *line* B2 dan dilanjutkan proses *stamping* 800T,500T di *line* B1 (*departemens stamping*) serta diakhiri dengan proses *spot welding* di departemen *welding*.

Dalam penelitian ini diambil salah satu jenis produk yang akan dianalisis alur proses produksinya dari awal proses pemesanan *raw material* sampai ke proses *shipping*. Produk yang dipilih sebagai objek penelitian yaitu Y-2005/6 dari family product 1 yang ditentukan berdasarkan hasil diskusi dengan manager bagian produksi dan berdasarkan permintaan dari kepala *departemen stamping*.

### 3.3.1.2 Menentukan *Takt time*

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{net available time for identified time period}}{\text{customer demand for the same time period}}$$

Berdasarkan data yang telah didapat maka waktu produksi yang tersedia dalam satu shift kerja (shift pagi) yaitu 8 jam 15 menit atau sama dengan **29700 detik**. Waktu yang tersedia ini digunakan untuk memproduksi 3 jenis pasang *part* seperti yang terlihat pada tabel di bawah ini. Oleh karena itu waktu yang tersedia untuk produk Y-2005/6 sendiri dengan persentase **0.44** dari keseluruhan waktu yang tersedia untuk memproduksi semua *part* dalam shift 1 *line* B1 adalah sebesar **13215.46 detik**. Karena waktu yang digunakan untuk menghitung *takt time* adalah waktu bersih untuk produksi diluar *set up time* dan lain-lain maka *NAT* (*Net Available Time*) untuk produksi produk Y-2005/6 adalah **11715.46 detik** (13215.46 detik – 25 menit waktu *die change*). Dengan rumus *takt time* seperti diatas maka didapat *takt time* untuk produk Y-2005/6 sebesar **11.72 detik**.

**Tabel 3.8** Data pengolahan *takt time*

Part	C/T (detik)	D/C (menit)	P/U	P/T (detik)	persentase	detik	menit	jam	NAT	takt time
2005/6	8.00	25.00	1000.00	9500.00	0.44	13215.46	220.26	3.67	11715.46	11.72
2079/80	9.00	20.00	300.00	3900.00	0.18	5425.29	90.42	1.51	4225.29	14.08
2081/82	9.00	20.00	750.00	7950.00	0.37	11059.25	184.32	3.07	9859.25	13.15
Jumlah	26.00	65.00	2050.00	21350.00	1.00	29700.00	495.00	8.25	25800.00	38.95

### 3.3.1.3 Menentukan *WIP*

*Part WIP (Work In Process)* merupakan *part* sementara hasil dari satu proses yang akan berlanjut ke proses berikutnya sampai menjadi *finished good*. *WIP* yang ada dalam proses dalam satuan unit *part*. Untuk perancangan *Proposed value stream map* maka *WIP* dalam unit ini akan dibagi dengan jumlah produksi per hari sehingga akan menjadi *WIP* dalam satuan hari. Dibawah ini merupakan stok *material* dan *WIP* yang berada antar *workstation* pada satuan waktu tertentu :

**Tabel 3.9** Jumlah inventori (*WIP*, *raw material*, dan *finished good*)

Jenis	Tempat	Jumlah (unit)	Jumlah (hari)
Raw material	warehouse	2000	2
WIP	Stamping 800 T	100	0.1
WIP	Stamping 500 T	100	0.1
WIP	Stamping 400 T	100	0.1
WIP	Repairing	100	0.1
WIP	area hasil repairing	300	0.3
WIP	area <i>WIP</i> sementara	100	0.1
WIP	line spot	100	0.1
Finished good	final inspection	100	0.1
Finished good	shipping	1500	1.5

(Sumber: PT. ASI)

### 3.3.1.4 Menentukan *Set up Time*

*Set up time* atau di PT.ASI sendiri dikenal sebagai *dandori time* adalah waktu yang dibutuhkan *workstation* untuk mengatur mesin agar siap dipakai untuk proses produksi. Dibawah ini merupakan data *dandori time* untuk setiap *workstation* yang terlibat dalam pembuatan produk Y-2005/6.

Tabel 3.10 Waktu *setting* mesin pada setiap *workstation*

Workstation	waktu (menit)
Stamping 800 T	25
Stamping 500 T	25
Stamping 400 T	25
Repairing	1
Final Inspection	1
Spot Welding	3.3

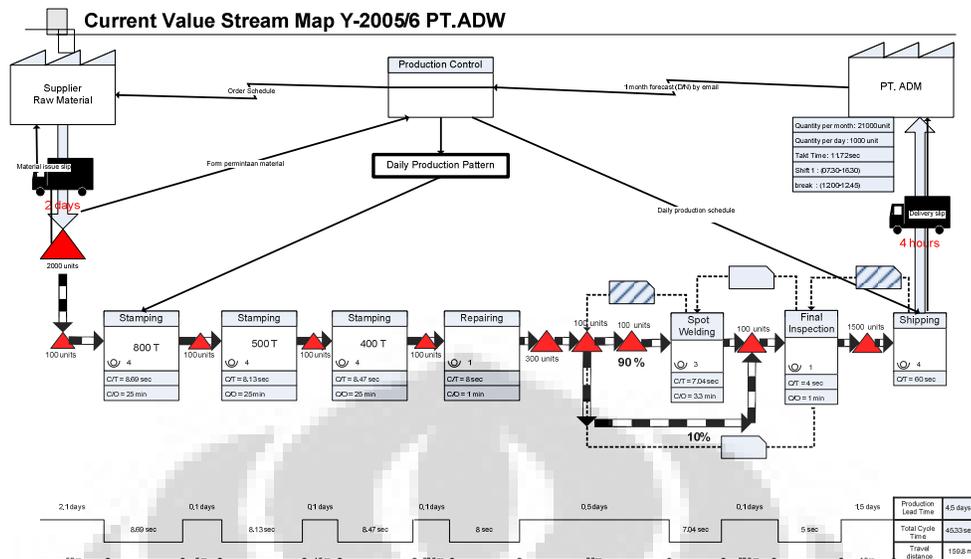
(Sumber : PT. ASI)

Urutan kerja dari *dandori* di *workstation stamping* adalah sebagai berikut:

1. Buka baut yang sudah dip roses
2. Buang *scrab* yang tercecer
3. Pindahkan *die* ke transit *die*
4. Masukkan *die next process*
5. *Setting die* sesuai standard, gunakan pipa *setting/ besi shut height*
6. Ikat *die lower x upper*, jangan terlalu kuat
7. Jalankan *inching* 2-3 kali
8. *Die* diikat baut kuat
9. Try dengan *raw material* yang tersedia
10. *Check quality* dengan QC
11. *Setting auto* untuk maspro

### 3.3.1.5 Pembuatan *current value stream map*

Setelah semua data yang ada telah diolah maka langkah selanjutnya adalah merancang *current values stream map* berdasarkan data-data tersebut. Seperti yang dijelaskan sebelumnya *value stream map* terdiri dari 3 bagian utama yaitu bagian aliran informasi, aliran produksi, dan *timeline*. Melalui gabungan aliran informasi, produksi dan *time line* ini kita dapat mengetahui gambaran umum mengenai alur proses produksi dari produk Y-2005/6 dari proses pemesanan *raw material* sampai ke pengiriman *finished good* kepada *customer*. *Current value stream map* untuk produk Y-2005/6 terlihat seperti gambar dibawah ini:

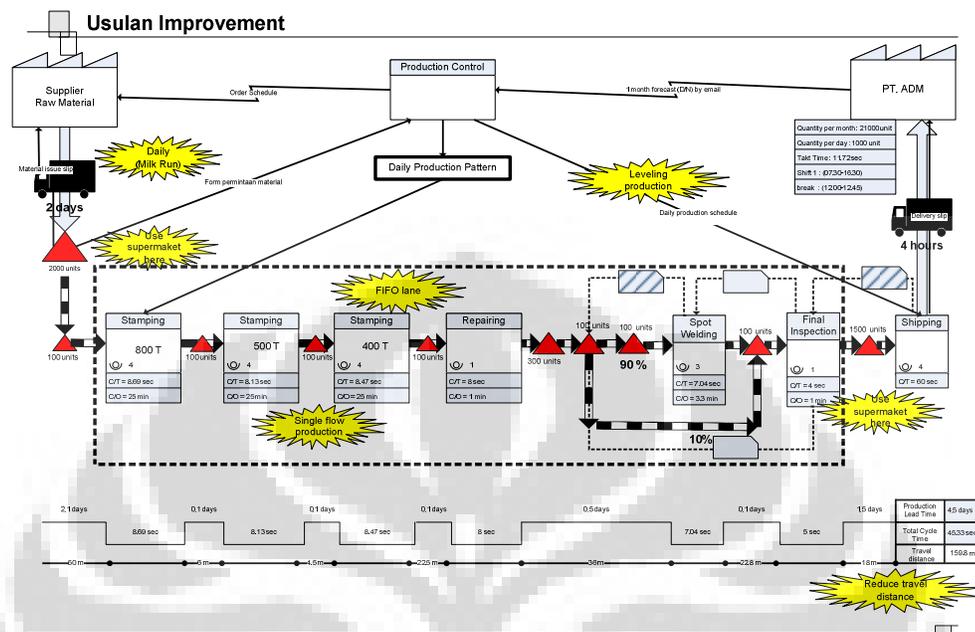


**Gambar 3.22** Current Value Stream Map untuk produk Y-2005/6

### 3.3.2 Usulan *improvement*

Setelah *current state map* terbentuk, maka keseluruhan proses produksi yang berlangsung untuk memproduksi Y-2005/6 dapat terlihat jelas pada peta. Dengan keadaan peta sekarang, maka dapat dilihat terdapat beberapa hal yang tidak sesuai dengan filosofi *lean manufacturing* seperti adanya inventori/WIP berlebihan dalam proses, *production lead time* yang terlalu panjang, adanya *scrap* yang tidak perlu terjadi yang mengakibatkan adanya proses *repairing*, jarak/transportasi yang terlalu jauh antar *workstation*, dan adanya *bottleneck* di proses yang berlangsung. Dari beberapa hal ini kita dapat mengambil suatu langkah untuk mengatasi ketidaksesuaian ini agar keseluruhan proses yang berlangsung dapat sesuai dengan konsep *lean manufacturing* seperti contoh penggunaan supermarket untuk mengatasi *excess* inventori, penggunaan konsep *single continuous flow* dengan *conveyor* untuk mengurangi WIP antar proses dan jarak/transportasi antar proses yang terlalu jauh, *reschedule maintenance* untuk memastikan mesin dapat bekerja dengan baik dan sesuai standard sehingga tidak terjadi lagi *scrap* yang tidak perlu, dan kerjasama dengan pihak supplier mengenai

lot size dan lead time delivery. Usulan *improvement* terhadap masalah-masalah diatas dapat terlihat dalam peta dibawah ini :



**Gambar 3.23** Usulan *improvement* pada *current value stream map*

Beberapa usulan *improvement* yang diusulkan sesuai dengan peta diatas adalah sebagai berikut:

#### 1. Penggunaan supermarket

Supermarket disini digunakan pada 2 tempat yaitu sebagai pengganti *warehouse/ inventori raw material* di *stamping 800 T* dan sebagai pengganti *inventori finished good* di *shipping*. *Raw material* yang datang dari *supplier* ini sendiri dalam satuan *lot* dimana 1 *lot* berjumlah masing-masing 200 unit untuk Y-2005 dan Y-2006 yang ditaruh di atas sebuah *pallet*.

Supermaket 1 yaitu sebagai pengganti *warehouse* dan *inventori raw material* di *stamping 800 T* sebelum diproses berupa ban berjalan (*conveyor*). Kapasitas dari *conveyor* ini untuk menampung 1000 unit *raw material* dikarenakan proses pemesanan *raw material* dari pesan sampai *raw material* tiba di pabrik yaitu selama 1 hari (*milk run delivery*). Penyusunan *raw material* pada *conveyor* menggunakan sistem FIFO sehingga *raw material* yang masuk lebih awal akan keluar masuk ke proses terlebih dahulu. Hal ini

mengurangi biaya akibat kerusakan *raw material* karena teralalu lama disimpan dan untuk menjaga kualitas dari *raw material* itu sendiri. Ukuran dari *raw material* adalah 1.4 mm x 790 mm x 1180 mm (tebal x lebar x panjang). Panjang dari *conveyor* ini adalah 5 kali panjang *pallet* ( $5 \times 120 \text{ cm} = 6 \text{ m}$ ) tempat *raw material* itu ditaruh ( $5 \times 200 \text{ unit} = 1000 \text{ unit}$ ) sedangkan lebar dari *conveyor* ini adalah 2 x lebar dari *pallet* ( $2 \times 80 \text{ cm} = 160 \text{ cm}$ ) untuk *raw material* tersebut (karena satu pasang kiri dan kanan). Ban berjalan ini berbentuk U sehingga memudahkan pergantian *pallet* yang telah kosong. Penarikan *raw material* dari supermarket ini berdasarkan instruksi penarikan yaitu berjumlah 1000 unit setiap hari/50 unit per *pitch*. Instruksi penarikan ini disesuaikan dengan kanban produksi yang diberikan dari supermarket 2. Penarikan *raw material* dari supermarket 1 ini berupa batch penarikan artinya penarikannya dengan *lot size* dari *raw material* itu sendiri yaitu 200 unit ( $4 \times \text{pitch}$ ).



**Gambar 3.24** *Raw material* Y-2005/6 dengan *pallet*nya

(Sumber : PT.ASI)

Untuk supermarket 2 yaitu yang digunakan sebagai pengganti inventori *finished good* di *shipping area* juga berupa ban berjalan (*conveyor*). Tetapi karena *demand* dari *customer* dimana terdapat 2 jenis *part* yaitu Y-2005/6 yang menggunakan *nut* dan yang tidak menggunakan *nut* maka *conveyor* ini dibuat 2 buah. 1 *conveyor* untuk mengangkut *part* Y-2005/6 yang memakai *nut* dan 1 *conveyor* untuk *part* Y-2005/6 yang tidak memakai *nut*. *Part finished good* Y-2005/6 ini ditaruh dalam sebuah *pallet* yang memiliki *lot size* sebesar 50 unit. Ukuran dari *conveyor* 1, panjang =  $18 \times$  lebar *pallet*, lebar = lebar dari *pallet*. Ukuran *conveyor* 2, panjang =  $2 \times$  lebar *pallet*, lebar = lebar dari *pallet*. Penarikan *finished good* dari supermarket ini berdasarkan instruksi

penarikan dari *shipping* area yang sesuai dengan *cycle issue* kedatangan *customer* (waktu dan jumlah). Ketika pada awal produksi ada penarikan *finished good* dari *shipping* area, maka supermarket ini akan mengirimkan instruksi produksi ke *workstation* pertama (*workstation stamping* 800 T). Instruksi penarikan ini diberikan setiap *pitch*nya.



**Gambar 3.25** *Pallet untuk Work In Process (WIP)*

(Sumber : PT.ASI)

## 2. *Single flow process (continuous flow)*

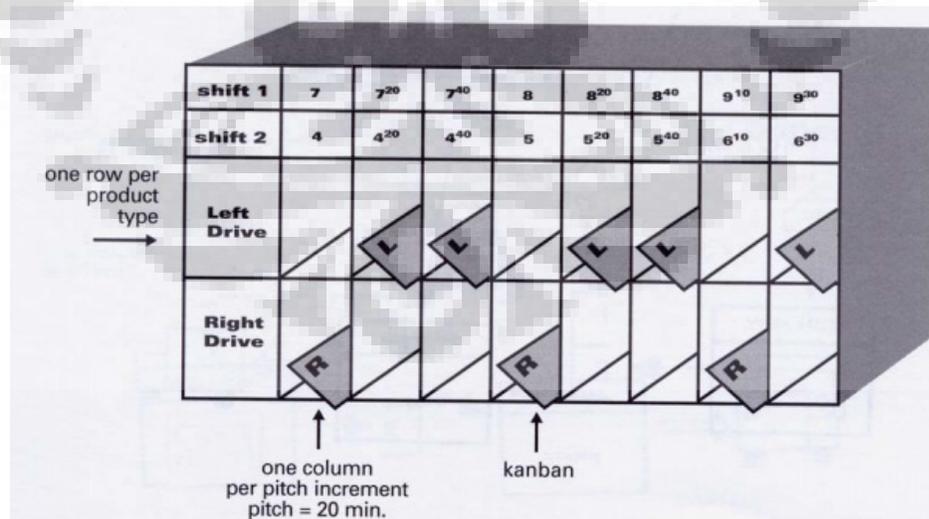
Penerapan *single flow process* ini memiliki banyak sekali keuntungan seperti mengurangi *WIP* antar proses yang terpisah dengan jarak yang cukup jauh, mengurangi area untuk penempatan *WIP*, mengurangi biaya operator forklift untuk mengangkat *part WIP* dari satu *workstation* ke *workstation* berikutnya, mengurangi waktu pengantaran *part WIP* dari satu *workstation* ke *workstation* berikutnya, dan mengurangi *bottleneck*. Untuk penerapan *single flow* proses ini diperlukan *conveyor* yang akan menghubungkan antar satu *workstation* dengan *workstation* berikutnya. Untuk menghindari adanya *bottleneck* dalam penerapan *single flow* proses ini, maka juga perlu dilakukan *line balancing* pada proses tersebut.

Berdasarkan *current state map* didapatkan informasi mengenai *cycle time* dari masing-masing *workstation* dan ternyata terdapat perbedaan *cycle time* proses di masing-masing *workstation*. Oleh karena itu *line balancing* dilakukan dan didapat waktu proses yang dijadikan sebagai *cycle time* dari

*single flow line* proses ini adalah **8.69 detik** mengikuti *cycle time* proses terlama dan ini dijadikan *takt time* produksi untuk produk Y-2005/6. Melalui *takt time* tersebut diketahui bahwa waktu yang tersedia adalah 2.41 jam. Dengan *cycle time* proses tersebut maka kita dapat mengatur panjang dan kecepatan dari *conveyor* disesuaikan dengan kebijakan dari pabrik. Sebagai contoh dengan kecepatan *conveyor* **30 m/m** maka jarak yang dibutuhkan untuk mencapai *WS* berikutnya adalah **4.345 m**. Dengan demikian panjang *conveyor* dapat diatur sepanjang **5 m** (untuk jarak tempuh ditambah dengan panjang dari raw material) dengan lebar sesuai dengan 2 x lebar *raw material* ( $2 \times 79 \text{ cm} = 158 \text{ cm}$ ). Kapasitas dari *conveyor* ini adalah **3 unit**.

### 3. Increment of work (*pitch*)

*Pitch* merupakan ukuran *lot size* kanban produksi dan penarikan dalam satuan waktu. *Pitch* ini merupakan salah satu indikator yang dapat mengidentifikasi apakah konsep *lean* berjalan dengan baik. *Pitch* didapat dengan mengalikan *lot size pallet* yang tersedia dengan *takt time* untuk menghasilkan 1 produk. Dalam penelitian ini yang mengambil produk Y-2005/6, *pitch*nya adalah (8.69 detik x 50 unit) **434 detik** atau sekitar **7.23 menit**. Untuk mendukung implementasi dari sistem *pitch* ini adalah dengan pembuatan *load-leveling box* dan kanbannya seperti dibawah ini.

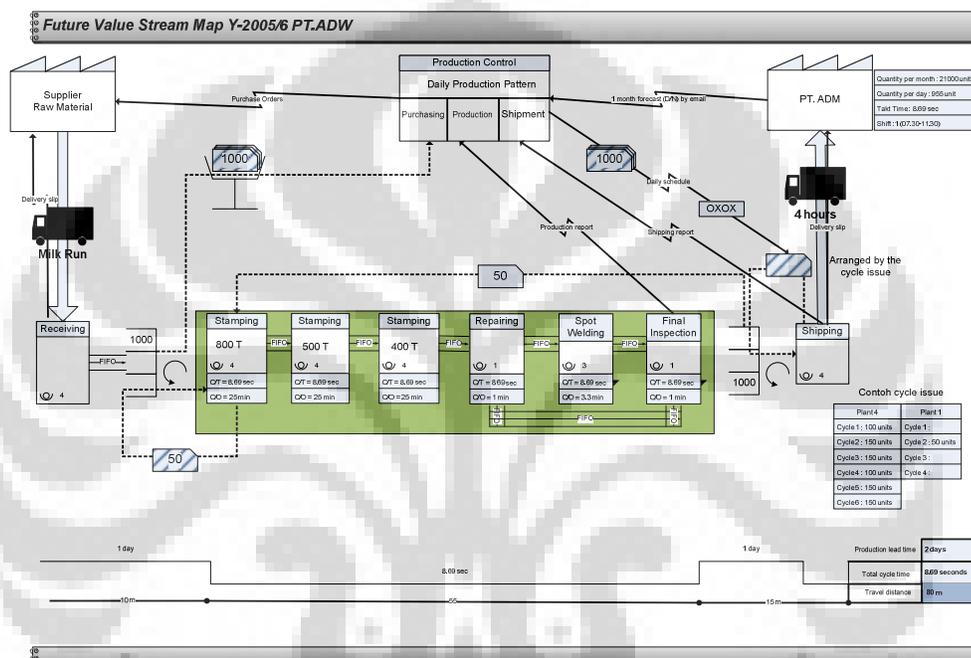


**Gambar 3.26** Load-Leveling Box

(Sumber : Rother, M. and J. Shook. 1999. *Learnig To See*)

### 3.3.3 Proposed Value stream map

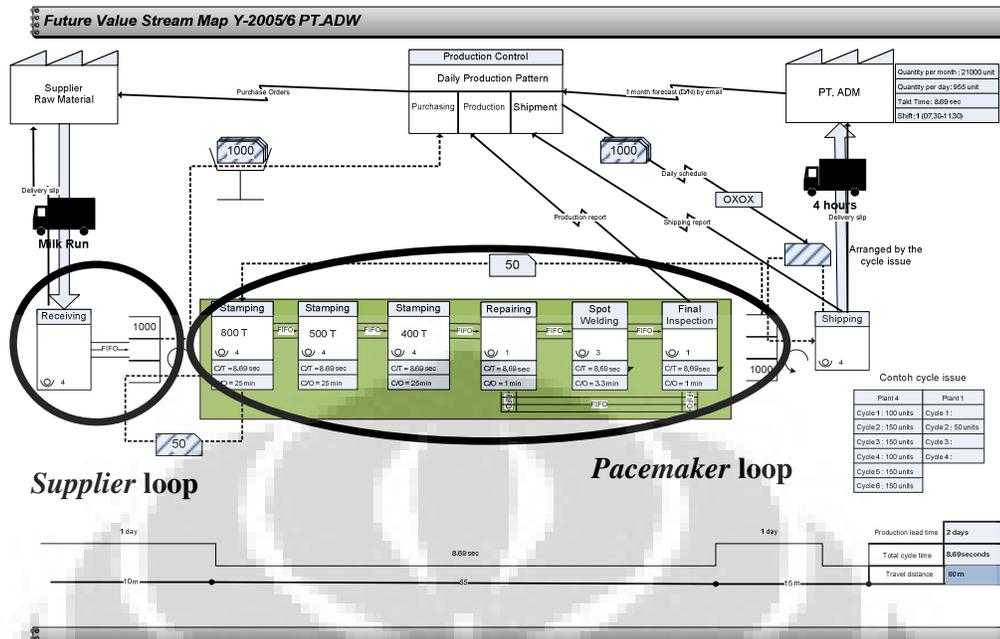
Tahap selanjutnya setelah *current state map* dan usulan *improvement* dibuat adalah merancang *proposed state map* yang mendukung *improvement* yang diusulkan dan sesuai dengan konsep *lean manufacturing*. Dibawah ini merupakan rancangan *proposed state map* berdasarkan usulan *improvement* yang telah disampaikan.



**Gambar 3.27** Proposed Value Stream Map untuk produk Y-2005/6

### 3.3.4 Langkah-langkah penerapan *improvement*

Hal yang sangat sulit apabila penerapan *improvement* seperti yang terlihat pada *proposed state map* dilakukan pada sekali waktu. Oleh karena itu diperlukan tahap-tahap atau langkah-langkah untuk penerapannya. Tahap-tahap implementasi ini bukan berdiri sendiri-sendiri, tetapi satu sama lain saling berhubungan dalam *value stream chain*. Oleh karena itu, tahap implementasi dari *improvement* ini dibagi dalam loops yang dikenal dengan nama “*value stream loops*”. Pada kasus *value stream* produk Y-2005/6 ini terdapat 2 *value stream loops*, yaitu *pacemaker loops* dan *supplier loops*.



**Gambar 3.28** Pacemaker dan supplier loops pada proposed state map

### 3.3.4.1 Pacemaker Loop

*Pacemaker loop* ini meliputi aliran informasi dan material antara customer dengan pacemaker proses dalam hal ini adalah supermarket 2 yang langsung mengirimkan perintah produksi langsung ke workstation awal yaitu stamping 800T.

#### 1. Sasaran

- Merancang aliran yang *continuous* dari stamping 800 T ke final inspection
- Penerapan *continuous improvement* yang terus menerus sehingga dapat mengurangi cycle time
- Mengembangkan sistem tarik (*pull system*) dengan finished-goods supermarket
- Membuat rute antara supermarket dengan line production

#### 2. Target

- Hanya terdapat 1 hari inventori (1000 unit) pada supermarket 2

- Tidak ada inventori (*WIP*) diantara setiap *workstation*
- *Workstation* beroperasi dengan *cycle time* 8.69 detik atau kurang (sesuai *demand rate*)

### 3. Kendala

- Perlunya analisa lebih lanjut mengenai relokasi mesin yang terpisah jauh
- Perlunya analisa *layout* terhadap keseluruhan proses yang ada
- Pembuatan *conveyor* yang menghubungkan antar *workstation*
- Perlunya kerjasama antara *departemen stamping* dan *welding* mengenai *continuous flow* yang telah dirancang

#### 3.3.4.2 *Supplier Loop*

*Supplier loop* ini meliputi aliran informasi dan *material* antara *supplier* dengan *line* produksi (*pacemaker* proses).

##### 1. Sasaran

- Mengembangkan sistem tarik pada supermarket *raw material*
- Memperkenalkan pengantaran harian *raw material* (*milk run*)

##### 2. Target

- Hanya terdapat 1 hari inventori (1000 unit) pada supermarket 1

##### 3. Kendala

- Perlunya kerjasama dengan pihak *supplier* mengenai *lot size raw material* dan *daily delivery*
- Pembuatan *conveyor* yang menghubungkan antara *workstation* dengan supermarket 1

#### 3.3.4.3 Rencana Penerapan Tahunan

Dengan sasaran dari tahap implementasi yang telah ditentukan, maka kita dapat membuat rencanan kerja (*Gantt Chart*) tahunan sehingga implementasi ini

dapat berjalan dengan baik dan dapat di telusuri perkembangannya. Dibawah ini merupakan contoh lembaran penerapan tahunan.

**Tabel 3.11** Rencana Penerapan *Improvement* Tahunan

Product-Family Business Objective	Value Stream Loop	Value Stream Objective	Goal (Measurable)	Yearly-Monthly Schedule												PIC	Related Individual/department	Review Schedule	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			Reviewer	Date
Improve profit and reduce cost in production process Y 2005/6	Pacemaker Loop	1. Merancang aliran yang continuous dari stamping 800 T ke final inspection	zero WIP																
		2. Penerapan continuous improvement yang terus menerus sehingga dapat mengurangi cycle time menjadi kurang dari 8.69 detik	< atau = 8 sec																
		3. Mengembangkan sistem tarik (pull system) dengan finished-goods supermarket	1 day FG inventory																
		4. Membuat rute antara supermarket dengan line production																	
	Supplier Loop	1. Mengembangkan sistem tarik pada supermarket raw material	1 day raw material inventory																
		2. Memperkenalkan pengantaran harian raw material (milk run)	daily delivery																

(Sumber: Rother, M. and J. Shook. 1999. *Learnig To See*)

### 3.3.4.3 Value stream review

Untuk dapat mengevaluasi dan memantau sejauh mana perkembangan rancangan penerapan *proposed state map*, maka kita dapat membuat *value stream review*. Melalui lembaran review ini, kita dapat mengevaluasi proses dan jadwal implementasi apakah telah mencapai target (O), atau masih tertinggal jauh ( $\Delta$ ) atau bahkan tidak berhasil (X). Pada saat proses review selesai, kita perlu memprioritaskan proses atau kegiatan yang tidak berhasil (X). Kita perlu menganalisa akar masalahnya dan merancang rencana penerapan yang baru dan dicoba serta direview kembali. Dibawah ini merupakan contoh lembaran untuk mereview progress dari proses implementasi *proposed state map*.

Tabel 3.12 *Review Sheet*

Product-Family Business Objective	Value Stream Loop	Value Stream Objective	Progress Condition	Goal (Measurable)	Progress Condition	Evaluation	Remaining Problems	Point and Ideas
Improve profit and reduce cost in production process Y-2005/6	Pacemaker Loop	1. Merancang aliran yang continuous dari stamping 800 T ke final inspection		zero WIP				
		2. Penerapan continuous improvement yang terus menerus sehingga dapat mengurangi cycle time menjadi kurang dari 8.69 detik		< atau = 8 sec				
		3. Mengembangkan sistem tarik (pull system) dengan finished-goods supermarket		1 day FG inventory				
		4. Membuat rute antara supermarket dengan line production						
	Supplier Loop	1. Mengembangkan sistem tarik pada supermarket raw material		1 day raw material inventory				
		2. Memperkenalkan pengantaran harian raw material (milk run)		daily delivery				

(Sumber: Rother, M and J. Shook. 1999. *Learnig To See*)

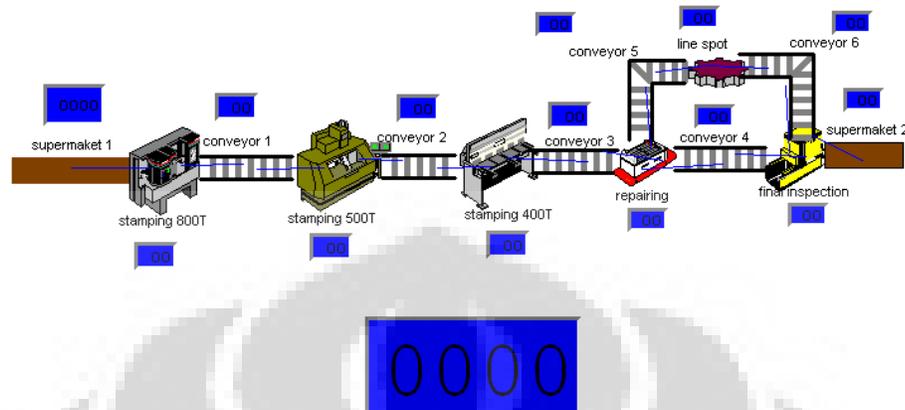
### 3.3.4 Perancangan model

Melalui *current state map* kita telah mengetahui kondisi dari keseluruhan proses produksi Y-2005/6 dalam satu waktu tertentu. *Proposed state map* juga dibuat berdasarkan usulan *improvement* dengan mengacu kepada prinsip *lean manufacturing*. Baik *current state map* dan *proposed state map* keduanya merupakan gambaran statis terhadap proses yang terjadi dalam sebuah *value stream*. Simulasi yang dilakukan pada model yang telah dibuat dapat mengevaluasi perilaku-perilaku dari proses yang berlangsung. Simulasi pada model dapat menunjukkan bagaimana suatu proses tertentu mempengaruhi proses lainnya sehingga kita dapat menentukan dan mengetahui masalah-masalah apa yang terjadi pada proses seperti *bottleneck*.. Simulasi yang digunakan dalam model ini adalah discrete event simulation.

#### 3.3.4.1 Langkah-langkah perancangan model

Perancangan model akhir ini dibuat berdasarkan *proposed state map* yang telah dibuat. Perancangan model akhir ini dibagi kedalam beberapa tahap yaitu penentuan lokasi, entitas, resources (sumber daya), *path network*, interfaces, proses, attribute, dan variable global. Pembuatan model ini menggunakan satuan

waktu detik (s) dan satuan jarak meter (m). Dibawah ini merupakan tampilan dari model akhir yang dibuat berdasarkan *proposed state map*



### 1. Lokasi

Dalam model ini terdapat beberapa lokasi yang dibuat berdasarkan *proposed state map* yang telah disusun sebelumnya. Lokasi pada model ini merupakan semua *workstation*, supermarket dan *conveyor* yang dilalui oleh produk dalam *value stream* untuk memproduksi Y-2005/6. Jumlah lokasi dalam model ini ada 14 lokasi seperti yang terlihat pada tabel dibawah ini:

**Tabel 3.13** Lokasi-lokasi dalam model

Icon	Name	Cap.	Units	Dts...	Stats	Rules...
	supermaket_1	1000	1	None	Time Series	Oldest, FIFO
	stamping_800T	1	1	None	Time Series	Oldest
	conveyor_1	INFINITE	1	None	Time Series	Oldest, FIFO
	stamping_500T	1	1	None	Time Series	Oldest
	conveyor_2	INFINITE	1	None	Time Series	Oldest, FIFO
	stamping_400T	1	1	None	Time Series	Oldest
	conveyor_3	INFINITE	1	None	Time Series	Oldest, FIFO
	repairing	1	1	None	Time Series	Oldest
	conveyor_4	INFINITE	1	None	Time Series	Oldest, FIFO
	final_inspection	1	1	None	Time Series	Oldest
	supermaket_2	1000	1	None	Time Series	Oldest, FIFO
	conveyor_5	INFINITE	1	None	Time Series	Oldest, FIFO
	line_spot	1	1	None	Time Series	Oldest
	conveyor_6	INFINITE	1	None	Time Series	Oldest, FIFO

### 2. Entitas

Entitas merupakan *material* atau produk yang akan diproses pada model tersebut. Dalam model ini terdapat 7 entitas seperti yang terlihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 3.14 Entitas-entitas yang terdapat dalam model

Icon	Name	Speed (mpm)	Stats	Notes...
	raw_material	50	Time Series	
	hasil_stamping_800T	50	Time Series	
	hasil_stamping_500T	50	Time Series	
	hasil_stamping_400T	50	Time Series	
	hasil_repairing	50	Time Series	
	hasil_line_spot	50	Time Series	
	hasil_final_inspection	50	Time Series	

### 3. Path Network

*Path Network* merupakan langkah-langkah proses yang akan dilewati oleh produk dalam aliran prosesnya secara berurutan.

Tabel 3.15 Path network yang terdapat dalam model

Graphic...	Name	Type	T/S	Paths...	Interfaces...	Mapping...	Nodes
	Net1	Passing	Speed & Distance 1	2	2	0	2
	Net2	Passing	Speed & Distance 1	2	2	0	2
	Net3	Passing	Speed & Distance 1	2	2	0	2
	Net4	Passing	Speed & Distance 1	2	2	0	2
	Net5	Passing	Speed & Distance 1	2	2	0	2
	Net6	Passing	Speed & Distance 1	2	2	0	2
	Net7	Passing	Speed & Distance 1	2	2	0	2
	Net8	Passing	Speed & Distance 1	2	2	0	2
	Net9	Passing	Speed & Distance 1	2	2	0	2
	Net10	Passing	Speed & Distance 1	2	2	0	2
	Net11	Passing	Speed & Distance 1	2	2	0	2
	Net12	Passing	Speed & Distance 1	2	2	0	2
	Net13	Passing	Speed & Distance 1	2	2	0	2
	Net14	Passing	Speed & Distance 1	2	2	0	2

### 4. Resources

*Resources* atau sumber daya merupakan semua operator yang berada dalam aliran proses yang bertugas untuk mengoperasikan mesin yang terletak pada *workstation*-nya. Dalam model ini terdapat 21 operator. Beberapa diantaranya ada yang bertugas dalam *workstation* yang sama.

Tabel 3.16 Operator dalam model akhir

Icon	Name	Units	Dts...	Stats	Specs...	Search...	Logic...	Pts...	Notes...
	Operator_stamping_800T	4	None	By Unit	No Network	None	0	0	
	Operator_stamping_500T	4	None	By Unit	No Network	None	0	0	
	Operator_stamping_400T	4	None	By Unit	No Network	None	0	0	
	Operator_repairing	1	None	By Unit	No Network	None	0	0	
	Operator_line_spot	3	None	By Unit	No Network	None	0	0	
	Operator_final_inspection	1	None	By Unit	No Network	None	0	0	

## 5. Proses

Proses dalam model ini merupakan semua kegiatan yang akan dilalui oleh *material* dalam *value stream*. Proses ini disusun secara berurutan sesuai dengan jalur produksinya.

**Tabel 3.17** Proses-proses yang terjadi dalam simulasi

Entity	Location	Process		Routing			Move Logic
		Operation	Blk	Output	Destination	Rule	
raw_material	supermaket_1	move for 0	1	raw_material	stamping_800T	FIRST 1	
raw_material	stamping_800T	USE 4 Operator_stamping_800T FOR 8.69	1	hasil_stamping_800T	conveyor_1	FIRST 1	
hasil_stamping_800T	conveyor_1	move	2*	raw_material	EXIT	FIRST 1	
hasil_stamping_800T	stamping_500T	USE 4 Operator_stamping_500T FOR 8.69	1	hasil_stamping_800T	stamping_500T	FIRST 1	
hasil_stamping_500T	conveyor_2	move	2*	hasil_stamping_500T	conveyor_2	FIRST 1	
hasil_stamping_500T	stamping_400T	USE 4 Operator_stamping_400T FOR 8.69	1	hasil_stamping_500T	EXIT	FIRST 1	
hasil_stamping_400T	conveyor_3	move	2*	hasil_stamping_400T	conveyor_3	FIRST 1	
hasil_stamping_400T	repairing	USE 1 Operator_repairing FOR 8.69	1	hasil_stamping_400T	EXIT	FIRST 1	
hasil_repairing	conveyor_4	move	1	hasil_repairing	repairing	FIRST 1	
hasil_repairing	final_inspection	USE 1 Operator_final_inspection FOR 8.69	1	hasil_repairing	conveyor_4	0.100000 1	
hasil_repairing	line_spot	USE 1 Operator_line_spot FOR 8.69	2*	hasil_repairing	conveyor_5	0.900000	
hasil_line_spot	conveyor_6	move	1	hasil_line_spot	EXIT	FIRST 1	
hasil_line_spot	final_inspection	USE 1 Operator_final_inspection FOR 8.69	1	hasil_line_spot	EXIT	FIRST 1	
hasil_final_inspection	supermaket_2	move for 0	1	hasil_final_inspection	supermaket_2	FIRST 1	
		inc total_output	1	hasil_final_inspection	EXIT	FIRST 1	

(Rother & Shook, 1999)

## 6. Arrival

*Arrival* dalam model ini adalah tingkat kedatangan dari setiap entitas atau *material* yang akan diproses pada masing-masing *workstation*.

**Tabel 3.18** Arrival Rate (tingkat kedatangan) dari raw material dan WIP

Entity...	Location...	Qty Each...	First Time...	Occurrences	Frequency	Logic...	Disable
raw_material	supermaket_1	1000	0	infinite	8700		No
raw_material	stamping_800T	1	0	infinite	8700		No
hasil_stamping_800T	stamping_500T	1	0	infinite	8700		No
hasil_stamping_500T	stamping_400T	1	0	infinite	8700		No
hasil_stamping_400T	repairing	1	0	infinite	8700		No
hasil_repairing	final_inspection	1	0	infinite	8700		No
hasil_repairing	conveyor_5	1	0	infinite	8700		No
hasil_repairing	line_spot	1	0	infinite	8700		No
hasil_line_spot	conveyor_6	1	0	infinite	8700		No
hasil_stamping_400T	conveyor_3	1	0	infinite	8700		No
hasil_stamping_500T	conveyor_2	1	0	infinite	8700		No
hasil_stamping_800T	conveyor_1	1	0	infinite	8700		No

## 6. Atribut

**Tabel 3.19** Atribut yang terdapat dalam model akhir

ID	Type	Classification	Notes...
att1	Integer	Loc	

## 8. Variabel Global

Dalam model ini hanya terdapat 1 variabel global yaitu *total\_output*. Variabel global ini berfungsi untuk menghitung jumlah *output* produksi pada model yang telah dibuat dalam satu periode tertentu yang telah ditentukan sebelumnya. Jumlah total *output* ini akan muncul pada attribute lokasi *total\_output* yang telah dibuat yang ada pada tampilan model.

**Tabel 3.20** Variabel global yang terdapat pada model akhir

Icon	ID	Type	Initial value	Stats	Notes...
Yes	<i>total_output</i>	Integer	0	Time Series, 1	

### 3.3.5 Verifikasi dan validasi model

#### 3.3.5.1 Verifikasi model

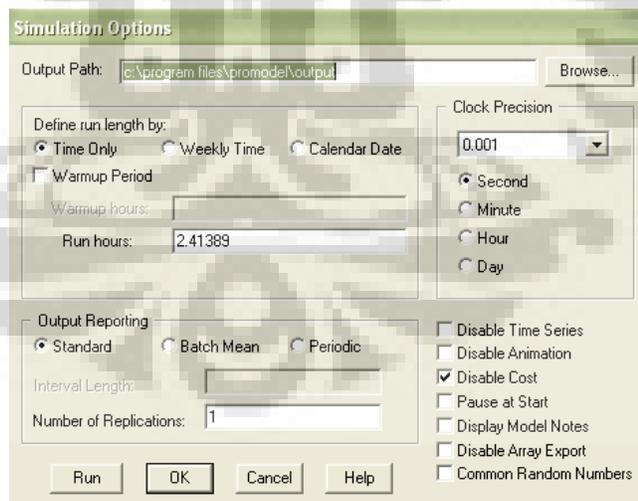
Setelah langkah-langkah perancangan model telah dilakukan seperti yang diatas, maka langkah selanjutnya adalah melakukan verifikasi pada model, apakah model tersebut sudah sesuai dengan *proposed map* yang telah dirancang sebelumnya. Verifikasi dilakukan dengan memeriksa kode pada seluruh operasi proses, entitas dan variabel yang diinginkan, juga dilakukan dengan mengamati jalannya simulasi secara umum, jika tidak muncul *debug* dapat dikatakan *logic* benar. Cara lain yang dapat dilakukan adalah mengamati perilaku sistem yang benar dalam animasi. Model yang dibuat ini digunakan untuk mensimulasikan rantai produksi atau aliran *material* dalam keseluruhan *value stream*. Oleh karena itu pada *proposed state map*, yang disimulasikan adalah pada bagian bawah

(aliran *material*) dari peta yaitu dari *material* yang ada di supermarket 1 masuk ke proses 1 (*workstation stamping* 800 T) sampai *material* itu menjadi *finished good* dan sampai pada proses terakhir di supermarket 2.

Pada model yang telah dibuat juga terdapat 13 lokasi seperti yang ada pada *proposed state map* dan 6 diantaranya berupa *conveyor* yang menghubungkan antar 1 *workstation* dengan *station* berikutnya.

### 3.3.5.2 Validasi model

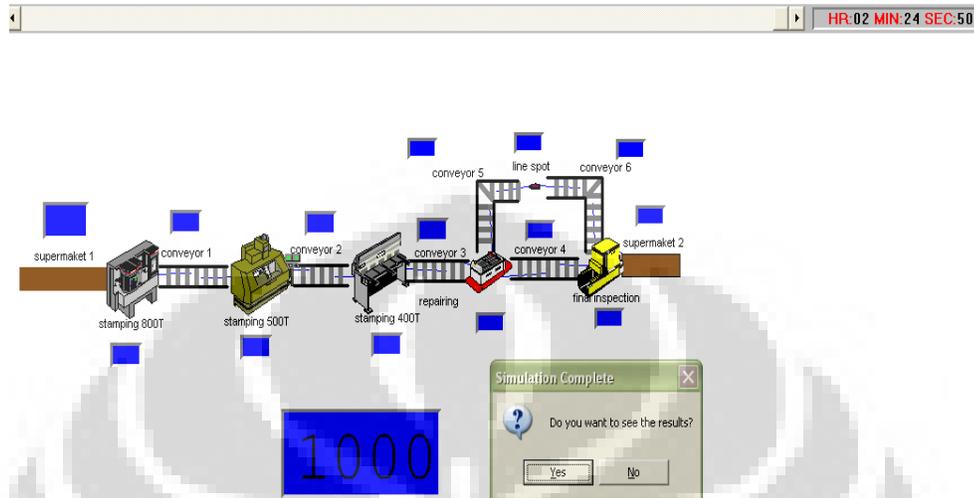
Setelah model melalui proses verifikasi selanjutnya dilakukan uji validasi terhadap model, apakah model tersebut dapat mempresentasikan keadaan yang sebenarnya. Uji validasi yang pertama dapat dilihat dari jumlah *output* produksi. Berdasarkan *proposed state map*, dapat dilihat besarnya *takt time* atau *cycle time* dari *line* produksi adalah **8.69 detik**. Dengan *takt time* ini, apabila jadwal produksi hariannya adalah **1000 unit**, maka waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi 1000 unit tersebut dengan *takt time* 8.69 detik adalah **2.41389 jam/144.83 menit/8690 detik**. Dengan menseting waktu simulasi pada model yang dibuat selama 2.41389 jam, kita dapat menguji validitas dari model apakah sesuai dengan perhitungan manual.



**Gambar 3.29** Tampilan waktu simulasi untuk uji validasi pada model

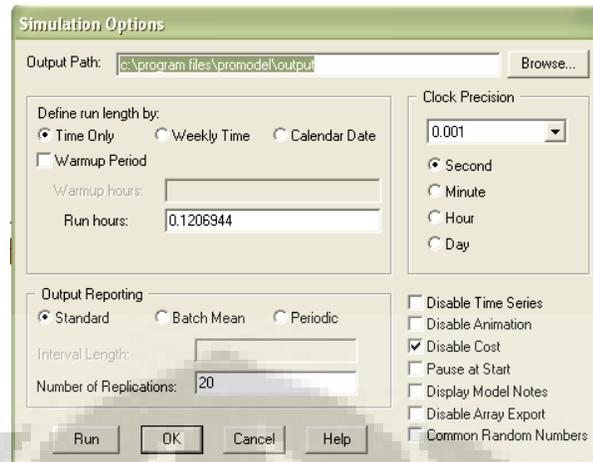
Setelah waktu simulasi *disetting* dan model disimulasikan, maka didapat total *output* produksi pada model selama **2.41389 jam** adalah **1000 unit**. Angka

total *output* produksi ini dapat dilihat pada lokasi *total\_output* pada bagian tengah bawah pada model. Berdasarkan hasil simulasi ini, maka model dapat mempresentasikan keadaan aktual sistem dari segi total *output* produksi.



**Gambar 3.30** Tampilan model pada saat akhir simulasi selama 2.41 jam

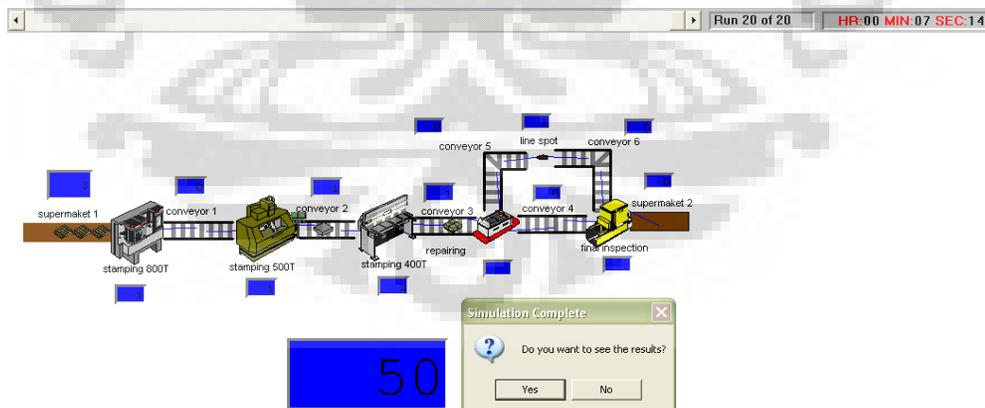
Pada *proposed state map*, terdapat *increment of work (pitch)*. *Pitch* ini merupakan *lot size* dari kanban produksi. Seperti yang telah dibahas sebelumnya besarnya *pitch* adalah **50 unit** atau dalam satuan waktu selama 7.24 menit atau **7.5 menit** (0.12 jam). Artinya setiap 7.5 menit harus ada perintah produksi dan perintah penarikan dari setiap supermarket ke *workstation* ataupun sebaliknya. Penentuan *lot size* dari *pitch* ini berdasarkan *lot size* dari *pallet* yang digunakan untuk menaruh *material*. Oleh karena kita juga dapat menguji validasi dari model dengan *pitch* produksi ini. Apabila kita *mensetting* waktu pada model selama **0.1206944 jam** dengan *arrival rate* **50 unit/7.24 menit** dan dilakukan replikasi atau pengulangan sebanyak 20 kali maka hasil *output* produksi yang didapatkan sebanyak 1000 unit ( 50 unit x 20).



Gambar 3.31 Tampilan waktu simulasi uji validasi berdasarkan *pitch* produksi

Entity...	Location...	Qty Each...	First Time...	Occurrences	Frequency	Logic...	Disable
raw_material	supermaket_1	50	0	infinite	435		No
raw_material	stamping_800T	1	0	infinite	8700		No
hasil_stamping_800T	stamping_500T	1	0	infinite	8700		No
hasil_stamping_500T	stamping_400T	1	0	infinite	8700		No
hasil_stamping_400T	repairing	1	0	infinite	8700		No
hasil_repairing	final_inspection	1	0	infinite	8700		No
hasil_repairing	conveyor_5	1	0	infinite	8700		No
hasil_repairing	line_spot	1	0	infinite	8700		No
hasil_line_spot	conveyor_6	1	0	infinite	8700		No
hasil_stamping_400T	conveyor_3	1	0	infinite	8700		No
hasil_stamping_500T	conveyor_2	1	0	infinite	8700		No
hasil_stamping_800T	conveyor_1	1	0	infinite	8700		No

Gambar 3.32 Tampilan *arrival* untuk uji validasi berdasarkan *pitch* produksi



Gambar 3.33 Tampilan akhir simulasi uji validasi berdasarkan *pitch* produksi

## BAB 4

### ANALISIS

#### 4.1 Analisis *Current value stream map*

Dalam *current state map* kita dapat melihat bahwa banyak terdapat *WIP material* diantara setiap proses. Dibawah ini merupakan data inventori yang terdapat dalam proses/sistem saat proses produksi berlangsung:

**Tabel 4.1** Jumlah inventori di setiap *workstation*

Jenis	Tempat	Jumlah (unit)	Jumlah (hari)
Raw material	warehouse	2000	2
WIP	Stamping 800 T	100	0.1
WIP	Stamping 500 T	100	0.1
WIP	Stamping 400 T	100	0.1
WIP	Repairing	100	0.1
WIP	area hasil repairing	300	0.3
WIP	area WIP sementara	100	0.1
WIP	line spot	100	0.1
Finished good	final inspection	100	0.1
Finished good	shipping	1500	1.5

Inventori yang pertama yaitu berupa *raw material* yang berada dalam *warehouse*. Inventori ini ada pada *raw material* karena dampak dari pengiriman *raw material* dari *supplier* yang memiliki *lead time* selama 2 hari. Oleh karena itu pihak pabrik menentukan *safety stock* untuk *raw material* ini sebanyak 3000 unit karena produksi dalam 1 hari sebanyak 1000 unit. Pada *current state map* terlihat bahwa inventori *raw material* hanya sebanyak 2000 unit. Hal ini dikarenakan 1000 unit dari *raw material* tersebut telah masuk ke dalam proses produksi. *Raw material* yang telah masuk ke proses produksi ini telah terbagi ke setiap *workstation* karena proses pembuatan *current state map* ini pada kondisi proses produksi telah berlangsung setengah shift.

Inventori yang kedua yaitu inventori yang berupa *raw material* yang berada di *workstation stamping 800T*. Pada peta terlihat bahwa inventori yang ada

sekarang adalah 100 unit, karena 900 unit dari *raw material* tersebut telah diproses di *workstation-workstation* berikutnya. Tetapi pada awal produksi (awal shift), jumlah *raw material* di area *workstation stamping* 800 T ini ada 1000 unit karena pengiriman dari *warehouse* dilakukan sekali dalam satu hari produksi. *Raw material* ini disusun parallel berdasarkan *lot size* dari *pallet* (200 unit). Jumlah *raw material* pada awal produksi ini memerlukan area yang cukup luas.

Inventori berikutnya terdapat diantara proses *stamping* 800 T dan 500 T. Inventori ini dapat ada seperti yang telah dijelaskan sebelumnya pada bab 2 karena adanya kerusakan mesin *stamping* 400 T yang ada pada *line* B1. Oleh karena itu alur proses produksi berubah. Pada awalnya proses produksi oleh *workstation stamping* 800 T, 500T dan 400 T ini berada dalam satu *line* produksi yang terhubung menggunakan *conveyor*, tetapi karena kerusakan mesin *stamping* 400 T, maka *line* produksi ini terputus dan sebagian proses *stamping* teralihkan ke *line* B2. Karena *line* produksi terputus, maka hasil *stamping* dari *workstation stamping* 800 T ini ditumpuk terlebih dahulu sebelum dipindah ke *workstation stamping* 500 T ditambah dengan adanya jarak yang cukup jauh. Oleh karena itu pada saat awal produksi, di area *workstation stamping* 500 T ada inventori *WIP* hasil proses *stamping* 800 T. Jumlah *WIP* ini seperti yang terlihat pada *current state map* yaitu 100 unit ( 1 *pallet*, jenis *pallet* 1).

Inventori berikutnya berupa *WIP* hasil *stamping* 500 T. *WIP* ini diangkut dari *workstation stamping* 500 T ke *workstation stamping* 400 T. Jumlah *WIP* nya adalah 100 unit pada waktu tertentu. Pada awalnya *WS stamping* 500 T dan 400 T ini berada dalam satu *line* produksi dan menggunakan *conveyor* untuk proses pemindahan *WIP* dari *WS stamping* 500 T ke 400 T. Tetapi karena *cycle time* proses dari kedua *WS* ini berbeda, maka terjadi *bottle neck*. *Cycle time* pada *WS stamping* 500 T adalah **8.13 detik** sedangkan di *WS stamping* 400 T *cycle timenya* **8.47 detik** jadi ada perbedaan **0.33 detik**. Selain itu ada beberapa hal lain yang menyebabkan terjadinya *WIP* antara proses *stamping* 500T dan 400 T antara lain :

1. Adanya waktu tunggu yang diperlukan untuk mengganti *pallet* hasil *stamping* 400 T yang sudah penuh dengan *pallet* kosong. Waktu ini diperlukan karena operator forklift di *line* B1 ini hanya ada 1 orang sedangkan operator forklift ini harus mampu membagi

waktu memindahkan *pallet* yang sudah terisi penuh di setiap *workstation* dan dipindahkan ke *workstation* berikutnya, Selain itu operator forklift ini juga bertugas untuk mengganti *pallet* yang sudah penuh dan yang sudah di pindah ke WS berikutnya dengan *pallet* kosong. Operator forklift ini juga harus memindahkan tanki scrap yang ada di *workstation stamping* 500 T apabila tanki sudah penuh. Oleh karena banyaknya tugas dari operator forklift di *line* B1 ini, sedangkan operatornya hanya 1 orang maka sering terjadi proses *bottleneck* di setiap *workstation* pada saat waktu yang bersamaan.

2. Penyebab lainnya adalah mesin *stamping* yang rusak. Oleh karena kerusakan ini, maka proses tidak dapat berlanjut sehingga terjadi *bottleneck* yang mengakibatkan inventori yang berlebihan. Seringnya terjadi kerusakan pada mesin karena umur mesin yang sudah tua dan *schedule maintenance* yang kurang terjadwal dengan baik.(tingginya biaya pemeliharaan)
3. Banyaknya *non-value added* aktivitas yang dilakukan oleh operator seperti mengatur posisi *pallet* agar memudahkan dalam pengambilan dan peletakan *part*, mengambil hasil *scrap* yang berantakan di lantai produksi, dll.

Inventori berikutnya berupa *WIP* yang terdapat diantara WS *stamping* 400 T dan WS *repairing*. Jumlah *WIP* nya adalah 100 unit pada satu waktu tertentu. *WIP* ini ada karena WS *repairing* yang terdapat pada area *line* B1 ini tidak hanya mengerjakan proses *repairing* pada produk Y-2005/6 tetapi juga melakukan proses *repairing* pada produk lain sehingga terjadi *bottleneck* saat operator *repairing* ini sedang mengerjakan produk/*part* lain. Hasil *stamping* 400 T ini sebagian besar memerlukan proses *repairing* karena mesin *stamping* 400 T yang tidak di *maintenance* dengan baik, sehingga proses *stamping* seringkali tidak sempurna yang pada akhirnya menimbulkan scrap pada hasil *stamping*.

Hasil proses *repairing* ini, harus menunggu sebelum diproses ke proses berikutnya. Proses berikutnya adalah *part* dipindahkan ke area *WIP stamping* sementara yang berada cukup jauh dari area *repairing* karena berada di area yang

berbeda. *WIP* hasil *repairing* ini harus menunggu operator dari area *WIP stamping* untuk mengambil dan meletakkannya pada area *WIP* tersebut. Dari area *WIP stamping* sementara ini, *part WIP* ini 90 % akan dibawa ke *workstation spot welding* dan sisanya akan dibawa ke *final inspection*. Proses pengiriman ini disesuaikan dengan kanban produksi. Oleh karena jarak yang cukup jauh ini, maka jumlah inventori pada area *repairing* ini adalah 300 unit pada waktu tertentu seperti yang terlihat pada *current state map*.

*WIP* berikutnya ada pada *workstation line spot* yang berjumlah 100 unit pada satu waktu tertentu. Ada beberapa hal yang menyebabkan adanya penumpukkan inventori pada area ini. Penyebab yang pertama adalah operator yang bertugas untuk melakukan proses *welding* nut pada hasil *stamping* ini memiliki job desk lain. Oleh karena itu, proses pengerjaan *part* hasil *stamping* ini disesuaikan dengan keadaan operator. Selain itu penyebab lainnya adalah proses *final inspection* yang seharusnya dilakukan pada area *final inspection*, dilakukan pada area *workstation spot welding* ini sehingga terjadi penumpukkan saat menunggu proses *final inspection*. Pada area *final inspection* juga terdapat inventori berupa *WIP finished good* (pada *current state map* berjumlah 100 unit). Inventori ini juga disebabkan karena kondisi operator *final inspection* itu sendiri yang memiliki banyak tugas selain melakukan pemeriksaan pada *part Y-2005/6*.

Pada area *shipping* terdapat inventori *WIP finished good* yang paling banyak yaitu 1500 unit. Hal ini disesuaikan dengan *safety stock* yang ditentukan oleh divisi *shipping* yaitu selama 1.5 hari (1 hari = 1000 unit). *Safety stock* ini dibuat untuk mengantisipasi apabila terjadi kekurangan *raw material* di *warehouse* sehingga proses produksi pada hari itu tidak dapat berlangsung. Selain itu *safety stock* ini berfungsi untuk mengantisipasi terjadinya kerusakan mesin pada divisi produksi yang mengakibatkan produksi terganggu. Inventori pada area *shipping* ini terbagi ke dalam inventori *shipping* dan inventori *ready delivery*. Pada inventori *ready delivery* ini, *part finished good* disiapkan berdasarkan *cycle* pengiriman yang telah ditentukan oleh pihak *customer*. Oleh karena jumlah inventori *finished good* ini cukup banyak, maka tempat/area yang dibutuhkan juga cukup luas.

## 4.2 Analisis *Proposed Value Stream Map*

### 4.2.1 *Takt time*

Pada tahap awal pembuatan *proposed state map*, telah ditentukan *takt time* dari produk Y-2005/6 yaitu **8.69 detik**. Pengertian dari *takt time* sendiri adalah kecepatan dari *value stream* sehingga dapat menyesuaikan dengan *demand* dari *customer* atau dengan kata lain, waktu yang diperlukan untuk memproduksi satu unit produk Y-2005/6 dari *raw material* datang sampai produk akhir berada di tangan *customer*. Oleh karena itu *takt time* ini dijadikan sebagai *cycle time* dari *pacemaker* proses dalam hal ini adalah *workstation final inspection*. *Cycle time* pada *pacemaker* proses ini akan berdampak pada *workstation-workstation upstreamnya* sehingga semuanya harus memiliki *cycle time 8.69 detik* untuk menyeimbangi aliran pada *proposed value stream map*.

Pada *current state map* kita dapat melihat bahwa *cycle time* dari *workstation spot welding* adalah 7.04 detik dan *cycle time* di *final inspection* sendiri rata-rata adalah 4 detik. Selanjutnya pada *workstation stamping* ada yang memiliki *cycle time* 8.13 detik, 8.47 detik dan 8.69 detik. Tetapi karena pada *proposed state map* ini, konsep *lean* sangat ditekankan maka apa yang diproduksi adalah apa yang dibutuhkan dalam jumlah, waktu, dan jenis. Oleh karena itu, seluruh *workstation* yang terdapat dalam *value stream* akan memproses *part/WIP* selama 8.69 detik disesuaikan dengan *cycle time* dari *pacemaker* proses. Hal ini berarti bahwa *customer* akan menerima setiap unit *part* yang dipesan dalam waktu 8.69 detik.

Penerapan *takt time* ini sangat penting untuk pada jangka waktu kedepan, proses produksi dapat berlangsung sesuai dengan *demand customer*. Melalui *takt time* ini, kita dapat mengurangi biaya akibat produksi yang berlebihan (*overproduction*) yang merupakan masalah terbesar yang akan mengakibatkan beberapa masalah lain dalam penerapan *lean manufacturing*. Dengan adanya *takt time* ini, maka setiap operator akan memproses barang pada jumlah dan waktu yang dibutuhkan. Oleh karena *takt time* ini dihitung berdasarkan waktu yang tersedia untuk memproduksi *part* Y-2005/6 dan jumlah *demand* dari *customer*, maka *takt time* ini dapat berubah setiap saat sesuai dengan *customer demand*. Oleh karena itu, setiap operator dan mesin harus terus melakukan *continuous*

*improvement* sehingga dapat menyesuaikan diri terhadap perubahan *demand* dari *customer*.

#### 4.2.2 *Continuous Flow*

Berdasarkan konsep *lean*, maka diusahakan *value stream* mengalir dalam satu aliran yang *continuous*. Oleh karena itu dalam *proposed state map* ini, diusulkan setiap *workstation* yang ada dijadikan dalam satu aliran yaitu ketiga *workstation stamping* yaitu *stamping 800 T*, *stamping 500 T*, dan *stamping 300 T*, *workstation repairing*, *spot welding* dan *final inspection*. Untuk mengatur *raw material* pada proses awal produksi dan *finished good* hasil akhir dari proses produksi maka dibuat supermarket sebagai pengontrol proses produksi agar tetap berjalan sesuai dengan konsep *lean*.

Dalam penerapan *continuous flow* tersebut diperlukan *line balancing* pada setiap *workstation* dan *conveyor* yang digunakan sebagai penghubung antar *workstation*. Berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan maka didapat *cycle time* untuk *line* tersebut adalah 8.69 yang disesuaikan dengan *takt time* dan *cycle time* dari *pacemaker* proses. Oleh karena itu, setiap *workstation* dan *conveyor* diatur agar kecepatannya dan lama prosesnya mengikuti *takt time* yang ada. Permasalahan lain yang muncul dalam penerapan *continuous flow* ini adalah proses adaptasi dari operator itu sendiri. Pada *current state map*, *cycle time* dari masing-masing *workstation* yang pada *proposed state map* dijadikan dalam satu *line* berbeda-beda. *Stamping 800 T* memiliki *cycle time* 8.69 detik, *stamping 500 T* 8.13 detik, *stamping 400 T* 8.47 detik, *repairing* 8 detik, *spot welding* 7.04 detik dan *final inspection* 4 detik. Tetapi karena dalam *proposed map* keempat *workstation* ini dijadikan dalam satu *line* maka agar tidak terjadi *bottleneck* harus memiliki satu *cycle time* (*cycle time line*). Oleh karena itu diperlukan penyesuaian dari pihak operator maupun mesin. Penyesuaian dari mesin dengan cara mengatur turun naiknya *dies* saat proses *pressing*. Selain itu apabila terjadi kenaikan atau penurunan *demand*, operator juga harus dapat menyesuaikan dengan *takt time* yang berbeda, baik dipercepat maupun diperlambat.

### 4.2.3 Supermarket

Setiap *workstation* yang tidak memungkinkan untuk dijadikan dalam satu *line* produksi maka dibuat supermarket sebagai pengontrol produksi antara proses *downstream* dengan *upstreamnya*. Supermarket 1 dibuat untuk menggantikan *warehouse* yang sebenarnya tidak dianjurkan dalam *lean manufacturing*. Supermarket 1 ini terletak sebelum *workstation stamping* 800 T. Ketika *raw material* datang dari *supplier*, *raw material* segera dimasukkan ke supermarket untuk diproses pada proses produksi selanjutnya. Supermarket 2 digunakan sebagai perantara dari *finished good* ke bagian *shipping*. Pengambilan *finished good* dari supermarket ini berdasarkan kanban penarikan yang diberikan dan *finished good* yang telah diambil dari supermarket dipersiapkan ke setiap *cycle* nya agar siap diantar ke *costumer*. Selain sebagai pengontrol proses produksi, supermarket ini juga dapat berfungsi sebagai *safety stock*.

*Safety stock* pada supermarket ini dibutuhkan untuk mengantisipasi terjadinya *breakdown* mesin dan kekurangan *raw material* akibat terlambatnya *supplier*. Jumlah dari *safety* stok pada supermarket ini ditentukan berdasarkan perhitungan dari deviasi antara *forecast demand* yang diproduksi (1000 unit/hari) dengan aktual *demand* yang diminta. Data produksi dan *demand* yang diolah adalah data bulan April 2010. Dengan perhitungan seperti yang terlihat pada tabel dibawah maka didapat *sigma* untuk *safety stock* untuk setiap supermarket adalah **323.75 unit**. Karena variasi dari aktual *demand* sangat bervariasi maka digunakan 2 *sigma* sebagai *safety stock* untuk di setiap supermarket. *Safety factor* atau *service level* untuk *raw material* Y-2005/6 ini sendiri adalah **94 % (1.56)**. Hal ini dikarenakan keadaan *supplier* yang juga pernah mengalami keterlambatan pengiriman sehingga menyebabkan *stockout*. Dengan *sigma* dan *safety factor* yang telah ditentukan, maka didapat *safety factor* untuk masing-masing supermarket sebesar **1010,08 unit** atau sekitar **1000 unit** (*lot sizer pitch* adalah 50 unit). Apabila *safety* stok pada supermarket telah digunakan maka untuk produksi selanjutnya ditambah produksi untuk memenuhi *safety stock* kembali.

**Tabel 4.2** Perhitungan *safety stock* untuk supermarket

no	forecast demand	actual demand	deviation	deviation squared
1	1000	800	200	40000
2	1000	450	550	302500
3	1000	800	200	40000
4	1000	800	200	40000
5	1000	800	200	40000
6	1000	800	200	40000
7	1000	700	300	90000
8	1000	350	650	422500
9	1000	750	250	62500
10	1000	850	150	22500
11	1000	800	200	40000
12	1000	800	200	40000
13	1000	750	250	62500
14	1000	400	600	360000
15	1000	350	650	422500
16	1000	800	200	40000
17	1000	850	150	22500
18	1000	760	240	57600
19	1000	800	200	40000
20	1000	900	100	10000
21	1000	400	600	360000
22	1000	800	200	40000
23	1000	750	250	62500
24	1000	850	150	22500
25	1000	850	150	22500
26	1000	850	150	22500
<b>Total</b>				2725100
<b>average</b>				104811.5385
<b>sigma</b>				323.7461018
<b>safety factor (94%)</b>				1.56
<b>safety stock</b>				1010.087838
<b>Pembulatan</b>				<b>1000 unit</b>

#### 4.2.4 Milk run

Untuk dapat menerapkan konsep *lean*, maka perlu kerja sama dari pihak *supplier*. Berdasarkan *current state map*, *lead time* pengiriman *raw material* dari *supplier* adalah 2 hari. Oleh karena itu terjadi penumpukan inventori pada *warehouse* yang merupakan pemborosan (baik dari segi pemeliharaan maupun tempat). Oleh karena itu agar dapat mengontrol produksi yang *lean* maka

diterapkan supermarket sebagai pengganti *warehouse* dengan *safety stock* 1 hari (1000 unit). Dengan penerapan supermarket ini, maka *lead time* pengiriman menjadi 1 hari. Artinya pemesanan hari ini akan datang besok. *Safety stock* yang ditentukan digunakan untuk mengantisipasi apabila terjadi keterlambatan pengiriman. *Delivery milk run* dari *supplier* ini juga dapat mengantisipasi jika ada kenaikan dan penurunan *demand* sehingga biaya pemeliharaan dan biaya inventori dapat ditekan baik untuk pihak *supplier* maupun pihak *customer*.

#### 4.2.5 *Pitch (Increment of Work)*

*Pitch* atau beban kerja ini diterapkan untuk mendukung konsep *lean*. Seperti yang telah dibahas sebelumnya *pitch* untuk produk Y-2005/6 adalah **7.23 menit** untuk setiap *pallet* (1 *lot pallet* = 50 unit). Dengan adanya *pitch* ini maka produksi dari *downstream* ke *upstream* dapat terkontrol dengan baik. Perintah produksi dan penarikan diberikan setiap **7.23 menit** sekali untuk memproduksi dan menarik 1 *pallet* (50 unit). Dengan penerapan *pitch* ini, maka dapat meminimalisasi kerugian akibat perubahan *demand* yang berdampak pada biaya inventori dan produksi. Dengan *pitch* ini, penerapan *lean* dapat dikontrol setiap waktunya. Penerapan *pitch* ini dibantu dengan pembuatan *load-leveling* box. Apabila pada *pitch* tertentu, saat penarikan pada salah satu supermarket tidak didapati adanya *part* yang harus ditarik berarti ada kesalahan dalam proses produksi *upstreamnya* yang berarti konsep *lean* tidak berjalan dengan baik. Konsep *lean* dapat berjalan dengan baik apabila dalam setiap *pitch* penarikan dan produksi dapat berjalan baik.

#### 4.3 Analisis perbandingan *current* dan *proposed value stream map*

Setelah membuat *current value stream map* dan *proposed value stream map* kita dapat melihat dan menganalisa perbedaan yang tampak dari kedua peta ini.

**Tabel 4.3** Perbandingan *current* dan *proposed value stream map*

	PLT	TCT	TTD
	Production Lead Time	Total Cycle Time	Total Travel Distance
<b>current</b>	4.5 days	45.33 sec	159.8 m
<b>future</b>	2 days	8.69 sec	80 m
<b>improvement</b>	2.5 days	36.64 sec	79.8 m

#### 4.3.1 *Production Lead Time (PLT)*

Berdasarkan faktor *production lead time*, kita dapat melihat bahwa terjadi pengurangan sebanyak 2.5 hari. Dengan adanya penerapan *continuous flow* maka *lead time* produksi berkurang dari 4.5 hari menjadi 3 hari. Hal ini terjadi karena diantara *workstation* satu dengan yang lainnya tidak ada lagi inventori *WIP*. Selanjutnya dengan penerapan *milk run* pengiriman *raw material* dengan pihak *supplier* maka *lead time* berkurang dari 3 hari menjadi 2 hari. *Production lead time* selama 2 hari ini dialokasikan dalam supermarket 1 untuk mengontrol *raw material* dan supermarket 2 untuk mengontrol *finished good*.

**Tabel 4.4** *Improvement* dalam *Production Lead Time*

	PLT
	Production Lead Time
<b>current state</b>	4.5 hari
<b>continuous flow</b>	3 hari
<b>milk run</b>	2 hari
<b>future state</b>	2 hari
<b>improvement</b>	2.5 hari

*Production lead time* ini merupakan total dari setiap inventori yang ada dalam aliran *value stream* dalam memproduksi *part* Y-2005/6. Dapat dikatakan ini adalah *safety stock* yang akan selalu ada dalam jumlah yang sama pada setiap awal produksi. 2.5 hari *improvement production lead time* apabila di ubah dalam satuan unit produk menjadi 2500 unit (2.5 x 1000 unit). Apabila dimisalkan produk Y-2005/6 dijual dengan harga Rp.10.000,- maka dengan menerapkan *proposed state map*, maka didapatkan keuntungan secara langsung melalui

penjualan produk yang mejadi inventori sebesar Rp.25.000.000,- (2.500 unit x Rp.10.000,-).

#### 4.3.2 Total Cycle time (TCT)

Selain perbedaan pada *production lead time*, faktor *improvement* yang tampak pada perbandingan antara *current state* dengan *proposed state* adalah *cycle time* dari proses tersebut. Dari tabel 4.3 terlihat bahwa *improvement* berupa total *cycle time* dengan *proposed state* ini adalah sebesar **36.64 detik**. Peningkatan ini dapat terjadi dengan adanya penerapan *continuous flow* pada proses produksi yang menjadikan semua *worksatation* berada dalam satu aliran produksi sehingga *cycle time* dari proses produksi ini juga hanya terdiri dari *cycle time* dari satu *line* produksi tersebut yaitu sebesar **8.69 detik**.

Pada *current state map*, *takt time* dari *value stream* untuk memproduksi Y-2005/6 adalah 11.72 detik yang disesuaikan dengan waktu yang tersedia yaitu 3.25 jam. Seperti yang terlihat pada *current state map*, ada banyak sekali inventori *WIP* diantara setiap *workstation* dan beberapa hal lain yang telah dibahas sebelumnya yang menyebabkan proses produksi tidak dapat berlangsung dengan lancar, sehingga proses produksi untuk memproduksi 1000 unit Y-2005/6 tidak dapat diselesaikan dalam waktu yang tersedia. Pada observasi langsung dilapangan dan berdasarkan data produksi, didapatkan bahwa untuk memproduksi 1000 unit Y-2005/6 dengan kondisi *current state map* dibutuhkan waktu selama 4 jam 30 menit. Tetapi apabila aliran proses produksi lancar (*zero inventori*) maka proses produksi untuk memproduksi 1000 unit Y-2005/6 dapat selesai sesuai dengan waktu yang tersedia (3.25 jam) dan *takt time* produksi yang telah ditentukan (11.72 detik).

Berdasarkan *current state map*, *cycle time* dari setiap *workstation* yang ada dalam *value stream* maksimal adalah 8.69 detik. Sebenarnya dengan *cycle time* 8.69 detik, proses produksi untuk memproduksi 1000 unit Y-2005/6 dapat diselesaikan dalam 2.41 jam. Oleh karena itu, pada *proposed state map*, *takt time* dan *cycle time line* produksi ditentukan sebesar 8.69 detik yang berarti bahwa *customer* akan mendapatkan 1 unit produk yang diinginkan dalam 8.69 detik.

Dengan kata lain waktu yang dapat dihemat sebanyak 0.84 jam (3.25 jam - 2.41 jam). *Cost savings* dari waktu 1.26 jam ini antara lain:

- Biaya listrik. Biaya listrik ini meliputi biaya penerangan. Dengan mengalokasikan waktu yang tersisa untuk memproduksi produk lain maka waktu operasi pabrik terutama pada shift malam dapat dihemat sehingga biaya penerangan pabrik dapat diminimalisasi.
- Biaya pekerja. Dengan sisa waktu yang dapat dihemat selama 1.26 jam ini, dapat digunakan untuk memproduksi produk lain.
- Biaya bahan bakar. Bahan bakar ini adalah bahan bakar yang dibutuhkan oleh setiap *workstation* yang ada dalam *value stream* yaitu *workstation stamping* 800 T, 500T, 400 T dan *workstation spot welding*. Bahan bakar yang diperlukan mesin untuk beroperasi selama 1.26 jam dapat dihemat.

#### 4.3.3 Jarak Transportasi

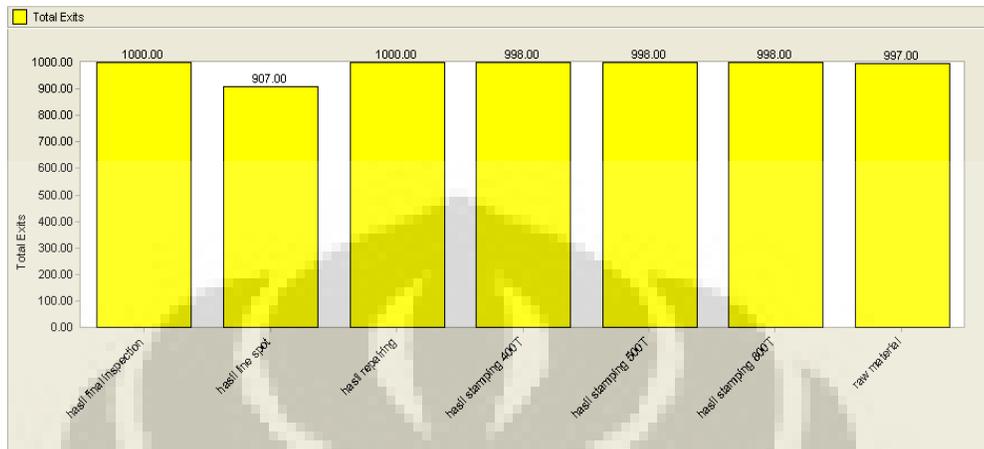
Pada tabel 4.3 terlihat selain dari *PLT* dan *TCT*, jarak transportasi yang ditempuh oleh produk Y-200/6 dalam keseluruhan proses dalam *value stream* juga terjadi *improvement*. Pada *current state map* terlihat bahwa jarak transportasi yang dilalui oleh produk sepanjang **159.8 m** sedangkan pada *proposed state map* jaraknya menjadi **80 m**. Hal ini menandakan terjadi *improvement* pada faktor jarak transportasi dengan berkurangnya jarak perpindahan ini sebesar **79.8 m**. Jarak transportasi ini semakin pendek disebabkan karena jarak yang pada *current state map* saling berjauhan menjadi saling berdekatan pada *proposed state map*.

## 4.4 Analisis Model

### 4.4.1 Entity

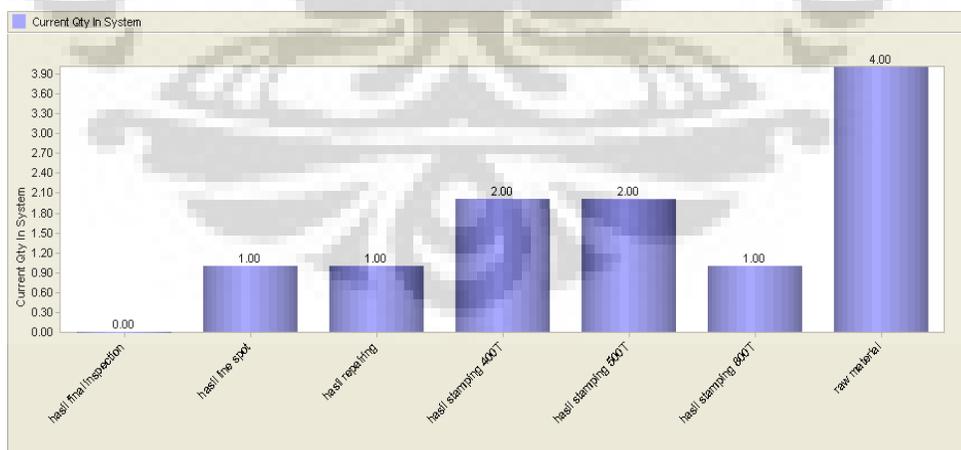
Pada rancangan model terdapat 7 entitas yaitu *raw\_material*, *hasil\_stamping\_800T*, *hasil\_stamping\_500T*, *hasil\_stamping\_400T*, *hasil\_repairing*, *hasil\_line\_spot*, dan *hasil\_final\_final inspection*. Pada dasarnya produk yang dihasilkan pada *proposed value stream map* ini adalah satu jenis yaitu Y-2005/6, tetapi pada model dibuat 7 entitas yang berlainan. Hal ini bertujuan agar peneliti dapat mengetahui aktivitas dari *material* pada setiap

*workstation* yang dilaluinya. Aktivitas itu seperti total *exit material* pada salah satu *workstation* sehingga kita dapat mengetahui pada *workstation* mana yang terjadi *bottleneck* maupun yang terjadi *stock out*.



**Gambar 4.1** total *exits* raw material, *WIP*, dan *finished good*

Selain itu kita juga dapat mengetahui jumlah inventori pada masing-masing *workstation* berdasarkan nama *material* yang telah diberikan pada akhir proses produksi (*current quantity in system*). Seperti pada grafik dibawah ini, kita dapat melihat bahwa jumlah *WIP* pada akhir proses produksi pada *pitch* yang pertama terdapat pada *raw material* sedangkan *material* berupa hasil *final inspection* tidak ada *WIP*.



**Gambar 4.2** Jumlah *WIP* pada akhir simulasi pada setiap lokasi

#### 4.4.2 Locations

Lokasi pada model terdapat 3 macam yaitu lokasi yang berbentuk supermarket, conveyor, dan workstation. Lokasi ini disesuaikan dengan *proposed state map* yang telah dibuat. Untuk lokasi yang berupa workstation seperti stamping, repairing, spot welding, dan final inspection masing-masing memiliki kapasitas sebanyak 1 unit. Kapasitas untuk supermarket baik yang sebagai pengontrol *raw material* (supermarket 1) maupun pengontrol *finished good* (supermarket 2) adalah sebanyak 1000 unit. Hal ini disesuaikan dengan kesepakatan mengenai *safety stock* yaitu selama 1 hari (1000 unit). Kapasitas conveyor ditentukan berdasarkan panjang dari conveyor dan ukuran dari material yang berjalan di atas conveyor. Pada proses produksi Y-2005/6 ini, ukuran *raw material* adalah panjang 1.4 mm x 790 mm x 1180 mm (t x l x p). *Takt time* dari *value stream* produk Y-2005/6 adalah 8.69 detik dan kecepatan 7 meter per menit maka panjang dari conveyor adalah 3 m. Dengan panjang 3 m maka kapasitas maksimum dari conveyor adalah 2 m.

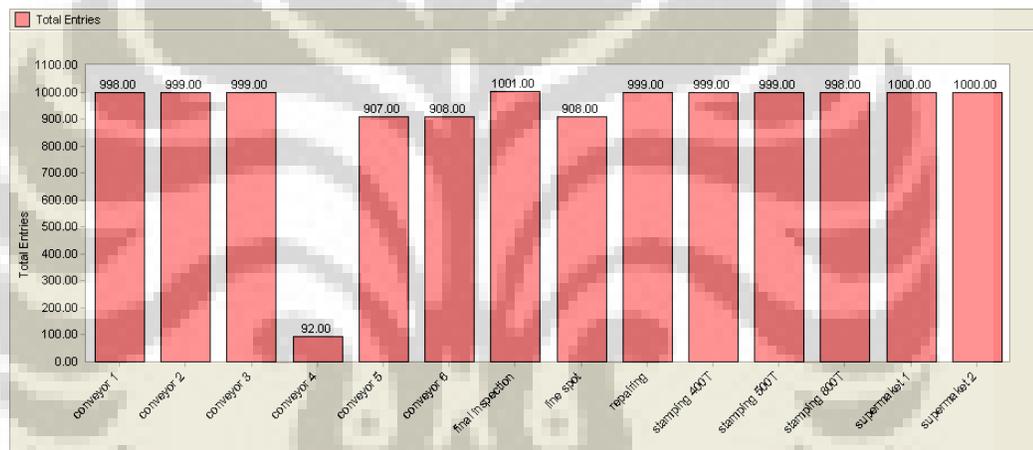
Dibawah ini merupakan tabel hasil untuk lokasi setelah model disimulasikan untuk 1 *pitch* yaitu setelah 0.12 jam/7.24 menit/50 unit.

**Tabel 4.5** Keterangan mengenai lokasi pada akhir simulasi

Locations for model future dengan repairing pas batch								
Name	Scheduled Time (MIN)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (MIN)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization
supermarket 1	7.24	1000.00	50.00	3.91	26.98	50.00	2.00	2.70
stamping 900T	7.24	1.00	49.00	0.15	1.00	1.00	1.00	100.00
conveyor 1	7.24	999999...	49.00	0.09	0.63	1.00	1.00	43.79
stamping 500T	7.24	1.00	49.00	0.15	1.00	1.00	1.00	100.00
conveyor 2	7.24	999999...	49.00	0.09	0.63	1.00	0.00	43.46
stamping 400T	7.24	1.00	50.00	0.14	1.00	1.00	1.00	100.00
conveyor 3	7.24	999999...	50.00	0.09	0.63	1.00	1.00	43.26
repairing	7.24	1.00	50.00	0.14	1.00	1.00	1.00	100.00
conveyor 4	7.24	999999...	4.00	0.23	0.13	1.00	0.00	8.94
final inspection	7.24	1.00	51.00	0.14	1.00	1.00	1.00	100.00
supermarket 2	7.24	1000.00	50.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
conveyor 5	7.24	999999...	46.00	0.09	0.57	1.00	1.00	39.62
line spot	7.24	1.00	46.00	0.15	0.95	1.00	1.00	94.90
conveyor 6	7.24	999999...	46.00	0.15	0.97	1.00	0.00	67.27

Melalui tabel hasil lokasi tersebut kita dapat mengetahui total *entries* untuk setiap entitas pada masing-masing lokasi. Pada supermarket 1 total *entry*

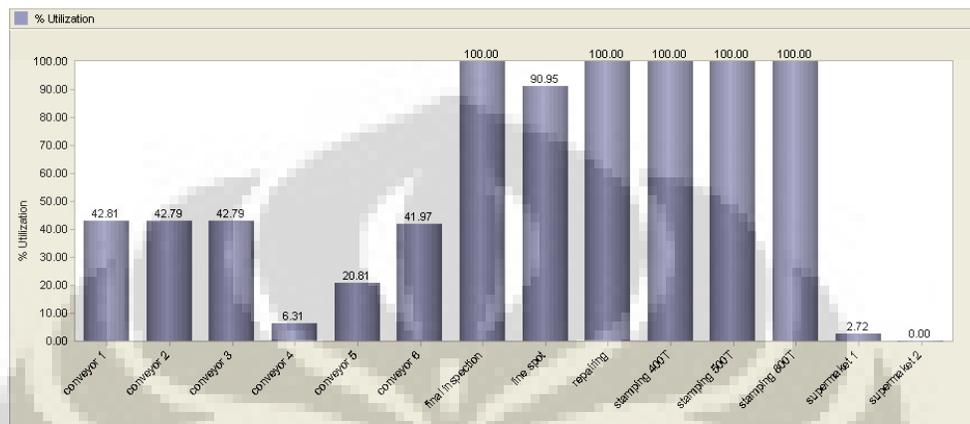
sebanyak 50 unit sesuai dengan *arrival* dari *raw material* yang telah ditentukan sebanyak 50 unit setiap frekuensi 434.5 detik. Pada *final inspection* terlihat bahwa total *entry* sebanyak 51 unit padahal telah dijelaskan sebelumnya bahwa *arrival material* ditentukan sebanyak 50 unit dalam 434.5 detik. Hal ini dapat terjadi karena adanya *WIP* awal pada awal proses produksi yaitu sebanyak 1 unit di setiap lokasi. Pada *conveyor 4* hanya terdapat total *entry* sebanyak 4 unit. Hal ini dikarenakan *WIP* hasil dari proses *repairing* ada yang langsung menuju proses *final inspection* (10%) dan ada yang melalui proses *spot welding* terlebih dahulu (90%). *Probability* ini memungkinkan terjadinya variasi dalam hal jumlah unit produk. Dibawah ini merupakan grafik rata-rata total *entry* untuk setiap *workstation*.



**Gambar 4.3** total *entries* pada setiap lokasi pada akhir simulasi

Pada tabel hasil lokasi kita juga dapat melihat % *utilization* dari masing-masing lokasi. Pada supermarket 2, % *utilization*nya 0 %. Hal ini dikarenakan setiap *finished good* yang telah sampai ke supermarket 2 langsung diproses untuk *delivery* karena penerapan konsep *lean* bahwa setiap produk yang dihasilkan merupakan permintaan dari *customer*. Pada setiap *workstation* yang terdapat mesin, masing-masing memiliki 100 % *utilization*, karena *workstation* selalu terisi dengan *WIP* yang akan diproses untuk proses selanjutnya dengan kapasitas 1 unit per mesin untuk 1 kali proses. Pada *line spot* sendiri % *utilization*nya tidak mencapai 100 % karena sebagian *WIP* dari *repairing* ada yang langsung ke proses *final inspection*. Sehingga pada beberapa waktu tertentu, *workstation line spot*

tidak terdapat *WIP*. Kapasitas pada supermarket 1 hanya memiliki *% utilization* sebesar 2.71 %. Hal ini dikarenakan dari kapasitas awal supermarket 1 1000 unit, tetapi karena panjang dari supermarket 1 ini adalah 5 meter maka hanya dapat menampung 4 atau 5 unit dari setiap *takt timenya*.



**Gambar 4.4** *% Utilization* setiap lokasi pada akhir simulasi

#### 4.4.3 Arrival

*Arrival* atau tingkat kedatangan untuk setiap *material* disesuaikan dengan *pitch* yang telah ditetapkan. Pada supermarket 1, kedatangan *raw material* diatur setiap *pitchnya* (0.21 jam/434 detik) sejumlah 50 unit sampai akhir waktu produksi yaitu 2.41389 jam atau sebanyak 20 kali *arrival*. Tetapi karena *lot size* dari *raw material* 200 unit, maka kedatangan *raw material* untuk diproses di *workstation stamping 800 T* adalah 5 x. Pada awal produksi di setiap lokasi kecuali supermarket 2, terdapat *arrival rate* sebanyak 1 unit. Hal ini untuk mendukung *continuous flow* pada awal produksi, sehingga pada awal produksi dimulai, semua *workstation* dapat mulai beroperasi tanpa harus menunggu *WIP* dari proses sebelumnya. Tabel dibawah menunjukkan bahwa tidak ada *arrival failed* dalam model ini yang berarti semua *arrival* dapat diproses oleh setiap lokasi.

Tabel 4.6 Data gagalnya kedatangan entitas pada setiap lokasi

Report for model future dengan repairing pas			
General	Locations	Location States Multi	Location States Single/Tank
Resources	Resource States	Node Entries	Failed Arrivals
Entity Activity	Entity States	Variables	
<b>Failed Arrivals for model future dengan repairing pas</b>			
Entity Name	Location Name		Total Failed
raw material	supermarket 1		0.00
raw material	stamping 800T		0.00
hasil stamping 800T	conveyor 1		0.00
hasil stamping 800T	stamping 500T		0.00
hasil stamping 500T	conveyor 2		0.00
hasil stamping 500T	stamping 400T		0.00
hasil stamping 400T	conveyor 3		0.00
hasil stamping 400T	repairing		0.00
hasil repairing	final inspection		0.00
hasil repairing	conveyor 5		0.00
hasil repairing	line spot		0.00
hasil line spot	conveyor 6		0.00

#### 4.4.4 Processing

Didalam model ini terdapat 15 proses (tabel 4.5). Proses yang pertama yaitu proses untuk memindahkan *raw material* dari supermarket 1 ke *workstation stamping 800 T* sebagai proses awal produksi. Aturan dari setiap perpindahan atau pun proses di setiap *workstation* adalah FIRST 1 yang berarti *material* yang pertama datang akan diproses terlebih dahulu. Untuk setiap *workstation* masing-masing memiliki proses untuk memproduksi satu *WIP* yang sedang berada dalam mesin selama 8.69 detik yang disesuaikan dengan *takt time* pada *proposed state map* dengan 4 orang operator. Selanjutnya hasil proses ini dilanjutkan pada proses berikutnya melalui *conveyor* yang menghubungkan antar kedua *workstation*. *Output* lainnya dari setiap *workstation* adalah *WIP* awal yang datang itu sendiri dengan tujuan keluar dari model. Sehingga *WIP* akhir hasil proses di *workstation* tersebut menjadi *material* baru dengan nama yang baru. Contoh untuk proses *raw material* di *workstation stamping 800 T*. *WIP* awal (*input*) adalah *raw material* dari supermarket 1. *Outputnya* (*WIP* akhir) adalah hasil *stamping 800 T* yang akan dilanjutkan ke *conveyor* penghubung antara *workstation stamping 800 T* dan 500 . *Output* lainnya yaitu *raw material* itu sendiri yang memiliki tujuan *EXIT* (keluar dari model).

Untuk setiap *WIP* yang berada dalam *conveyor* perintah prosesnya adalah *move* dan *WIP* ini akan bergerak sesuai dengan kecepatan dan panjang dari *conveyor* yang telah ditetapkan sebelumnya. Untuk *WIP* berupa hasil *stamping 400 T* yang berada dalam *workstation repairing* memiliki tujuan akhir ada 2 yaitu

*conveyor 4* dan *conveyor 5*. Alokasi tempat tujuan ini menggunakan probabilitas yaitu untuk *conveyor 4* 10 % dan untuk *conveyor 5* 90 %. Hal ini sesuai dengan jadwal produksi harian yang telah ditentukan. Pada proses terakhir yaitu dari supermarket 2 ke *EXIT* terdapat penambahan atribut yang akan digunakan untuk menghitung total *output* produksi dalam satu periode yang telah ditentukan.

**Tabel 4.7** Proses-proses yang terdapat dalam model

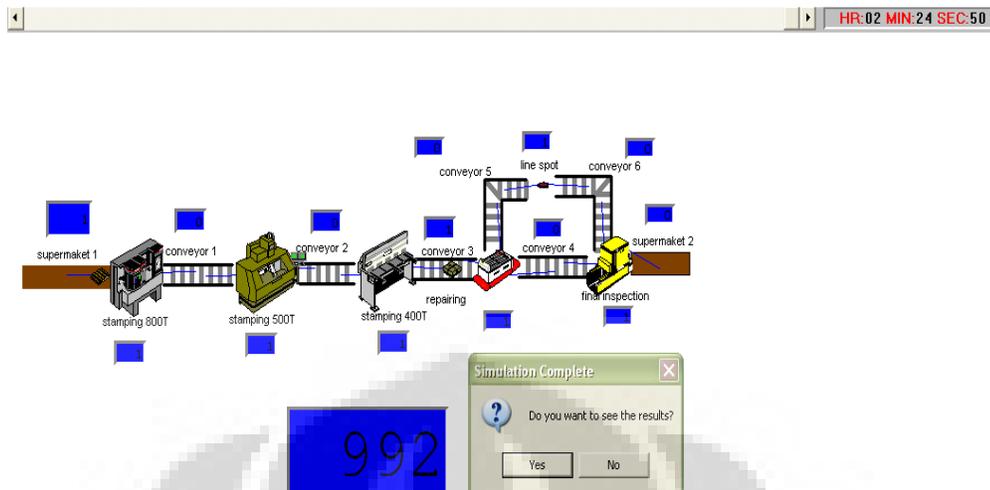
Entity	Location	Process		Routing		
		Operation	Blk Output	Destination	Rule	Move Logic
raw_material	supermarket_1	move for 0	1	raw_material	stamping_800T	FIRST 1
raw_material	stamping_800T	USE 4 Operator_stamping_800T	FOR 8.69	hasil_stamping_800T	conveyor_1	FIRST 1
hasil_stamping_800T	conveyor_1	move	1	raw_material	EXIT	FIRST 1
hasil_stamping_800T	stamping_500T	USE 4 Operator_stamping_500T	FOR 8.69	hasil_stamping_800T	stamping_500T	FIRST 1
hasil_stamping_500T	conveyor_2	move	1	hasil_stamping_500T	conveyor_2	FIRST 1
hasil_stamping_500T	stamping_400T	USE 4 Operator_stamping_400T	FOR 8.69	hasil_stamping_500T	EXIT	FIRST 1
hasil_stamping_400T	conveyor_3	move	1	hasil_stamping_400T	conveyor_3	FIRST 1
hasil_stamping_400T	repairing	USE 1 Operator_repairing	FOR 8.69	hasil_stamping_400T	EXIT	FIRST 1
hasil_repairing	conveyor_4	move	1	hasil_repairing	conveyor_4	0.100000 1
hasil_repairing	final_inspection	USE 1 Operator_final_inspection	FOR 8.69	hasil_repairing	conveyor_5	0.900000
hasil_repairing	line_spot	USE 1 Operator_line_spot	FOR 8.69	hasil_repairing	EXIT	FIRST 1
hasil_line_spot	conveyor_6	move	1	hasil_line_spot	conveyor_6	FIRST 1
hasil_line_spot	final_inspection	USE 1 Operator_final_inspection	FOR 8.69	hasil_line_spot	EXIT	FIRST 1
hasil_final_inspection	supermarket_2	move for 0	1	hasil_final_inspection	supermarket_2	FIRST 1
		inc total_output		hasil_final_inspection	EXIT	FIRST 1

#### 4.4.5 Skenario 1

Skenario pertama yang akan disimulasikan pada model adalah ketika pada awal produksi *arrival rate* hanya ada pada supermarket 2 sebanyak 50 unit untuk setiap 435 detik. Hal ini bertujuan untuk mengurangi biaya *WIP* di *workstation* pada akhir proses produksi, sehingga diharapkan total *output* produksi 1000 unit dan *zero inventori* di setiap *workstation*.

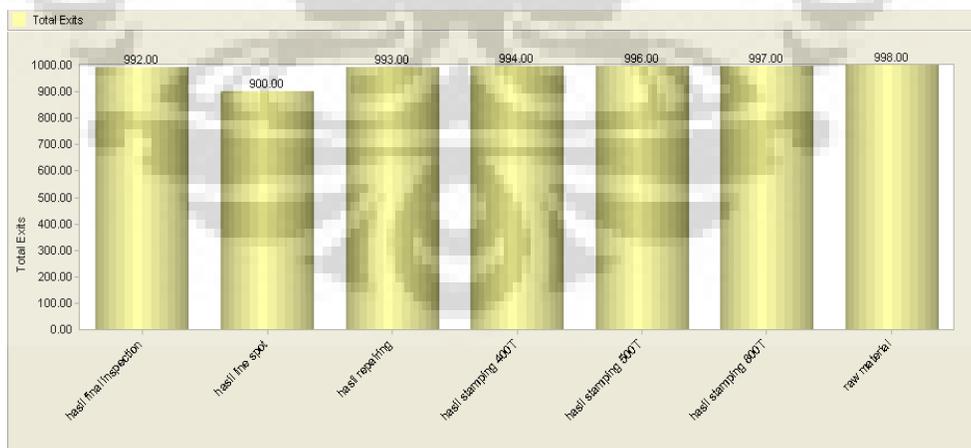
**Tabel 4.8** *Arrival rate* di model pada skenario 1

Entity...	Location...	Qty Each...	First Time...	Occurrences	Frequency	Logic...	Disable
raw_material	supermarket_1	50	0	infinite	435		No



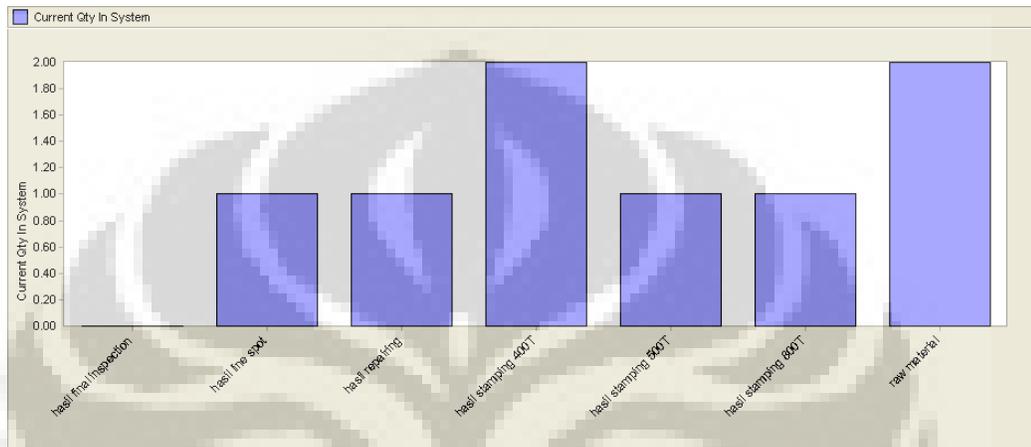
**Gambar 4.5** Tampilan model akhir dengan skenario 1

Gambar diatas merupakan tampilan hasil akhir dari model. Ternyata dengan konsep *zero* inventori di setiap lokasi maka total *output* dalam waktu yang tersedia tidak memenuhi *demand* dari *customer*. Oleh karena itu diperlukan *WIP* pada setiap lokasi kecuali pada supermarket (karena kondisi awal supermarket belum mendapat *input* dari proses) sebanyak 1 unit, sehingga *workstation* dapat mulai beroperasi sesaat setelah model dijalankan. Dibawah ini merupakan total *exit* dari setiap *workstation*.



**Gambar 4.6** total *exit* entitas pada akhir simulasi pada skenario 1

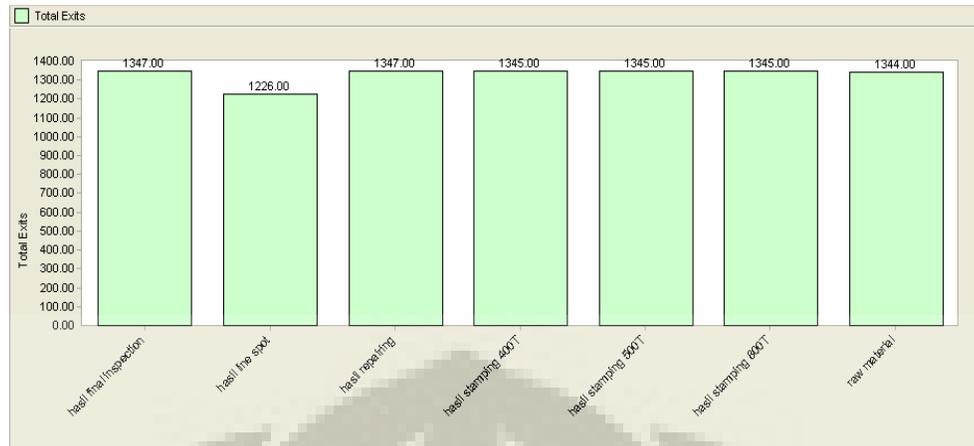
Selain total *output* produksi tidak memenuhi, dengan konsep *zero* inventori di awal produksi ini juga menyebabkan biaya inventori pada akhir periode simulasi. Jumlah *WIP* di tiap *workstation* dapat terlihat pada grafik dibawah ini. *WIP* ini merupakan *material* yang tidak sempat diproses karena batasan waktu yang tersedia.



**Gambar 4.7** Jumlah *WIP* pada setiap lokasi pada skenario 1

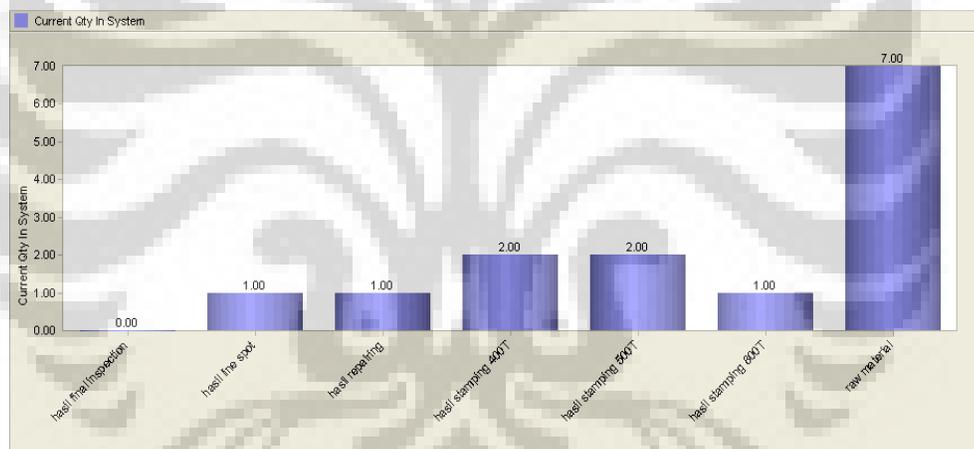
#### 4.4.6 Skenario 2

Skenario 2 yang disimulasikan pada model adalah untuk mengetahui berapa kapasitas maksimum dari pabrik untuk memproduksi Y-2005/6 dalam satu hari. Setelah disimulasikan dan dicocokkan dengan rumus maka didapatkan bahwa kapasitas maksimum dari pabrik ini dengan waktu produksi yang tersedia untuk Y-2005/6 adalah 1347 unit dengan *takt time* 8.29 detik. ( $NAT = 3.25$  jam)



**Gambar 4.8** total *output* di akhir simulasi dengan pada skenario 2

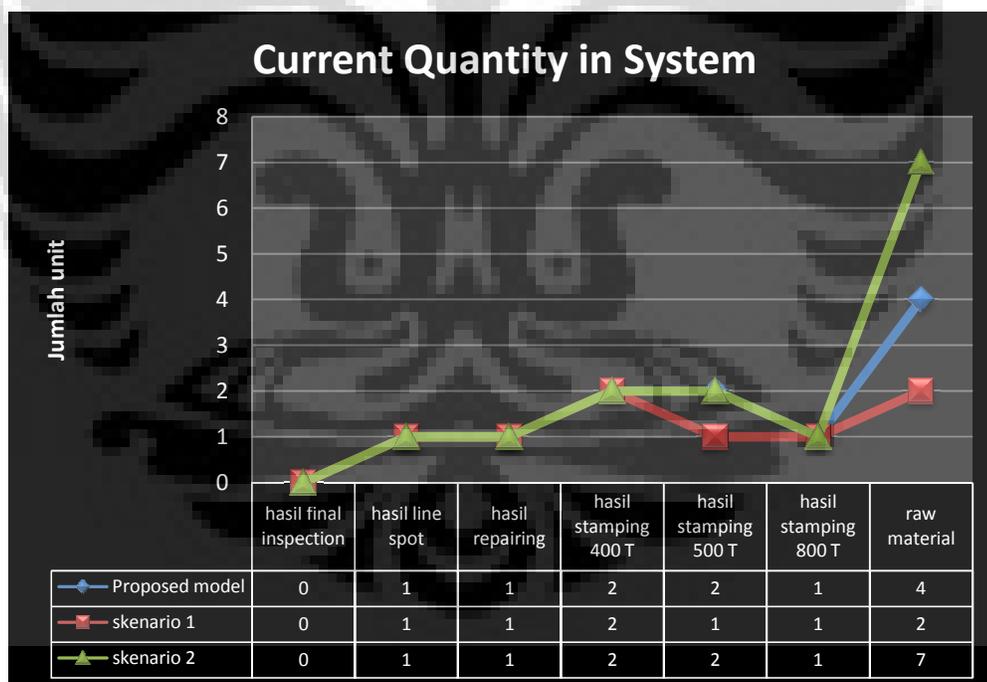
Selain itu melalui skenario ini, juga didapatkan berapa jumlah *WIP* yang ada di *workstation* pada waktu akhir produksi.



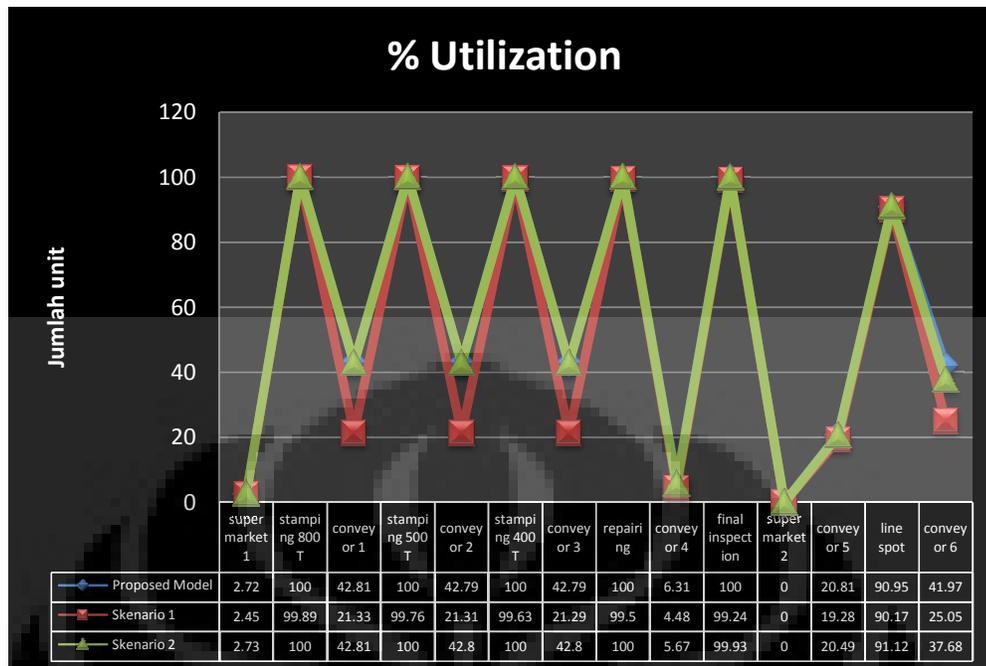
**Gambar 4.9** Jumlah *WIP* di akhir simulasi pada skenario 2



Gambar 4.10 Grafik perbandingan total exit



Gambar 4.11 Grafik perbandingan current quantity in system



**Gambar 4.12** Grafik perbandingan % utilization dari setiap lokasi

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Tahapan-tahapan dalam perancangan proses produksi yang mengacu pada *lean manufacturing* secara garis besar terdiri dari perancangan *current state map* berdasarkan kondisi aktual, merancang *proposed state map* berdasarkan usulan *improvement* yang telah dianalisa, membuat dan mensimulasikan *proposed* model serta membuat rencana implementasi berdasarkan *proposed state map* dan model yang telah dibuat. Studi kasus pada sistem produksi di *PT.Adyawinsa Stamping Industries (PT.ASI)* pada proses produksi produk Y-2005/6, menghasilkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. *Improvement* yang diperoleh dari *proposed state map* yang telah dibuat :
  1. *Production Lead Time (PLT)* berkurang sebanyak **55.56%** atau sebanyak 2.5 hari (dari 4.5 hari menjadi 2 hari )
  2. *Total Cycle Time (TCT)* berkurang sebanyak **80.83 %** atau sebanyak 36.64 detik (dari 45.33 detik - 8.69 detik)
  3. *Total Travel Distance (TTD)* berkurang sepanjang **49.94 %** atau sepanjang 79.8 m (dari 159.8 m menjadi 80 m)
2. Total *output* maksimum dari *proposed future value stream map* dan model adalah 1347 unit Y-2005/6 dengan *net available time* 3.25 jam/195 menit/11715 detik.
3. Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan, maka untuk memproduksi 1000 unit Y-2005/6 dengan *takt time* 8.69 detik dan *net available time* 2.41389 jam, setiap lokasi pada model harus terdapat 1 unit *WIP* yang siap untuk diproses kecuali pada supermarket 2 (*finished good storage*), dan pada supermarket 1 *arrival rate* 1000 unit *raw material*.
4. *Safety stock* pada supermarket 1 dan 2 adalah sebanyak 1000 unit dengan 2 *sigma* @ 323.75 dan *safety factor* 94 % (1.56).
5. Untuk penerapan *continuous flow* proses maka diperlukan analisa lebih lanjut mengenai *layout* pabrik (relokasi mesin) dan diperlukan kerjasama antar *departemen stamping* dan *welding* pada PT.ASI.

6. *Daily delivery* dapat diimplementasikan untuk mengurangi jumlah inventori *raw material* (kerjasama dengan pihak *supplier*).
7. Dalam *current state map* proses produksi Y-2005/6 PT.ASI didapatkan beberapa *waste* yang tidak sesuai dengan konsep *lean manufacturing* yaitu inventori berupa *raw material*, *WIP*, dan *finished good*, produksi yang berlebihan, dan transportasi serta pergerakan yang tidak perlu sebagai dampak *layout* yang tidak efektif dan efisien.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis dapat menyarankan kepada peneliti di masa depan:

1. Pemodelan lebih lanjut disempurnakan lagi dengan cara mensimulasikan beberapa skenario yang memiliki dampak terhadap aktual sistem dengan menambahkan proses dan entitas serta atribut yang lebih detail. Selain itu juga dapat disimulasikan aliran informasi yang terdapat dalam *proposed value stream map*.
2. Untuk dapat mengimplementasikan *single continuous flow* pada aktual sistem diperlukan perubahan *layout* / relokasi mesin yang memerlukan penelitian dan analisa lebih lanjut mengenai alternatif-alternatif *layout* yang baru, baik dari segi ekonomis (biaya) maupun dari segi teknis.
3. Analisis lebih lanjut mengenai aliran informasi yang ada pada *current* dan *proposed value stream map*.

## DAFTAR REFERENSI

- Apel, W., Li, J. Y., & Walton, V. (2007). *Value Stream Mapping for Lean Manufacturing Implementation*. Huazhong University of Science & Technology, Huazhong.
- Charles, H., B. G., & R. B. (2000). *Simulation Using Promodel*. Boston: McGraw-Hill.
- Hines, P., & Rich, N. (1997). The seven value stream mapping tools. *International Journal of Operations & Production Management* , 17 (1), 46-64.
- Kalsaas, T. B. (2002). Value Stream Mapping. An Adequate Method for Going Lean. *NOFOMA*. Trondheim.
- Lian, Y. H., & Landeghem, H. V. (2002). An application of simulation and value stream mapping in lean manufacturing.
- Nash, M. A., & Sheila, P. R. (2008). *Mapping The Total Value Stream : A Comprehensive Guide for Production and Transactional Processes*. New York, USA: Productivity Press Taylor & Francis Group.
- Rother, M., & Shook, J. (1999). *Learning To See : Value stream mapping to add value and eliminate muda*. massachusetts, USA: The Lean Enterprise institute Brookline.
- Scullin, M. E. (2005, August). Integrating Value Stream Mapping and Simulation.
- Shararah, M. A., El-Kilany, K. S., & El-Sayed, A. E. (n.d.). Component Based Modeling and Simulation of Value Stream Mapping for Lean Production Systems.
- Solding, P., & Gullander, P. (2009). Concepts for simulation based value stream mapping.