

**Usulan Pengurangan Dampak Lingkungan Proses Produksi
Industri Kemasan dengan *Environmental Value Stream Mapping***

SKRIPSI

**NINA PUTRI FLORIA
06 06 07 73 84**



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

**Usulan Pengurangan Dampak Lingkungan Proses Produksi
Industri Kemasan dengan *Environmental Value Stream Mapping***

SKRIPSI

Diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

**NINA PUTRI FLORIA
0606077384**



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

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Nina Putri Floria

NPM : 0606077384

Tanda Tangan :

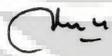
Tanggal : Juni 2010

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Nina Putri Floria
NPM : 0606077384
Program Studi : Teknik Industri
Judul Skripsi : Usulan Pengurangan Dampak Lingkungan Proses
Produksi Industri Kemasan dengan *Environmental Value Stream Mapping*

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

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. Akhmad Hidayatno, MBT. ()

Penguji : Ir. Fauzia Dianawati, M.SI. ()

Penguji : Ir. Boy Nurtjahyo, MSIE. ()

Penguji : Farizal, PhD. ()

Ditetapkan di : Depok
Tanggal : Juni 2010

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, baik dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Akhmad Hidayatno, MBT, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan dorongan, bimbingan, pada penulis.
2. Prof Ir. Teuku Yuri M. Zagloel dan seluruh pengajar Teknik Industri UI yang telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat bagi penulis.
3. Pak Lukito, Pak Eko, Mba Atik, dan Mba Astri dari PT Samudra Montaz Packaging Industri yang telah membantu penulis selama proses pengambilan data untuk skripsi ini.
4. Orangtua dan keluarga yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan selama menyelesaikan skripsi ini.
5. Lindi, Christie, Aziiz, dan Nuki teman satu bimbingan yang telah banyak membantu penulis.
6. Mutia, Pephe, Pei, Eki, Ema, Anisa, Yunika dan teman-teman TI06 yang telah memberikan dukungan moril berbagi suka dan duka bersama penulis selama 4 tahun terakhir.
7. Ibu Har, Mbak Ana, Mbak Willy, Mbak Fat, Pak Mursyid, Mas Dodi, Mas Latif, Mas Iwan, dan Mas Acil atas bantuan dan kerjasamanya.

Akhir kata, penulis berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan saudara dan semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembacanya.

Depok, Juni 2010

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS
AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama : Nina Putri Floria
NPM/NIP : 0606077384
Program Studi : Teknik Industri
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

demikian 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 :

**” Usulan Pengurangan Dampak Lingkungan Proses Produksi Industri
Kemasan dengan *Environmental Value Stream Mapping*”**

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 : Juni 2010
Yang menyatakan

(Nina Putri Floria)

ABSTRAK

Nama : Nina Putri Floria
Program Studi : Teknik Industri
Judul : Usulan Pengurangan Dampak Lingkungan Proses Produksi Industri Kemasan dengan *Environmental Value Stream Mapping*

Penelitian ini membahas mengenai pengurangan dampak lingkungan pada industri manufaktur secara umum, dengan mengambil sampel pada industri kemasan. Pengurangan dampak lingkungan dilakukan dengan mengidentifikasi dan mengurangi buangan yang berpengaruh terhadap lingkungan (*environmental waste*) di sepanjang proses produksi. Untuk mengidentifikasi *environmental waste* menggunakan metode *environmental value stream mapping*. Hasil yang didapat dari *current state map* adalah terdapat proses yang memiliki dampak lingkungan karena menggunakan material yang berbahaya, proses yang memiliki tingkat cacat tinggi, dan adanya *overprocessing* dalam bentuk inspeksi dan *rework* di sepanjang *value stream*. Untuk mengatasinya, dibuatlah strategi-strategi untuk mencapai *future state map* dengan menggunakan *tree diagram*.

Kata Kunci :

Industri Kemasan, Environmental Value Stream Mapping, Tree Diagram, Environmental Waste

ABSTRACT

Name : Nina Putri Floria
Study Program: Industrial Engineering
Title : Proposed Reduction of Environmental Impact of Industrial Packaging Production Processes with Environmental Value Stream Mapping

This study discusses about the reduction of environmental impacts on manufacturing industry in general, by taking samples in the packaging industry. Reducing environmental impact is done by identifying and reducing waste that affect the environment (environmental waste) throughout the production process. to identify environmental wastes using value stream mapping environmental methods. The result from the current state map is there are processes that have environmental impacts due to use of hazardous materials, a process that has a high defect rate, and the presence of overprocessing in the form of an inspection and rework along the value stream. To overcome this, they invented the strategies to achieve future state map by using tree diagrams.

Keywords :

Packaging Industry, Environmental Value Stream Mapping, Tree Diagram, Environmental Waste

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Diagram Keterkaitan Masalah.....	4
1.3 Rumusan Permasalahan	5
1.4 Tujuan penelitian.....	5
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	5
1.6 Metodologi Penelitian	5
1.7 Sistematika Penulisan	9
2. LANDASAN TEORI.....	10
2.1 Lean Manufacturing	10
2.2 Traditional Value Stream Mapping.....	11
2.3 Environmental Value Stream Mapping.....	13
2.4 <i>Tree Diagram</i>	16
3. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....	17
3.1 Proses Produksi	17
3.2 Pengumpulan Data	18

3.2.1 Pemilihan Produk.....	18
3.2.2 Aliran Informasi.....	19
3.2.3 Aliran Material.....	19
3.2.4 Data Proses Produksi.....	21
3.2.5 Data Penggunaan Material.....	22
3.3 Pengolahan Data.....	25
3.3.1 <i>Current State Map</i>	25
3.3.2 <i>Tree Diagram</i>	31
3.3.3 <i>Future State Map</i> i.....	33
4. ANALISA DAN PEMBAHASAN	42
4.1 Analisa <i>Current State Map</i>	42
4.1.1 <i>Current State Map</i> Produk A.....	42
4.1.2 <i>Current State Map</i> Produk B.....	47
4.2 <i>Tree Diagram</i>	51
4.3 Analisa <i>Future State Map</i>	53
4.3.1 <i>Future State Map</i> Produk A.....	53
4.3.2 <i>Future State Map</i> Produk B.....	59
4.3.2 <i>Future State Map</i> Produk B.....	59
4.4 Keuntungan penerapan <i>Future State Map</i> secara ekonomi.....	68
4.4.1 Penghematan dengan pengurangan tingkat cacat pada proses <i>slitting</i>	68
4.4.2 Penghematan dengan melakukan pemakaian kembali material tinta pada proses <i>printing</i>	69
5. KESIMPULAN DAN SARAN	70
DAFTAR REFERENSI.....	71

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Dampak lingkungan dihubungkan dengan <i>lean waste</i>	14
Tabel 2.2 Simbol yang digunakan pada EVSM.....	15
Tabel 3.1 matrix proses produksi.....	19
Tabel 3.2 proses produksi produk A.....	21
Tabel 3.3 proses produksi produk B.....	22
Tabel 3.4 Penggunaan material utama produk A.....	23
Tabel 3.5 Penggunaan material tinta produk A.....	23
Tabel 3.6 Penggunaan material pembantu produk A.....	24
Tabel 3.7 Penggunaan material utama produk B.....	23
Tabel 3.8 Penggunaan material tinta produk B.....	25
Tabel 3.9 Penggunaan material pembantu produk B.....	25
Tabel 3.10 Material Produk A proses <i>printing</i>	27
Tabel 3.11 Material Produk A proses laminasi.....	28
Tabel 3.12 Material Produk B proses <i>printing</i>	30
Tabel 3.13 Material Produk B proses laminasi tandem.....	31
Tabel 3.14 <i>Future State</i> Ideal Material Produk A proses <i>printing</i>	35
Tabel 3.15 <i>Future State</i> Ideal Material Produk A proses <i>printing</i>	35
Tabel 3.16 <i>Future State</i> Ideal Material Produk B proses <i>printing</i>	39
Tabel 3.17 <i>Future State</i> Ideal Material Produk B proses laminasi tandem.....	39
Tabel 4.1 <i>current state</i> Material Produk A proses <i>printing</i>	45
Tabel 4.2 <i>current state</i> Material Produk A proses laminasi.....	46
Tabel 4.3 <i>current state</i> Material Produk B proses <i>printing</i>	49
Tabel 4.4 <i>current state</i> Material Produk B proses laminasi tandem.....	50
Tabel 4.5 <i>future state</i> Ideal Material Produk A proses <i>printing</i>	55
Tabel 4.6 <i>future state</i> Ideal Material Produk A proses laminasi.....	56

Tabel 4.7 *future state* Ideal Material Produk B proses *printing*..... 62

Tabel 4.8 *future state* Ideal Material Produk B proses laminasi tandem 62

Tabel 4.9 keuntungan ekonomi pengurangan tingkat cacat proses *slitting*..... 68

Tabel 4.10 keuntungan ekonomi pemakaian kembali material tinta pada proses *printing* 69



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Emisi Gas Rumah Kaca Menurut Sektor	1
Gambar 1.2 Diagram Keterkaitan Masalah.....	4
Gambar 1.3 Diagram Alir metodologi Penelitian	8
Gambar 2.1 Simbol yang digunakan pada <i>Traditional Value Stream Mapping</i> ...	12
Gambar 2.2 Contoh <i>Current State Traditional Talue Stream Mapping</i>	13
Gambar 2.3 Contoh <i>Current State Environmental Value Stream Map</i>	15
Gambar 2.4 Prinsip dasar <i>tree diagram</i>	16
Gambar 3.1 Aliran informasi produk.....	19
Gambar 3.2 Aliran material produk A	20
Gambar 3.3 Aliran material produk B.....	20
Gambar 3.4 <i>Current State Map</i> Produk A	26
Gambar 3.5 <i>Current State Map</i> Produk B.....	29
Gambar 3.6 Diagram pohon pengurangan penggunaan material.....	31
Gambar 3.7 Diagram pohon penggunaan material berbahaya	32
Gambar 3.8 Diagram pohon inspeksi/ <i>rework</i>	32
Gambar 3.9 <i>Future State Map</i> ideal Produk A	34
Gambar 3.10 <i>Future State Map achievable</i> Produk A.....	36
Gambar 3.11 <i>Future State Map</i> ideal Produk B.....	38
Gambar 3.12 <i>Future State Map achievable</i> Produk B	40
Gambar 4.1 <i>Current State Map</i> Produk A	44
Gambar 4.2 <i>Current State Map</i> Produk B.....	48
Gambar 4.3 <i>Tree diagram</i> pengurangan penggunaan material.....	51
Gambar 4.4 <i>Tree diagram</i> penggunaan material berbahaya	52
Gambar 4.5 <i>Tree diagram</i> inspeksi/ <i>rework</i>	54
Gambar 4.6 <i>future state Map</i> ideal Produk A	56

Gambar 4.7 *future state Map achievable* Produk A..... 59
Gambar 4.8 *future state Map Ideal* Produk B 63
Gambar 4.9 *future state Map achievable* Produk B..... 66



BAB I

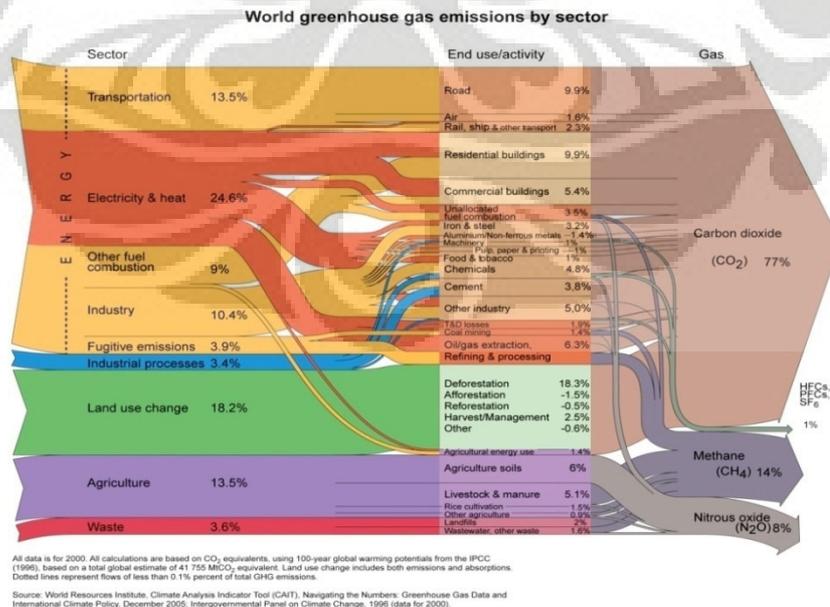
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemanasan bumi telah memiliki konsekuensi yang dapat diukur dan dampak yang luas dan merugikan di masa depan. Dalam beberapa tahun terakhir, penelitian ilmiah dan pengetahuan tentang perubahan iklim telah berkembang secara substansial, membenarkan bahwa saat ini pemanasan iklim bumi sangat mungkin disebabkan oleh aktivitas manusia seperti pembakaran bahan bakar fosil. Bahan bakar fosil memiliki kontribusi 80% terhadap konsumsi energi di dunia (UNFCCC, 2008). Pembakaran bahan bakar fosil menghasilkan gas rumah kaca yang menjadi penyebab pemanasan iklim bumi.

Konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer seperti karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄) dan nitrous oksida (N₂O) telah meningkat tajam sejak tahun abad ke 18 dimana revolusi industri mulai terjadi dan menyebabkan perkembangan yang pesat pada industri manufaktur. Pada tahun 2004 sepertiga dari konsumsi energi dunia dan 36% emisi gas rumah kaca berasal dari industri manufaktur (UNEP, 2004). Emisi gas rumah kaca pada industri manufaktur juga dihasilkan melalui buangan yang berpengaruh terhadap lingkungan yang berkontribusi 3,6% dari emisi gas rumah kaca dunia (UNEP, 2004)

Gambar 1.1 Emisi Gas Rumah Kaca Menurut Sektor



Sumber : UNEP (United Nations Environment Program)

Pemborosan yang berdampak terhadap lingkungan adalah kelebihan penggunaan sumber daya yang dikeluarkan ke udara, air, atau tanah yang dapat merugikan kesehatan manusia atau lingkungan. Pemborosan yang berdampak terhadap lingkungan terjadi ketika industri menggunakan sumber daya untuk memproduksi produk atau jasa. Pemborosan yang berdampak terhadap lingkungan antara lain :

- Energi
- Air
- Material
- Scrap (sampah produksi)
- Transportasi
- Emisi
- Keanekaragaman hayati

Potensi mitigasi pemanasan iklim bumi pada industri manufaktur adalah dengan mengurangi/mengeliminasi pemborosan yang berdampak terhadap lingkungan tanpa mengurangi nilai jual produk yang diinginkan konsumen.

Value stream mapping (VSM) adalah metode *lean* yang memetakan proses untuk memahami urutan aktifitas dan aliran informasi yang digunakan untuk memproduksi sebuah produk atau menghasilkan service. Tujuan utama dari VSM adalah mengidentifikasi semua jenis *waste* (buangan) dalam *value stream* dan melakukan tindakan untuk mengeliminasi waste tersebut (Rother and Shook, 1999). *Waste* diklasifikasikan menjadi kelebihan produksi, menunggu, transportasi, proses yang tidak tepat, inventory yang tidak bermanfaat, gerakan yang tidak berguna dan cacat dalam *Toyota Production System (TPS)* (Hines and Rich, 1997). VSM Menghubungkan *waste* tersebut dengan dampak terhadap lingkungan akan menghasilkan perbaikan yang baik dalam organisasi.

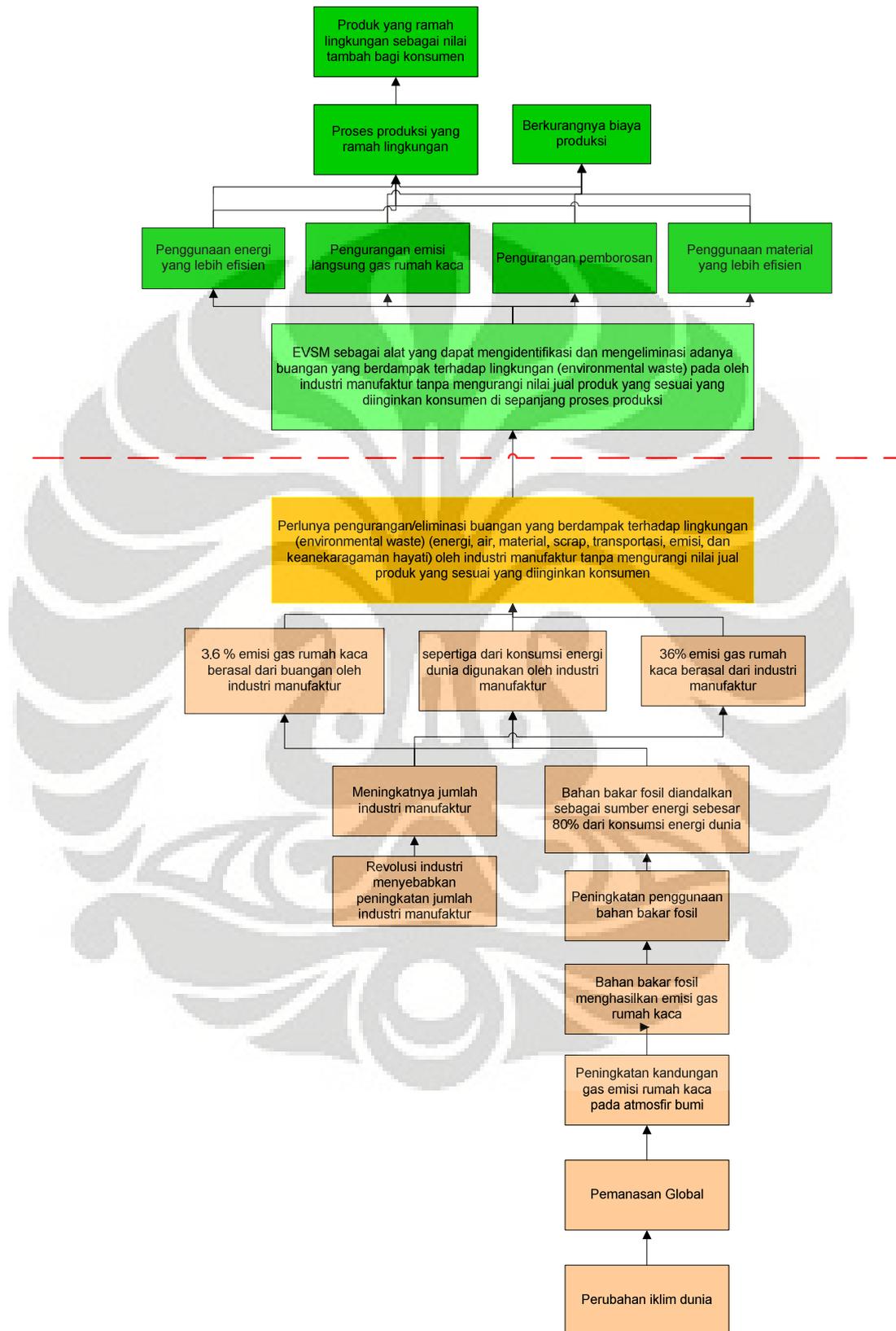
Environmental Value Stream Mapping (EVSM) adalah penggunaan metode *Value Stream Mapping* dengan menitikberatkan pada pendekatan lingkungan. EVSM digunakan untuk menganalisa dampak lingkungan dari urutan aliran dan aktifitas untuk memproduksi barang/jasa. Buangan (*waste*) yang diidentifikasi dalam EVSM adalah buangan yang berpengaruh terhadap lingkungan atau disebut juga pemborosan lingkungan yang telah dijabarkan diatas. EVSM dapat

meningkatkan efisiensi dari produksi dengan mengurangi/ mengeliminasi pemborosan yang berdampak terhadap lingkungan. Penggunaan *EVSM* dalam industri manufaktur dapat meningkatkan *sustainability* dan mengatasi isu lingkungan hidup tanpa mengabaikan kebutuhan manusia akan produk manufaktur.

1.2 Diagram Keterkaitan Masalah



Gambar 1.2 Diagram Keterkaitan Masalah



1.3 Rumusan Permasalahan

Menganalisa proses yang ada dan mengidentifikasi peluang yang besar mengurangi/mengeliminasi buangan yang berdampak terhadap lingkungan (*environmental waste*) oleh industri manufaktur tanpa mengurangi nilai jual produk yang sesuai yang diinginkan konsumen.

1.4 Tujuan Penelitian

Mengidentifikasi, mengurangi/mengeliminasi buangan yang berdampak terhadap lingkungan (*environmental waste*) oleh industri manufaktur tanpa mengurangi nilai jual produk yang sesuai yang diinginkan konsumen.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

- Ruang lingkup penelitian adalah pada perusahaan manufaktur yang bergerak di industri kemasan
- Data penelitian menggunakan data dari dua produk dari pada industri kemasan tersebut, yaitu produk A dan B
- Buangan yang berpengaruh terhadap lingkungan yang dianalisa adalah penggunaan material dan energi listrik di sepanjang value stream

1.6 Metodologi Penelitian

1. Perumusan masalah

Pada tahap ini penulis akan mengidentifikasikan masalah sesuai dengan topic yang akan dibahas dan menentukan data yang akan dibutuhkan

2. Penyusunan dasar teori

Pada tahap ini penulis melakukan tinjauan literature untuk mendukung penelitian yang dilakukan. Teori yang dibahas adalah teori seputar lean *manufacturing* dan *value stream mapping*.

3. Pengumpulan data

Pada tahap ini penulis mengumpulkan data yang dibutuhkan. Jenis data adalah data primer melalui tinjauan langsung ke lapangan. Data yang dikumpulkan sebagai dasar pembuatan current state map.

Tahap tahap yang dilakukan selama pengumpulan data :

- a. Mempelajari proses yang ada

Tahap ini merupakan tahap eksplorasi proses produksi secara umum. Untuk memahami urutan aliran produksi yang ada. Dalam *environmental value stream mapping* dibutuhkan pemahaman yang cukup mengenai proses produksi yang ada.

- b. Membuat aliran proses sederhana

Membuat proses aliran sederhana berdasarkan tahap eksplorasi. Aliran proses dibuat sebagai tahap awal pembuatan *value stream mapping*.

- c. Membuat batasan masalah

Menentukan batasan proses yang akan dianalisa lebih lanjut.

- d. Mengidentifikasi buangan yang berpengaruh terhadap lingkungan (*environmental waste*)

- e. Membuat *baseline* (data yang dibutuhkan sebagai *input value stream mapping*)

- f. Mengumpulkan data berdasarkan *baseline*

- g. Tahap ini merupakan tahap pengumpulan data berdasarkan *baseline* yang sudah dibuat.

- i. Membreakdown detail setiap proses
- ii. Membuat *material balance* di sepanjang proses
- iii. Membuat *input* dan *output hazardous waste* di sepanjang proses
- iv. Mengukur buangan yang berpengaruh terhadap lingkungan yang ada di sepanjang proses

4. Pengolahan data dan Analisa

Pada tahap ini penulis menganalisa data yang sudah dikumpulkan. Data diolah dengan menggunakan metode *Environmental Value Stream Mapping*. Tahap-tahap yang dilakukan selama pengolahan data dan analisa :

- a. Membuat *current state map*

Setelah mengumpulkan data yang dibutuhkan *current state map* dibuat berdasarkan kenyataan yang ada di lapangan.

- b. Menganalisa *current state map*

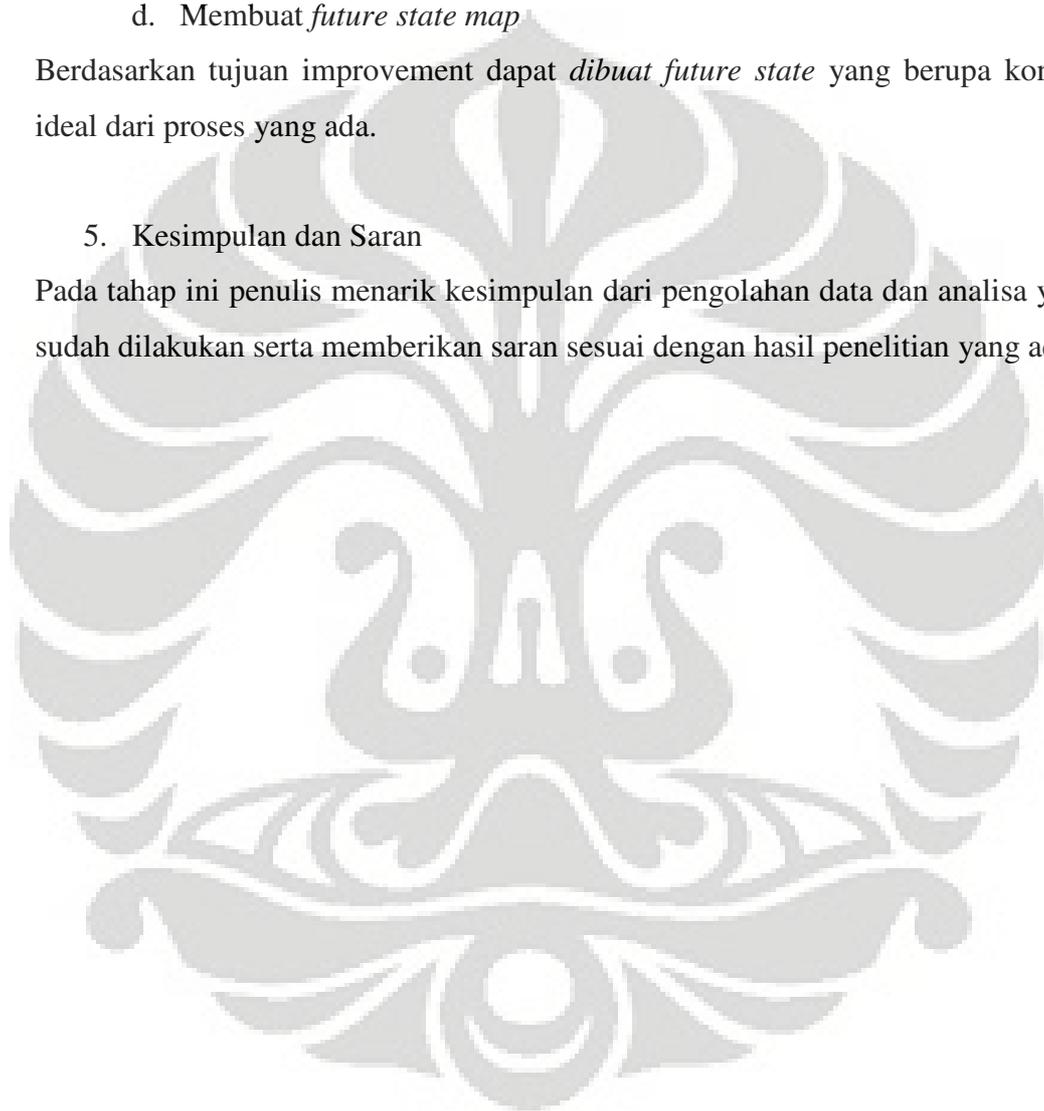
Pada tahap ini mengidentifikasi *Value added*, *non value added*, dan *necessary non value added* pada proses yang ada. Selain itu juga menganalisa *material balance* di sepanjang proses dan *hazardous/environmental waste* yang terjadi di sepanjang proses.

- c. Membuat *tree diagram* sebagai strategi dalam mencapai *future state map*
- d. Membuat *future state map*

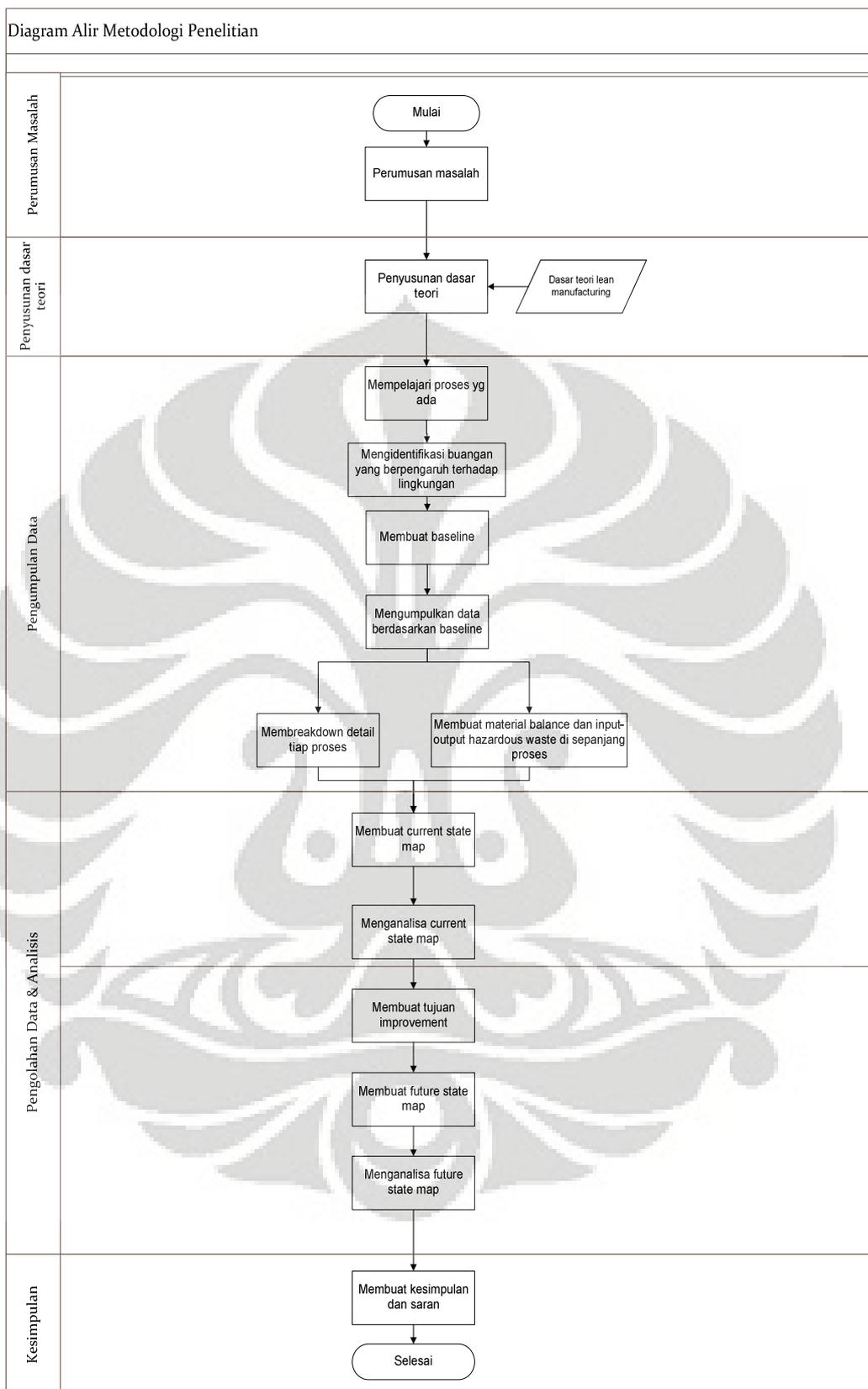
Berdasarkan tujuan improvement dapat *dibuat future state* yang berupa kondisi ideal dari proses yang ada.

5. Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini penulis menarik kesimpulan dari pengolahan data dan analisa yang sudah dilakukan serta memberikan saran sesuai dengan hasil penelitian yang ada.



Gambar 1.3 Diagram Alir metodologi Penelitian



1.7 Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini dibagi menjadi lima bab, yaitu:

Bab 1 yaitu pendahuluan, berisikan latar belakang permasalahan, diagram keterkaitan masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup atau atasan penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab 2 berisi dasar teori yang dibutuhkan dalam penelitian ini, yaitu dasar teori Lean Manufacturing, Value Stream Mapping, Environmental Value Stream Mapping. Dasar teori ini diperoleh dari literatur, artikel, jurnal, skripsi, tesis, disertasi yang terkait dengan objek dan metode penelitian.

Bab 3 membahas pengumpulan data. Data yang dikumpulkan berupa data primer yang diperoleh dengan tinjauan langsung ke lapangan dan data sekunder dari perusahaan tempat pengambilan data.

Bab 4 menyajikan pengolahan data dan analisis sesuai dengan metode penelitian Environmental Value Stream Mapping.

Bab 5 merupakan bagian terakhir yang memberikan kesimpulan atas penelitian yang telah dilakukan. Saran tentang hasil penelitian juga dibahas dalam bab ini.

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 *Lean Manufacturing*

Filosofi *lean* produksi menekankan tentang pengurangan waste yang digunakan dalam aktifitas produksi. hal ini dilakukan melalui mengidentifikasi dan mengeliminasi kegiatan *non value added* dalam perancangan, produksi, *supply chain* dan penanganan konsumen. *Lean manufacturing* adalah teknik yang tepat untuk mendesain dan memperbaiki sistem aktual yang ada untuk mengeliminasi waste dengan memahami perilaku sistem dengan mengevaluasi berbagai macam rencana dan strategi perbaikan dalam pengoperasian sistem.

Lima konsep dasar yang mendefinisikan pemikiran lean dan memungkinkan lean production adalah : mengidentifikasi *value stream, flow, pull, dan perfection* (Womack and Jones, 1996). Konsep ini membantu untuk meningkatkan kinerja organisasi. *Lean manufacturing* menyediakan kekuatan kunci untuk mengidentifikasi dan mengeliminasi *waste* dari *value stream* yang mendorong peneliti untuk memasukan faktor lingkungan di dalam *value stream mapping* (Weigel, 2003).

Klasifikasi nilai pada *lean manufacturing* yaitu :

1. *Non value added (NVA)* : aktifitas yang tidak memberikan nilai tambah dari sudut pandang konsumen dan tidak dibutuhkan untuk alasan bisnis lainnya.
2. *Necessary but non value added (NNVA)* : kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah pada servis atau produk tetapi diperlukan untuk melakukan aktifitas yang bersifat *value added*.
3. *Value added (VA)* : setiap aktifitas di dalam proses yang bersifat perlu untuk memberikan nilai tambah servis atau produk terhadap konsumen.

(George ,Rowlands, Price, and Maxey, 2005)

Tujuh lean waste / non value added (Hines and Rich, 1997):

1. Cacat
2. Menunggu
3. Overproduksi
4. *Inventori*
5. Pergerakan

6. *Overprocessing*
7. Transportasi

2.2 *Traditional Value Stream Mapping*

Value stream adalah semua kegiatan termasuk kegiatan yang value added dan non value added, yang dibutuhkan untuk mengubah produk melalui aliran utama yang penting untuk setiap produk :

1. Aliran produksi dari bahan mentah sampai ke tangan konsumen.
2. Aliran perencanaan dari konsep sampai peluncuran.

(Rother and Shook, 1999)

Dalam bidang manufaktur, *value stream mapping* menggambarkan aliran dari titik penerimaan pemesanan sampai pada titik dimana produk dikirimkan dan dibayar oleh konsumen. Lebih fokus lagi pada rantai produksi value stream mapping menggambarkan aliran dari titik penerimaan bahan mentah sampai titik dimana produk jadi dikirimkan ke tangan konsumen. (Nash and Polling, 2008)

VSM digunakan sebagai titik awal untuk membantu manajemen, insinyur, *supplier*, dan pelanggan mengidentifikasi *waste* dan sumbernya (Seth, Goel, 2007).

Value stream map digambarkan sebagai gambaran dari proses yang ada, Sederhana, namun logis dan merepresentasikan proses yang ada digunakan untuk mendokumentasikan *current state* dan *future state*:

- *Current state map* adalah gambaran dasar dari keadaan proses yang ada saat ini dimana perbaikan dapat diukur.
- *Future state map* merepresentasikan visi mengenai bagaimana keadaan *value stream* yang diinginkan pada masa depan setelah perbaikan dilaksanakan.

Di dalam traditional value stream map terdapat tiga bagian :

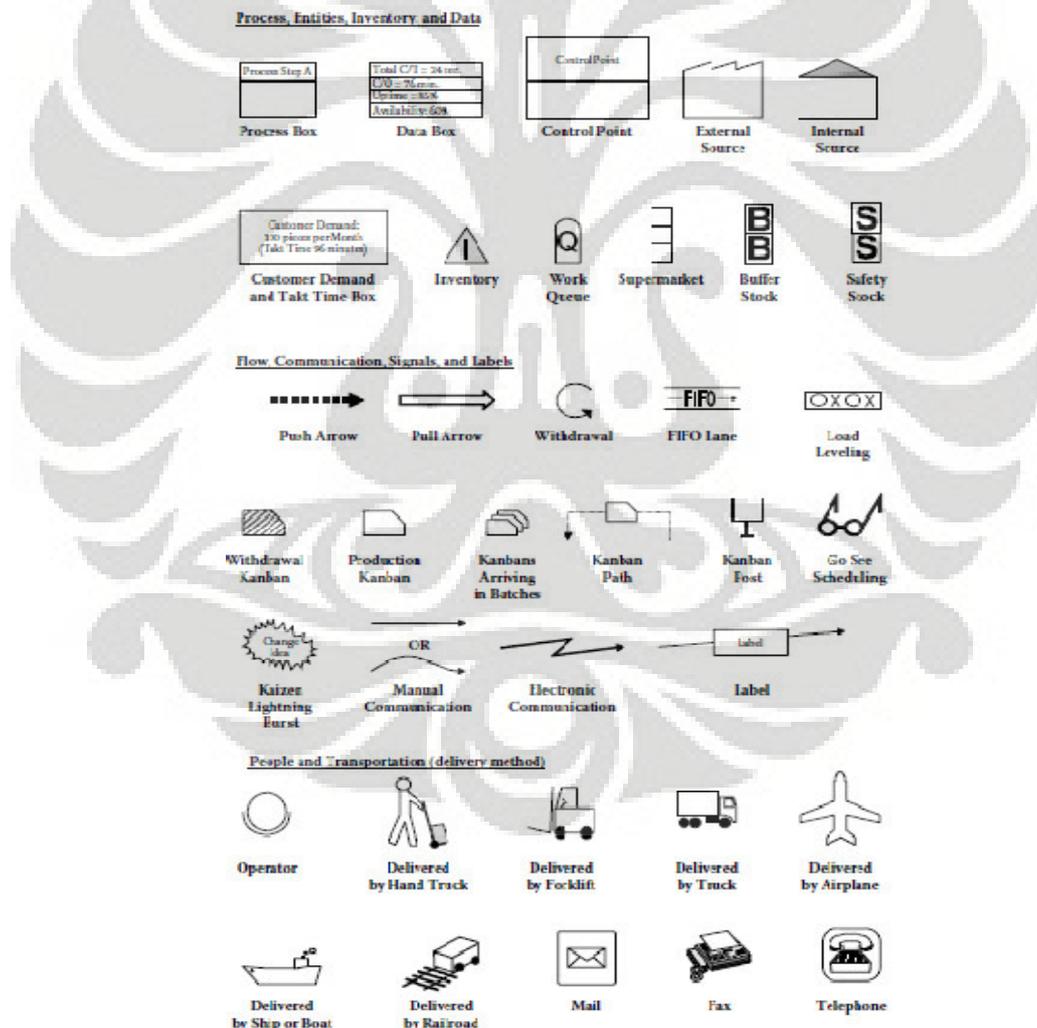
1. Aliran produksi / material : aliran material di sepanjang proses produksi. Aliran produksi harus selalu digambarkan dari kiri ke kanan.
2. Aliran informasi : aliran yang menggambarkan interaksi atau pertukaran informasi antara proses di sepanjang *value stream*.

3. *Timeline* : adalah garis di bagian bawah *value stream map* yang menunjukkan lead time pada tiap proses dan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan permintaan pelanggan.

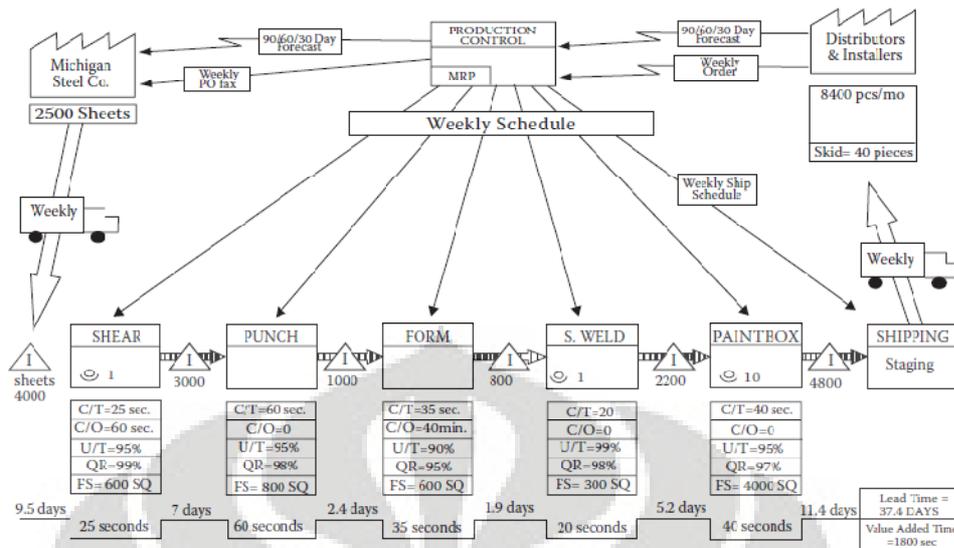
Dalam membuat *value stream mapping*, perlu difokuskan pada satu *product family*, terutama pada perusahaan yang memiliki *product mix* yang banyak. Pertimbangan untuk memilih *product family* adalah :

- Produk yang memiliki volume produksi dan biaya yang tinggi
- Produk yang memiliki dampak terbesar terhadap konsumen
- Produk yang memiliki standar atau criteria tertentu
- Produk yang memiliki aliran atau langkah yang sama

Simbol – simbol yang digunakan pada Traditional Value Stream Mapping adalah :



Gambar 2.1 Simbol yang digunakan pada *Traditional Value Stream Mapping*



Gambar 2.2 Contoh *Current State Traditional Value Stream Mapping*

2.3 *Environmental Value Stream Mapping*

Environmental Value Stream Mapping (EVSM) adalah penggunaan metode *Value Stream Mapping* dengan menitikberatkan pada pendekatan lingkungan. Pada EVSM sudut pandang yang digunakan dalam melihat dan menganalisa *value stream* adalah sudut pandang dampak lingkungan yang dihasilkan disepanjang *value stream*. Dengan mengubah sudut pandang tersebut dan menerapkan teknologi, teknik, dan pendekatan dan menggunakan filosofi atau pola pikir yang ramah lingkungan, dapat memberikan *road map* untuk menghasilkan proses produksi yang ramah lingkungan (Wills, 2009).

Seperti pada filosofi *lean* yang mengembangkan kriteria *value added* dan non *value added* aktifitas berdasarkan perspektif pelanggan, pada EVSM dikembangkan kriteria berdasarkan dampak aktifitas di sepanjang *value stream* terhadap lingkungan. Dengan menggunakan kriteria tersebut dapat mengidentifikasi dampak negatif terhadap lingkungan disepanjang *value stream* dan mengikuti proses pengurangan dampak lingkungan (Wills, 2009).

Tujuh *environmental waste* pada EVSM (Wills, 2009) :

- Energi
- Air
- Material
- Scrap (sampah produksi)
- Transportasi
- Emisi
- Keanekaragaman hayati

Tabel di bawah ini adalah daftar dampak lingkungan yang dihubungkan dengan tujuh *lean waste* pada metode *lean*. Dengan mengurangi *waste* ini dapat meningkatkan performa lingkungan pada proses produksi.

Tabel 2.1 Dampak lingkungan dihubungkan dengan *lean waste*

Tipe <i>waste</i>	Dampak lingkungan
Overproduksi	<ul style="list-style-type: none"> • Penggunaan material berlebihan untuk memproduksi produk yang tidak dibutuhkan • Produk berlebih dapat merugikan karena tidak terpakai (<i>usang</i>) dan harus dibuang
Inventori	<ul style="list-style-type: none"> • Membutuhkan lebih banyak kemasan untuk menyimpan WIP • Waste karena penyusutan atau kerusakan pada saat penyimpanan WIP • Penggunaan material yang lebih banyak untuk mengganti WIP yang rusak • Penggunaan energi yang digunakan untuk mendinginkan, memanaskan atau menerangi tempat penyimpanan
Transportasi dan pergerakan	<ul style="list-style-type: none"> • Penggunaan energi untuk transportasi • Emisi yang dihasilkan dari transportasi • Penggunaan area yang lebih luas untuk pergerakan WIP • Penggunaan kemasan yang lebih banyak untuk melindungi komponen selama transportasi
Cacat/ <i>scrap</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Penggunaan material untuk membuat produk yang cacat • Produk cacat membutuhkan daur ulang atau pembuangan • Membutuhkan area untuk <i>rework</i>, <i>repair</i> • Penggunaan energi yang lebih banyak untuk mendukung <i>rework</i>
<i>Overprocessing</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Penggunaan material yang lebih untuk memproduksi satu unit produk • Proses yang tidak perlu meningkatkan <i>waste</i>, energi yang digunakan dan emisi
Menunggu	<ul style="list-style-type: none"> • Berpotensi menyebabkan material <i>usang</i> atau rusak menyebabkan <i>waste</i> • Penggunaan energi berlebih untuk mendukung proses produksi

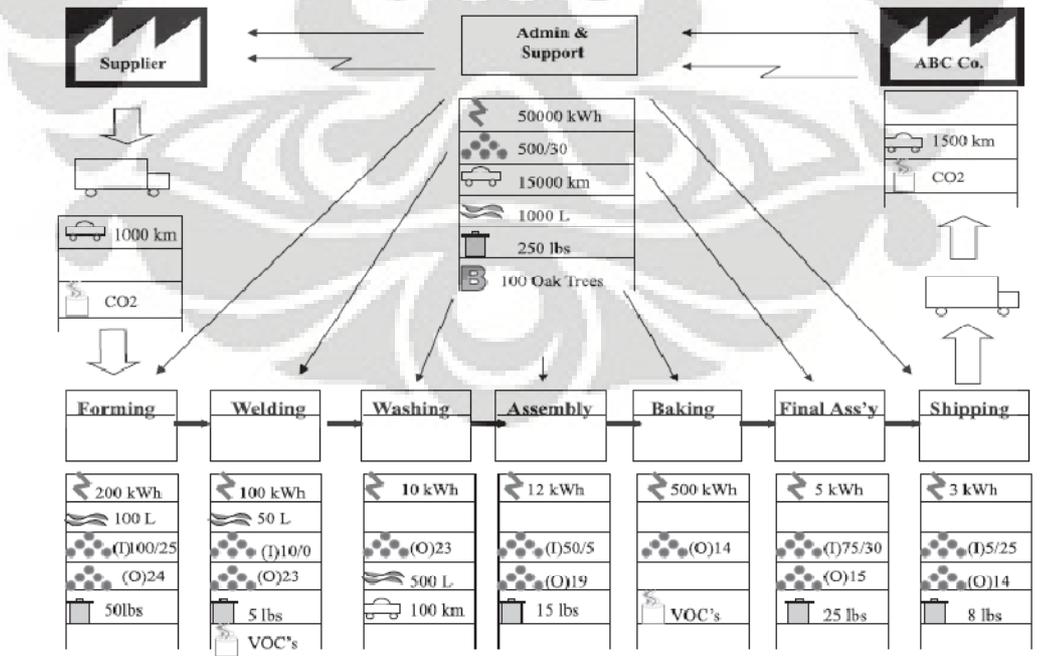
(Sumber : U.S EPA (Environment Protection Agency))

Simbol yang digunakan pada EVSM adalah :

Tabel 2.2 Simbol yang digunakan pada EVSM

Simbol	Keterangan
	Energi
	Air
	Material
	Sampah
	Transportasi
	Emisi
	Keanekaragaman Hayati

(Sumber : Green Intention, Wills, Brett)



Gambar 2.3 Contoh Current State Environmental Value Stream Map

(Sumber : Green Intention, Wills, Brett)

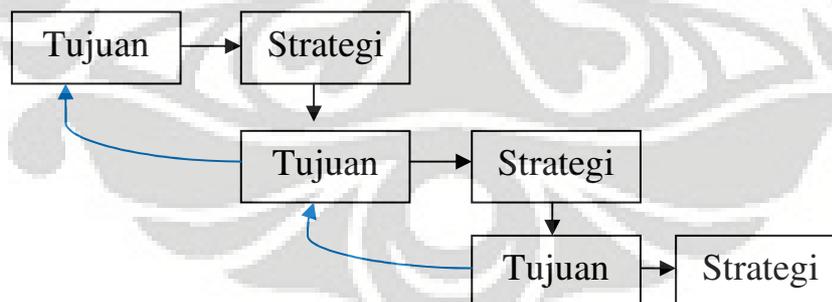
2.4 Tree Diagram

Diagram pohon dimulai dengan satu item yang bercabang menjadi dua atau lebih yang masing-masing cabangnya juga memiliki dua atau lebih cabang dan seterusnya. Diagram ini disebut diagram pohon karena bentuknya yang memiliki dahan dan banyak cabang. Diagram pohon digunakan untuk memetakan semua strategi dan aktivitas yang harus dilakukan untuk mencapai suatu tujuan atau sub tujuan. Mengembangkan diagram pohon membantu berfikir langkah demi langkah dari hal yang general ke hal yang spesifik.

Diagram pohon digunakan pada saat :

- Ketika telah mengetahui suatu masalah secara general dan ingin mendapatkan detail yang lebih spesifik
- Ketika mengembangkan langkah logis untuk mencapai suatu tujuan
- Ketika mengembangkan tindakan untuk menyelesaikan masalah
- Ketika menganalisa proses secara detail
- Ketika mencari akar permasalahan dari suatu masalah
- Ketika mengevaluasi implementasi dari beberapa solusi potensial
- Setelah menggunakan *affinity diagram* atau *relations diagram*
- Sebagai alat komunikasi, untuk menjelaskan secara detail

Gambaran prinsip dasar diagram pohon :



Gambar 2.4 Prinsip dasar *tree diagram*

BAB III

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

3.1 Proses Produksi

Penelitian dilakukan pada perusahaan manufaktur yang bergerak dalam bidang pembuatan kemasan makanan, minuman, obat-obatan, dan lain lain. Kemasan yang dihasilkan adalah kemasan primer yang berbahan dasar plastik yang bersentuhan langsung dengan produk. Proses produksi berdasarkan pesanan dengan desain produk yang ditentukan oleh konsumen.

Berdasarkan bentuk akhir produknya, produk yang dihasilkan dibedakan menjadi dua jenis, yaitu :

- a. Kemas bentuk (*Fine Flexible Packaging*) merupakan kemasan jadi yang berupa gulungan atau roll untuk diproses lebih lanjut oleh konsumen yang bersangkutan.
- b. Pengemasan (*packaging*), merupakan kemasan jadi yang berupa kantong (*bag*).

Proses produksi secara garis besar adalah :

1. *Printing* (pencetakan)

Dalam proses ini terdapat mesin printing yang berfungsi untuk mencetak gambar dan tulisan suatu produk pada permukaan film atau kertas sesuai dengan pesanan customer.

2. *Laminating* (pelapisan)

Proses laminasi ini berfungsi untuk melapisi suatu kemasan berupa film atau kertas yang sudah dicetak pada mesin printing. Pada PT SMPI ini, proses laminasi dibagi atas dua jenis :

- a. *Dry laminating*

Adalah proses laminasi yang dilakukan dengan menggunakan adhesive (lem) yang dikeringkan dengan dryer.

b. *Ekstrusion Laminating*

Adalah proses laminasi yang dilakukan dengan cara mencurahkan resin yang telah dicairkan atau menggunakan adhesive untuk laminasi tambahan dari bahan aluminium foil atau litho paper.

3. *Slitting* (pemotongan)

Pada proses ini hasil dari proses laminasi yang berbentuk roll jumbo dipotong menjadi beberapa bagian dengan menggunakan mesin *slitting*. Selain pemotongan, pada mesin ini dilakukan pemeriksaan atau pengecekan kualitas produk hasil proses pencetakan dan laminasi dengan cara mencari bagian bagian yang rusak untuk kemudian diberi tanda untuk dibuang.

4. Bag Making

Pada proses ini dilakukan penyekatan (*sealing*), pada sisi tengah (*center sealing*) maupun sisi samping (*side sealing*) dari kemasan yang sudah dicetak dan dilaminasi.

3.2 Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan data historis proses produksi dan juga observasi langsung di lapangan.

3.2.1 Pemilihan Produk

Value stream mapping memetakan aliran produk dari bahan baku sampai produk akhir, karena PT SMPI memproduksi berbagai macam kemasan dengan spesifikasi, bahan baku, dan proses yang berbeda perlu dilakukan pemilihan produk yang dapat mewakili proses produksi di PT SMPI.

Pemilihan produk dilakukan dengan mempertimbangkan volume produksi dan juga proses produksi/mesin yang dilewati oleh produk tersebut. dengan kedua pertimbangan tersebut terpilih dua produk kemasan, yaitu produk A dan produk B. produk A dan produk B merupakan produk dengan volume produksi yang tinggi dan melewati proses produksi/mesin yang berbeda.

Tabel 3.1 matrix proses produksi

Produk	Mesin					
	<i>Printing</i> GR8	<i>Printing</i> GR 6	Laminasi EC03	Laminasi tandem	Slitting 4/5	Slitting 3
A	x		x		x	
B		x		x		x

3.2.2 Aliran Informasi

Aliran informasi menunjukkan komunikasi formal dan nonformal yang ada di sepanjang *Value Stream Map*. Data aliran informasi yang diperlukan adalah aliran informasi dimulai dari pengadaan bahan baku sampai menjadi produk akhir. Aliran informasi didapat dengan melakukan survey langsung di lapangan. Pada PT SMPI aliran informasi untuk semua produk memiliki urutan yang sama. Berikut ini adalah aliran informasi yang ada di PT SMPI

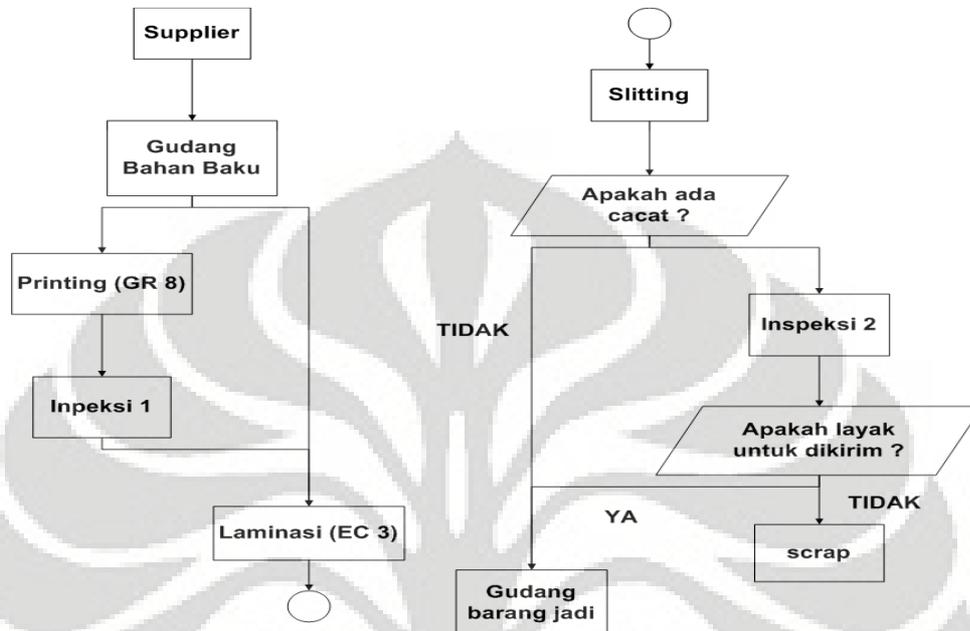


Gambar 3.1 Aliran informasi produk

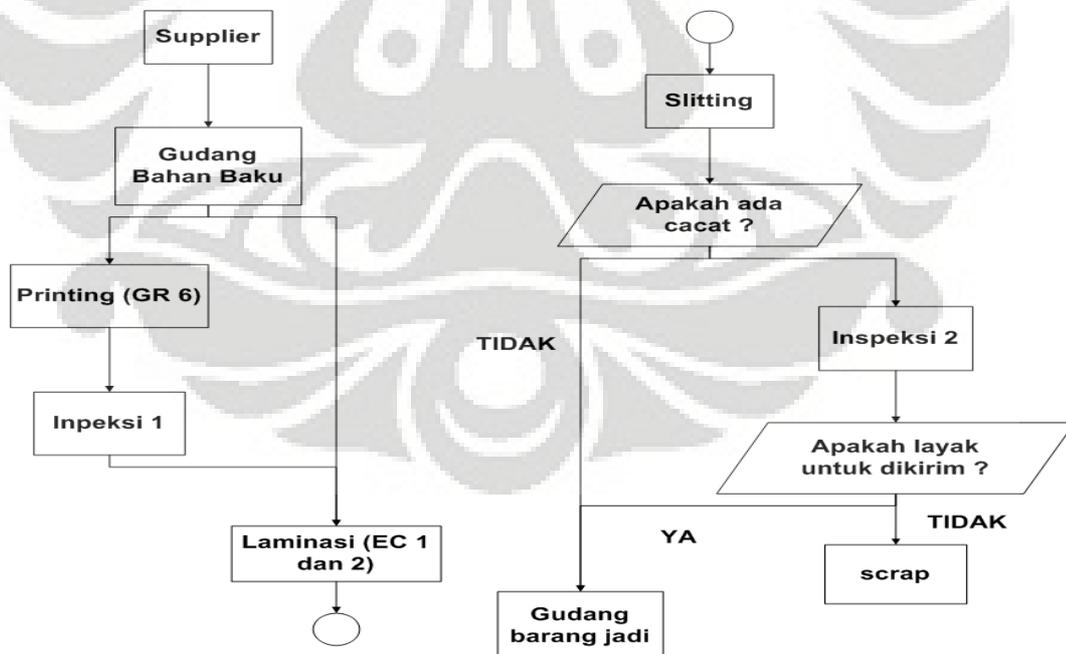
3.2.3 Aliran Material

Aliran material menunjukkan urutan proses yang dilewati oleh material dari bentuk bahan baku sampai menjadi produk jadi. Aliran material adalah salah satu elemen penting dari *Value Stream Map*. Data aliran material didapat melalui pengamatan

langsung proses produksi di lapangan. Berikut ini adalah data aliran material dari produk A dan produk B.



Gambar 3.2 Aliran material produk A



Gambar 3.3 Aliran material produk B

3.2.4 Data Proses Produksi

Data proses produksi adalah data standar yang digunakan sebagai input dalam Value Stream Map. Data proses produksi tersebut antara lain :

- *Cycle Time*

Cycle time adalah waktu rata-rata yang dibutuhkan dari selesainya satu produk sampai sampai selesainya produk berikutnya (mapping the total value stream mappping). Dalam penelitian ini, produk yang dihasilkan berupa gulungan / *roll*. *cycle time* yang didapat adalah *cycle time* untuk memproduksi satu gulungan / *roll*, pada produk A dengan produk akhir berupa gulungan sepanjang 3000 m, dan produk B dengan produk akhir berupa gulungan sepanjang 500m.

- *Changeover Time*

Data *Changeover time* adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengalihkan produksi dari satu produk ke produk lain. Data *changeover* ini didapat dari data historis setiap mesin.

- Jumlah operator

Jumlah operator yang ada di setiap proses/mesin.

- Jumlah shift

Jumlah shift dalam satu hari produksi pada setiap proses / mesin.

Berikut ini adalah data proses produksi untuk produk A dan produk B :

Tabel 3.2 proses produksi produk A

	Printing (menit)	Inspeksi 1 (menit)	Laminasi (menit)	<i>Slitting</i> (menit)	Inspeksi 2 (menit)
<i>Cycle Time</i>	24.74	30	28.33	35.27	30
<i>Changeover time</i>	90	30	30	30	30
Jumlah operator	5	1	2	2	1
Jumlah shift	3	3	3	3	3

(Sumber : PT. SMPI “Telah Dilolah Kembali”)

Tabel 3.3 proses produksi produk B

	Printing (menit)	Inspeksi 1 (menit)	Laminasi (menit)	Slitting (menit)	Inspeksi 2 (menit)
Cycle Time	3.57	5	6.11	6.53	6.25
Changeover time	90	30	60	30	30
Jumlah operator	5	1	2	2	1
Jumlah shift	3	3	3	3	3

(Sumber : PT. SMPI “Telah Dilolah Kembali”)

3.2.5 Data Penggunaan Material

Data penggunaan material adalah data material yang menjadi input di dalam setiap aktifitas berikut dengan jumlah pemakaiannya di sepanjang value stream. Data jumlah pemakaian didapat dari data historis penggunaan bahan baku untuk setiap produk.

Berikut ini adalah material yang digunakan untuk setiap produk :

Material yang digunakan pada produk A adalah :

- *OPP film* 18 μ
- *PP cosmoplene*
- Tinta
- *Masterbatch*
- *Solvent*

Material yang digunakan pada produk B adalah :

- Polyester film
- LDPE
- Resin
- Tinta
- *Solvent*
- *Adhesive*

3.2.5.1 Penggunaan Material Produk A

Berikut ini adalah penggunaan material produk A untuk setiap proses berdasarkan data historis. Pada tabel 3.3 adalah penggunaan material utama untuk produk A yaitu OPP *film* 18 μ . Dari input dan output dari setiap proses didapatkan *waste* bahan baku setiap proses.

Tabel 3.4 Penggunaan material utama produk A

	Printing	lamiasi	slitting
Input (meter)	1395950	1214230	1211980
Output (meter)	1390900	1213090	1132015
Waste	0.36%	0.09%	6.6%

Pada tabel 3.4 adalah penggunaan material tinta untuk produk A. material tinta digunakan sebagai input hanya dalam proses printing.

Tabel 3.5 Penggunaan material tinta produk A

	Material yang digunakan (kg)	Material yang dibutuhkan (kg)
Produk A	5335.2	3539

Pada table 3.5 adalah penggunaan material pembantu untuk produk A. target pemakaian adalah target penggunaan material yang dibutuhkan dan aktual pemakaian adalah jumlah material yang dipakai sebenarnya.

Tabel 3.6 Penggunaan material pembantu produk A

Material	Target (kg)	Aktual pemakaian (kg)
Resin	14853.53	14572.5
Masterbatch	1577.5	1872
solvent	5395.2	5825

3.2.5.2 Penggunaan material produk B

Berikut ini adalah penggunaan material produk B untuk setiap proses berdasarkan data historis. Pada tabel 3.6 adalah penggunaan material utama untuk produk B yaitu *Polyester film*. Dari input dan output dari setiap proses didapatkan *waste* bahan baku setiap proses.

Tabel 3.7 Penggunaan material utama produk B

	Printing	laminasi	slitting
Input (meter)	445800	425830	421900
Output (meter)	444100	422400	381000
Waste	0.38%	0.81%	9.69%

Pada tabel 3.7 adalah penggunaan material tinta untuk produk B material tinta digunakan sebagai input hanya dalam proses printing.

Tabel 3.8 Penggunaan material tinta produk B

	Material yang digunakan (kg)	Material yang dibutuhkan (kg)
Produk B	1421.7	971

Pada table 3.8 adalah penggunaan material pembantu untuk produk B. target pemakaian adalah target penggunaan material yang dibutuhkan dan aktual pemakaian adalah jumlah material yang dipakai sebenarnya.

Tabel 3.9 Penggunaan material pembantu produk B

Material	Target (kg)	Aktual pemakaian (kg)
Resin	6543.56	6052
LDPE	9887.23	9706
adhesive	584.82	654
solvent	2561.2	4662

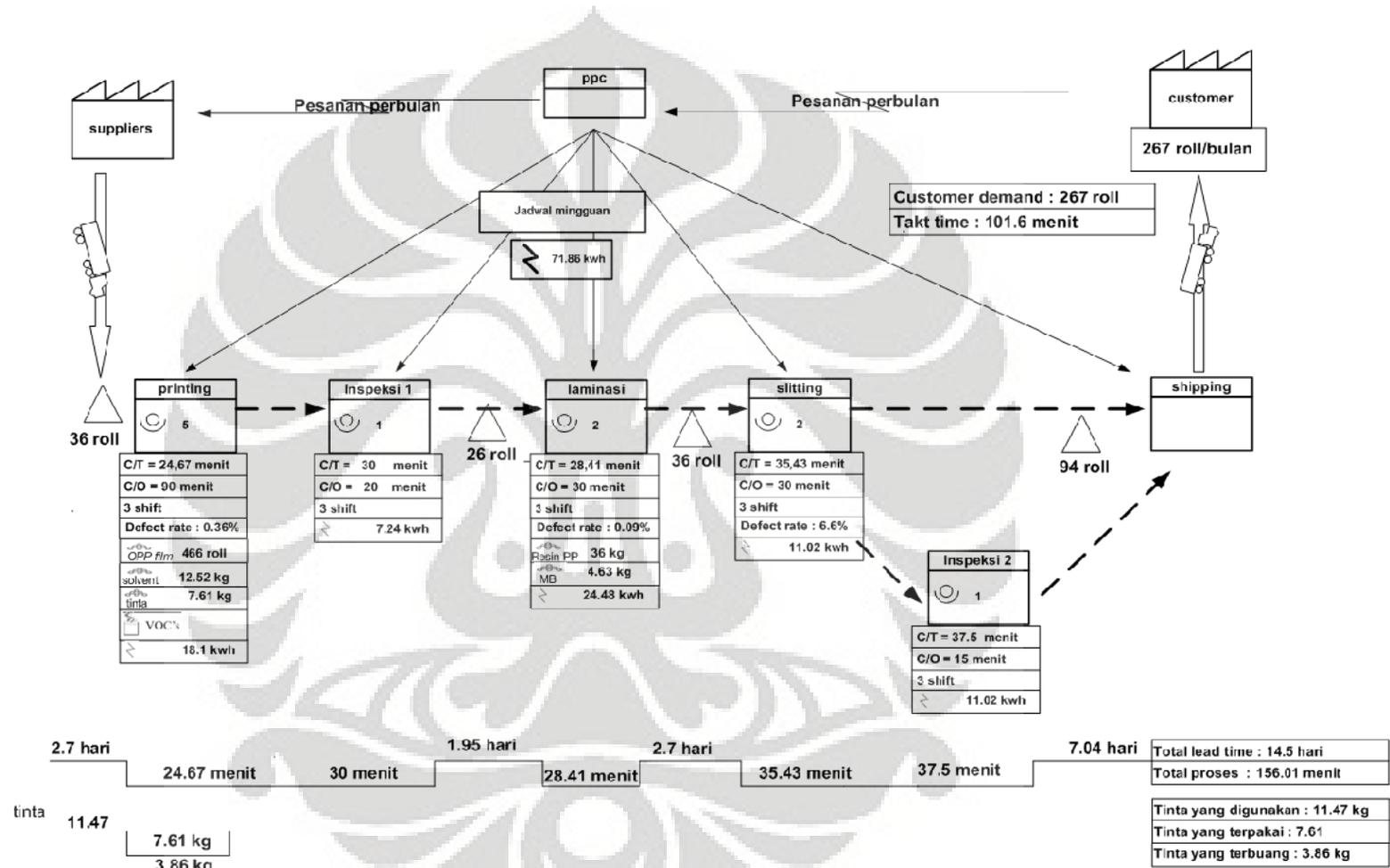
3.3 Pengolahan Data

3.3.1 *Current State Map*

Langkah pertama yang dilakukan dalam pengolahan data ini adalah membuat *current state map* produk A dan produk B. *Current state map* dibuat berdasarkan data-data yang telah dijelaskan pada subbab sebelumnya. Proses pembuatan gambar *current state map* menggunakan *Microsoft Visio*. Karena menggunakan data dari dua produk yang berbeda maka di buat masing-masing *current state map* untuk setiap produk.

3.3.1.1 *Current State Map* Produk A

Berikut ini adalah gambar hasil pengolahan data *current state map* untuk produk A.



Gambar 3.5 Current State Map Produk A

Dari gambar 3.4 dapat dilihat detail untuk setiap proses produksi dari *printing* sampai dengan *shipping*. Terdapat *material balance* untuk material tinta pada proses *printing*. *Material balance* menunjukkan jumlah tinta yang habis digunakan untuk produk dan jumlah tinta yang tersisa setelah proses produksi.

Berdasarkan current state map di atas terdapat salah satu buangan yang berpengaruh terhadap lingkungan (*green waste*) yaitu material. Untuk mengidentifikasi, mengukur dan mengklasifikasikan dampak material di sepanjang *value stream* digunakan tabel berikut (*green intentions :creating value stream to compete and win*).

Tabel 3.10 Material Produk A proses *printing*

<i>Current State</i>					
Proses :	<i>Printing</i>				
Material	Klasifikasi material			Dampak lingkungan	Keterangan
	TN	BN	LF		
OPP film 18 μ	X			Yellow	
Tinta			X	Red	Mengandung VOC
<i>Solvent</i>			X	Red	Mengandung VOC

(Sumber : *Green Intentions : Creating a Green Value Stream to Compete and Win* “Telah Dilolah Kembali”)

Keterangan :

Klasifikasi Material :

- TN (*Technical Nutrient*) : Material sintesis yang tidak dapat terurai secara alami, tetapi dapat didaur ulang untuk digunakan kembali.
- BN (*Biological Nutrient*) : material yang dapat terurai secara alami
- LF (*Landfill*) : Material yang tidak dapat terurai secara alami dan tidak dapat didaur ulang.

Dampak Lingkungan :

- *Green* : resiko terhadap lingkungan dan kesehatan tidak ada
- *Yellow* : resiko terhadap lingkungan dan kesehatan rendah sampai sedang, layak untuk digunakan.
- *Red* : resiko terhadap lingkungan dan kesehatan tinggi
- *Grey* : data resiko tidak ada atau tidak lengkap dibutuhkan penelitian lebih lanjut.

Tabel 3.11 Material Produk A proses laminasi

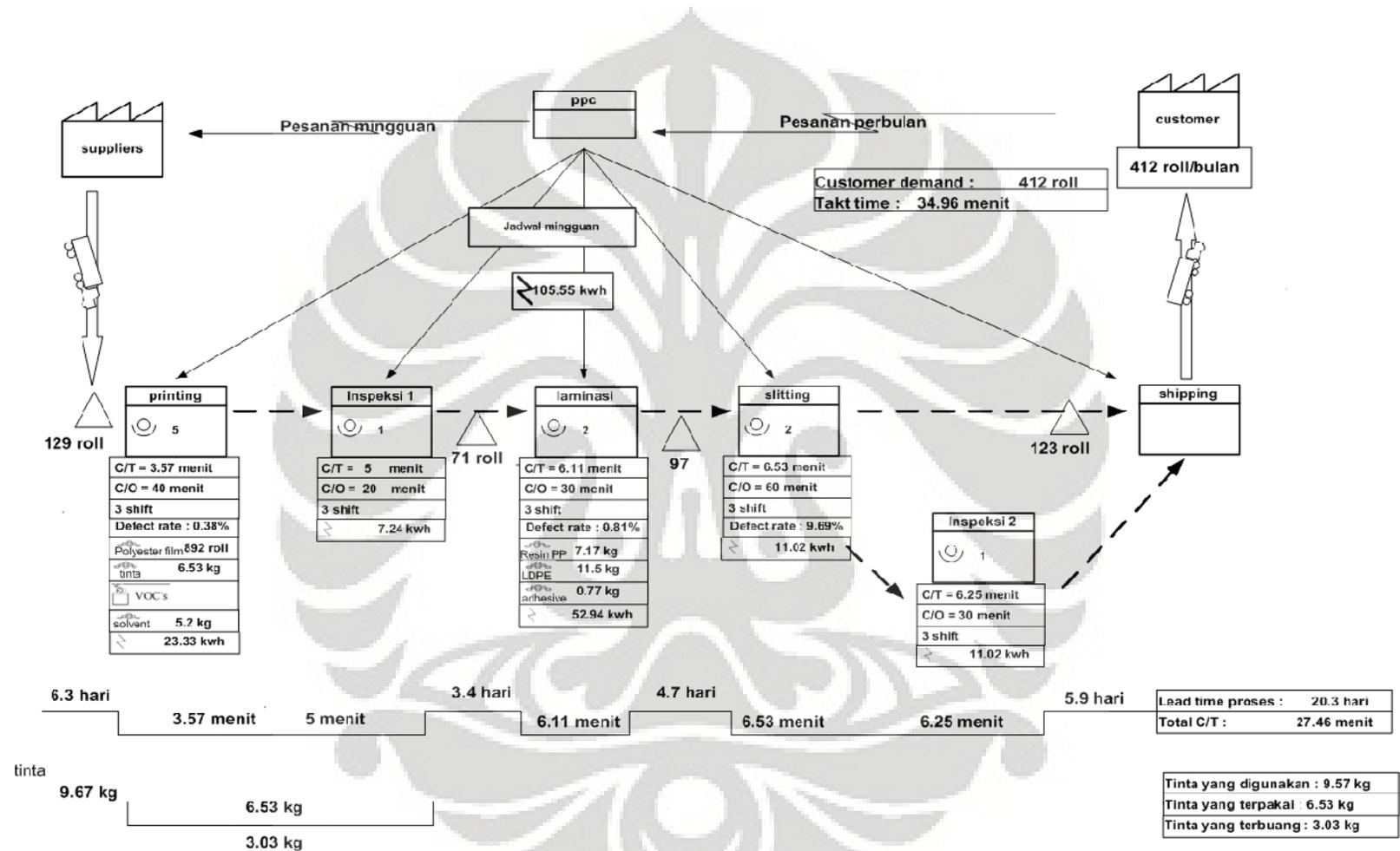
<i>Current State</i>				
Proses :	laminasi			
Material	Klasifikasi material			Dampak lingkungan
	TN	BN	LF	
Resin	X			Yellow
<i>Masterbatch</i>	X			Yellow

(Sumber : *Green Intentions : Creating a Green Value Stream to Compete and Win* “Telah Dilolah Kembali”)

Pada tabel 3.9 dan 3.10 terdapat material yang digunakan pada proses printing dan laminasi dan klasifikasi dampak material tersebut terhadap lingkungan. Pada proses printing menggunakan material yang mengandung VOC (*Volatile Organic Compound*) yang berbahaya untuk lingkungan dan juga kesehatan.

3.3.1.2 *Current State Map* Produk B

Berikut ini adalah hasil pengolahan data *current state map* dari produk B :



Gambar 3.5 Current State Map Produk B

Dari gambar 3.5 dapat dilihat urutan proses produksi dan aliran material dari produk B yang digambarkan dengan *value stream mapping* di bagian bawah terdapat timeline proses produksi dan juga material balance dari proses produksi. Material balance yang digambarkan adalah material tinta pada proses printing. Pada kotak informasi di bagian bawah setiap proses terdapat detail setiap proses *cycle time*, *changeover time*, material yang digunakan beserta dengan jumlahnya.

Setelah proses slitting produk B dapat langsung disimpan sebagai barang jadi ataupun melalui proses inspeksi jika ditemukan cacat. Setelah proses inspeksi produk yang dianggap layak dapat langsung ke bagian shipping, tetapi jika tidak layak akan dinyatakan sebagai produk *defect*.

Pada gambar 3.5 dapat diidentifikasi buangan yang berpengaruh terhadap lingkungan yaitu material tinta, defect pada setiap proses, material yang mengandung *VOC*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 3.12 dan 3.13.

Tabel 3.12 Material Produk B proses *printing*

<i>Current State</i>					
Proses :	<i>Printing</i>				
Material	Klasifikasi material			Dampak lingkungan	Keterangan
	TN	BN	LF		
<i>Polyester film</i> 12 μ	X			<i>Yellow</i>	
Tinta			X	<i>Red</i>	Mengandung <i>VOC</i>
<i>Solvent</i>			X	<i>Red</i>	Mengandung <i>VOC</i>

(Sumber : *Green Intentions : Creating a Green Value Stream to Compete and Win* “Telah Dilolah Kembali”)

Tabel 3.13 Material Produk B proses laminasi tandem

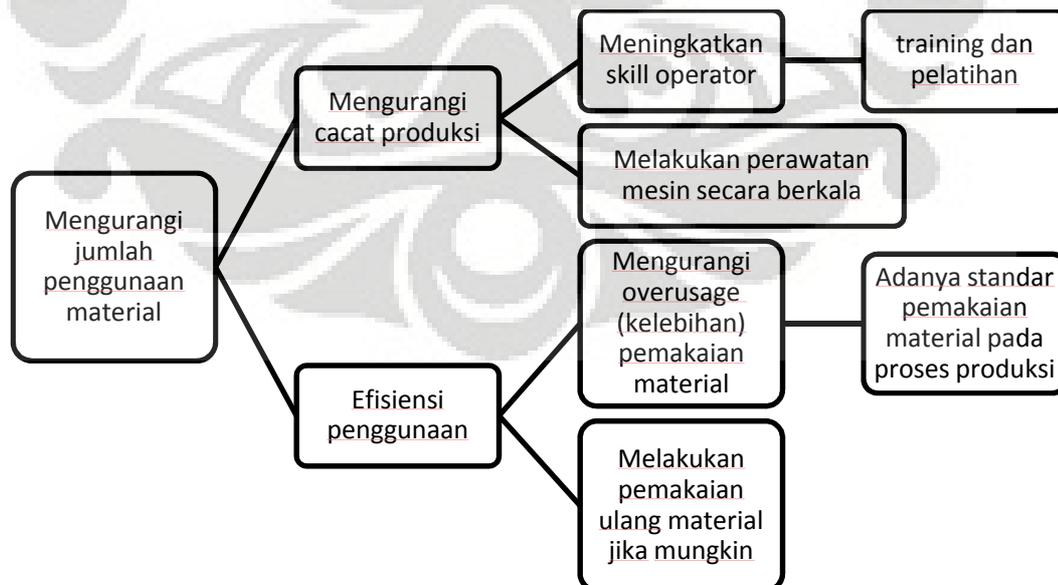
<i>Current State</i>				
Proses :	laminasi			
Material	Klasifikasi material			Dampak lingkungan
	TN	BN	LF	
Resin	X			<i>Yellow</i>
<i>LDPE</i>	X			<i>Yellow</i>
<i>Adhesive</i>	X			<i>Yellow</i>

(Sumber : *Green Intentions : Creating a Green Value Stream to Compete and Win* “Telah Dilolah Kembali”)

Pada tabel 3.12 dan 3.13 terdapat rincian material yang digunakan pada proses printing dan laminasi tandem produk B, rincian tersebut berupa klasifikasi recycleability dan klasifikasi dampak lingkungan. Sedangkan pada proses slitting tidak menggunakan input material apapun.

3.3.2 Diagram Pohon

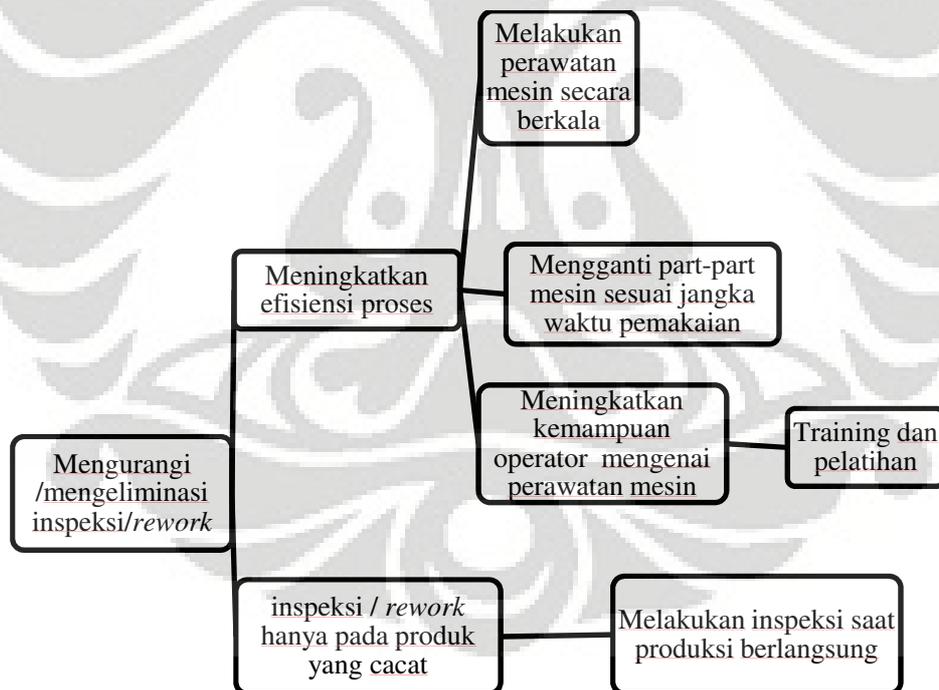
Strategi untuk mencapai future state map berdasarkan analisa current state map dengan menggunakan diagram pohon adalah :



Gambar 3.6 Diagram pohon pengurangan penggunaan material



Gambar 3.7 Diagram pohon penggunaan material berbahaya



Gambar 3.8 Diagram pohon inspeksi/rework

3.3.3 *Future State Map*

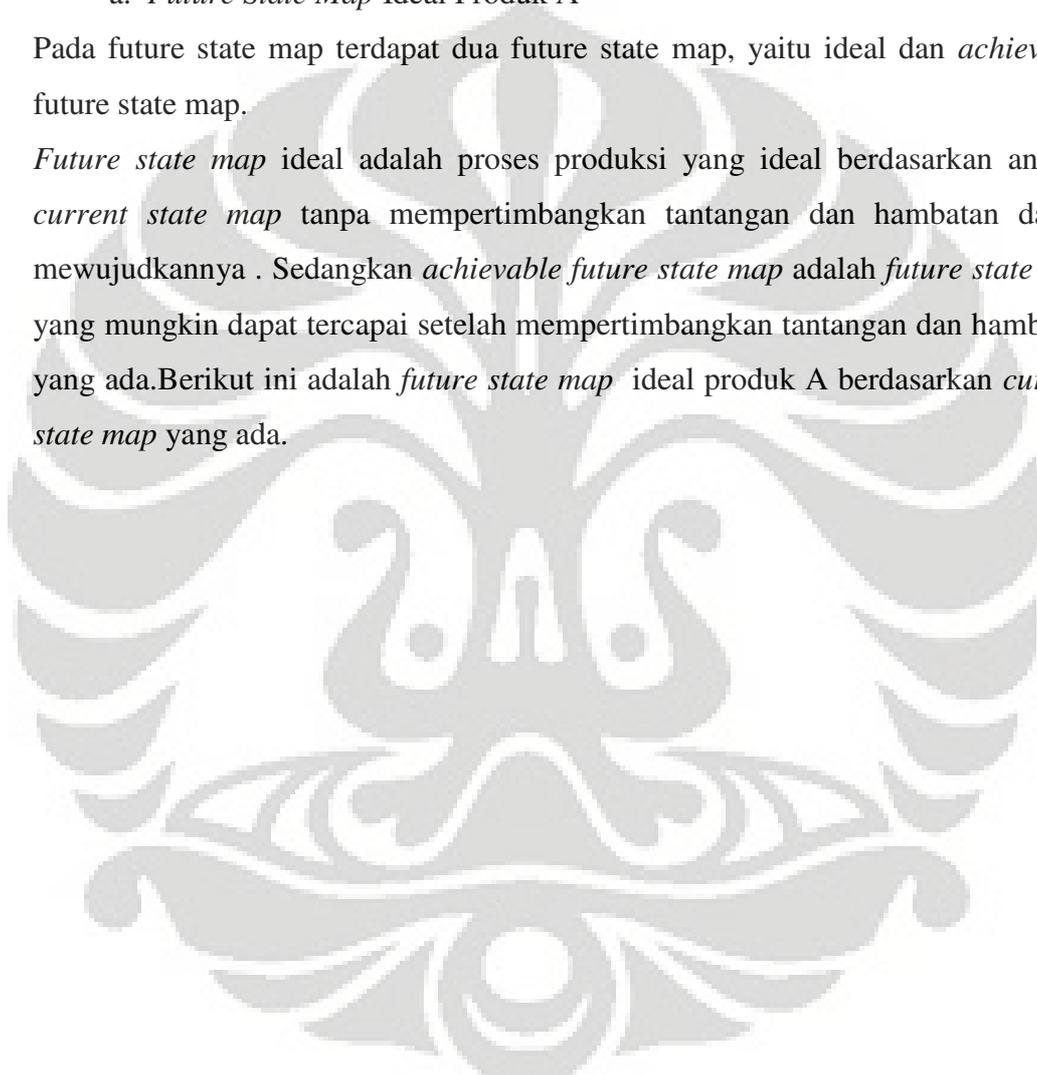
Setelah membuat *current state map* langkah selanjutnya adalah membuat *future state map*. Seperti pada *current state*, *future state map* juga dibuat untuk masing-masing produk menggunakan *software Microsoft Visio*.

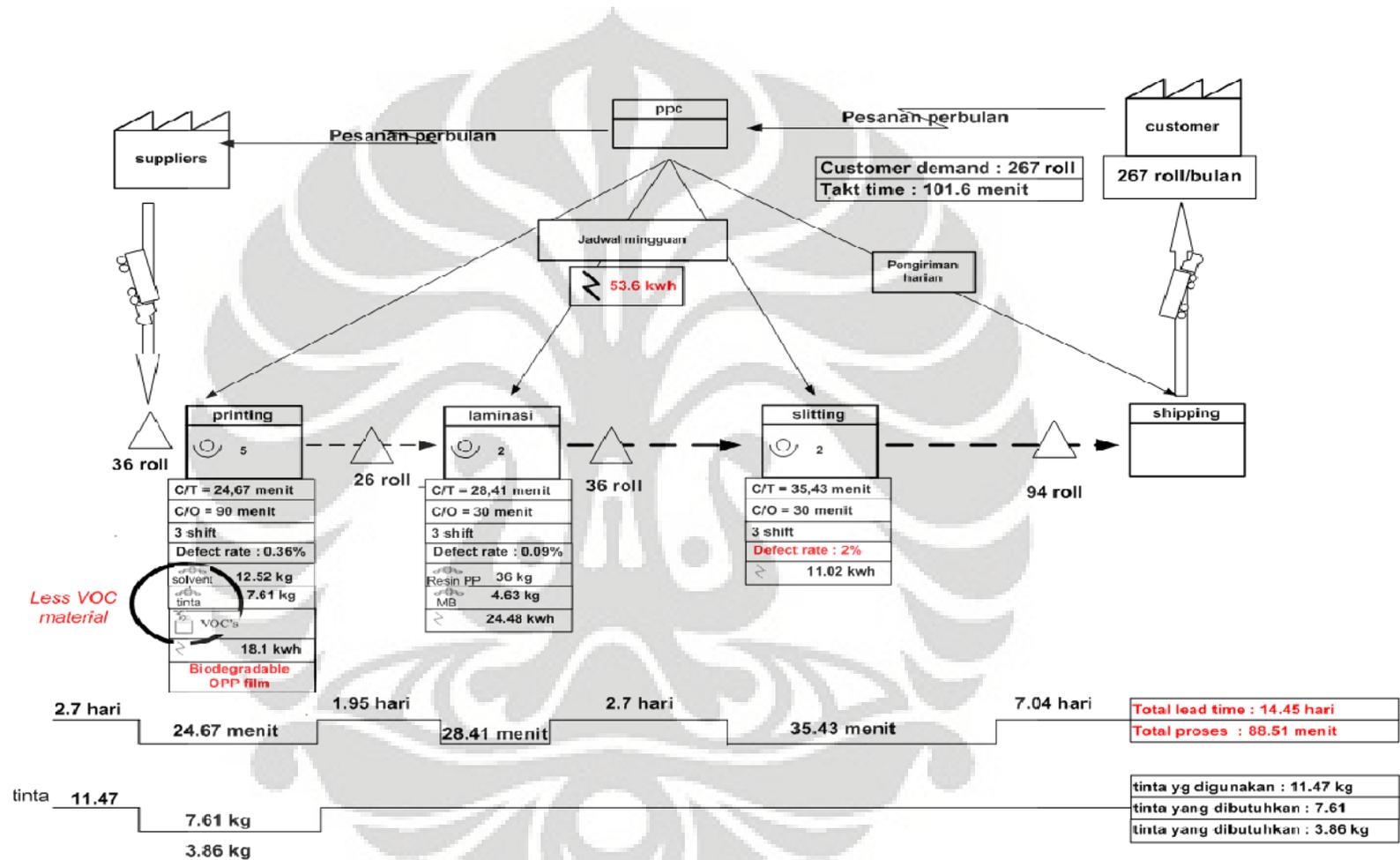
3.3.1.1 *Future State Map* Produk A

a. *Future State Map* Ideal Produk A

Pada *future state map* terdapat dua *future state map*, yaitu ideal dan *achievable future state map*.

Future state map ideal adalah proses produksi yang ideal berdasarkan analisa *current state map* tanpa mempertimbangkan tantangan dan hambatan dalam mewujudkannya . Sedangkan *achievable future state map* adalah *future state map* yang mungkin dapat tercapai setelah mempertimbangkan tantangan dan hambatan yang ada. Berikut ini adalah *future state map* ideal produk A berdasarkan *current state map* yang ada.





Gambar 3.9 Future State Map ideal Produk A

Material yang digunakan pada future state ideal berdasarkan pada tabel 3.11 dan 3.12.

Tabel 3.14 *Future State Ideal* Material Produk A proses *printing*

<i>Future State Ideal</i>		
Proses :	<i>printing</i>	
Material	Substitusi	keterangan
OPP <i>film</i> 18 μ	<i>Biodegradable</i> <i>OPP film</i>	Terurai secara alami
Tinta	Tinta berbahan dasar air	Mengandung VOC 95% lebih sedikit
<i>Solvent</i>	-	

(Sumber : *Green Intentions : Creating a Green Value Stream to Compete and Win* “Telah Dilolah Kembali”)

Tabel 3.15 *Future State Ideal* Material Produk A proses *printing*

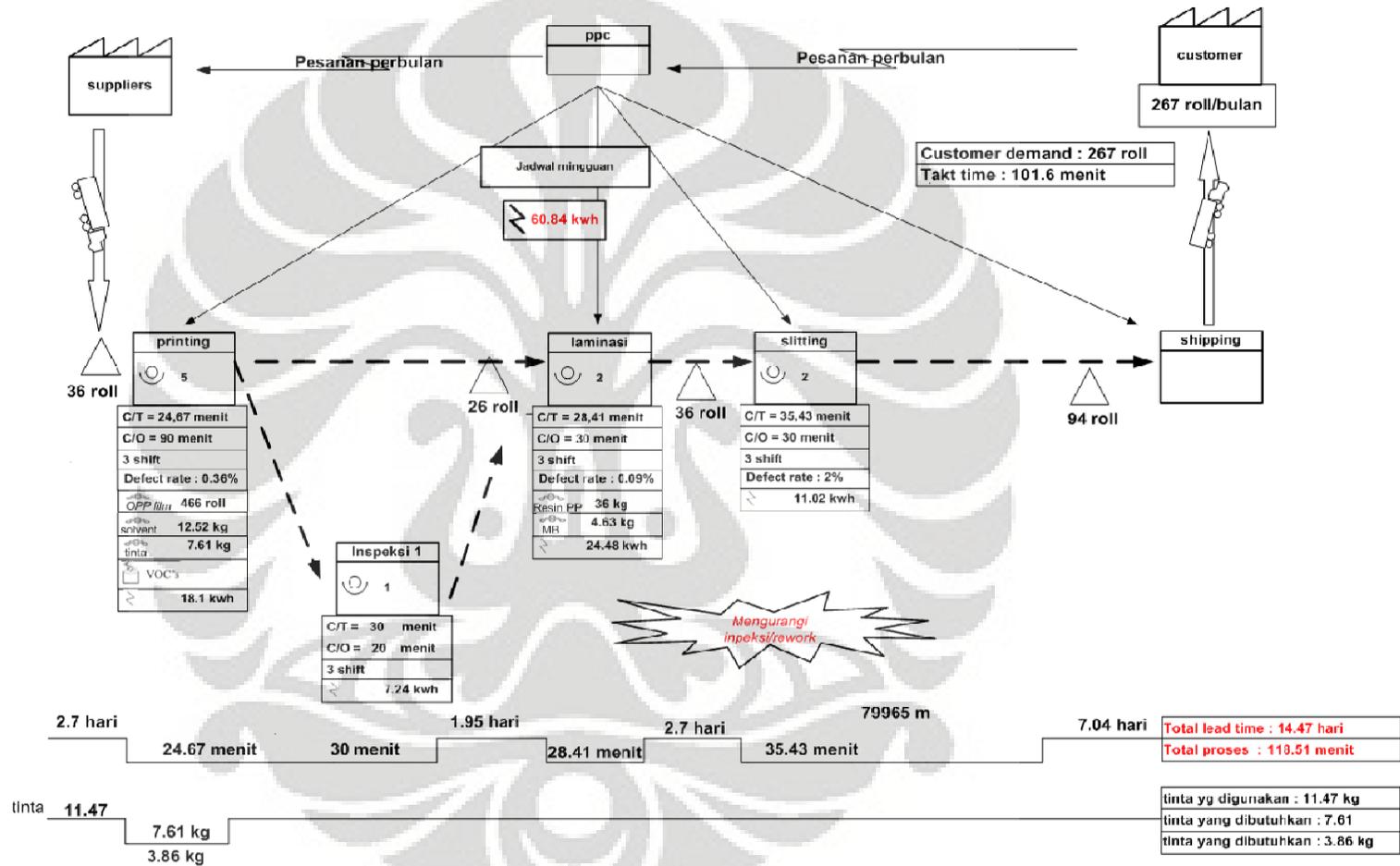
<i>Future State Ideal</i>		
Proses :	laminasi	
Material	Substitusi	keterangan
Resin	<i>Biodegradable</i> <i>Resin</i>	Terurai secara alami
<i>Masterbatch</i>	-	

(Sumber : *Green Intentions : Creating a Green Value Stream to Compete and Win* “Telah Dilolah Kembali”)

Future state map ideal dibuat berdasarkan kondisi ideal yang ingin dicapai dari current state map yang ada.

b. *Future State Map Achievable* Produk A

Berikut ini adalah *future state map achievable* produk A :



Gambar 3.10 Future State Map achievable Produk A

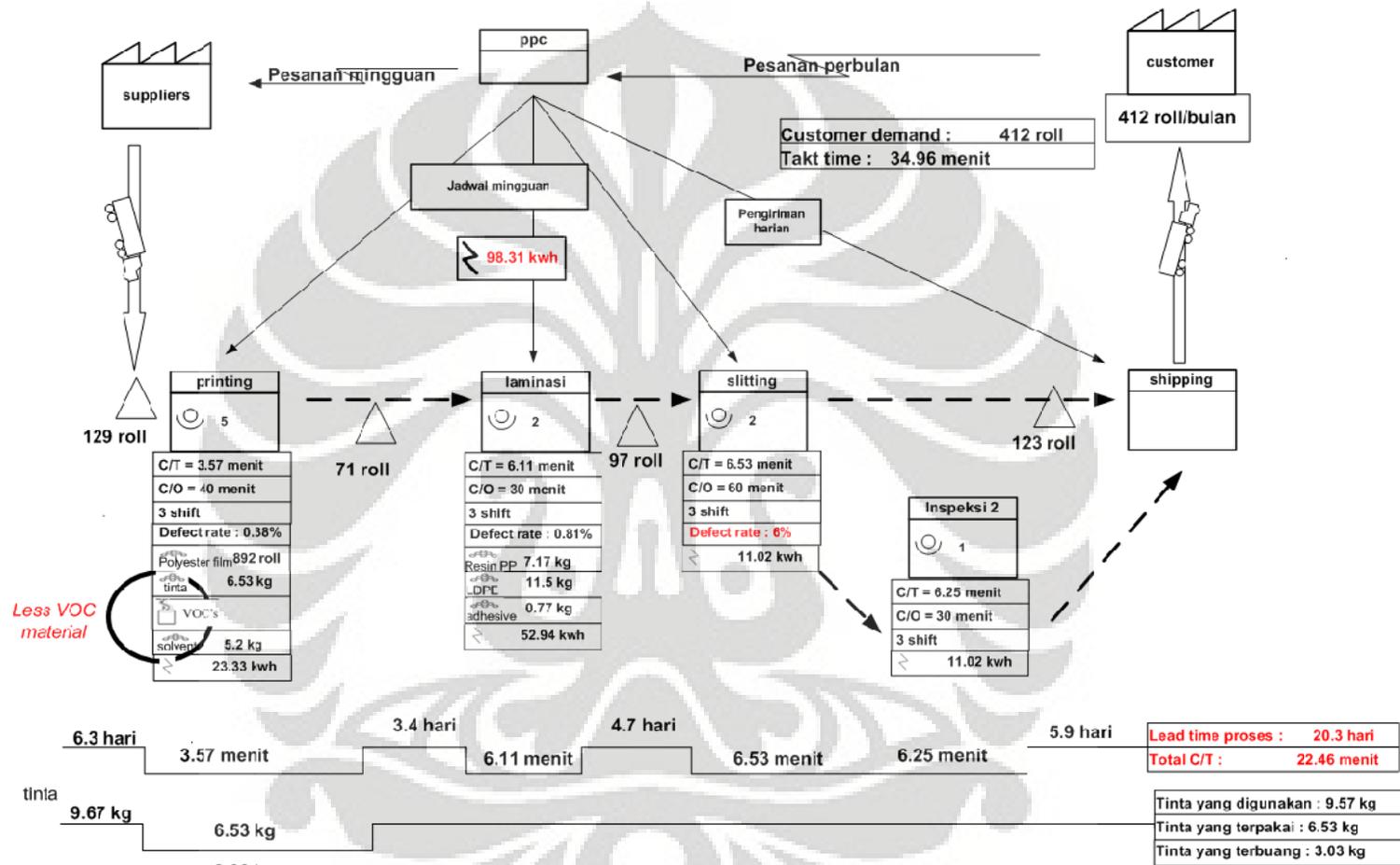
Future state map achievable produk A dibuat berdasarkan current state map produk A yang telah disajikan sebelumnya.

3.3.1.2 *Future State Map* Produk B

a. *Future State Map* Ideal Produk B

Berikut ini adalah *future state map* Ideal Produk B:





Gambar 3.11 Future State Map ideal Produk B

Berikut ini adalah tabel rincian material yang digunakan pada future state map ideal.

Tabel 3.16 *Future State Ideal* Material Produk B proses *printing*

<i>Future State Ideal</i>		
Proses :	<i>printing</i>	
Material	Substitusi	keterangan
<i>Polyester film</i> 12 μ	<i>Biodegradable</i> <i>Polyester film</i>	Terurai secara alami
Tinta	Tinta berbahan dasar air	Mengandung VOC lebih sedikit daripada tinta berbahan dasar <i>solvent</i> .
<i>Solvent</i>	-	

(Sumber : *Green Intentions : Creating a Green Value Stream to Compete and Win* “Telah Dilolah Kembali”)

Tabel 3.17 *Future State Ideal* Material Produk B proses laminasi tandem

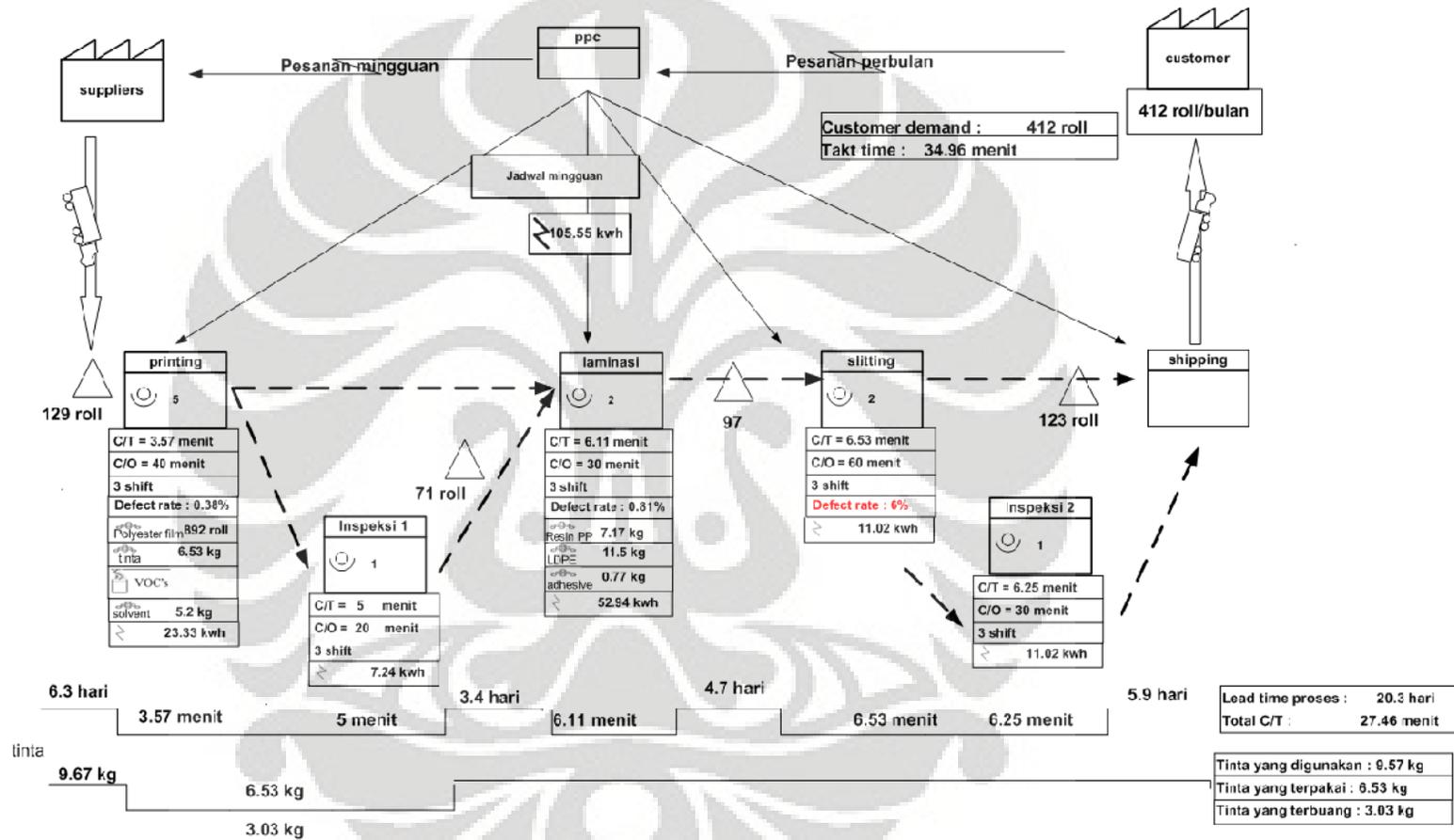
<i>Future State Ideal</i>		
Proses :	laminasi	
Material	Substitusi	keterangan
Resin	<i>Biodegradable</i> <i>Resin</i>	Terurai secara alami
<i>LDPE</i>		
<i>Adhesive</i>		

(Sumber : *Green Intentions : Creating a Green Value Stream to Compete and Win* “Telah Dilolah Kembali”)

Future state map ideal dibuat berdasarkan kondisi ideal yang ingin dicapai pada current state map produk B.

b. *Future State Map Achievable* Produk B

Berikut ini adalah *Future State Map Achievable* Produk B :



Gambar 3.12 Future State Map achievable Produk B

Future state map achievable produk B dibuat berdasarkan pertimbangan hambatan-hambatan yang terjadi untuk mencapai future state map ideal produk B. Pada future state map ini tidak ada substitusi material yang digunakan disepanjang value stream.



BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 *Analisa Environmental Current state Map*

4.1.1 *Current state Map* Produk A

Current state map digunakan untuk mengidentifikasi *waste* yang terjadi di sepanjang *value stream* produk A ini. *Waste* yang diidentifikasi adalah *lean waste* dan juga *environmental waste*.

Lean Waste dan Environmental Waste pada current state Map

Berdasarkan gambar 4.1 *lean waste* di sepanjang *value stream* dapat diidentifikasi dengan jelas yaitu :

1. Inventori antar proses (WIP) :

Inventori antar proses terbesar terdapat di antara proses laminasi dan *slitting*. Penumpukan inventori ini terjadi karena setiap mesin digunakan untuk memproduksi produk yang berbeda-beda. Karena banyaknya produk yang dihasilkan proses produksi menggunakan metode *push system* berdasarkan jadwal rencana produksi mingguan yang telah diatur oleh bagian perencanaan produksi (PPC). Penumpukan inventori juga terjadi pada gudang barang jadi. Penumpukan pada gudang barang jadi ini disebabkan pengiriman pesanan yang dilakukan sebulan sekali.

2. Overprocessing/Correction :

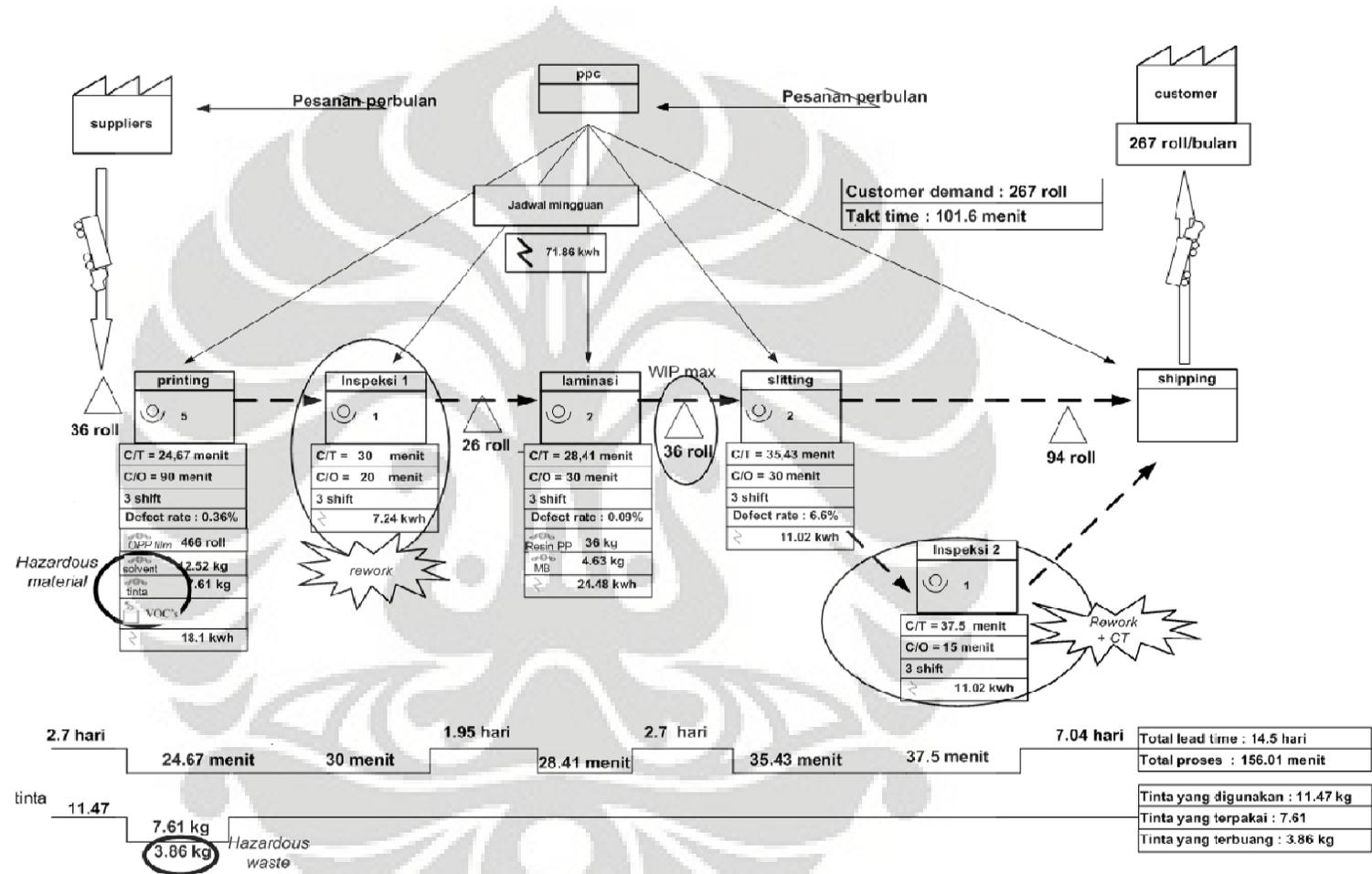
Inspeksi dan *rework* adalah bentuk dari *overprocessing*. Pada gambar 4.1 terdapat dua proses inspeksi, yaitu setelah proses *printing* dan setelah proses *slitting*. Proses inspeksi 1 dilakukan untuk mengecek hasil *printing* dan melakukan *rework* / perbaikan jika ditemukan produk yang cacat. Untuk produk A, semua WIP dari proses *printing* harus melewati inspeksi 1 atau dengan kata lain 100% hasil proses *printing* harus melalui proses inspeksi dan *rework*. Sedangkan pada inspeksi 2 hanya sebagian dari hasil proses *slitting* yang melewati inspeksi 2, yaitu produk yang ditandai memiliki cacat pada saat proses *slitting* dan perlu dilakukan *rework*.

3. *Defect/cacat* :

Proses *slitting* memiliki tingkat kecacatan yang paling tinggi diantara proses yang ada, dengan tingkat kecacatan sebesar 6.6%.

4. Total waktu proses lebih besar dari *takt time* permintaan pelanggan. Total waktu proses adalah 158.01 menit sementara takt time adalah 101.6 menit untuk setiap roll produk A. Hal ini menunjukkan bahwa proses yang ada saat ini belum dapat memenuhi *demand rate* dari konsumen.





Gambar 4.1 Current State Map Produk A

Berdasarkan gambar 4.1 *environmental waste* di sepanjang *value stream* dapat diidentifikasi yaitu :

1. Dibutuhkan energi yang lebih untuk melakukan proses inspeksi/*rework*. Pada inspeksi 1 dimana semua WIP dari proses *printing* harus melewati mengalami *rework*.
2. Material tinta yang tergolong *hazardous material* tidak habis dipakai selama proses *printing* menyebabkan adanya *hazardous waste* pada proses *printing*.
3. Dengan tingginya tingkat cacat pada proses *slitting* menyebabkan *environmental waste* berupa sampah produksi dan meningkatkan penggunaan *hazardous material*.

Pada *value stream map* terdapat daftar material yang digunakan pada setiap proses. Untuk mengetahui detail dampak lingkungan karena penggunaan material pada tiap proses tersebut digunakan tabel 4.1 dan 4.2

Tabel 4.1 *current state* Material Produk A proses *printing*

<i>current state</i>					
Proses :	<i>Printing</i>				
Material	Klasifikasi material			Dampak lingkungan	Keterangan
	TN	BN	LF		
OPP film 18 μ	X			Yellow	
Tinta			X	Red	Mengandung VOC
<i>Solvent</i>			X	Red	Mengandung VOC

(Sumber : *Green Intentions : Creating a Green Value Stream to Compete and Win* “Telah Dilolah Kembali”)

Tabel 4.2 *Current state* Material Produk A proses laminasi

<i>current state</i>				
Proses :	laminasi			
Material	Klasifikasi material			Dampak lingkungan
	TN	BN	LF	
Resin	X			Yellow
<i>Masterbatch</i>	X			Yellow

(Sumber : *Green Intentions : Creating a Green Value Stream to Compete and Win* “Telah Dilolah Kembali”)

Berdasarkan tabel 4.1 pada proses *printing* terdapat penggunaan material yang memiliki dampak lingkungan *red* (resiko terhadap lingkungan dan kesehatan tinggi). Material tersebut adalah tinta dan *solvent*. Dari gambar 4.1 dapat dilihat bahwa tinta yang dibutuhkan untuk menghasilkan produk hanya sekitar 7.61 kg sedangkan yang digunakan 11.47 kg. Berdasarkan tabel 4.1 Tinta tergolong menjadi material yang tidak dapat terurai secara alami dan tidak didaur ulang, Sisa dari proses produksi akan menjadi limbah. Tinta yang mengandung VOC berbahaya terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. *Solvent* yang digunakan sebagai campuran tinta pada proses *printing* juga tergolong material yang tidak terurai secara alami, tidak dapat didaur ulang dan mengandung *VOC* seperti tinta. Sisa tinta dari proses *printing* adalah buangan yang berdampak terhadap lingkungan.

Pada proses laminasi material yang digunakan habis terpakai dalam proses sehingga tidak menghasilkan sisa yang menjadi buangan. Material yang digunakan pada proses laminasi memiliki dampak lingkungan *yellow* yaitu memiliki resiko terhadap lingkungan dan kesehatan rendah sampai sedang. Material ini juga dapat didaur ulang walaupun tidak dapat terurai secara alami.

Berdasarkan hasil analisa *current state map*, proses yang paling berdampak terhadap lingkungan pada produk A adalah proses *printing*, inspeksi, dan *slitting*.

4.1.2 *current state Map* Produk B

current state map digunakan untuk mengidentifikasi *waste* yang terjadi di sepanjang *value stream* produk B ini. *Waste* yang diidentifikasi adalah *lean waste* dan juga *environmental waste*.

Lean Waste dan Environmental Waste pada *current state Map*

Berdasarkan gambar 4.2 *lean waste* di sepanjang *value stream* dapat diidentifikasi dengan jelas yaitu :

1. inventori antar proses (WIP) :

Inventori antar proses terbesar terdapat di antara proses laminasi dan *slitting*. Penumpukan inventori barang jadi pada gudang barang jadi karena pengiriman barang dilakukan terhadap konsumen setiap sebulan sekali.

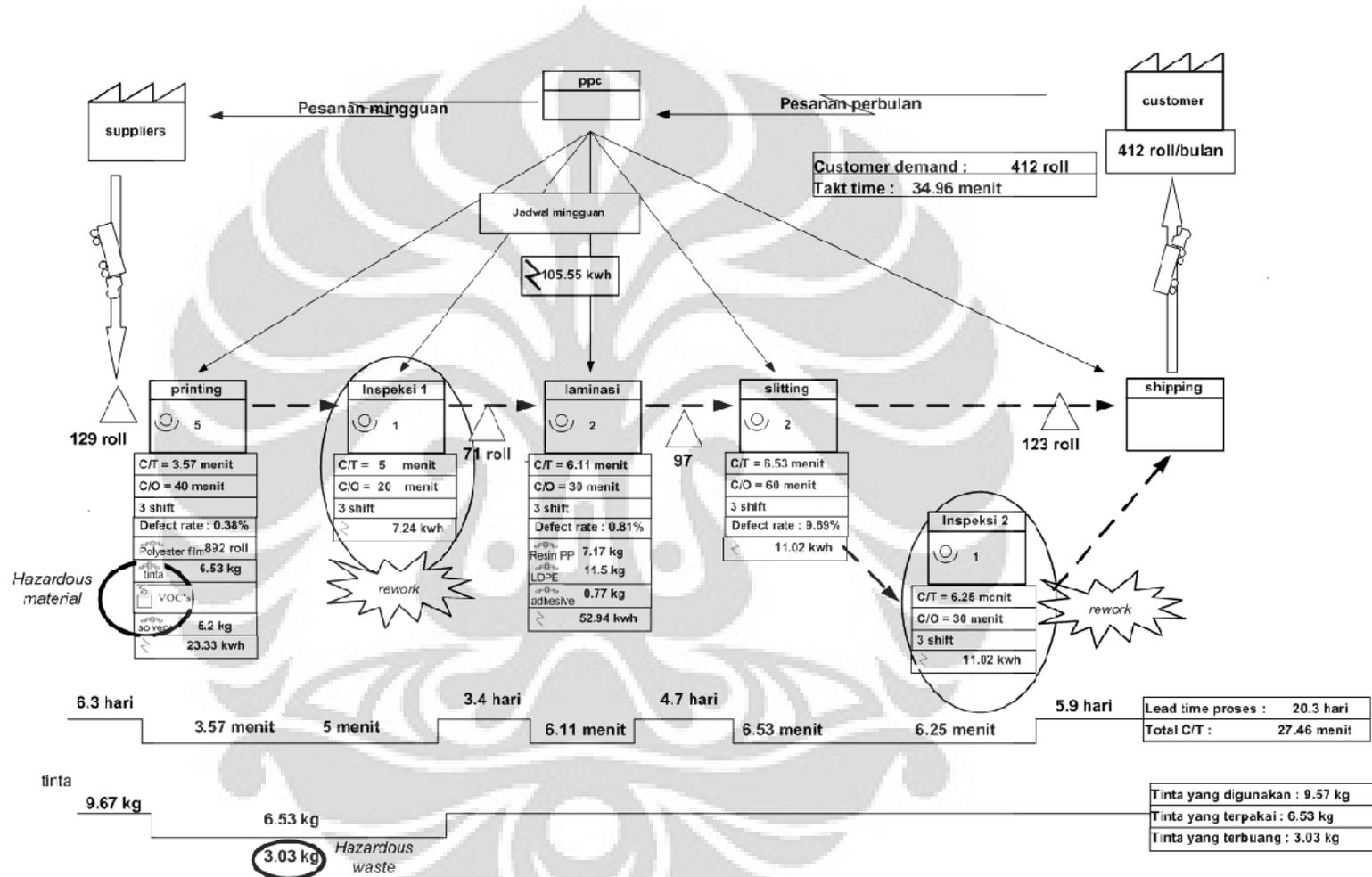
2. Overprocessing/Correction :

Inspeksi dan perbaikan adalah bentuk dari overprocessing. Pada gambar 4.2 terdapat dua proses inspeksi, yaitu setelah proses *printing* dan setelah proses *slitting*. Proses inspeksi 1 dilakukan untuk mengecek hasil *printing* dan melakukan *rework* / perbaikan jika ditemukan produk yang cacat. Untuk produk B, semua WIP dari proses *printing* harus melewati inspeksi 1 atau dengan kata lain 100% hasil proses *printing* harus melalui proses *rework*. Sedangkan pada inspeksi 2 hanya sebagian dari hasil proses *slitting* yang melewati inspeksi 2, yaitu produk yang ditandai memiliki cacat dan membutuhkan perbaikan.

3. Defect/cacat :

Proses *slitting* memiliki tingkat kecacatan yang paling tinggi diantara semua proses, dengan tingkat kecacatan sebesar 9.69%. hal ini disebabkan proses *slitting* memiliki tingkat kesulitan yang cukup tinggi. Operator harus menjaga agar proses pemotongan tidak meleset sehingga tidak terjadi *waste*.

4. Pada produk B, total waktu proses sudah memenuhi dari *takt time* permintaan customer. Total waktu proses adalah 27.46 menit sementara *takt time* adalah 34.96 menit untuk setiap roll produk B.



Gambar 4.2 Current State Map Produk B

Berdasarkan gambar 4.2 *environmental waste* di sepanjang *value stream* dapat diidentifikasi dengan jelas yaitu :

1. Dibutuhkan energi yang lebih untuk melakukan proses inspeksi/*rework*. Pada inspeksi 1 dimana semua WIP dari proses *printing* harus melewati mengalami *rework*.
2. Material tinta yang tergolong *hazardous material* tidak habis dipakai selama proses *printing* menyebabkan adanya *hazardous waste* pada proses *printing*.
3. Dengan tingginya tingkat cacat pada proses *slitting* menyebabkan *environmental waste* berupa sampah produksi dan meningkatkan penggunaan *hazardous material*.

Pada *value stream map* terdapat daftar material yang digunakan pada setiap proses. Untuk mengetahui detail dampak lingkungan karena penggunaan material pada tiap proses tersebut digunakan tabel 4.1 dan 4.2

Tabel 4.3 *current state* Material Produk B proses *printing*

<i>current state</i>					
Proses :	<i>Printing</i>				
Material	Klasifikasi material			Dampak lingkungan	Keterangan
	TN	BN	LF		
<i>Polyester film</i> 12 μ	X			<i>Yellow</i>	
Tinta			X	<i>Red</i>	Mengandung <i>VOC</i>
<i>Solvent</i>			X	<i>Red</i>	Mengandung <i>VOC</i>

(Sumber : *Green Intentions : Creating a Green Value Stream to Compete and Win* “Telah Dilolah Kembali”)

Tabel 4.4 *current state* Material Produk B proses laminasi tandem

<i>current state</i>				
Proses :	Laminasi tandem			
Material	Klasifikasi material			Dampak lingkungan
	TN	BN	LF	
Resin	X			<i>Yellow</i>
<i>LDPE</i>	X			<i>Yellow</i>
<i>Adhesive</i>	X			<i>Yellow</i>

(Sumber : *Green Intentions : Creating a Green Value Stream to Compete and Win* “Telah Dilolah Kembali”)

Berdasarkan tabel 4.3 pada proses *printing* terdapat penggunaan material yang memiliki dampak lingkungan *red* (resiko terhadap lingkungan dan kesehatan tinggi). Material tersebut adalah tinta dan *solvent*. Dari gambar 4.2 padagaris *material balance* yang terdapat di bagian bawah dapat dilihat bahwa tinta yang dibutuhkan untuk menghasilkan produk hanya sekitar 6.53 kg sedangkan yang digunakan 3.03 kg. Berdasarkan tabel 4.3 Tinta tergolong menjadi material yang tidak dapat terurai secara alami dan tidak dapat didaur ulang, Sisa dari proses produksi akan menjadi limbah. Tinta yang mengandung VOC (*Volatile Organic Compound*) berbahaya terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. *Solvent* yang digunakan sebagai campuran tinta pada proses *printing* juga tergolong material yang tidak terurai secara alami, tidak dapat didaur ulang dan mengandung VOC seperti tinta. Sisa tinta dari proses *printing* adalah buangan yang berdampak terhadap lingkungan.

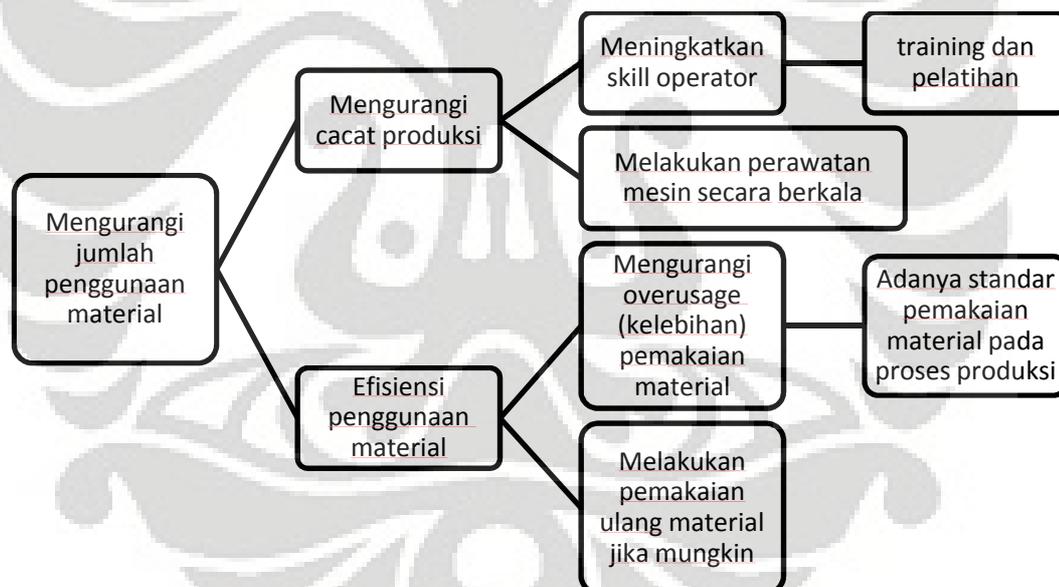
Pada proses laminasi tandem, material yang digunakan habis terpakai dalam proses sehingga tidak menghasilkan sisa yang menjadi buangan. Material yang digunakan pada proses laminasi tandem memiliki dampak lingkungan *yellow* yaitu memiliki resiko terhadap lingkungan dan kesehatan rendah sampai sedang. Material ini juga dapat didaur ulang walaupun tidak dapat terurai secara alami.

Berdasarkan hasil analisa *current state map*, proses yang paling berdampak terhadap lingkungan pada produk A adalah proses *printing*, inspeksi, dan *slitting*.

4.2 *Tree Diagram*

Berdasarkan analisa *current state map* produk A dan produk B memiliki kemiripan masalah yang dihadapi, sehingga dibuat *tree diagram* untuk mendapatkan strategi dalam mencapai *future state map*. *Tree diagram* ini dibuat untuk produk A dan produk B. Berikut ini adalah diagram sistematis yang memetakan strategi untuk mencapai *future state map* baik yang ideal dan juga yang *achievable*.

Perbaikan yang perlu dilakukan untuk mengurangi dampak lingkungan di sepanjang *value stream* kedua produk yaitu :



Gambar 4.3 *Tree diagram* pengurangan penggunaan material

Strategi untuk mengurangi jumlah pemakaian material di sepanjang proses produksi berdasarkan analisa *current state map* produk A dan B dapat dicapai dengan cara :

- Mengurangi cacat produksi :

Berdasarkan *current state map* kedua produk tingkat cacat tertinggi terdapat pada proses *slitting*. Dari data dan pengamatan di lapangan didapat kecacatan yang banyak terjadi pada proses *slitting* adalah

- Gulungan tidak rata
- Potongan tidak simetris
- Gulungan yang kendor
- *JoinUnstandard*

Untuk cacat yang disebabkan karena gulungan tidak rata dan potongan yang tidak simetris disebabkan karena *human error* operator yang mengawasi berjalannya proses *slitting*. Sehingga strategi yang dilakukan adalah meningkatkan kemampuan operator melalui training dan pelatihan. Untuk cacat yang disebabkan karena gulungan yang kendor dan *join unstandard* disebabkan oleh settingan mesin yang kurang pas dan terjadinya *breakdown* mesin pada saat produksi. Strategi yang dilakukan untuk mengatasinya adalah perawatan mesin untuk mengurangi terjadinya *breakdown* dan meningkatkan skill operator agar dapat melakukan setting yang sesuai dengan produksi.

Melakukan efisiensi penggunaan material untuk mengurangi jumlah penggunaan material pada PT SMPI dapat dicapai dengan mengurangi *overusage* (kelebihan) pemakaian material dan melakukan pemakaian ulang material yang sisa pada proses.

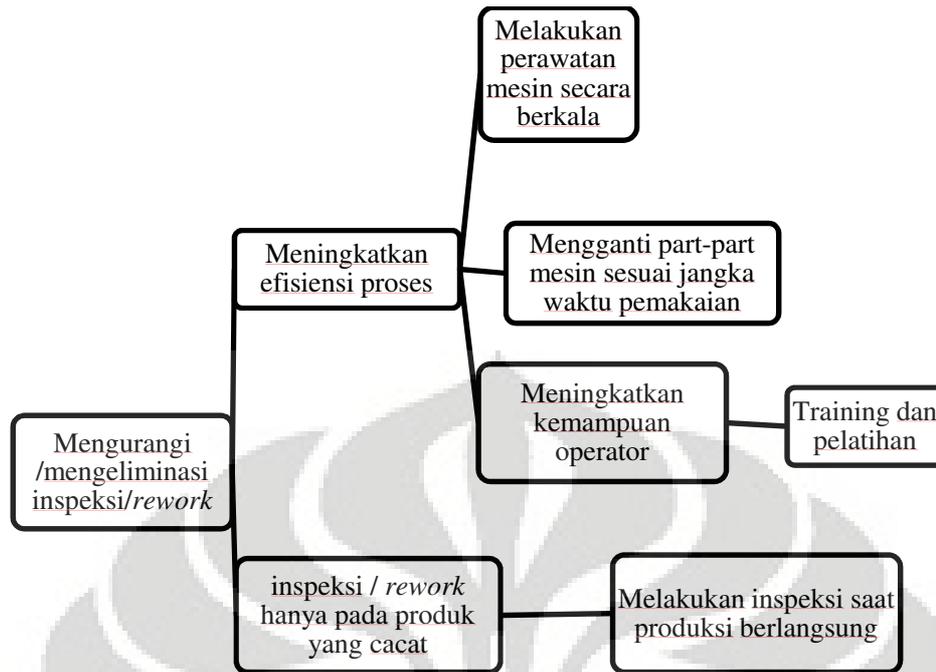


Gambar 4.4 *Tree diagram* penggunaan material berbahaya

Untuk mengurangi dampak penggunaan material berbahaya strategi yang dapat dilakukan adalah :

- Melakukan *waste treatment* terhadap limbah dari material yang berdampak terhadap lingkungan sebelum pembuangan akhir. *Waste treatment* dilakukan agar limbah berbahaya tersebut tidak berdampak negatif terhadap lingkungan sekitar.
- Melakukan substitusi material dengan material yang tidak berbahaya (Wills, 2009).
- Meningkatkan keamanan saat pemakaian material yang berbahaya.

Material yang berbahaya memiliki dampak negatif untuk lingkungan dan kesehatan. Material berbahaya yang digunakan PT SMPI memiliki sifat *highly flammable* (mudah terbakar), berbau menyengat, dan beracun jika terjadi kontak dengan badan manusia. Untuk meningkatkan keamanan pekerja dapat menggunakan kelengkapan keamanan seperti sarung tangan untuk menghindari kontak antara bahan berbahaya dan badan, menggunakan masker untuk menghindari terhirupnya bau menyengat yang berasal dari material. Dengan membuat SOP pemakaian material yang berbahaya dapat meningkatkan kesadaran pekerja untuk berhati-hati dalam menggunakan material yang berbahaya.



Gambar 4.5 *Tree diagram* inspeksi/rework

Inspeksi dilakukan untuk melihat kembali hasil produksi dari proses sebelumnya dan memperbaiki jika terjadi kecacatan. Untuk mengurangi proses inspeksi strategi yang dapat dilakukan adalah dengan meningkatkan efisiensi proses produksi. dengan melihat penyebab kecacatan yang terjadi pada proses produksi, strategi untuk meningkatkan efisiensi adalah

- Melakukan perawatan mesin secara berkala : salah satu kecacatan yang banyak terjadi adalah terjadinya *misprint* pada proses *printing* yang disebabkan oleh adanya kerusakan pada sensor lampu pada mesin.
- Mengganti part-part mesin, kecacatan yang disebabkan karena part yang sudah aus menyebabkan terjadinya garis pada hasil *printing*. Hal itu menyebabkan produk hasil *printing* tersebut harus melewati proses inspeksi untuk menghilangkan bagian yang cacat tersebut.
- Meningkatkan kemampuan operator : berdasarkan kecacatan yang terjadi di sepanjang proses produksi, sebagian besar terjadi karena operator melakukan kesalahan pada proses *setting* awal mesin. Sehingga perlu dilakukan pelatihan untuk mengatasi hal ini.

4.3 Analisa *Future state Map*

Seperti yang telah dijelaskan pada bab 3, *future state map* terbagi menjadi dua untuk masing-masing produk yaitu *future state map* ideal dan *future state map achievable*.

Hambatan dalam menerapkan strategi untuk mencapai *future state map* ideal adalah :

1. Penggunaan material jenis baru membutuhkan investasi waktu dan biaya dan penyesuaian baik dari segi teknologi dan juga kemampuan pekerja.
2. Terbatasnya *supplier* yang memproduksi material yang bersifat *biodegradable* dan berbahan dasar air di Indonesia.
3. Untuk meningkatkan efisiensi penggunaan material diperlukan adaptasi teknologi baru yang membutuhkan investasi biaya yang cukup tinggi.

Karena adanya hambatan diatas, maka perlu dibuat *future state map* yang *achievable* untuk saat ini.

4.3.1 *Future state Map* Produk A

4.3.2.1 *Future state Map* Ideal

Perbaikan yang dilakukan pada *future state map* ideal adalah :

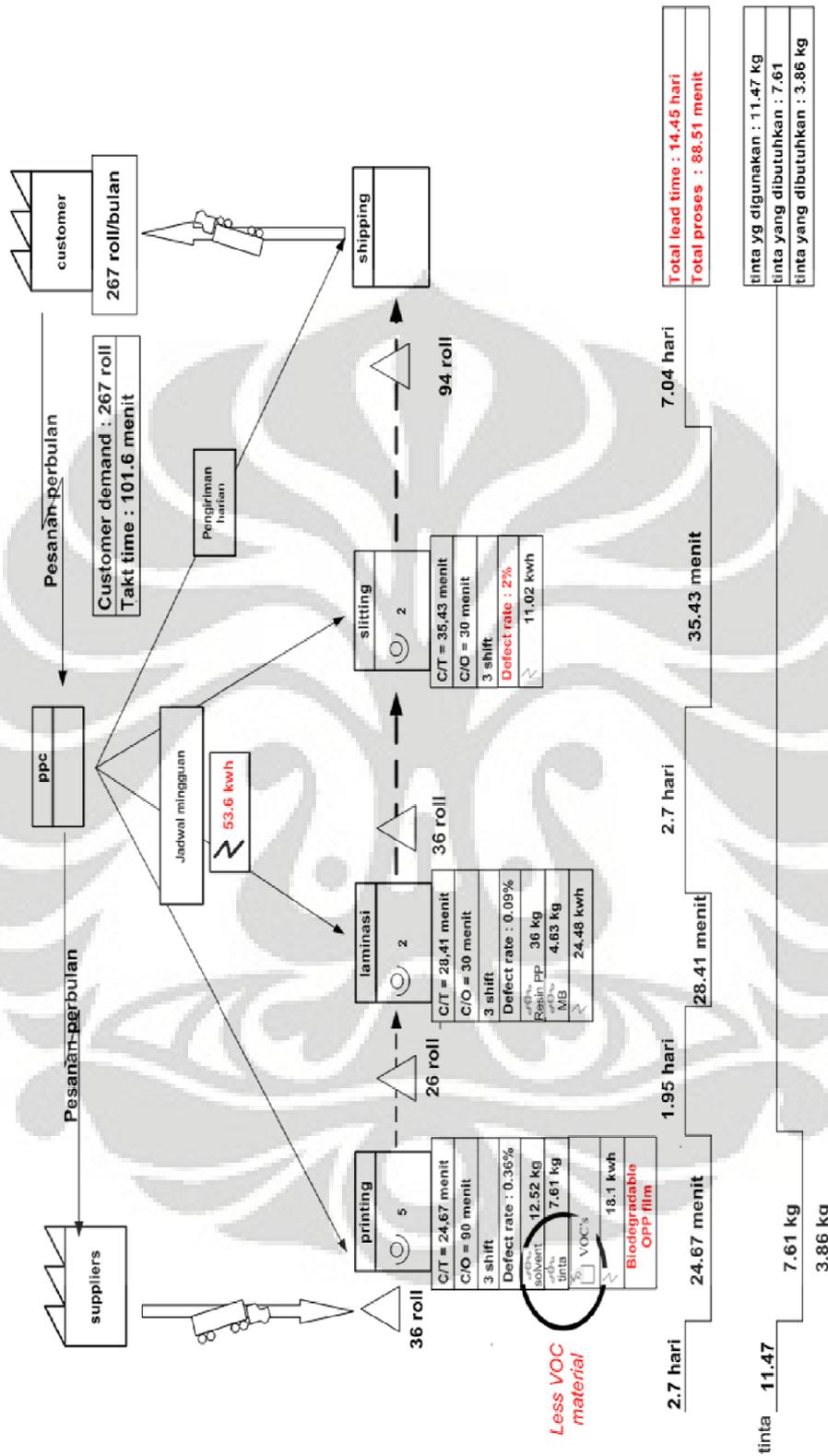
1. *Overprocessing/Correction* :

Inspeksi dan perbaikan adalah bentuk dari *overprocessing* karena itu pada *future state* ideal perbaikan dilakukan dengan mengeliminasi inspeksi 1 dan 2. Karena pada keadaan ideal seharusnya tidak diperlukan lagi inspeksi jika proses sudah berjalan dengan baik sesuai data tingkat cacat proses *printing* dan laminasi sebesar 0.36% dan 0.09%.

2. *Defect/cacat* :

Target tingkat cacat pada proses *slitting* sebenarnya adalah sebesar 2% (PT SMPI), karena itu pada *envirnmental future state* ideal target tingkat cacat pada proses *slitting* menjadi 2%.

3. Dengan mengeliminasi proses inspeksi, total waktu proses menjadi 88.51 menit sehingga dapat memenuhi *takt time* yang ada sebesar 101.6 menit. *Cycle time* setiap proses tidak dapat diperbaiki karena waktu proses bergantung kepada kecepatan mesin tiap proses.



Gambar 4.6 future state Map ideal Produk A

4. Inventori antar proses tidak dikurangi karena PT SMPI melakukan pengiriman terhadap pelanggannya sebulan sekali. Walaupun tidak ada inventori antar proses, di gudang barang jadi tetap akan menumpuk inventori. Inventori antar proses paling banyak terdapat di antara proses laminasi dan *slitting* berdasarkan hasil observasi lapangan, proses *slitting* biasanya dijadwalkan ketika sudah dekat dengan waktu pengiriman barang.

Pengurangan dampak lingkungan proses produksi pada *future state map* ideal adalah :

1. Dengan mengurangi proses inspeksi, dapat mengurangi konsumsi energi pada proses produksi menjadi 53.6 kwh dari 71.86 kwh.
2. Penurunan tingkat cacat pada proses *slitting* dapat menyebabkan berkurangnya *environmental waste* berupa sampah produksi dan penggunaan *hazardous material*.
3. Pengurangan dampak lingkungan dari material yang digunakan di sepanjang proses produksi adalah :

Tabel 4.5 *future state* Ideal Material Produk A proses *printing*

<i>future state</i> Ideal		
Proses :	<i>printing</i>	
Material	Substitusi	keterangan
OPP <i>film</i> 18 μ	<i>Biodegradable</i> <i>OPP film</i>	Terurai secara alami
Tinta	Tinta berbahan dasar air	Mengandung VOC < 25%
<i>Solvent</i>	-	

(Sumber : *Green Intentions : Creating a Green Value Stream to Compete and Win* "Telah Dilolah Kembali")

Tabel 4.6 *future state* Ideal Material Produk A proses laminasi

<i>future state</i> Ideal		
Proses :	laminasi	
Material	Substitusi	keterangan
Resin	<i>Biodegradable Resin</i>	Terurai secara alami
<i>Masterbatch</i>	-	

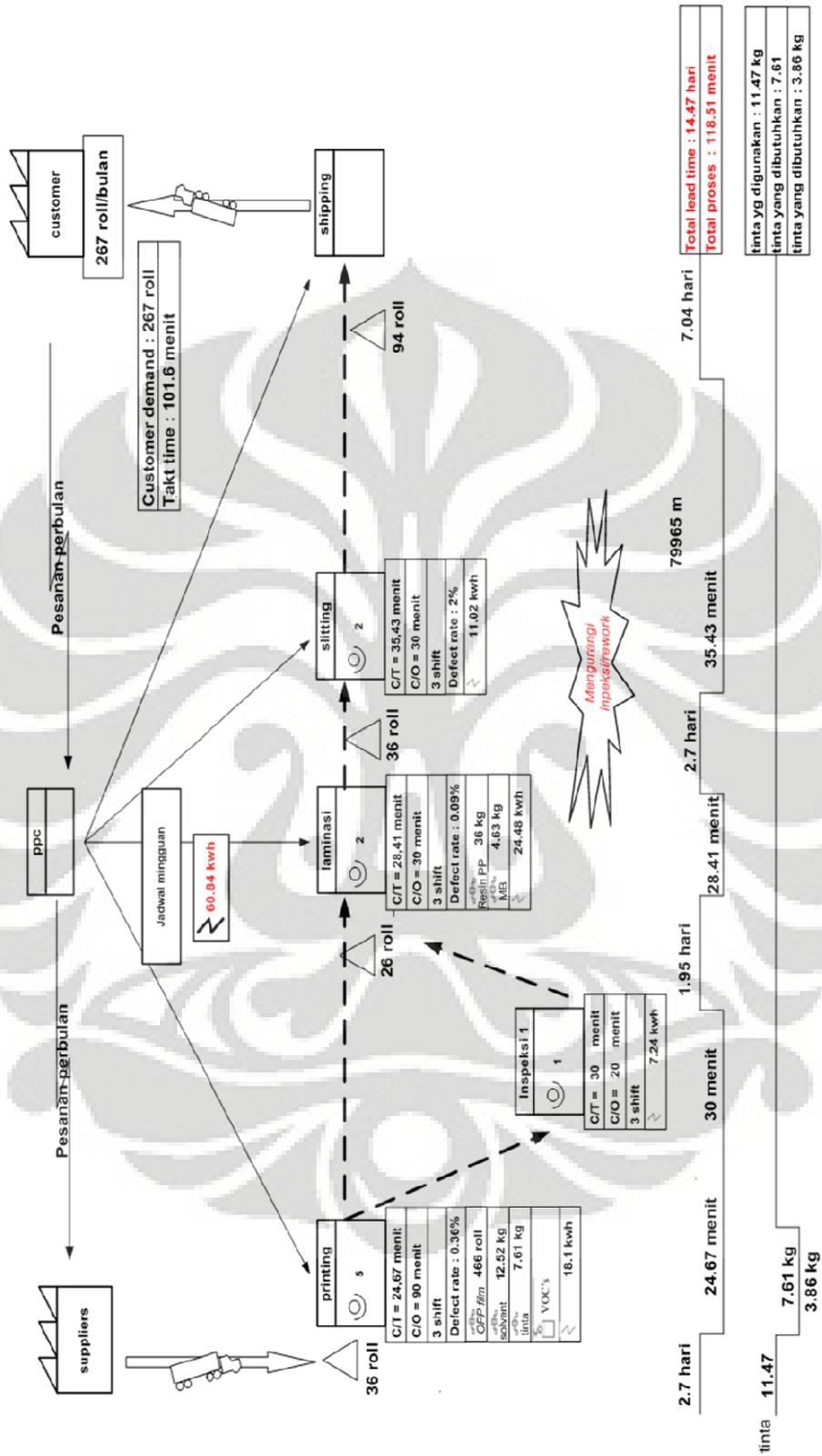
(Sumber : *Green Intentions : Creating a Green Value Stream to Compete and Win* “Telah Dilolah Kembali”)

Proses *printing* menggunakan material substitusi yang lebih ramah lingkungan yang secara detail dapat dilihat pada tabel 4.3. material tinta menggunakan tinta berbahan dasar air yang mengandung VOC kurang dari 25% dibandingkan dengan daripada tinta yang berbahan dasar *solvent* yang mengandung lebih dari 50% VOC (*Environmental Protection Agency*)) penggunaan tinta yang berbahan dasar air ini mengurangi dampak lingkungan yang dihasilkan sisa tinta proses *printing*. OPP film dapat disubstitusi dengan menggunakan biodegradable OPP film yang dapat terurai secara alami. Penggunaan plastic resin juga dapat disubstitusi dengan plastic resin yang dapat terurai secara alami. Penggunaan OPP film dan plastic resin yang ramah lingkungan ini dapat mengurangi dampak lingkungan dari penggunaan plastik sebagai kemasan.

Pada *future state ideal* produk A, perbaikan yang dilakukan adalah :

- Menghilangkan proses inspeksi 1 dan 2.
- Menurunkan tingkat cacat/*defect* pada proses *slitting*.
- Melakukan substitusi material OPP film, resin, dan tinta

4.3.2.2 *future state Map Achievable*



Gambar 4.7 future state Map achievable Produk A

Perbaikan yang dilakukan pada *future state map achievable* adalah :

1. *Overprocessing/Correction* :

Inspeksi dan perbaikan adalah bentuk dari *overprocessing* karena itu Pada *future state map achievable* diatas, perbaikan yang dilakukan adalah dengan menghilangkan inspeksi 2 setelah proses *slitting*, tanpa menghilangkan inspeksi 1 setelah proses *printing*. Namun berbeda dengan *current state map* pada inspeksi 1 ini tidak semua WIP dari proses *printing* melalui inspeksi 1. Hanya produk yang ditandai pada saat proses *printing* saja yang melewati proses inspeksi ini. Untuk meningkatkan efisiensi, proses inspeksi sudah dapat dilakukan sambil melakukan proses *printing*, untuk mencegah produk yang cacat lolos ke proses berikutnya.

2. *Defect/cacat* :

Target tingkat cacat pada proses *slitting* sebenarnya adalah sebesar 2% (PT SMPI), karena itu pada *future state achievable* target tingkat cacat pada proses *slitting* menjadi 2%.

3. Dengan mengeliminasi proses inspeksi 2, total waktu proses menjadi 88.51 menit sehingga dapat memenuhi *takt time* yang ada sebesar 118.51 menit. Walaupun begitu waktu ini masih lebih besar daripada *takt time* yang sebesar 101.6 menit. *Cycle time* setiap proses tidak dapat diperbaiki karena waktu proses bergantung kepada kecepatan mesin tiap proses. Untuk memproduksi produk A ini, kecepatan mesin telah mencapai maksimal.

Pengurangan dampak lingkungan proses produksi pada *future state map ideal* adalah :

1. Dengan mengurangi proses inspeksi , dapat mengurangi konsumsi energi selama proses produksi menjadi 98.31 kwh dari 105.55 kwh.
2. Material tinta yang tergolong *hazardous material* tidak habis dipakai selama proses *printing* menyebabkan adanya *hazardous waste* pada proses *printing*.
3. Penurunan tingkat cacat pada proses *slitting* dapat menyebabkan berkurangnya *waste* berupa sampah produksi dan penggunaan *hazardous material*.

4. Pengurangan dampak lingkungan dari material yang digunakan di sepanjang proses produksi :

Pada *future state achievable* ini pengurangan dampak dari material yang digunakan hanya dapat dilakukan dengan penggunaan kembali tinta sisa dari proses sebelumnya. Tinta yang sudah dipakai ini dapat digunakan selama sebulan setelah dibuka dari kemasan untuk memproduksi produk yang sama. Dengan cara ini efisiensi penggunaan tinta dapat ditingkatkan.

Pada *future state achievable* produk A, perbaikan yang dapat dilakukan adalah :

- Menghilangkan proses inspeksi 2, dan mengurangi jumlah inspeksi WIP dari proses printing pada inspeksi 1.
- Meningkatkan inspeksi pada saat proses *printing*.
- Menurunkan tingkat cacat/*defect* pada proses *slitting*.
- Melakukan pemakaian kembali material tinta yang sisa.

4.3.2 *future state Map* Produk B

4.3.2.1 *future state Map* Ideal Produk B

Perbaikan yang dilakukan pada *future state map* ideal adalah :

1. *Overprocessing/Correction* :

Inspeksi dan perbaikan adalah bentuk dari *overprocessing* karena itu pada *future state* ideal Perbaikan yang dilakukan pada *future state map ideal* produk B adalah menghilangkan proses inspeksi diantara proses *printing* dan laminasi tandem. hal ini mungkin dilakukan dengan melihat tingkat cacat pada proses *printing* dan laminasi yang cukup rendah sebesar 0.38% dan 0.81%. dengan menghilangkan proses ini dan meningkatkan efisiensi proses *printing*, dapat mengurangi total waktu proses menjadi 16.21 menit. Selain itu juga dapat menghemat energi listrik di sepanjang proses produksi. Karena tingginya tingkat cacat pada proses *slitting* inspeksi 2 tidak dihilangkan.

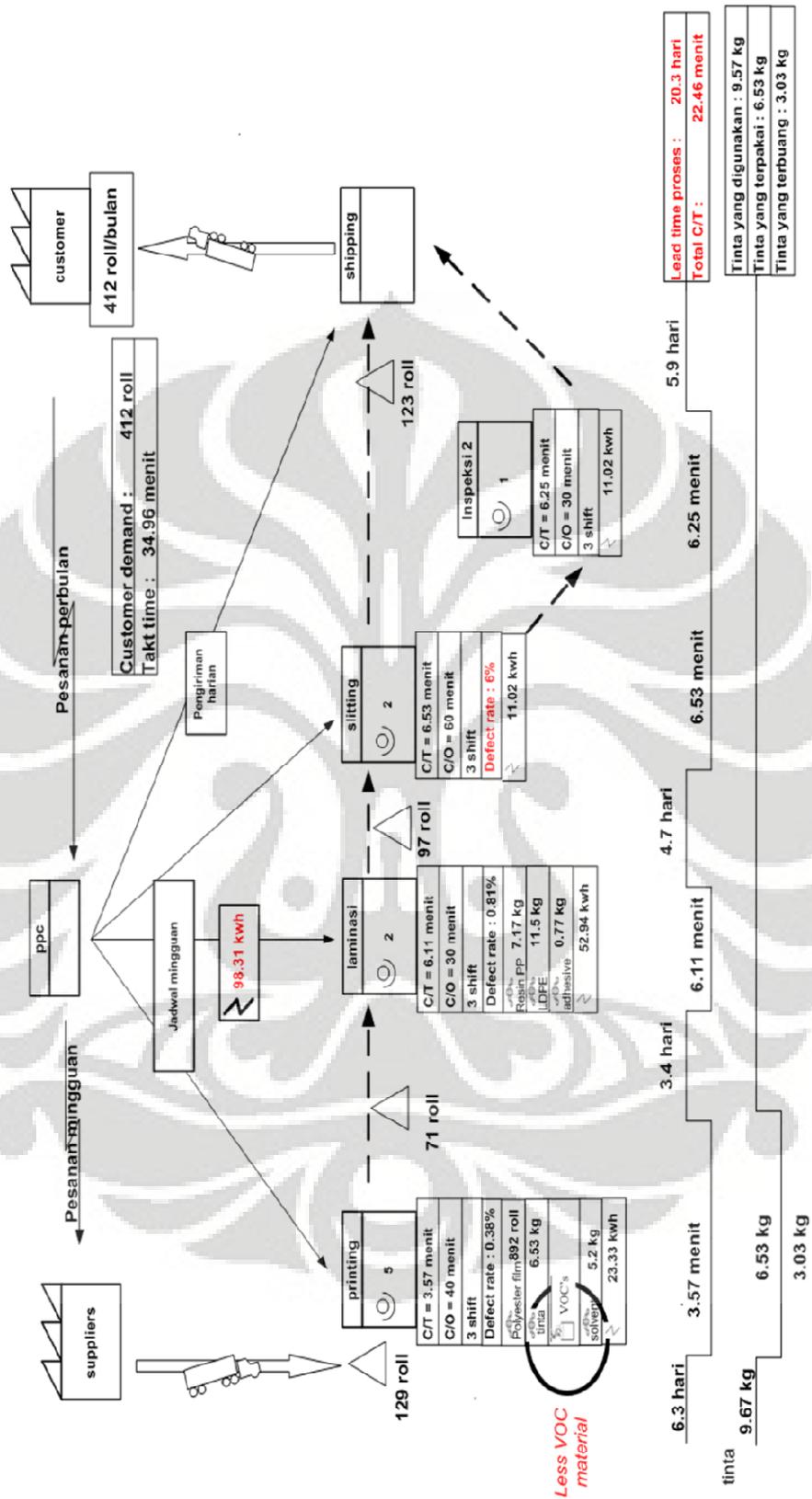
2. *Defect/cacat* :

Target tingkat cacat pada proses *slitting* sebesar 2%.

3. Dengan mengeliminasi proses inspeksi 1, total waktu proses berkurang menjadi 22.48 menit. *Cycle time* setiap proses tidak dapat diperbaiki karena waktu proses bergantung kepada kecepatan mesin tiap proses.
4. Inventori antar proses tidak dikurangi karena PT SMPI melakukan pengiriman terhadap pelanggannya sebulan sekali. Walaupun tidak ada inventori antar proses, di gudang barang jadi tetap akan menumpuk inventori. Inventori antar proses paling banyak terdapat di antara proses laminasi dan *slitting* berdasarkan hasil observasi lapangan, proses *slitting* biasanya dijadwalkan ketika sudah dekat dengan waktu pengiriman barang.

Pengurangan dampak lingkungan proses produksi pada *future state map* ideal produk B adalah :

1. Dengan mengurangi proses inspeksi, dapat mengurangi konsumsi energi pada proses produksi menjadi 98.31 kwh dari 105.55 kwh.
2. Penurunan tingkat cacat pada proses *slitting* dapat menyebabkan berkurangnya *environmental waste* berupa sampah produksi dan penggunaan *hazardous material*.



Gambar 4.8 future state Map Ideal Produk B

3. Pengurangan dampak lingkungan dari penggunaan material di sepanjang proses produksi adalah :

Tabel 4.7 *future state* Ideal Material Produk B proses *printing*

<i>future state</i> Ideal		
Proses :	<i>printing</i>	
Material	Substitusi	keterangan
<i>Polyester film</i> 12 μ	<i>Biodegradable</i> <i>OPP film</i>	Terurai secara alami
Tinta	Tinta berbahan dasar air	Mengandung VOC yang lebih sedikit dari tinta berbahan dasar <i>solvent</i>
<i>Solvent</i>	-	

(Sumber : *Green Intentions : Creating a Green Value Stream to Compete and Win* “Telah Dilolah Kembali”)

Tabel 4.8 *future state* Ideal Material Produk B proses laminasi tandem

<i>future state</i> Ideal		
Proses :	laminasi	
Material	Substitusi	keterangan
Resin	<i>Biodegradable</i> <i>Resin</i>	Terurai secara alami
<i>LDPE</i>	-	
<i>Adhesive</i>	-	

(Sumber : *Green Intentions : Creating a Green Value Stream to Compete and Win* “Telah Dilolah Kembali”)

Proses *printing* menggunakan material substitusi yang lebih ramah lingkungan yang secara detail dapat dilihat pada tabel 4.4 material tinta menggunakan tinta berbahan dasar air yang mengandung VOC kurang dari 25% dibandingkan dengan

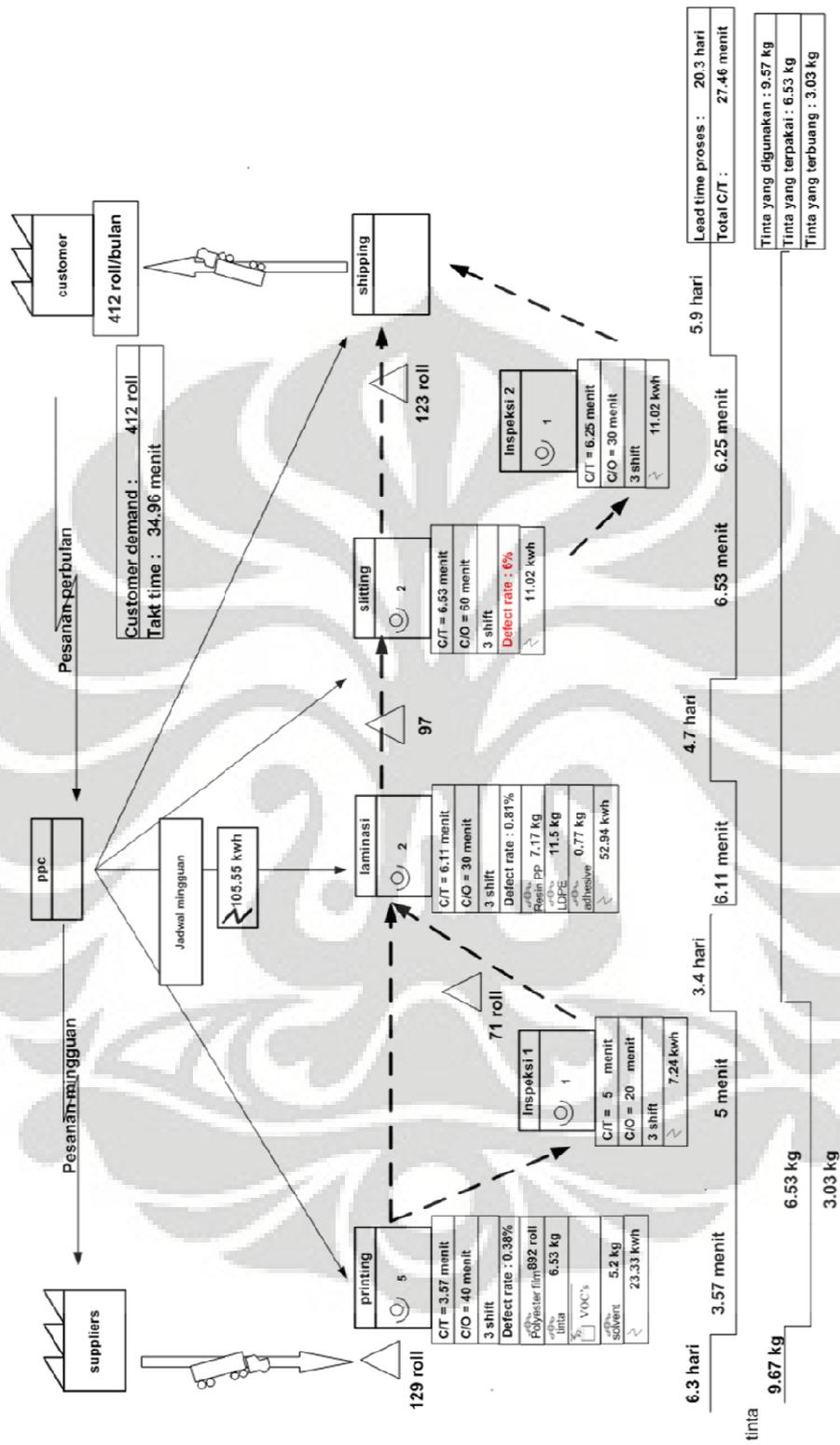
daripada tinta yang berbahan dasar *solvent* yang mengandung lebih dari 50% VOC (EPA (*Environmental Protection Agency*)) penggunaan tinta yang berbahan dasar air ini mengurangi dampak lingkungan yang dihasilkan sisa tinta proses *printing*.

Polyester film dapat disubstitusi dengan menggunakan *biodegradable Polyester* film yang dapat terurai secara alami. Penggunaan plastik resin juga dapat disubstitusi dengan plastic resin yang dapat terurai secara alami. Penggunaan *Polyester* film dan plastic resin yang ramah lingkungan ini dapat mengurangi dampak lingkungan dari penggunaan plastik sebagai kemasan.

Pada *future state* ideal produk B, perbaikan yang dapat dilakukan adalah :

- Menghilangkan proses inspeksi 1.
- Meningkatkan inspeksi pada saat proses *printing*.
- Menurunkan tingkat cacat/*defect* pada proses *slitting*.
- Melakukan substitusi material *Polyester* film, resin, dan tinta dengan material yang lebih ramah lingkungan.

4.3.2.2 *future state Map Achievable* Produk B



Gambar 4.9 future state Map achievable Produk B

Perbaikan yang dilakukan pada *future state map achievable* produk B adalah :

1. *Overprocessing/Correction* :

Pada *future state map achievable* produk B inspeksi 1 dan 2 tetap ada, perbedaannya dengan *current state* adalah pada inspeksi 1, tidak semua WIP dari proses *printing* melalui proses inspeksi, hanya WIP yang telah ditandai memiliki kecacatan pada proses *printing* saja yang melalui proses inspeksi. Untuk meningkatkan efisiensi proses inspeksi sudah dilakukan sambil melakukan proses *printing*, untuk mencegah produk yang cacat lolos ke proses berikutnya.

2. *Defect/cacat* :

Penurunan tingkat cacat proses *slitting* sebesar 6%.

Pengurangan dampak lingkungan proses produksi pada *future state map* ideal adalah :

1. Penurunan tingkat cacat pada proses *slitting* dapat menyebabkan berkurangnya *environmental waste* berupa sampah produksi dan penggunaan *hazardous material*.
2. Pengurangan dampak lingkungan dari material yang digunakan di sepanjang proses produksi :

Pengurangan dampak lingkungan dari penggunaan material di sepanjang *value stream* dilakukan melalui pemakaian kembali material tinta yang sisa pada proses *printing* seperti pada produk A. Tinta tersebut dapat digunakan selama sebulan sejak pertama kali digunakan. Target pengurangan tingkat cacat pada proses *slitting* dapat meningkatkan efisiensi penggunaan material.

Pada *future state achievable* produk B, perbaikan yang dapat dilakukan adalah :

- Mengurangi jumlah WIP yang melewati proses inspeksi 1, hanya WIP yang sudah ditandai memiliki cacat yang melewati proses inspeksi 1.
- Meningkatkan inspeksi pada saat proses *printing*.
- Menurunkan tingkat cacat/*defect* pada proses *slitting*.
- Melakukan pemakaian kembali material tinta yang sisa.

4.4 Keuntungan penerapan *Future State Map* secara ekonomi

4.4.1 Penghematan dengan pengurangan tingkat cacat pada proses *slitting*

Penurunan tingkat cacat pada proses slitting dapat mengurangi kerugian yang diakibatkan oleh penggunaan sia-sia material pada produk yang cacat. Keuntungan ekonomi yang diperoleh dari penurunan tingkat cacat dihitung berdasarkan kerugian dari segi penggunaan material yang terbuang pada produk yang cacat. Penghematan dihitung dengan mengurangi kerugian pada *current state* dan kerugian pada *future state* untuk kedua produk.

Untuk produk A, menggunakan data biaya material untuk melakukan produksi sebanyak 100 roll besar (@ 3000m) dan untuk produk B menggunakan data biaya material untuk melakukan produksi sebanyak 400 roll (@500m).

Tabel 4.9 keuntungan ekonomi pengurangan tingkat cacat proses *slitting*

Produk	Rincian	<i>Current State</i>	<i>Future State</i>
A	tingkat cacat	6.6%	2%
	rugi	Rp 10,702,380.48	Rp 3,243,145.60
	penghematan		Rp 7,459,234.88
	penghematan/m		Rp 24.95
	penghematan/roll		Rp 74,841.82
B	tingkat cacat	9.7%	6%
	rugi	Rp 23,429,342.57	Rp 14,507,332.86
	penghematan		Rp 8,922,009.71
	penghematan/m		Rp 44.65
	penghematan/roll		Rp 22,327.35

4.4.2 Penghematan dengan melakukan pemakaian kembali material tinta pada proses *printing*

Penggunaan kembali material tinta yang tersisa dari proses *printing* berdampak terhadap penurunan biaya penggunaan material pada proses *printing*. Penghematan dihitung berdasarkan biaya penggunaan material tinta untuk memproduksi produk per meternya dikurangi dengan biaya material tinta yang digunakan kembali. Biaya penggunaan material tinta berdasarkan data biaya material tinta untuk memproduksi produk A sebanyak 100 roll besar (@ 3000m) dan produk B sebanyak 400 roll (@500m).

Tabel 4.10 keuntungan ekonomi pemakaian kembali material tinta pada proses *printing*

Rincian	Produk	
	A	B
Biaya pemakaian tinta/m	Rp 67.39	Rp 74.48
Biaya pemakaian material tinta kembali	31.7%	33.7%
Penghematan/m	Rp 21.36	Rp 25.06
Penghematan/roll	Rp 64,073.13	Rp 12,531.89



BAB V KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan *value stream mapping*, proses-proses disepanjang *value stream* produk A dan B yang berdampak negatif terhadap lingkungan adalah :

1. Proses *Printing* :

- pada proses printing menggunakan material yang berbahaya terhadap lingkungan dan kesehatan (material yang mengandung VOC). Penggunaannya jika tidak dapat disubstitusi butuh penanganan yang lebih hati-hati baik pada saat penggunaan maupun pada saat pembuangan pasca pemakaian.
- terdapat sisa penggunaan material yang tidak habis dipakai pada saat produksi.

2. proses *slitting* :

Tingginya tingkat cacat/defect pada proses ini pada kedua produk.

Gabungan antara *traditional value stream mapping* dan *value stream mapping* dapat mengidentifikasi *environmental waste* dan juga *lean waste* di sepanjang *value stream*.

5.2 Saran

Untuk mengurangi dampak pemakaian material yang berbahaya, perlu ditingkatkan keamanan saat pemakaian. Peningkatan keamanan dapat dicapai dengan cara membuat SOP penanganan material berbahaya dan penggunaan alat pengaman yang memadai saat proses produksi.

DAFTAR REFERENSI

- Carreira B. (2004). Lean Manufacturing That Works, New York: Amacom.*
- Rother M., Shook J. (1999). Learning to See Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda, Brookline: The Lean Enterprise Institute.*
- Environmental Protection Agency USA. (2007). The Lean and Environment Toolkit*
- Environmental Protection Agency Victoria. (2004). Minimising VOC Emissions from Victoria's Printing Industry.*
- George, M.L., Rowlands D., Price M., & Maxey J. (2005). The Lean Six Sigma Pocket Toolbox. New York: Mcgraw-Hill.*
- Hines, P., Rich, N (1997): The Seven Value Stream Mapping Tools, in: International Journal of Production & Operation Management, Vol. 17, No.1 (1997), p.44-62.*
- Massachusetts Toxic Use Reduction Institute. Alternative to Petroleum and Solvent Based Inks.*
- Nash M., Poling S. (2008). Mapping the Total Value Stream, New York: Productivity Press Taylor & Francis Group.*
- Printing Industries Association of Australia. (1999). Reducing VOC solvent use in the Printing Industry.*
- Seth, D., Seth, N., Goel, D., (2007). Application of Value Stream Mapping for minimization of wastes in the processing side of supply chain of cottonseed oil*

industry in Indian context. Journal of Manufacturing and Technology, 19, 529-550.

Tague, N. (2005). The Quality Toolbox (2nd ed.). ASQ Quality Press.

Patil, A (2002). Incorporating Environmental Index as Waste into Value Stream Mapping.

Torres Jr, A., Gati, A., (2009, August). Environmental Value Stream Mapping (EVSM) as Sustainability Management Tool. Paper presented at PICMET 2009, Oregon USA.

Wills, Brett. (2009). Green Intentions: Creating a Green Value Stream to Compete and Win, New York: Productivity Press Taylor & Francis Group.

