

**LAPORAN AKHIR
PENELITIAN DOSEN UTAMA**



**Peningkatan Daya Saing Industri Garmen melalui Eliminasi
Waste (Studi Kasus Industri Garmen di Bandung)**

TIM PENELITI

Ketua:

Chaznin R. Muhammad, Ir.,MT. (0422076401)

Anggota:

Endang Prasetyaningsih, Ir.,MT. (0401026601)

Dewi Shofi Mulyati, Ir.,MT. (0406096802)

Muhammad Ramadhony (10070211021)

Milda Viani Septandri (10070212066)

**LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN PADA MASYARAKAT
UNIVERSITAS ISLAM BANDUNG**

SEPTEMBER 2017

HALAMAN PENGESAHAN
PENELITIAN DOSEN UTAMA

**Judul Penelitian : Peningkatan Daya Saing Industri Garmen melalui Eliminasi Waste
(Studi Kasus Industri Garmen di Bandung)**

Ketua Peneliti

- a. Nama Lengkap : Chaznin R. Muhammad, Ir., MT.
b. NIP/NIK : D.96.0.236
c. NIDN : 0422076401
d. Jabatan Fungsional : Lektor
e. Fakultas/Program Studi : Teknik/Teknik Industri
e. Nomor HP : 081802031305
f. Alamat e-mail : chaznin_crm@yahoo.co.id

Anggota Peneliti

No.	Nama Lengkap	NIDN/NPM	Fakultas/Program Studi
1	Endang Prasetyaningsih, Ir., MT	0401026601	Teknik/Teknik Industri
2	Dewi Shofi Mulyati, Ir., MT.	0406096802	Teknik/Teknik Industri
3	Muhammad Ramadhony	10070211021	Teknik/Teknik Industri
4	Milda Viani Septandri	10070212066	Teknik/Teknik Industri

Bandung, 18 September 2017

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Islam Bandung



Dr. Ir. Nugraha, MM.
NIK. D.93.0.191

Ketua Peneliti,

Chaznin R. Muhammad, Ir., MT
NIK. D.96.0.236

Mengetahui:

Ketua LPPM Universitas Islam Bandung



Prof. DR. Atie Rachmatie, Dra., M.Si.
NIK: 195903301986012002

HALAMAN PENGESAHAN REVIEWER
PENELITIAN DOSEN UTAMA

**Judul Penelitian : Peningkatan Daya Saing Industri Garmen melalui Eliminasi Waste
(Studi Kasus Industri Garmen di Bandung)**

Ketua Peneliti

a. Nama Lengkap : Chaznin R. Muhammad,Ir., MT.
b. NIP/NIK : D,96.0.236
c. NIDN : 0422076401
d. Jabatan Fungsional : Lektor
e. Fakultas/Program Studi : Teknik/Teknik Industri
e. Nomor HP : 081802031305
f. Alamat e-mail : chaznin_crm@yahoo.co.id

Anggota Peneliti

No.	Nama Lengkap	NIDN/NPM	Fakultas/Program Studi
1	Endang Prasetyaningsih, Ir.,MT	0401026601	Teknik/Teknik Industri
2	Dewi Shofi Mulyati, Ir.,MT.	0406096802	Teknik/Teknik Industri
3	Muhammad Ramadhony	10070211021	Teknik/Teknik Industri
4	Milda Viani Septandri	10070212066	Teknik/Teknik Industri

Biaya yang disetujui Rp 15.000.000

Reviewer I,



Dr. Ir. Aviasti, M.Sc.

Bandung, 18 September 2017

Reviewer II



Abdul Kudus, PhD.

RINGKASAN

Daya saing suatu produk yang dihasilkan sangat ditentukan oleh seberapa besar *value* dari produk tersebut mampu memenuhi bahkan melampaui ekspektasi pelanggan. Pelanggan menginginkan produk dengan kualitas unggul, harga murah, dan *delivery time* yang cepat. Produk TPT (tekstil dan produk tekstil) pada umumnya dan produk garmen pada khususnya yang dihasilkan industri dalam negeri, sulit bersaing karena harga yang lebih tinggi dibandingkan produk garmen yang berasal dari Vietnam dan Bangladesh. Upaya untuk meningkatkan daya saing produk garmen dapat dilakukan dengan menghasilkan produk yang murah tetapi dengan kualitas yang unggul. Produk murah dapat dihasilkan jika suatu perusahaan dapat memproduksi dengan ongkos produksi yang murah. Upaya untuk mereduksi ongkos produksi dapat dilakukan melalui perbaikan dalam sistem manufaktur dengan menghilangkan aktivitas-aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah. Tujuan penelitian adalah melakukan perbaikan pada sistem manufaktur industri garmen melalui reduksi *waste*. Pada akhirnya upaya perbaikan ini dapat mengurangi ongkos produksi dan meningkatkan daya saing produk garmen. Penelitian ini menggunakan pendekatan *Lean Manufacturing* melalui *value-stream mapping* untuk mengidentifikasi *non-value-added activities* dan *value-added activities* dalam proses transformasi industri garmen. Dengan *value-stream mapping*, maka dapat dilakukan perbaikan dalam sistem manufaktur industri garmen dengan menghilangkan atau mereduksi *non-value-added activities*. Dari hasil perbaikan tersebut, diharapkan dapat mereduksi ongkos produksi dari produk garmen sehingga daya saing meningkat.

Keywords: Waste, Value Stream Mapping, Non-value-added activities, Value-added activities, Lean manufacturing.

PRAKATA

Bismillahirrahmaanirrahiim,

Laporan akhir penelitian Peningkatan Daya Saing Industri Garmen melalui Eliminasi Waste (Studi Kasus Industri Garmen di Bandung) berkaitan dengan identifikasi pemborosan (*waste*) dalam industri garmen dan upaya-upaya untuk menghilangkan *waste* tersebut. Pendekatan yang digunakan adalah memetakan aliran nilai (*value stream*) dalam industri tersebut, kemudian dilakukan indentifikasi *waste* pada *value stream*. Setelah mengidentifikasi *waste*, selanjutnya dilakukan upaya-upaya untuk menghilangkan *waste* tersebut. Dengan menghilangkan *waste*, maka diharapkan *value stream* pada industri garmen lebih ramping, artinya lebih efisien sehingga dapat meningkatkan daya saing melalui produk yang lebih berkualitas, harga yang lebih murah, dan waktu produksi yang lebih singkat.

Bersama ini kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penyelesaian, dan penyempurnaan laporan penelitian ini.

Bandung, September 2017

Peneliti

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
RINGKASAN	ii
PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Keutamaan Penelitian.....	2
1.4 Luaran Penelitian	3
BAB 2 TIJAUAN PUSTAKA	4
2.1 <i>State Of The Art</i>	4
2.2 <i>Roadmap</i> Penelitian	5
2.3 Konsep Dasar <i>Lean</i>	5
2.4 Level Strategi (<i>Lean Thinking</i>)	6
2.5 Level Operasional (<i>Lean Production</i>).....	9
2.6 <i>Lean Manufacturing</i>	9
2.7 <i>Value Stream Mapping</i>	10
BAB 3 TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	12
3.1 Tujuan Penelitian	12
3.2 Manfaat Penelitian	12
BAB 4 METODE PENELITIAN	13
BAB 5 HASIL YANG DICAPAI	15
5.1 Gambaran Umum Perusahaan.....	15
5.2 Struktur Organisasi & <i>Layout</i> Perusahaan	15
5.3 Proses Bisnis PT. X.....	17
5.4 Data Mesin & Pekerja	20
5.5 Data Waktu Kerja.....	21

5.6	Data Waktu Proses Produksi	21
5.7	Data <i>Demand</i>	22
5.8	Pemetaan Aliran Material	22
5.9	Pemetaan Aliran Informasi	25
5.10	Penggabungan Aliran Material & Informasi	25
5.11	Melengkapi <i>Value Stream Mapping</i>	27
5.12	Identifikasi Waste dalam proses produksi & Rekomendasi Perbaikan	29
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN		34
DAFTAR PUSTAKA		36
LAMPIRAN 1		37

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perkembangan Konsep Lean	6
Tabel 5. 1 Mesin dan Pekerja	21
Tabel 5. 2 Jam Kerja.....	21
Tabel 5. 3 Proses dan Waktu Proses.....	21
Tabel 5. 4 Data <i>Demand</i>	22
Tabel 5. 5 Peta Aliran Proses.....	23
Tabel 5. 6 Identifikasi Jenis Pemborosan (<i>Waste</i>).....	29
Tabel 5. 7 Rekomendasi Perbaikan Untuk Mengurangi Pemborosan (<i>Waste</i>).....	29

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Roadmap</i> Penelitian	5
Gambar 2. 2 <i>Level of Lean & Lean Framework</i>	6
Gambar 2. 3 <i>Lean Thinking – 5 principles</i>	7
Gambar 2. 4 <i>VSM Current State</i>	10
Gambar 2. 5 <i>VSM Future State</i>	11
Gambar 4. 1 <i>Flowchart</i> Kerangka Pemecahan Masalah	14
Gambar 5. 1 Struktur Organisasi PT. X.....	16
Gambar 5. 2 Layout Utama	17
Gambar 5. 3 Layout Penjahitan	17
Gambar 5. 4 Proses Bisnis	18
Gambar 5. 5 Diagram Alir	19
Gambar 5. 6 Diagram SIPOC	20
Gambar 5. 7 Aliran Material.....	24
Gambar 5. 8 Aliran Informasi Produksi PT. X.....	25
Gambar 5. 9 Penggabungan Aliran Material dan Informasi.....	26
Gambar 5. 10 <i>Value Stream Map (Current State)</i>	28
Gambar 5. 11 kondisi awal antara proses jahit dan <i>cutting</i>	31
Gambar 5. 12 Kondisi Setelah pembagian proses	31
Gambar 5. 13 Peningkatan Kapasitas	32
Gambar 5. 14 <i>Value Stream Map (Future State Map)</i>	33

DAFTAR LAMPIRAN

(Logbook Penelitian) 1	37
------------------------------	----

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keunggulan dalam persaingan bisnis sangat ditentukan oleh pemenuhan keinginan pelanggan (pasar) melalui produk atau jasa yang dihasilkan. Saat ini pasar menginginkan produk (jasa) dengan kualitas yang lebih baik (*better*), harga yang lebih murah (*cheaper*), mudah diperoleh ketika dibutuhkan (*faster*). Artinya ada tiga kriteria yang harus dipenuhi oleh suatu produk (jasa) unggul yaitu *quality, price, delivery time*. Yang paling sulit untuk dipenuhi adalah menghasilkan produk (jasa) dengan kualitas yang unggul (*better*) sekaligus dengan harga yang murah (*cheaper*). Kadang terjadi *trade off* antara kualitas dan harga, sehingga tidak sedikit perusahaan yang mengorbankan kualitas untuk strategi harga murah. Padahal kualitas unggul dan harga murah bisa diperoleh secara simultan. Suatu perusahaan akan menghadapi suatu situasi dimana perusahaan pesaing menjual produk (jasa) dengan harga yang lebih murah pada tingkat kualitas yang sama, sehingga produk (jasa) yang dihasilkan akan kalah dalam persaingan. Situasi ini akan dihadapi oleh setiap perusahaan termasuk perusahaan yang bergerak dalam produksi garmen yang merupakan kelompok perusahaan tekstil dan produk tekstil (TPT). Data yang diolah dari Badan Pusat Statistik (BPS) memperlihatkan bahwa kinerja ekspor yang pada 2011 mencapai US\$ 13,17 miliar terus merosot hingga hanya US\$ 12,33 miliar pada 2015. Hal ini berbanding terbalik dengan kinerja impor yang naik dari US\$ 6,52 miliar pada 2011 menjadi US\$ 6,95 miliar pada 2015. Dengan demikian praktis membuat surplus perdagangan TPT terus turun.

Salah satu penyebab menurunnya kinerja ekspor industri TPT adalah melemahnya daya saing karena harga yang lebih tinggi dibandingkan dengan produk dari Vietnam dan Bangladesh. Banyak faktor yang menyebabkan harga jual tinggi. Salah satu faktor penyebab adalah biaya produksi yang bersumber dari biaya listrik. Industri TPT di Indonesia saat ini membayar listrik dengan tarif US\$12 sen per kWh atau dua kali lipat dari tarif listrik di Vietnam yang senilai US\$6 sen per kWh (Gosta dan Sukirno, 2016). Perbedaan tersebut sangat signifikan karena komponen listrik menyumbang 25% dari biaya produksi industri tekstil hulu. Untuk produksi industri pintal dan tenun, ditambahnya, komponen listrik menyumbang 18% biaya produksi dan industri garmen menyumbang 3% (Gosta dan Sukirno, 2016). Meskipun demikian masih ada sekitar 97% biaya produksi yang dipengaruhi faktor lain. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk mencari faktor-faktor yang berkontribusi terhadap biaya produksi tetapi tidak menambah nilai yang dibutuhkan oleh pasar. Faktor-faktor ini yang disebut dengan *waste*.

Penelitian ini difokuskan kepada upaya eliminasi *waste* untuk meminimasi biaya produksi pada industri garmen dengan pendekatan *Lean manufacturing*. Upaya tersebut dirancang untuk dalam menghadapi persaingan yang semakin ketat di tingkat nasional dan internasional.

Lean manufacturing sebagai salah satu *best practices* dalam mengajarkan simplifikasi melalui eliminasi *waste* atas proses-aktivitas yang sangat kompleks, yang tidak terintegrasi dan tidak efisien serta nilai tambah kecil. Terdapat 7 (tujuh) jenis *waste* dalam proses operasi: *overproduction, transportation, inventory, motion, defects, over-processing, dan waiting* yang merepresentasikan sumber-sumber *waste* secara umum dan aktivitas yang tidak bermanfaat dan tidak memberikan nilai tambah (Womack dan Jones dalam So dan Sun, 2010). *Lean manufacturing* tidak hanya menyangkut proses internal perusahaan, tetapi juga menyangkut operasi *Supply Chain* menyeluruh (Oliver, et al. dalam So dan Sun, 2010). Penelitian tentang *Lean manufacturing* banyak mengupas berbagai sisi dengan produk bervolume rendah, produk inovatif dan *customized*.

So dan Sun (2010) memformulasikan strategi integrasi *supplier* dengan tujuan untuk mengeliminasi *waste* dan menjelaskan pengaruhnya pada penggunaan *Lean manufacturing* dalam *Supply Chain*. Muhammad, et al. (2013) melakukan penelitian daya saing industri kulit di Indonesia melalui perancangan model *Supply Chain*. Industri kulit Sukaregang garut memiliki permasalahan mendasar dalam meningkatkan kinerja operasional *Supply Chain* untuk menghilangkan aktivitas-aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*non-value added activities*) dalam sistem industri.

1.2 Perumusan Masalah

Sebagai penyedia lapangan kerja yang potensial, maka industri TPT umumnya dan industri garmen khususnya harus dikembangkan agar lebih efisien sehingga dapat menghasilkan produk yang berkualitas baik, dengan biaya yang lebih murah dan dalam waktu proses yang lebih singkat. Untuk dapat mengembangkan industri garmen yang efisien diperlukan upaya untuk menghilangkan pemborosan (*waste*) yang ada dalam industri tersebut. Untuk itu perlu dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Apa saja *waste* yang terjadi dalam industry garmen?
2. Bagaimana upaya untuk menghilangkan *waste* tersebut?
3. Apakah terjadi peningkatan efisiensi dengan menghilangkan *waste*?

1.3 Keutamaan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam rangka mengidentifikasi dan menghilangkan *waste* dalam industri garmen. Upaya menghilangkan *waste* ini diharapkan untuk meningkatkan efisiensi dalam industri garmen. Dengan demikian industri garmen dapat meningkatkan daya saingnya dengan menghasilkan produk yang lebih berkualitas, harga produk yang lebih murah, dan waktu produksi yang lebih cepat.

1.4 Luaran Penelitian

Penelitian direncanakan selama 8 (delapan) bulan. Dalam jangka waktu tersebut akan diidentifikasi *waste* dalam industri garmen, kemudian dilakukan upaya-upaya untuk menghilangkan *waste* tersebut. Luaran dari penelitian ini berupa aliran nilai industri garmen yang efisien (*Value Stream Map Future State*) yang kemudian disajikan dalam bentuk artikel untuk seminar nasional.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *State Of The Art*

Produk industri merupakan hasil dari serangkaian proses rekayasa dalam tahapan perlakuan fisik maupun non fisik. Tahapan rekayasa pengolahan fisik dan non fisik secara internal perusahaan dilakukan dalam suatu sistem manufaktur. Dalam sistem manufaktur akan terjadi proses transformasi yaitu proses penambahan nilai mulai dari bahan baku, barang setengah jadi, sampai menjadi produk yang siap untuk dipasarkan. Rangkaian transformasi ini akan sangat menentukan *value* yang terkandung dalam suatu produk untuk diberikan ke pelanggan (pasar). Makin besar *value* yang diberikan suatu produk ke pasar maka produk tersebut makin diminati. Dengan demikian industri penghasil produk tersebut akan memiliki daya saing yang kuat dan akan terus berkembang. Proses transformasi dalam sistem manufaktur harus dilakukan secara efisien sehingga *value* yang terkandung dalam produk yang dihasilkan dapat melebihi ekspektasi pelanggan berdasarkan pengorbanan (harga) yang mereka bayarkan. Produsen harus menghindari pelanggan membayar dengan harga yang lebih mahal yang disebabkan oleh inefisiensi dalam sistem manufaktur. Upaya untuk menghilangkan inefisiensi dapat dilakukan melalui pendekatan *lean manufacturing*.

Penelitian *lean manufacturing* tentang industri kecil menengah pengolah makanan telah dilakukan tahun 2012 (Dora, et al., 2012). Penelitian membahas tentang faktor-faktor yang mempengaruhi implementasi *lean manufacturing* pada industri kecil dan menengah pengolah makanan. Hasil penelitian diketahui faktor-faktor komitmen pimpinan, budaya, kerja tim, dan kekurangan *skill* pekerja berpengaruh terhadap implementasi *lean manufacturing*.

Penelitian lain adalah tentang integrasi *lean* kedalam *supply chain management* (SCM) pada industri manufaktur dan jasa yang dilakukan Cudney dan Elrod (2011). Hasil dari penelitian terkait praktik *lean manufacturing* pada pemasok (*supplier*) yang mereka miliki. Penelitian *lean production* pada *supply chain management* perusahaan manufaktur di Malaysia dilakukan oleh Agus dan Hajinoor (2012). Hasil dari penelitian memperlihatkan hubungan yang kuat antara *lean production*, kualitas produk, dan kinerja bisnis perusahaan.

Penelitian yang berkaitan dengan penelitian ini adalah penelitian tentang industri kerajinan kulit yang dilakukan oleh Muhammad dan Prasetyaningsih (2014). Penelitian ini membahas mengenai reduksi *lead time* pada industri kerajinan kulit. Hasil dari penelitian ini adalah industri kerajinan kulit yang ramping dengan *lead time* yang lebih pendek.

2.2 Roadmap Penelitian

Sesuai Rencana Induk Penelitian (RIP) LPPM Unisba serta hasil penelitian sebelumnya, berikut digambarkan *roadmap* penelitian seperti Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Roadmap Penelitian

2.3 Konsep Dasar Lean

Lean pada awalnya merupakan terminologi untuk mendeskripsikan pendekatan di industri otomotif Jepang yaitu Sistem Produksi Toyota (*Toyota Production System*). Untuk membedakannya dengan pendekatan produksi massal di Barat, pendekatan *Toyota Production System* yang diterapkan di pabrik Toyota tersebut kemudian disarikan dalam beberapa dekade dan dikenal dengan istilah "*lean*".

"*Lean*" dalam bahasa Inggris berarti ramping atau kurus. Suatu perusahaan dikatakan *lean* jika semua aktivitas yang dilakukan hanya aktivitas yang bersifat *value-added* atau aktivitas yang memberikan nilai tambah dilihat dari sudut pandang *customer*. *Lean* dapat didefinisikan sebagai suatu pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) dan meningkatkan nilai tambah (*value added*) produk agar memberikan nilai kepada pelanggan (*customer value*). Tujuan *lean* pada hakikatnya adalah meningkatkan terus-menerus *customer value* melalui peningkatan terus-menerus rasio antara nilai tambah terhadap *waste* (*the value-to-waste ratio*) (Gasperz 2007).

Lean didefinisikan sebagai suatu filosofi bisnis yang berlandaskan pada minimasi penggunaan sumber-sumber daya (termasuk waktu) dalam berbagai aktivitas perusahaan. *Lean* berfokus pada identifikasi dan eliminasi aktivitas-aktivitas tidak bernilai tambah (*non-value-adding activities*) dalam desain, produksi (untuk bidang manufaktur) atau operasi (untuk bidang jasa) dan *supply chain management* yang berkaitan langsung dengan pelanggan.

Perkembangan konsep *lean* sampai saat ini telah mengalami beberapa fase perkembangan yang sangat berarti, Hines et al., (2004) dalam jurnal internasionalnya "*Learning to involve: A review of contemporary lean thinking*", membagi perkembangan konsep *lean* ke dalam 4 fase. Pada Tabel 2.1 digambarkan dengan jelas evolusi dari konsep pemikiran *lean*.

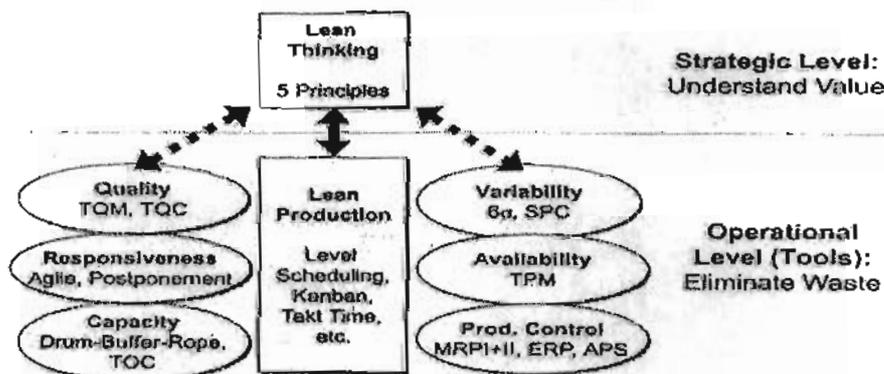
Tabel 2. 1 Perkembangan Konsep Lean
 (Hines et al,2004: *Learning to evolve " A review of contemporary lean thinking "*)

Phases	1980-1990 Awareness	1990-mid 1990 Quality	Mid 1990-2000 Quality, cost and delivery	2000+ Value system
Literature theme	Dissemination of shop-floor practices	Best practice movement, benchmarking leading to emulation	Value stream thinking, lean enterprise, collaboration in the supply chain	Capability at system level
Focus	JIT techniques, cost	Cost, training and promotion, TQM, process reengineering	Cost, process-based to support flow	Value and cost, tactical to strategic integrated to supply chain
Key business process	Manufacturing, shop-floor only	Manufacturing and materials management	Order fulfilment	Integrated processes, such order fulfilment and new product development
Industry sector	Automotive - vehicle assembly	Automotive - vehicle and component assembly	Manufacturing in general - often focused on repetitive manufacturing	High and low volume manufacturing, extension into service sectors
Shingo (1981, 1988)	Shingo (1981, 1988)	Womack <i>et al.</i> (1990)	Lamming (1993)	Bateman (2000)
	Schonberger (1982, 1986)	Hammer (1990)	MacBeth and Ferguson (1994)	Hines and Taylor (2000)
	Monden (1983)	Stalk and Hout (1990)	Womack and Jones (1994, 1996)	Holweg and Pil (2001)
	Ohno (1988)	Harrison (1992)	Rother and Shook (1996)	Abbas <i>et al.</i> (2001)
	Mather (1968)	Andersen Consulting (1993, 1994)		Hines <i>et al.</i> (2002)

Berdasarkan uraian diatas, secara hirarki, *Lean* dapat dikategorikan dalam dua level, yaitu level strategis dan level operasional (Hines et al., 2004), ilustrasi disajikan pada Gambar 2.2.

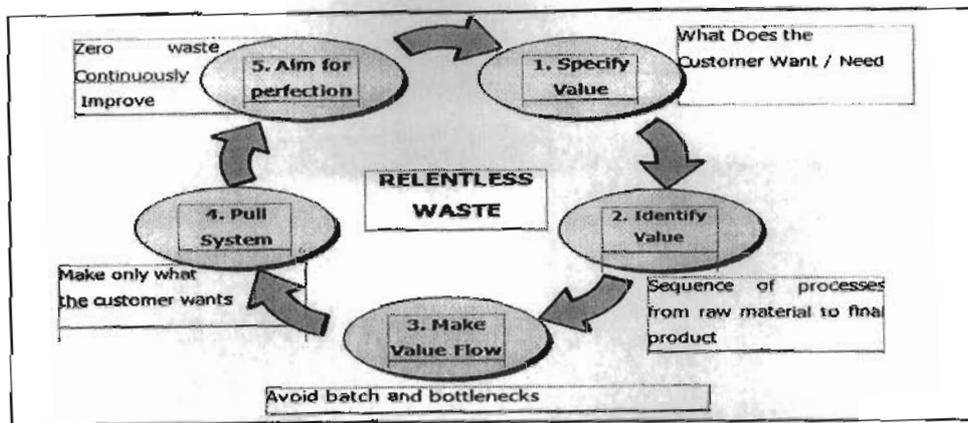
2.4 Level Strategi (*Lean Thinking*)

Lean thinking berada pada level strategis dimana pemikiran strategis yang dilakukan pada level ini berpusat pada *customer* dan bisa diaplikasikan diberbagai fungsi perusahaan. *Lean thinking* merupakan suatu konsep yang dikembangkan dari teknik *shop floor* yang didalamnya tidak hanya memasukkan fungsi *manufacturing* saja tetapi juga memasukkan seluruh fungsi organisasi.



Gambar 2. 2 Level of Lean & Lean Framework

Lean thinking dikenalkan oleh Womack, et al (1990) dalam bukunya "*Lean thinking: Banish Waste and Create Wealth for Your Corporation*" yang mengembangkan suatu desain *Lean* baru yang mendefinisikan pemikiran *Lean* sebagai suatu proses yang terdiri dari lima prinsip utama: mendefinisikan nilai, menetapkan aliran nilai, membuat nilai mengalir tanpa gangguan, membiarkan pelanggan menarik nilai dari produsen, berusaha keras untuk mencapai yang terbaik. Ilustrasi Prinsip-prinsip utama *Lean* ditunjukkan dalam Gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Lean Thinking – 5 principles

1. Mendefinisikan Nilai (*Specify Value*)

Pada sistem produksi massal nilai ditentukan oleh produsen. Hal ini merupakan satu alasan variasi produk sulit untuk ditemukan pada masa itu. Walaupun pelanggan menginginkan mobil *Ford* model T berwarna biru atau merah tapi produsen telah menetapkan bahwa nilai berasal dari mobil *Ford* Model T berwarna hitam. Pada sistem produksi *Lean*, semua proses bergantung pada nilai, “Nilai hanya dapat didefinisikan oleh pelanggan” (Womack, et al., 1990). Kemudian nilai hanya memiliki makna bila direalisasikan dalam suatu bentuk tertentu (barang atau jasa, atau bahkan kombinasi keduanya) yang dapat memenuhi kebutuhan pelanggan dengan harga tertentu dan waktu tertentu. Dari sudut pandang pelanggan nilai dibuat oleh produsen dan karena alasan itu pelanggan membutuhkan produsen. Tetapi produsen sendiri sulit untuk dapat mendefinisikan nilai tersebut (Womack, et al., 1990).

2. Menetapkan Aliran Nilai (*Identify Value Stream*)

Aliran nilai merupakan serangkaian kegiatan yang dibutuhkan untuk membawa suatu produk tertentu (berupa barang, jasa atau kombinasi dari keduanya) melalui tiga hal penting mengenai manajemen yang terdapat di semua bisnis. Pemecahan masalah mulai dari konsep melalui desain rinci dan *engineering* hingga peluncuran produk, manajemen informasi mulai dari pengambilan pesanan melalui penjadwalan rinci hingga pengiriman dan transformasi fisik mulai dari bahan mentah hingga menjadi barang jadi yang dimiliki oleh pelanggan (Womack, et al., 1990).

Langkah selanjutnya dalam sistem produksi *lean* adalah mengidentifikasi semua kegiatan dalam seluruh aliran nilai. semua kegiatan tersebut dapat dikategorikan menjadi sebagai berikut ini :

- a) Menciptakan nilai bagi produk (*value added activities*),
- b) Tidak dapat menciptakan nilai tapi tidak dapat dihindari dengan teknologi dan aset yang sekarang dimiliki (*necessary but non value added activities*) / (pemborosan tipe I)
- c) Tidak dapat menciptakan nilai bagi produk (*Non value added activities*)/ (pemborosan tipe II)

Semua kegiatan yang menciptakan nilai bagi produk harus tetap berada dalam proses. Kegiatan yang tidak dapat menciptakan nilai tapi tidak dapat dihindarkan (pemborosan tipe I) pada awalnya harus dapat diperiksa dan kemudian harus dihilangkan bila sudah memungkinkan. Pada saat suatu kegiatan tidak dapat menciptakan nilai (pemborosan tipe II) maka kegiatan tersebut harus dihilangkan. Jenis kegiatan seperti ini disebut kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah (*non value added*), pemborosan atau dalam bahasa Jepang disebut *muda* (Womack, et al., 1990).

3. Aliran yang Kontinyu (*Make Value Flow*)

Setelah nilai dapat didefinisikan dan aliran nilai dipetakan, maka kegiatan yang menciptakan nilai seharusnya diatur supaya dapat mengalir dari satu proses ke proses lainnya tanpa hambatan. Proses mengalir adalah inti organisasi *lean*, yaitu bahwa mempersingkat waktu yang diperlukan mulai dari material hingga menjadi barang jadi (atau jasa) akan memunculkan kualitas terbaik, biaya terendah dan waktu pengiriman yang tersingkat (Liker, 2004)

4. Sistem Produksi Tarik (*Pull System*)

Sistem manajemen distribusi persediaan pada dasarnya ada dua macam, yaitu sistem dorong (*push system*) dan sistem tarik (*pull system*). Sistem pertama ialah *push system*. *Push system* dideskripsikan sebagai (Forgaty, et al., 1991):

1. Pada produksi, *Push system* mengacu pada produksi item-item sesuai dengan waktu yang diberikan pada perencanaan jadwal produksi.
2. Pada pengendalian material, *push system* mengacu pada penggunaan material sesuai dengan jadwal yang telah direncanakan pada waktu memulai proses.
3. Pada distribusi, *push system* mengacu pada sistem penyimpanan persediaan di *warehouse*, dimana segala pembuatan keputusan dilakukan oleh bagian pusat *warehouse* atau pabrik.

Sistem kedua adalah *pull system*, yang merupakan alternatif baru yang dibentuk untuk mengatasi kelemahan-kelemahan *push system*. *Pull system* dideskripsikan sebagai (Forgarty, et al., 1991):

1. Pada produksi, *Pull system* mengacu pada produksi item-item hanya jika terdapat permintaan atau untuk menggantikan item yang telah digunakan.
2. Pada pengendalian material, *pull system* mengacu pada penggunaan persediaan material sesuai dengan permintaan dari operator. Material hanya akan dikeluarkan apabila ada sinyal dari pengguna atau proses selanjutnya.
3. Pada distribusi, *pull system* mengacu pada sistem penyimpanan persediaan di *warehouse*, dimana segala pembuatan keputusan dilakukan secara langsung dilapangan, bukan pusat

5. Peningkatan berkelanjutan (*Aim for Perfection*)

Pada saat suatu organisasi telah berhasil mendefinisikan nilai secara tepat, mengidentifikasi seluruh aliran nilai, membuat langkah pembuatan nilai untuk suatu produk

tertentu dapat mengalir secara kontinyu dan membiarkan pelanggan menarik nilai tersebut dari organisasi, maka organisasi akan melihat bahwa selalu terdapat hal-hal yang harus dilakukan, diperbaiki atau ditingkatkan. Tidak akan ada akhir dalam proses reduksi usaha, waktu, ruang, biaya dan kesalahan dalam memberikan yang terbaik atau semakin mendekati dengan yang diinginkan oleh pelanggan. Organisasi berusaha untuk meraih kesempurnaan dengan melakukan proses peningkatan berkesinambungan (*Contionous improvement*) (Womack, et al., 1990).

2.5 Level Operasional (*Lean Production*)

Lean production berada pada level operasional dimana pada level ini sangat diperlukan pemahaman tentang *lean* secara menyeluruh dalam rangka penerapan *tools* dan strategi yang tepat untuk memberikan nilai bagi *customer* (Hines et al., 2004). *Lean production* dijabarkan dalam 5 elemen, yaitu *lean manufacturing*, *lean product development*, *supply chain coordination*, *customer distribution*, dan *lean enterprise management*. Akan tetapi, beberapa peneliti memilih fokus pada *lean manufacturing* karena *lean manufacturing* mampu memberikan dampak yang kuat untuk menimbulkan perubahan terhadap pekerjaan orang-orang di rantai produksi dan karena banyaknya industri manufaktur tertarik dengan teknik tersebut.

2.6 *Lean Manufacturing*

Lean manufacturing bisa dikatakan sebagai manufaktur tanpa pemborosan, jadi prinsip utama dari pendekatan ini adalah pengurangan atau peniadaan pemborosan di dalam fungsi manufaktur, dan salah satu prosesnya adalah identifikasi aktivitas-aktivitas mana yang memberikan nilai tambah dan mana yang tidak.

Pada lingkungan manufaktur dimana yang dominan adalah aktivitas fisik, aktivitas *non value added* biasanya lebih dominan. Berdasarkan riset empiris yang dilakukan oleh *Lean Enterprise Research Centre* di *Cardiff Business School UK* pada tahun 2000 diketahui bahwa hanya sekitar 5 % dari seluruh kegiatan diperusahaan manufaktur yang memberikan nilai tambah. Selebihnya sekitar 60% merupakan *non value added activities* dan 35 % merupakan *necessary but non value added activities*.

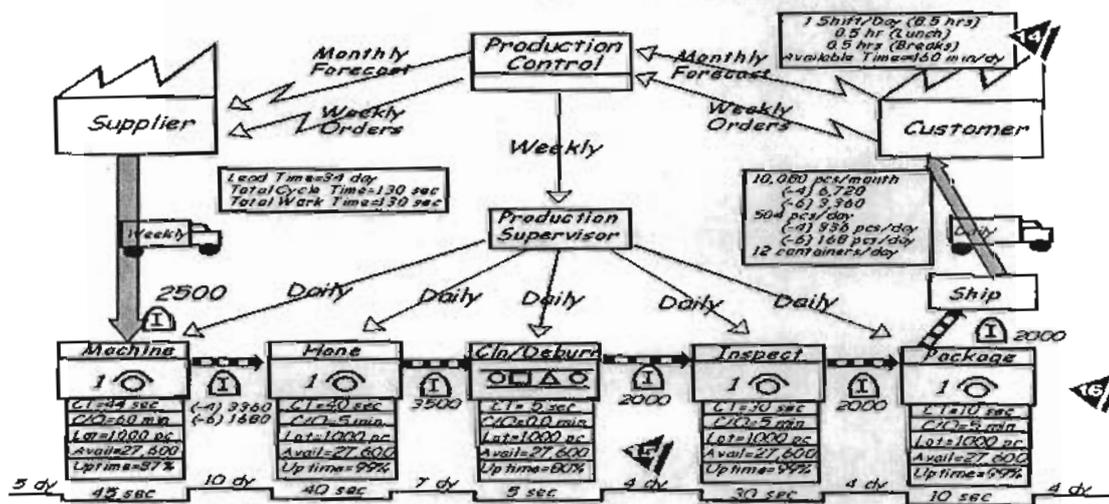
2.7 *Value Stream Mapping*

Value stream mapping adalah salah satu teknik *Lean* yang biasa digunakan untuk menganalisis aliran material dan informasi saat ini yang dibutuhkan untuk membawa produk atau jasa hingga sampai ke konsumen. *Value Stream Mapping* ini berasal dari perusahaan Toyota dan teknik ini juga sering disebut sebagai *Material and Information Flow Mapping*. Peta ini mencakup proses, alur material dan informasi dari satu famili produk tertentu dan membantu

mengidentifikasi pemborosan dalam sistem (Liker, 2004). Womack, et al. (1990) menyatakan bahwa langkah pertama dalam memetakan aktivitas adalah dengan mengidentifikasi famili produk. Famili produk merupakan sekumpulan produk yang memiliki tahapan dan menggunakan mesin yang sama dalam pemrosesan. Famili produk ini dapat ditentukan dengan menggunakan *PQR Analysis*.

Langkah kedua adalah dengan menentukan masalah yang sedang dihadapi. Kemudian langkah selanjutnya adalah membuat peta aliran nilai untuk situasi yang sedang dihadapi atau *VSM Current State*, dimana peta aliran nilai ini seharusnya merefleksikan hal yang sebenarnya terjadi bukan hal yang seharusnya terjadi. Adapun Secara garis besar ada beberapa langkah yang perlu dilakukan untuk membentuk *VSM Current State Map* yaitu:

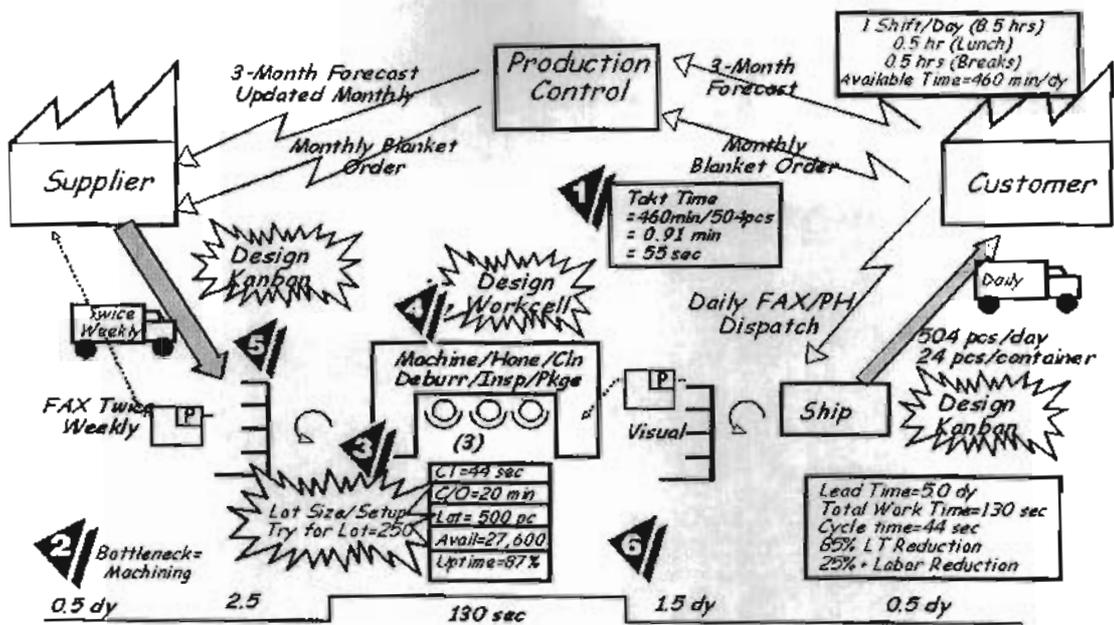
- 1) Mengidentifikasi kebutuhan pelanggan.
- 2) Menambah aliran informasi yang melintasi proses yang ditinjau pada *Value Stream Map* (VSM).
- 3) Menambahkan aliran fisik pada peta VSM
- 4) Menggabungkan aliran fisik dengan aliran informasi pada VSM.
- 5) Melengkapi VSM diatas dengan informasi *lead time* dan *value adding time* dari keseluruhan proses. Gambar 2.4 menunjukkan satu contoh sebuah *VSM current state*.



Gambar 2.4 VSM Current State

Setelah peta aliran nilai untuk situasi yang sedang dihadapi selesai dibuat, maka dibuat peta aliran nilai perbaikan atau *VSM Future state* (Gambar 2.5). Pembuatannya secara garis besar dapat dilakukan dengan melalui beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Menyeleksi kegiatan-kegiatan yang ada dan menghilangkan kegiatan yang tidak menciptakan nilai.
2. Menempatkan sebanyak mungkin kegiatan dalam aliran yang kontinyu.
3. Meratakan *output* dari aliran nilai dan bila perlu membagi satu aliran nilai menjadi dua atau tiga aliran nilai, disesuaikan dengan kebutuhan.



Gambar 2.5 VSM Future State

BAB 3 TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi *waste* pada industri garmen di Bandung.
2. Melakukan analisis pada sistem manufaktur industri garmen untuk melakukan perbaikan dengan mereduksi *waste*.
3. Meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya pada industri garmen.

Adapun manfaat hasil penelitian yang diharapkan adalah sektor industri garmen dapat meningkatkan produktivitas, sehingga memungkinkan untuk mencapai kinerja yang lebih tinggi yang pada akhirnya meningkatkan daya saing perusahaan.

3.2 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah :

1. Terciptanya sistem industri garmen yang efisien,
2. Meningkatnya kemampuan daya saing industri garmen menuju persaingan pasar global.

Hasil penelitian diharapkan dapat meningkatkan daya saing industri garmen di Bandung dalam memberi nilai tambah, menambah keuntungan bisnis melalui sistem yang efisiensi serta mendukung perkembangan industri garmen di masa yang akan mendatang.

BAB 4 METODE PENELITIAN

Penelitian adalah proses mempelajari, memahami, menganalisis serta memecahkan masalah berdasarkan fenomena yang ada. Agar penelitian berjalan dengan baik dan terarah diperlukan kerangka penelitian yang didalamnya berisi suatu gambaran dari langkah-langkah yang harus dilakukan dalam penelitian, dari tahap awal sampai dengan tahap akhir. Penelitian ini terbagi menjadi 2 tahap sebagai berikut :

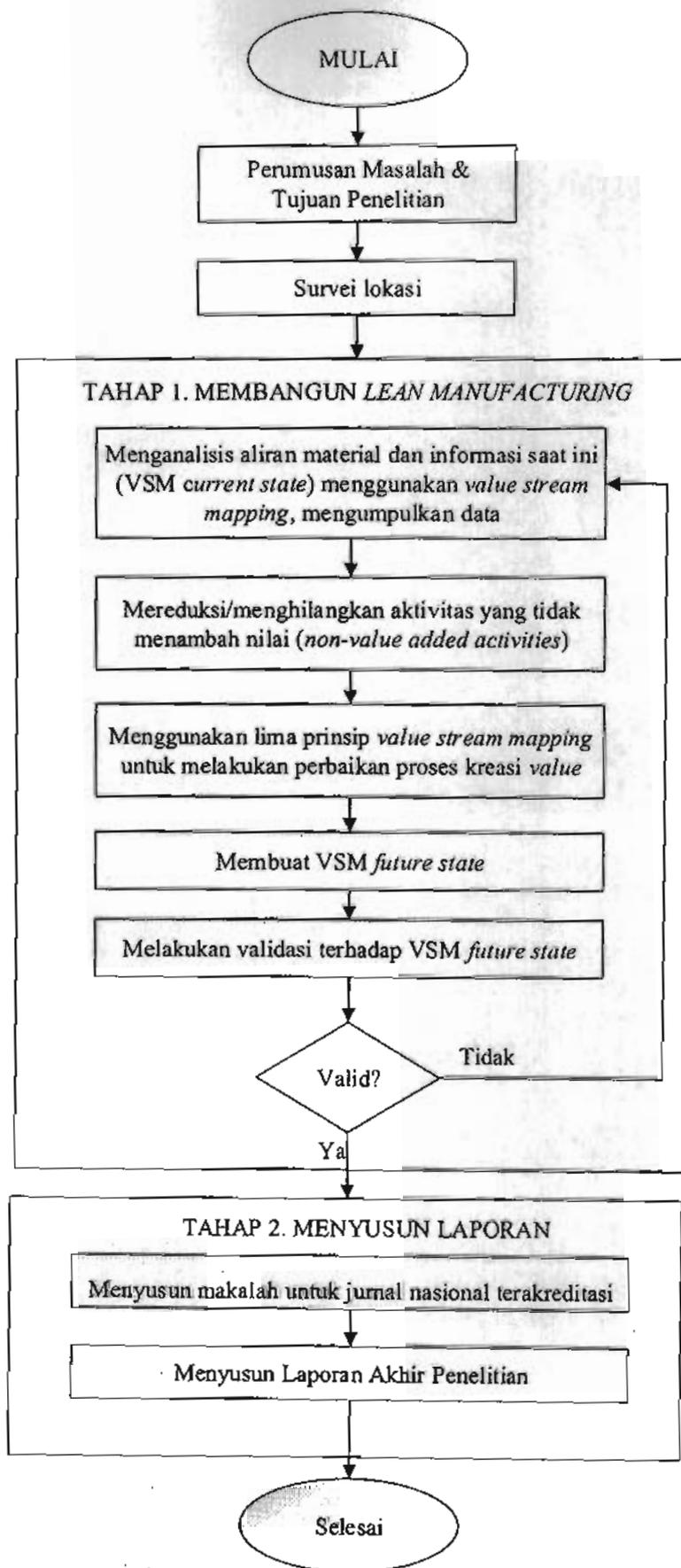
- 1) Tahap 1. Membangun *Lean manufacturing* pada industri tekstil
 - a. Menganalisis aliran material dan informasi saat ini (VSM current state) menggunakan *value stream mapping*.
 - b. Mengumpulkan data diantaranya: *lead time* pemesanan, waktu *setup*, waktu siklus proses, utilisasi mesin/fasilitas, jumlah pekerja yang terlibat pada setiap proses, waktu menunggu antar proses, jumlah *inventory* antar proses, jumlah produk cacat pada setiap proses, jumlah *shift* kerja per hari.
 - c. Mereduksi/menghilangkan aktivitas yang tidak menambah nilai (*non-value added activities*) atau *waste* yang dapat dikelompokkan dalam 7 (tujuh) jenis: *overproduction*, *transportation*, *inventory*, *motion*, *defects*, *over-processing*, dan *waiting*.
 - d. Melakukan perbaikan proses kreasi *value* dengan menggunakan lima prinsip *value stream mapping*.
 - e. Membuat *value stream map* yang lebih baik/ramping (VSM *future state*).
 - f. Validasi VSM *future state*.

Indikator capaian pada tahap 1 ini yaitu terbentuk *value stream map* (VSM) *future state*.

- 2) Tahap 2. Menyusun laporan akhir penelitian
 - a. Menyusun makalah untuk seminar SNaPP.
 - b. Menyusun laporan akhir penelitian.

Indikator capaian pada Tahap 2 yaitu laporan akhir hasil penelitian dan makalah seminar SNaPP.

Untuk lebih jelasnya mengenai tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Flowchart Kerangka Pemecahan Masalah

BAB 5 HASIL YANG DICAPAI

Dalam penelitian ini dilakukan survei pada beberapa pabrik garmen untuk menentukan pabrik atau perusahaan mana yang memungkinkan untuk dilakukan penelitian. Perusahaan yang dipilih dalam penelitian ini adalah PT. X merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang garmen dengan produk utama pakaian. Penelitian ini dilakukan dengan mengamati langsung terhadap objek yang diteliti. Data yang diperlukan dalam penelitian ini terutama berkaitan dengan produk dan proses produksi. Selain itu terdapat juga data lain berupa data mengenai gambaran umum perusahaan dimana didalamnya terdiri dari sejarah perusahaan, struktur organisasi.

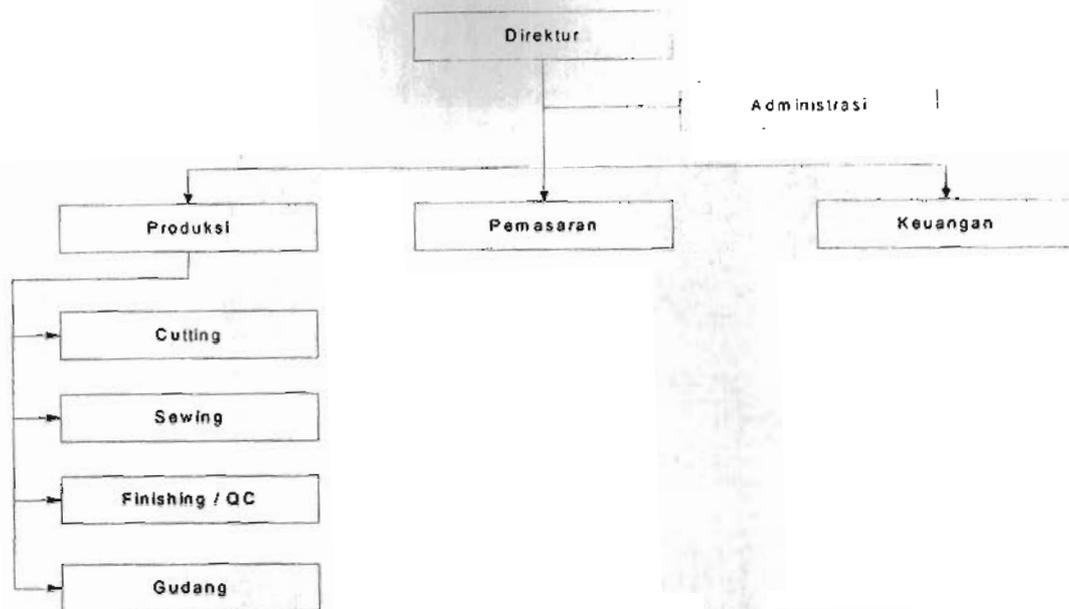
5.1 Gambaran Umum Perusahaan

PT. X adalah industri yang bergerak di bidang produksi pakaian (*clothing*) berbasis di Bandung yang didirikan pada tahun 2006 dengan lebih dari 5 tahun pengalaman dalam komoditas ini. Sebelumnya industri ini bernama *No Label Stuff* atau disingkat NLS. Pada mulanya industri ini hanya bergerak dibidang penyablonan hingga saat ini dikembangkan lagi menjadi perusahaan jasa pembuatan baju sedangkan bagian produksi yang lain dilakukan oleh pihak lain. PT. X yang hanya bergerak di bidang penyablonan produk.

Perusahaan ini dikhususkan untuk merancang dan memasarkan pakaian berkualitas tinggi. Produk perusahaan yang tersedia di bawah nama merek sendiri termasuk Neps, V/NUS, NK, Invers, Load. Tiga produk utama untuk pria, wanita, dan anak-anak, bersatu dalam satu merek bernama Trident. Neps merupakan produk untuk pria. V/NUS merupakan produk untuk wanita. Nepskid merupakan produk untuk anak-anak.

5.2 Struktur Organisasi & Layout Perusahaan

Struktur organisasi merupakan pendukung aktivitas perusahaan untuk memudahkan koordinasi dan komunikasi antar bagian. Struktur organisasi pada PT. X telah melakukan beberapa kali perubahan. Hal ini untuk menciptakan kondisi kerja yang lebih baik, terarah dan teratur. Berikut struktur organisasi PT. X dapat dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5. 1 Struktur Organisasi PT. X

Dalam melaksanakan tugas masing-masing departemen memiliki *job description* dalam upaya menjaga keberlangsungan perusahaan, kelancaran produksi dan memenuhi kebutuhan konsumen. Berikut adalah *Job Description* masing- masing departemen :

1. **Bagian Produksi**

Pada bagian produksi ini bertugas untuk membuat baju gamis dan tunik dengan beberapa bagian proses produksi. Proses produksi dimulai dari proses bentuk pola, ngampar, *cutting*, *sewing*, buang benang, *quality control*, setrika, *sizing* dan packing.

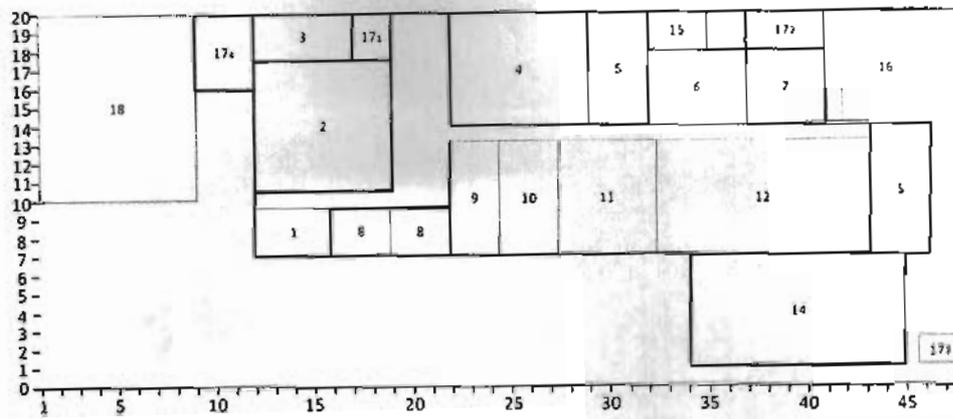
2. **Bagian Pemasaran**

Bagian pemasaran bertugas untuk menjual produk kepada konsumen dan menawarkan produk kepada konsumen sesuai dengan jumlah permiwantaan yang diinginkan oleh konsumen.

3. **Bagian Keuangan**

Bagian keuangan bertugas untuk melakukan proses transaksi baik transaksi pembelian maupun penjualan produk dan melaporkan hasil keuangan kepada perusahaan atas pengeluaran dan pemasukan yang akan direncanakan maupun yang telah terlaksana.

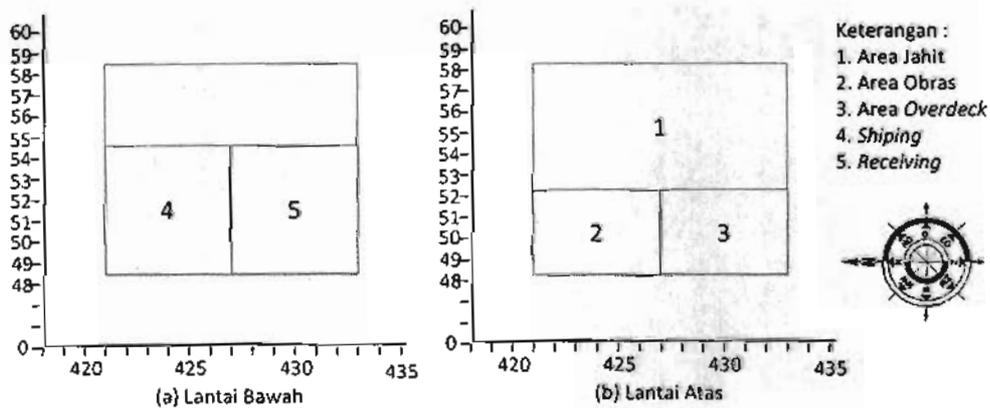
Layout perusahaan terdiri dari layout utama (Gambar 5.2) dan *layout* penjahitan (Gambar 5.3)



- Keterangan :
- | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| 1. Receptionist | 7. Ruang Steam | 13. Ruang Transit Sementara |
| 2. Ruang Kantor | 8. Area Lubang & Pasang Kancing | 14. Ruang Quality Control |
| 3. Ruang Meeting | 9. Area Transit Barang | 15. Mushola |
| 4. Warehouse | 10. Area Finishing | 16. Dapur |
| 5. Ruang PPIC | 11. Area Pengelotan (Lot Size) | 17. Toilet |
| 6. Ruang Barcode & Packing | 12. Area Pola & Cutting | 18. Parkir |

Gambar 5. 2 Layout Utama

Untuk proses penjahitan terletak diluar area pabrik utama perusahaan sehingga perlu dilakukan proses transfer yang cukup jauh menggunakan kendaraan.



Gambar 5. 3 Layout Penjahitan

5.3 Proses Bisnis PT. X

Proses bisnis perusahaan PT. X meliputi beberapa kegiatan dimulai dari pemasaran, produksi, dan keuangan. Untuk proses bisnis yang akan digambarkan sekarang dilakukan dari proses penerimaan kebutuhan konsumen, pengadaan bahan baku hingga kegiatan produksi. Proses bisnis PT. X dapat dilihat pada Gambar 5.4.

1. Pelanggan

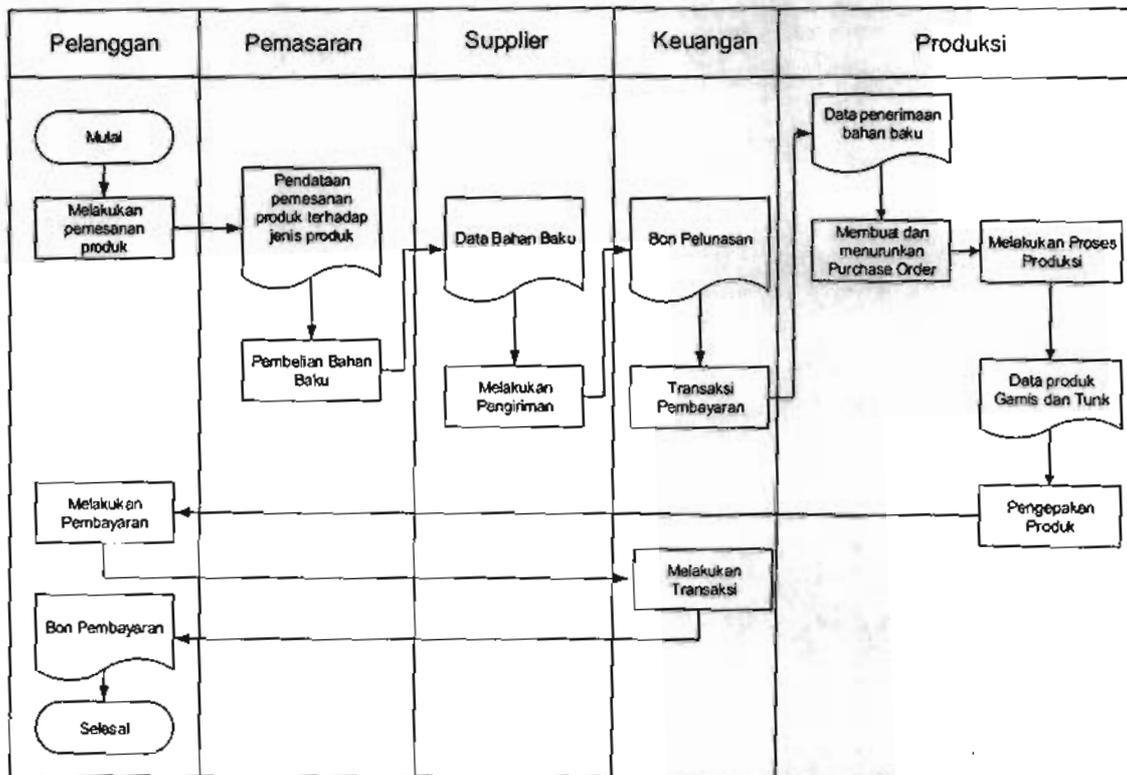
Pelanggan melakukan pemesanan produk kepada pemasar sesuai dengan jumlah yang diminta, kemudian pemesanan produk diproses oleh perusahaan sehingga pelanggan melakukan transaksi pembayaran pada bagian keuangan dan produk diterima oleh pelanggan.

2. Pemasaran

Kegiatan pemasaran dilakukan untuk menarik pelanggan agar membeli produk yang dijual oleh perusahaan. Pemasaran juga melakukan survey pasar, segmen pelanggan, dan promosi. Selain itu kegiatan pemasaran (*marketing*) yaitu melakukan pembelian bahan baku ke *supplier* berdasarkan jumlah permintaan pelanggan.

3. *Supplier*

Supplier merupakan pemasok yang menjual bahan baku secara kontinu kepada perusahaan. Pemesanan bahan baku ini diminta dari bagian pemasaran perusahaan sesuai dengan permintaan pelanggan. *Supplier* melakukan pengiriman barang ke perusahaan dan melakukan transaksi pembayaran pada bagian keuangan. *Lead Time* Bahan Baku untuk Kain Katun, Resleting Jepang, Kancing dan Benang Katun Pemesanan bahan baku dilakukan pemesanan ke *supplier* dengan *Lead Time* 1 bulan.



Gambar 5. 4 Proses Bisnis

4. Keuangan

Transaksi pembayaran dilakukan pada bagian *finance*. Transaksi pembayaran yang dilakukan yaitu transaksi pembelian bahan baku dan pembayaran produk jadi terhadap konsumen. Selain itu, departemen ini berperan dalam mengatur keuangan dan pengupahan pekerja.

5. Produksi

Departemen Produksi di PT. X berperan sebagai perencanaan aktivitas produksi berdasarkan bahan baku untuk memenuhi kebutuhan konsumen dan bertugas sebagai pelaksanaan dalam produksi di perusahaan. *Lead Time* produksi dihitung apabila bahan baku telah tersedia sesuai

kecacatan maka akan dipisahkan dan mengalami perbaikan produksi, apabila produk yang tidak cacat maka dirapihkan pada proses setrika. Untuk tetap menjaga kualitas produk sebelum dipasarkan; 3) Proses setrika (*Stream*) & *Barcode* merupakan bagian yang penting untuk pemasaran produk; dan 4) Proses Packing.

Berdasarkan informasi aliran produksi dan proses produksi kemudian dibuat Diagram SIPOC untuk mengetahui proses yang meliputi *Supplier*, *Input*, *Procces*, *Output* dan *Customer*. Diagram SIPOC dapat dilihat pada Gambar 5.6.



Gambar 5. 6 Diagram SIPOC

5.4 Data Mesin & Pekerja

Proses produksi yang dilakukan PT. X terdiri dari beberapa tahapan proses. Masing-masing tahap berperan untuk memberikan nilai tambah pada produk yang dibuat oleh perusahaan. Uraian mengenai tahapan yang ada di PT. X yang dibagi dalam beberapa stasiun kerja dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5. 1 Mesin dan Pekerja

Stasiun Kerja	Proses	Jumlah	
		Mesin	Pekerja
Pola, <i>Cutting</i> & peng-Lot-an	Pola, <i>Cutting</i> & peng-Lot-an	4	6
Jahit	Jahit	15	8
	Obras	8	
	Overdek	4	
Lubang kancing	Pembuatan Lubang kancing	2	2
	Pemasangan kancing	2	
QC	Buang Benang	-	5
	Quality Control	-	2
Packing	Steam Pakaian	2	2
	Packing & barcode	1	3

5.5 Data Waktu Kerja

Pengaturan jam kerja di PT. X hanya satu shift dari pagi hingga sore hari. PT. X memberlakukan satu shift 7 jam kerja. Berikut adalah jam dan hari kerja dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5. 2 Jam Kerja

Hari	Waktu Kerja	Istirahat
Senin - Jumat	08.00 - 16.00	11.30 - 12.30
Sabtu	08.00 - 14.00	11.30- 12.30

5.6 Data Waktu Proses Produksi

Proses produksi dilakukan melalui 24 proses dimana ada proses yang dilakukan per *batch* (lot) dan ada yang dilakukan per *piece*. Proses dan waktu proses (detik) diperlihatkan pada Tabel 5.3.

Tabel 5. 3 Proses dan Waktu Proses

No.		Proses	WS	P	WN	L	WB
1		Bentuk Pola (1 Lot)	458,37	1,06	486	0,27	617
2		Ampar (1 Lot)	3009,60	1,06	3190	0,26	4020
3		Cutting (1 lot)	2342,50	1,12	2624	0,27	3332
4	Obras 1	Obras Bagian dalam Badan Depan Atas + Variasi Tengah	23,03	1,12	26	0,215	31
5	Obras 2	Obras Variasi Depan Bawah + Badan Depan Bawah	26,07	1,12	29	0,215	35
6	Jahit 1	Rakit 1 : Jahit Bagian luar Badan Depan Atas + Variasi Tengah	128,87	1,06	137	0,215	166
7	Jahit 2	Rakit 2 : Jahit Variasi Depan Bawah + Badan Depan Bawah	135,20	1,06	143	0,215	174
8	Obras 3	Obras Saku	11,10	1,12	12	0,215	15
9	Obras 4	Rakit 6 : Obras Badan Belakang Atas + Badan Belakang Bawah	21,97	1,12	25	0,215	30
10	Jahit 3	Rakit 3 : Jahit R1+ R2	66,25	1,06	70	0,215	85
11	Jahit 4	Rakit 4 : Jahit R3 + Rumah Tali	88,27	1,06	94	0,215	114

Lanjutan Tabel 5.3 Proses dan Waktu Proses

No.		Proses	WS	P	WN	L	WB
12	Jahit 5	Rakit 5 : Jahit R4 + Saku	60,33	1,06	64	0,215	78
13	Obras 5	Obras R1+ R2	26,50	1,12	30	0,215	36
14	Jahit 6	Rakit 7 : Jahit R5 + Rumah Tali Depan	52,07	1,06	55	0,215	67
15	Obras 6	Rakit 8 : Obras R6 + R7 (Gabung Depan + Blkg)	249,47	1,12	279	0,215	339
16	Obras 7	Rakit 9 : Obras R8 + Tangan	167,10	1,12	187	0,215	227
17	Obras 8	Rakit 10 : Obras R9 + Manset	22,97	1,12	26	0,215	31
18	Jahit 7	Rakit 11 : Jahit R10 + Kera	85,97	1,06	91	0,215	111
19	Overdeck	Overdeck Bagian Bawah baju	63,13	1,06	67	0,215	81
20	Pasang kancing	Rakit 12 : Pasang Kancing R11 + Kancing	56,37	1,06	60	0,215	73
21		Buang Benang (Finishing)	161,90	1,03	167	0,255	209
22		QC	174,37	1,03	180	0,255	225
23		Setrika & barcode	131,23	1,03	135	0,23	166
24		Packing	70,17	1,03	72	0,21	87

5.7 Data Demand

Kegiatan produksi yang dilakukan perusahaan ialah untuk memenuhi permintaan pelanggan. Data permintaan (demand) untuk 10 (sepuluh) bulan terakhir diperlihatkan pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Data Demand

Periode	Data Permintaan
1	1479
2	2806
3	6145
4	4688
5	5058
6	4659
7	4116
8	6503
9	5699
10	4297

5.8 Pemetaan Aliran Material

Untuk memetakan aliran material diperlukan informasi dari proses bisnis (Gambar 5.4), diagram alir (Gambar 5.5) dan diagram SIPOC (Gambar 5.6). Berdasarkan informasi tersebut diketahui bahwa tahapan proses produksi terdiri dari proses Bentuk Pola & *Cutting*, proses Ampar, proses Jahit (*Sewing*), proses Obras, proses Overdeck, proses Pemasangan Kancing, proses Buang Benang (Finishing), proses *Quality Control*, proses Setrika (*Steam*) & *Barcode*, proses *Packing*.

Dalam membantu proses pemetaan aliran material dilakukan pembuatan peta aliran proses untuk mengetahui setiap tahapan dalam produksi meliputi kegiatan proses, transportasi, menunggu dan pemeriksaan. Dari hasil pemetaan ini akan dipergunakan untuk memetakan aliran material dan informasi dalam *Value Stream Mapping (Current State)*. (Gambar 5.6)

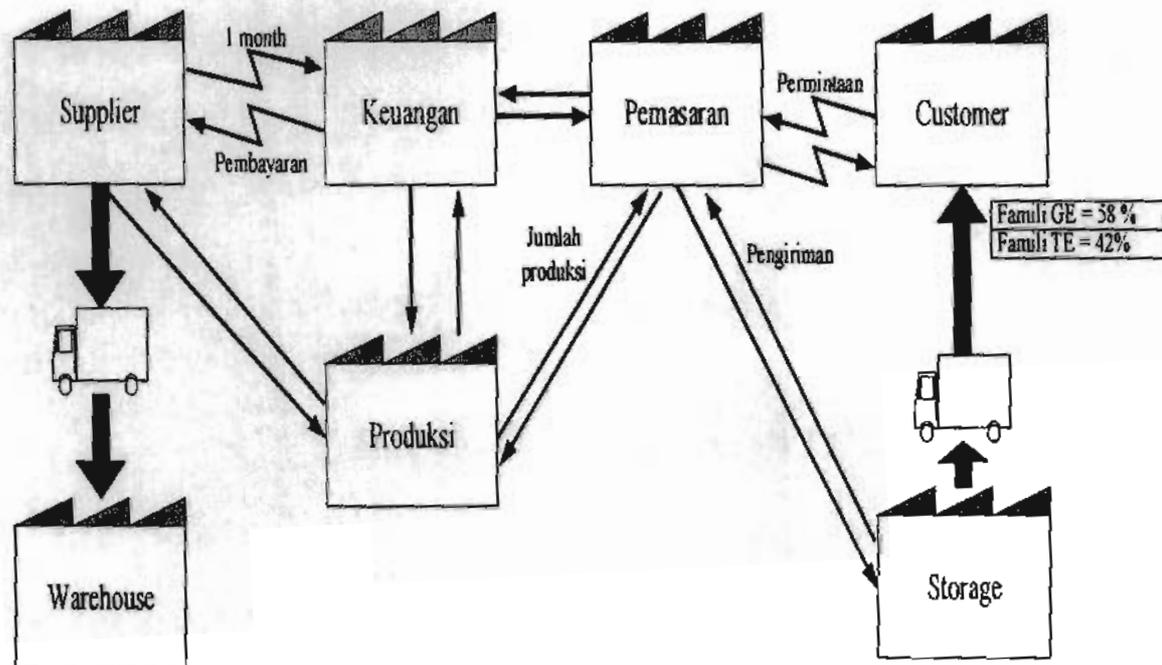
Nama Peta		proses produksi produk GE										
Tanggal		22/04/2017										
Dipetakan		vivi v h										
No	Proses	Aktivitas	Simbol					jarak	waktu (menit)	jumlah	inventori	ket. Waktu WP (menit)
			□	→	●	■	▼					
1		Pengambilan Bahan Baku						3	-			
2	Pola	Pola Bahan						10,28	-			
3		Transfer ke pengaparan						0,5	-			
4	Pengaparan	pengaparan bahan						67	-			
5		transfer ke cutting						0,5	1 lot			
6	Cutting	Cutting Pola						55,53	1 lot			
7		Transportasi ke area Swing						7	1 lot	250 unit		
8	Obras 1	Obras Bagian atas + tengah						0,52	1 unit			
9	Obras 2	Obras bagian depan + bawah						0,56	1 unit			
10	Obras 3	Obras saku						0,25	1 unit			
11	Obras 4	rakit 1 (badan belakang + badan depan)						0,5	1 unit			
12		transfer ke jahit						0,50	1 lot			
13	Jahit 1	rakit 2 (jahit variasi bawah + badan bawah)						2,7	1 unit	202 unit		
14	Jahit 2	rakit 2 (bagian luar badan depan+ tengah)						2,9	1 unit	203 unit	588,7	
15		transfer ke obras						0,5	1 lot			
16	Obras 5	Obras Rakit 1 + rakit 2						0,6	1 unit	1 unit	0,6	
17		transfer ke jahit						1	1 lot			
18	Jahit 3	Rakit 4 (jahit Rakit 1 + rakit 2)						1,42	1 unit	28 unit	39,76	
19	Jahit 4	Rakit 5 (jahit Rakit 3 + Rumah Tali)						1,90	1 unit	6 unit	11,4	
20	Jahit 5	Rakit 6 (jahit rakit 4 + saku)						1,30	1 unit	237 unit	308,1	
21	Jahit 6	Rakit 7 (jahit rakit 5 + rumah tali depan)						1,12	1 unit			
22		transfer ke obras						1	1 lot			
23	Obras 6	rakit 8 (rakit 6 + rakit 7)						5,65	1 unit	248 unit	1401,2	
24	Obras 7	rakit 9 (rakit 8 + tangan)						3,78	1 unit			
25	Obras 8	rakit 10 (rakit 9 + manset)						0,52	1 unit			
26		transfer ke jahit						0,5	1 unit			
27	Jahit 7	rakit 11 (rakit 10 + kerah)						1,85	1 unit			
28		transfer ke overdeck						1	1 lot			
29	Overdeck	Overdeck bagian bawah baju						1,35	1 unit			
30		transfer ke area pasang kancing						7	1 lot	250 unit		
31	Pasang Kancing	rakit 12 (pasang kancing + rakit 11)						1,22	1 unit			
32		transfer ke area finishing						1	1 lot			
33		finishing (pembuangan sisa benang jahit)						3,48	1 unit	145 unit	504,6	
34		transfer ke Quality Control						2	1 lot			
35		quality control						3,75	1 unit	44 unit	165	
36		transfer ke stream untuk disetrika						1,5	1 lot			
37		proses stream						2,77	1 unit			
38		transfer ke packing						0,5	1 lot			
39		proses packing						1,45	1 unit			
40		transfer ke gudang						1	1 lot			
		Jumlah		14	22	2	2	200,8933				3019,36

Tabel 5. 5 Peta Aliran Proses

Dari peta aliran proses (Gambar 5.7) dapat dilakukan pembuatan *value stream map*, mulai dari kedatangan material hingga menjadi produk yang siap dikirim. Proses pemetaan diperlihatkan oleh Gambar 5.8.

5.9 Pemetaan Aliran Informasi

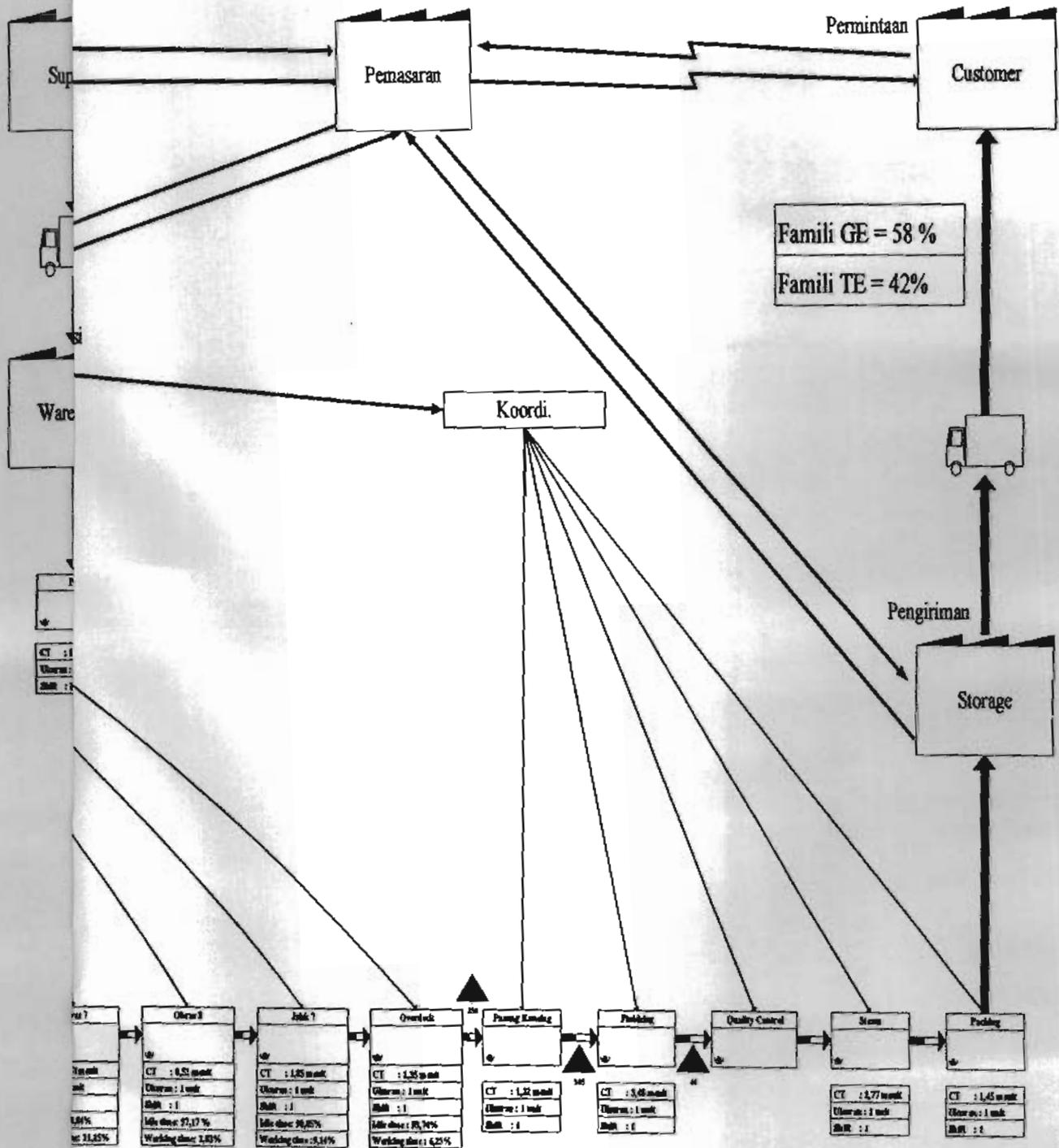
Pemetaan aliran informasi dilakukan berdasarkan proses bisnis (Gambar 5.4). Proses ini merupakan tahap 2 dalam pembuatan peta *Current State Map*. Hasil pemetaan menghubungkan departemen dalam perusahaan yaitu Produksi, Keuangan, Pemasaran dengan *Customer* dan *Supplier*. (Gambar 5.9)



Gambar 5. 8 Aliran Informasi Produksi PT. X

5.10 Penggabungan Aliran Material & Informasi

Proses penggabungan aliran material dan informasi merupakan tahap untuk memberikan gambaran mengenai penanggung jawab dalam setiap proses yang ada disetiap aktivitas produksi. Setelah penggabungan langkah selanjutnya yaitu proses perhitungan *Production Lead Time* dan *Value Added Time*. Hasilnya diperlihatkan oleh Gambar 5.10 dan proses penggabungan memperlihatkan setiap proses memiliki kontrol dalam menjaga lancarnya proses produksi yang sedang dilakukan.



ial dan Informasi

5.11 Melengkapi *Value Stream Mapping*

Tahap ini merupakan tahap akhir dari proses penggambaran *Current State Map*. Dalam proses ini dilakukan proses perhitungan *Lead Time* dan *Value Added* sepanjang aktivitas produksi. Berdasarkan hasil pemetaan sementara diketahui bahwa *Lead Time* produksi sebesar 3224,81 menit dengan nilai *Value Added* yaitu 172,4 menit (5,34%) dan *Non-Value Added* yaitu 3052,41 menit (95,66 %). Selain itu, juga dapat diketahui waktu *setup* setiap stasiun, jumlah *inventory*, juga produk cacat dan *Idle Time Mesin* sebesar 118,55 menit. Gambaran *Value Stream Map (Current State)* yang lengkap diperlihatkan pada Gambar 5.11.



5.12 Identifikasi Waste dalam proses produksi & Rekomendasi Perbaikan

Dalam upaya mengurangi permasalahan yang terjadi pada proses produksi di PT. X dilakukan identifikasi dengan pendekatan *7 Waste* dari hasil pemetaan *Current State*. Menurut hasil identifikasi awal, diketahui peluang pemborosan yang dapat terjadi diantaranya Transportasi, Cacat Produk, Penumpukan dan Waktu Tunggu. Hasil identifikasi diperlihatkan oleh Tabel 5.6.

Tabel 5. 6 Identifikasi Jenis Pemborosan (*Waste*)

No	Jenis Waste	Identifikasi	Penyebab
1	Transportasi	1. Menurut hasil pemetaan menggunakan <i>value stream map</i> diketahui proses transportasi tertinggi dari proses transfer pola ke jahit dan jahit ke pasang kancing (7 menit 1 kali transfer)	Proses pola dan proses jahit berbeda lokasi /gedung
		2. Proses transfer dipengaruhi kegiatan loading & unloading bahan	Transfer menggunakan kendaraan bermotor
2	Produk cacat	1. Produk cacat diperoleh dari proses <i>Quality Control</i> dengan persentase untuk jenis produk Tunik (TE 32%) dan Gamis (GE 1,7%)	Kegiatan, model dan urutan penjahitan yang rumit
		2. Proses repair dilakukan untuk produk cacat dengan kategori kesalahan proses jahit	
3	Inventory/ Penumpukan	1. Penumpukan bahan (WIP) banyak terjadi dalam proses penjahitan	Kapasitas mesin tidak seimbang dan kebijakan ukuran lot yang tidak optimal
4	Waktu Tunggu	1. Proses ini terjadi karena terdapat komponen menunggu sebelumnya untuk dijahit (proses jahit 5 dan obras 6).	Dalam tahap pola (awal) semua komponen sudah dibuat sementara proses Jahit 5 dan Obras 6 harus menunggu proses upstream selesai.

Dalam identifikasi pemborosan (*waste*) belum ditemukan 3 jenis *waste* yang lain yaitu *overproduction*, *motion*, *over-processing*. Untuk 3 kategori *waste* tersebut diperlukan penelitian lanjutan. Berdasarkan uraian pada Tabel 5.6 mengenai penyebab dan jenis *waste* yang terjadi maka dilakukan beberapa rekomendasi untuk menghilangkan pemborosan sebagaimana pada Tabel 5.7.

Tabel 5. 7 Rekomendasi Perbaikan Untuk Mengurangi Pemborosan (*Waste*)

Jenis Waste	Penyebab Waste	Rekomendasi Pebaikan	Perkiraan Hasil
Transportasi	Proses jahit yang berbeda lokasi /gedung	Pembagian proses untuk kegiatan jahit yaitu proses Obras 1-4 dan Jahit 1-2 dilakukan pada lokasi yang sama dengan proses <i>cutting</i> .	Mengurangi waktu tunggu mesin yang sebelumnya 7 menit untuk 4 mesin (Obras 1-4) menjadi 7 menit untuk 1 mesin (Obras 5).

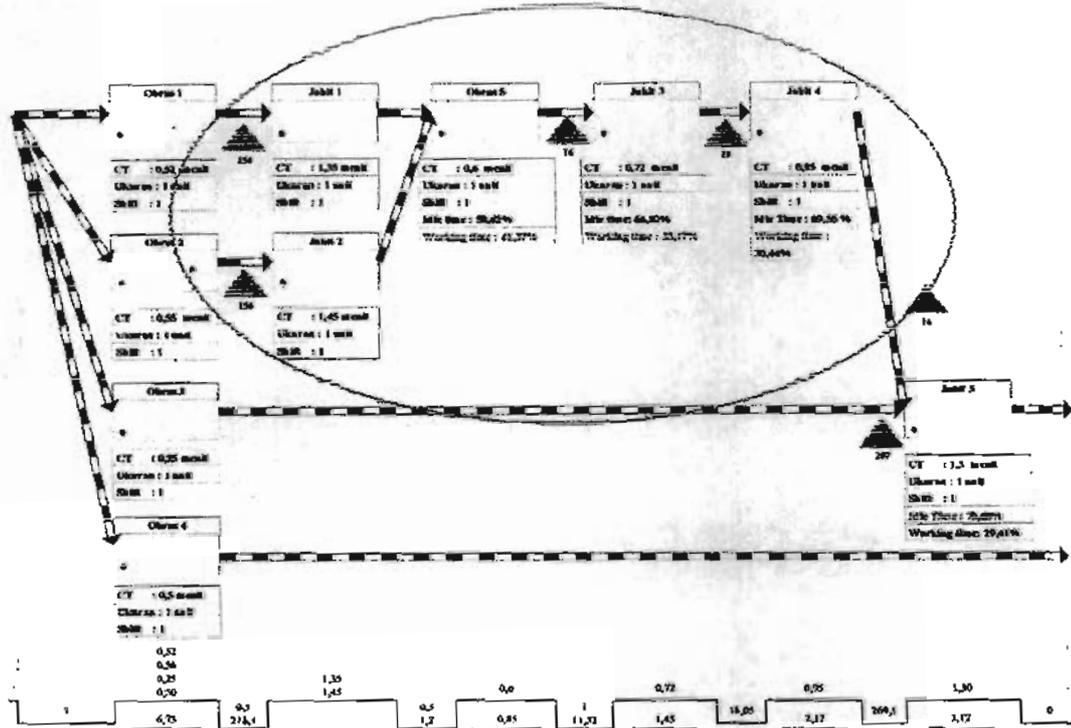
Lanjutan Tabel 5. 8 Rekomendasi Perbaikan Untuk Mengurangi Pemborosan (*Waste*)

Jenis <i>Waste</i>	Penyebab <i>Waste</i>	Rekomendasi Perbaikan	Perkiraan Hasil
Produk Cacat	Model dengan urutan penjahitan yang rumit	Meningkatkan skill operator khusus untuk penjahitan yang rumit	Mengurangi produk cacat karena penjahitan yang rumit.
Inventory/ Penumpukan	Kapasitas mesin tidak seimbang	Melakukan penjadwalan yang tepat dengan memperhatikan lot transfer yang optimal	Mengurangi penumpukan yang dapat terjadi untuk proses yang memiliki waktu proses cukup tinggi.
Waktu Tunggu	Kebijakan ukuran lot yang tidak optimal	Peningkatan kapasitas untuk proses Jahit 1,2,3 & 4 untuk menyediakan <i>buffer</i> proses Jahit 5.	Mengurangi waktu tunggu dan proses Jahit 5.
	Dalam tahap pola (awal) semua komponen sudah dibuat sementara proses Jahit 5 dan Obras 6 harus menunggu proses <i>upstream</i> selesai.		
Produk Cacat	Model dengan urutan penjahitan yang rumit	Untuk menurunkan waktu tunggu Obras 7, sebagian operasi Obras 6 dialihkan ke Obras 5 sekaligus untuk menurunkan penumpukan yang terjadi di Obras 6	Tingkat utilitas Obras 5 meningkat dan waktu menunggu Obras 7 berkurang.
		Meningkatkan skill operator khusus untuk penjahitan yang rumit	Mengurangi produk cacat karena penjahitan yang rumit.

Berdasarkan informasi dari Tabel 5.7 dapat diketahui beberapa rekomendasi perbaikan dapat dilakukan dalam proses produksi PT. X. Proses perbaikan tersebut diperlihatkan pada Gambar 5.11.

b. Peningkatan kapasitas untuk proses jahit 1,2,3 & 4

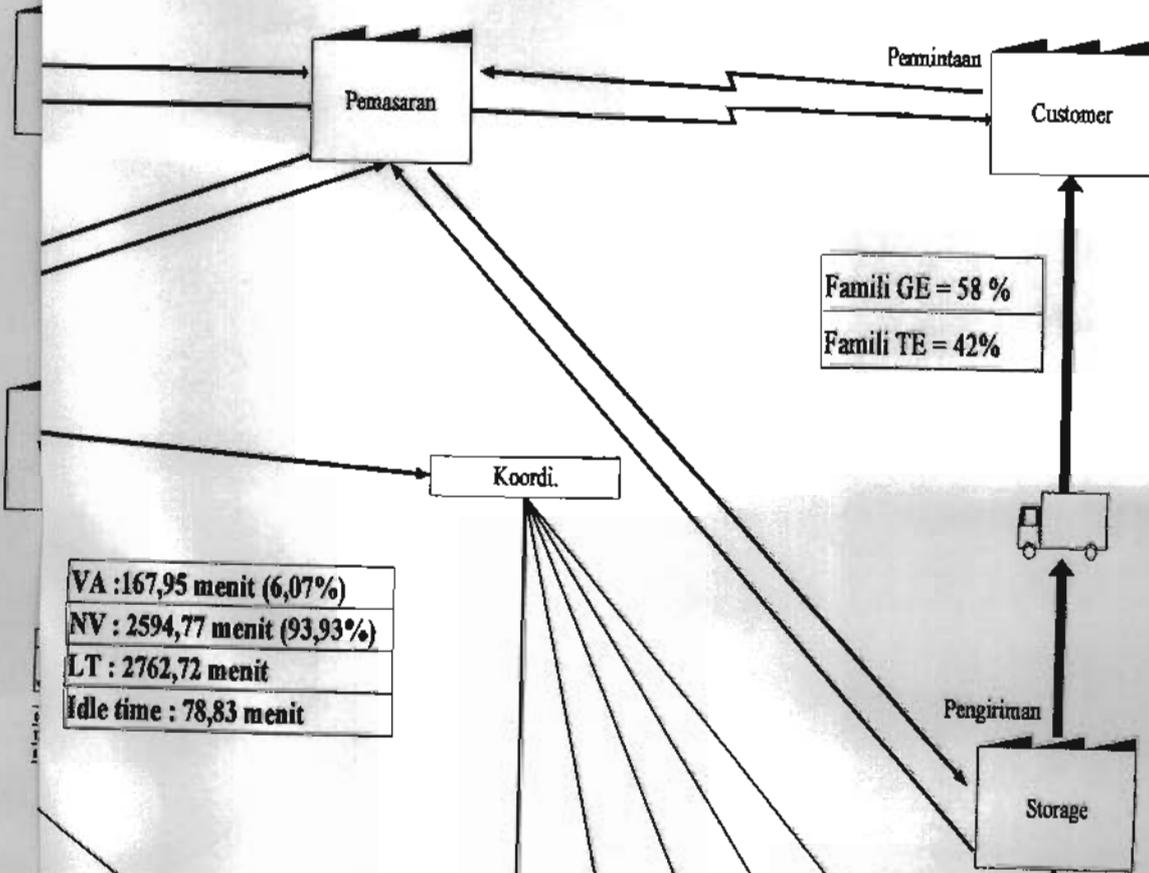
Peningkatan kapasitas ini dilakukan untuk menurunkan waktu tunggu mesin, menurunkan *inventory* sepanjang proses dan meningkatkan *working time* mesin. Selain itu, peningkatan kapasitas bertujuan untuk menyediakan *buffer* pada proses jahit 5 sehingga waktu tunggu & *inventory* pada proses ini dapat diturunkan. Hasil dari proses peningkatan kapasitas ini dapat dilihat pada Gambar 5.13.



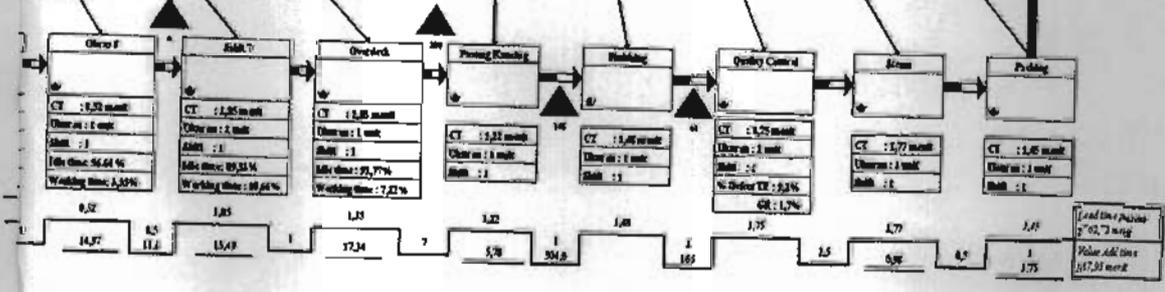
Gambar 5. 13 Peningkatan Kapasitas

Gambar 5.14 memperlihatkan VSM *Future State* yang memperlihatkan penurunan *idle time* mesin sebesar 78,83 menit (39,99%), penurunan *non-value add* sebesar 457,64 menit (45%). Selain itu, terjadi penurunan *inventory* pada beberapa proses khususnya dalam kegiatan Jahit dan Obras.

Dari rekomendasi perbaikan sebagaimana tercantum dalam Tabel 5.7 akan terjadi penurunan lead time produksi per lot dari 3224,81 menit menjadi 2762,72 menit. Dengan demikian lead time produksi berkurang sebesar 462,09 menit. Jika ukuran lot sebesar 250 unit sebagai *output* dan lead time produksi sebagai *input*, maka efisiensi sebelum perbaikan adalah 250 unit per 3224,81 menit atau sama dengan 0,078 unit per menit. Sedangkan efisiensi setelah perbaikan sebesar 250 unit per 2762,72 menit atau sama dengan 0,090 unit per menit. Jadi terjadi peningkatan efisiensi sebesar 15,38%.



VA : 167,95 menit (6,07%)
 NV : 2594,77 menit (93,93%)
 LT : 2762,72 menit
 Idle time : 78,83 menit



BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

- i. Dalam penelitian ini ditemukan 4 (empat) jenis waste dengan masing-masing penyebabnya, yaitu:
 - a. Transportasi dari Proses *Cutting* ke proses Obras 1, 2, 3, dan 4 membutuhkan waktu 7 menit karena lokasi yang berjauhan. Akibatnya total waktu tunggu proses Obras 1, 2, 3, dan 4 adalah 28 menit.
 - b. Produk cacat dengan model dan urutan pengerjaan yang rumit.
 - c. Inventory yang disebabkan oleh kapasitas tidak seimbang yaitu kapasitas mesin *upstream* lebih tinggi dari mesin *downstream* dan ukuran lot yang belum optimal.
 - d. Waktu tunggu yang disebabkan oleh kapasitas tidak seimbang yaitu kapasitas mesin *upstream* lebih tinggi dari mesin *downstream*. Khusus untuk proses Jahit 5 dan Obras 6, waktu tunggu disebabkan oleh Proses *cutting* dilakukan untuk semua komponen (bagian) pada saat yang bersamaan sehingga bagian yang ditransfer ke Jahit 5 dan Obras 6 harus menunggu proses *upstream* selesai dalam hal ini Jahit 4 dan Jahit 6.
2. Perkiraan hasil yang diperoleh jika dilakukan perbaikan untuk mengatasi 4 jenis waste tersebut adalah sebagai berikut:
 - a. Lead time per lot produksi berkurang sebesar 462,09 menit yaitu dari 3224,81 menit menjadi 2762,72 menit.
 - b. Waktu tunggu mesin (idle time) berkurang sebesar 39,72 menit yaitu dari 118,55 menit menjadi 78,83 menit.
 - c. Efisiensi meningkat sebesar 15,38% yaitu dari 0,078 unit per menit menjadi 0,090 unit per menit.

Dengan demikian harus ada upaya untuk menghilangkan atau mereduksi aktivitas-aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah tetapi berkontribusi terhadap biaya produksi seperti aktivitas menunggu, menyimpan *inventory*, transportasi. Aktivitas-aktivitas tersebut dapat diatasi melalui perencanaan produksi yang tepat meliputi penyusunan jadwal produksi yang tepat, penentuan ukuran lot yang optimal, dan penataan tata letak yang efisien.

6.2 Saran

1. Keberhasilan dalam upaya-upaya perbaikan akan sangat tergantung pada komitmen pimpinan perusahaan dalam implementasi.

2. Harus ada upaya untuk menghilangkan atau mereduksi aktivitas-aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah tetapi berkontribusi terhadap biaya produksi seperti aktivitas menunggu, menyimpan inventory, transportasi.
3. Aktivitas-aktivitas tersebut dapat diatasi melalui perencanaan produksi yang tepat meliputi penyusunan jadwal produksi yang tepat, penentuan ukuran lot yang optimal, penyeimbangan kapasitas mesin, dan penataan tata letak yang efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, A., dan Hajinoor, MS., 2012, "Lean production supply chain management as driver towards enhancing product quality and business performance-Case study of manufacturing companies in Malaysia", *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 29, No.1.
- Cudney, E., dan Elrod, C., 2011, "A comparative analysis of integrating lean concepts into supply chain management in manufacturing and service industries", *International Journal of Lean Six Sigma*, Vol.2, No.1.
- Dora, M., et al., 2012, "Adoptability of Lean Manufacturing among Small and Medium Food Processing Enterprises", *Proceedings of the 2012 Industrial and Systems Engineering Research Conference*.
- Forgarty, D.W., Blackstone, J.H., & Hoffman, T.R., 1991, *Production & Inventory Management, 2nd Edition*, Cincinnati: South-Western Publishing Co.
- Gasperz, V., 2007, *Lean Six Sigma For Manufacturing And Service Industries*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Gosta, GR., Sukirno, 2016, Tekstil Makin Terkoyak, (<http://koran.bisnis.com/read/20160810/244/573679/tekstil-makin-terkoyak>, diunduh tanggal 3 Desember 2016).
- Hines, P., Holw, M., dan Rich, N., 2004, "Learning To Enolve : A Review Of Contemporary Lean Thinking", *International Journal Of Operation & Production Management*, Vol. 24,994.
- Kementreian Perindustrian, 2015, Siaran Pers Menperin: Industri Garmen Agresif Berekspansi dan Jalin Mitra Luar Negeri, <http://www.kemenperin.go.id/artikel/12920/>, diunduh tanggal 3 Desember 2016
- Liker, J. K., 2004, *The Toyota Way*, Penerbit Erlanga, Jakarta.
- Muhammad, CR., et al., 2013, "Perbaikan *Supply Chain* Industri Penyamakan dan Kerajinan Kulit untuk Meningkatkan Daya Saing", *Prosiding Seminar Nasional Terpadu Keilmuan Teknik Industri (SATELIT) 2013*, Universitas Brawijaya Malang, 2013.
- Muhammad, CR., Prasetyaningsih, E., 2014, "Reduksi Lead Time pada Proses Bisnis Industri Kerajinan Kulit dengan Pendekatan Lean Manufacturing (Studi Kasus di Cibaduyut Bandung)", *Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan PKM: Sains, Teknologi, dan Ilmu Kesehatan (SNaPP 2014)*, Universitas Islam Bandung.
- So, S., dan Sun, H., 2010, "Supplier integration strategy for lean manufacturing adoption in electronic-enabled supply chains", *Supply Chain Management: An International Journal*.
- Womack, J. P., Jones, D.T., & Roos, D., 1990, *The Machine That Changed The World*, Harper Collins, New York.

LAMPIRAN 1

(Logbook Penelitian) 1

LOGBOOK (CATATAN HARIAN)

KEGIATAN PENELITIAN

NO	Tgl. Pelaksanaan	Kegiatan
1	23 Januari 2017	Rapat persiapan, koordinasi tim peneliti Tim Peneliti : Chaznin R. Muhammad, Dewi Shofi, Muhammad Ramadhony, Milda Viani Septandri
2	30 Januari 2017	Rapat koordinasi penelitian Tim Peneliti : Chaznin R. Muhammad, Dewi Shofi, Muhammad Ramadhony, Milda Viani Septandri
3	6 Februari 2017	A. Rapat Tim Peneliti : Chaznin R. Muhammad, Muhammad, Dewi Shofi, Ramadhony, Milda Viani Septandri B. Pembahasan: Rencana & Jadwal Penelitian Sasaran Survey Industri Garmen C. Dokumen Pendukung:
4	13 Februari 2017	A. Diskusi Lanjutan Perencanaan Survey, Tim Peneliti : Chaznin R. Muhammad, Dewi Shofi, Muhammad Ramadhony, Milda Viani Septandri B. Pembahasan: Agenda survey, sasaran responden. C. Dokumen Pendukung :
5	20 Februari 2017	A. Pelaksanaan Survey Industri Garmen B. Dokumen Pendukung :
6	6 Maret 2017	A. Pelaksanaan Survey Industri Garmen B. Dokumen Pendukung :
7	13 Maret 2017	A. Pelaksanaan Survey Industri Garmen B. Dokumen Pendukung :
8	20 Maret 2015	A. Pelaksanaan Survey Industri Garmen B. Dokumen Pendukung :
9	22 Maret 2015	A. Pemetaan Diagram Alir B. Tim Peneliti: Chaznin R. Muhammad, Dewi Shofi, Vivin, Dina C. Dokumen Pendukung:
10	23 Maret 2017	A. Pemetaan Diagram Alir B. Tim Peneliti : Chaznin R. Muhammad, Dewi Shofi, Vivin, Dina. C. Dokumen Pendukung :
11	3 April 2017	A. Pemetaan Proses Bisnis Perusahaan B. Tim Peneliti : Chaznin R. Muhammad, Dewi Shofi, Vivin, Dina. C. Dokumen Pendukung :
12	6 April 2017	A. Pemetaan Proses Bisnis Perusahaan B. Tim Peneliti : Chaznin R. Muhammad, Dewi Shofi, Vivin, Dina. C. Dokumen Pendukung :
13	26 April 2017	A. Pembuatan Diagram SIPOC B. Tim Peneliti : Chaznin R. Muhammad, Dewi Shofi, Vivin, Dina. C. Dokumen Pendukung :

NO	Tgl. Pelaksanaan	Kegiatan
14	3 Mei 2017	A. <i>Value Stream Mapping</i> B. Tim Peneliti : Chaznin R. Muhammad, Dewi Shofi, Endang P., Vivin, Dina. C. Dokumen Pendukung
15	8 Mei 2017	A. <i>Value Stream Mapping</i> & Laporan Kemajuan B. Tim Peneliti : Chaznin R. Muhammad, Endang P., Dewi Shofi, Vivin, Dina. C. Dokumen Pendukung
16	17 Mei 2017	A. <i>Value Stream Mapping</i> & Laporan Kemajuan B. Tim Peneliti : Chaznin R. Muhammad, Dewi Shofi, Vivin, Dina. C. Dokumen Pendukung
17	2 Juni 2017	A. <i>Value Stream Mapping</i> & Laporan Kemajuan B. Tim Peneliti : Chaznin R. Muhammad, Dewi Shofi, Vivin, Dina. C. Dokumen Pendukung
18	3 Juni 2017	A. <i>Value Stream Mapping</i> & Laporan Kemajuan B. Tim Peneliti : Chaznin R. Muhammad, Dewi Shofi, Vivin, Dina. C. Dokumen Pendukung
19	5 Juni 2017	A. <i>Value Stream Mapping</i> & Laporan Kemajuan B. Tim Peneliti : Chaznin R. Muhammad, Vivin, Dina. C. Dokumen Pendukung

Bandung, 8 Juni 2017

Ketua Peneliti,

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Islam Bandung

Dr. Ir. Nugraha, MM.
NIK. D.93.0.191

Chaznin R. Muhammad, Ir., MT.
NIK. D.96.0.236