



TUGAS AKHIR – TI 141501

**PENERAPAN *LEAN MANUFACTURING* DI PT. X DALAM
RANGKA PENINGKATAN EFISIENSI PROSES BISNIS**

BOYKE SYONRI SIMBOLON

NRP 2512 100 127

Dosen Pembimbing

Yudha Prasetyawan, S.T., M.Eng.

NIP. 197705232000031002

JURUSAN TEKNIK INDUSTRI

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2017



FINAL PROJECT – TI 141501

**IMPLEMENTATION OF LEAN MANUFACTURING IN PT. X
TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF BUSINESS PROCESSES**

BOYKE SYONRI SIMBOLON

NRP 2512 100 127

Supervisor

Yudha Prasetyawan, S.T., M.Eng.

NIP. 197705232000031002

INDUSTRIAL ENGINEERING DEPARTMENT

Faculty of Industrial Technology

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2017

PENERAPAN *LEAN MANUFACTURING* DI PT. X DALAM RANGKA PENINGKATAN EFISIENSI PROSES BISNIS

Nama Mahasiswa : Boyke Syonri Simbolon
NRP : 2512100127
Dosen Pembimbing : Yudha Prasetyawan, S.T., M.Eng

ABSTRAK

PT. X merupakan perusahaan pembuat pelat baja yang berdiri sejak tahun 1989. Perusahaan ini merupakan perusahaan yang memproduksi barang jika ada permintaan dari konsumen atau *make to order*. Saat ini permintaan baja secara global sedang mengalami penurunan. Selain itu adanya perusahaan yang sejenis yang mulai beroperasi, sehingga persaingan dipasar domestik semakin ketat. Permintaan yang menurun menjadikan perusahaan perlu menjaga konsumen dengan memberikan pelayanan terbaik seperti, kualitas yang bagus, waktu pengiriman yang cepat dan harga yang lebih bersaing dengan kompetitor. Efektifitas dan efisiensi dalam proses bisnis untuk meningkatkan produktifitas, serta menekan biaya produksi dan meminimkan segala pemborosan (*waste*) adalah langkah yang harus dilakukan. Penerapan *lean manufacturing* merupakan salah satu metode mengurangi *waste*. Untuk melihat proses bisnis secara keseluruhan diperusahaan, digunakan pemetaan dengan *Big Picture Mapping* (BPM) dan bisnis proses CIMOSA. Untuk mengidentifikasi *waste* yang terjadi pada proses bisnis, dilakukan perbandingan waktu aktual terhadap waktu standar. *Waste* yang ditemukan, diidentifikasi penyebabnya menggunakan *Root Cause Analysis* (RCA). Penelitian dilakukan terhadap 2 jenis produk yaitu pelat ketebalan 12 mm dan 50 mm. Dari hasil pengolahan data yang dilakukan, waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi pelat 12 mm adalah 276 menit sedangkan 50 mm adalah 411 menit. Perbandingan waktu aktual dengan waktu standar ditemukan perbedaan sebesar 33-37 menit per hari. Dengan menghilangkan penyebab terjadinya *waste* tersebut, maka perusahaan akan mampu memproduksi pelat ketebalan 12 mm sebanyak 9 pelat dan ketebalan 50 mm sebanyak 7 pelat. Jika waktu tersebut digunakan untuk proses produksi, maka akan menghasilkan peningkatan produksi sebesar Rp. 243.000.000 untuk pelat 12 mm dan Rp. 415.000.000 untuk pelat ketebalan 50 mm.

Kata Kunci—Lean Manufacturing, Big Picture Mapping, Root Cause Analysis

Halaman ini sengaja dikosongkan

IMPLEMENTATION OF LEAN MANUFACTURING IN PT.X TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF BUSINESS PROCESS

Name : Boyke Syonri Simbolon
NRP : 2512100127
Supervisor : Yudha Prasetyawan, S.T., M.Eng

ABSTRACT

PT. X is a manufacturer of steel plates that is established in 1989. The company produces the plates by using made to order system. In the current days, the demand of steel is globally declining. Besides, there are similar companies that are operating so the competition in the domestic market is fiercely increasing. The decreasing in demand forces the company to keep satisfying the customers by providing the best services such as best quality, fast delivery time and lower price to compete with the competitors. Increasing effectiveness and efficiency of the business processes to increase productivity, optimizing production costs and minimizing waste are steps that must be done. Implementing lean manufacturing is one of the methods to reduce waste. In identifying the overall business processes in the company, the mapping is done by using Big Picture Mapping (BPM). Identifying the waste that is occurred in the business process is done by comparing the actual time to the standard time. When the waste is found, the causes of the waste are identified by using Root Cause Analysis (RCA). This research is conducted on two types of products, which are plate with the thickness of 12 mm and 50 mm. Based on the data processed, the time required to produce the plates with the thickness of 12 mm is 276 minutes, while the plates with the thickness of 50 mm is 411 minutes. Based on the comparison of actual time to standard time, the difference time of 33 to 37 minutes per day is found. By eliminating the causes of the waste, the company will be able to produce more plates with the thickness of 12 mm by 9 plates and plates with the thickness of 50 mm by 7 plates. If the wasted time is used for the production process, it will increase the production of the 12 mm plates about Rp. 243 million and the production of the 50 mm plates about Rp. 415 million.

Keywords—Lean Manufacturing, Big Picture Mapping, Root Cause Analysis

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus karena atas berkat dan karunia-Nya, penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir berjudul “Penerapan *Lean Manufacturing* di PT. X Dalam Rangka Peningkatan Efisiensi Proses Bisnis”. Tugas Akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Studi S-1 di Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri (FTI), Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS). Penyelesaian laporan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada:

1. Yudha Prasetyawan, ST.,M.Eng. selaku pembimbing dalam penyusunan Tugas Akhir ini, atas segala bimbingan dan arahan sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
2. Heri sebagai pembimbing di perusahaan penelitian dan seluruh pihak terkait PT. X atas segala bantuan, masukan dan keterbukaannya selama menjadi objek amatan dari penelitian Tugas Akhir ini.
3. Kedua orang tua dan keluarga atas segala dukungan dan doa sehingga penyusunan Tugas Akhir ini berjalan dengan baik.
4. Seluruh teman-teman dan semua pihak terkait, atas segala bantuan, bimbingan dan dukungannya selama menulis Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan sebagai motivasi dalam rangka pengembangan diri menjadi lebih baik. Penulis berharap laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi para pembacanya. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih.

Surabaya, Januari 2017

Penulis

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
<i>ABSTRACT</i>	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	4
1.5.1 Batasan Penelitian	4
1.5.2 Asumsi Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 <i>Big Picture Mapping</i>	7
2.2 <i>Lean Manufacturing</i>	11
2.2.1 Konsep <i>Lean Thinking</i>	11
2.2.2 Klasifikasi Aktivitas	12
2.2.3 Defenisi <i>Lean Manufacturing</i>	13
2.2.4 <i>Waste</i>	14
2.3 <i>Root Cause Analysis (RCA)</i>	16

2.3.1 Tahapan <i>Root Cause Analysis</i>	16
2.3.2 5 <i>Why's</i>	17
2.4 Penelitian Terdahulu	17
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Tahap Identifikasi Awal	20
3.1.1 Perumusan Masalah	20
3.1.2 Penentuan Tujuan dan Manfaat	21
3.1.3 Studi Literatur	21
3.1.4 Studi Lapangan	21
3.2 Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data	21
3.3 Tahap Analisis dan Rekomendasi Perbaikan	21
3.4 Tahap Kesimpulan dan Saran	22
BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	23
4.1 Profil Objek Amatan	23
4.2 Proses Produksi di PT. X	26
4.3 <i>Big Picture Mapping</i>	36
4.3.1 <i>Phase 1: Record Customer Requirements</i>	36
4.3.2 <i>Phase 2: Add Information Flow</i>	37
4.3.3 <i>Phase 3: Add Physical Flow</i>	40
4.3.4 <i>Phase : Complete Big Picture Mapping</i>	46
4.3.5 Perbandingan Waktu Aktual Dengan Waktu Standar	46
4.4 <i>Process Activity Mapping</i>	48
4.5 <i>Activity Classification</i>	55
4.6 Identifikasi <i>Waste</i>	59
4.7 Hasil Identifikasi <i>Waste</i>	61
4.8 Identifikasi Akar Penyebab <i>Waste</i>	63

4.8.1 Akar Penyebab <i>Waiting</i>	63
4.8.2 Akar Penyebab <i>Waste Transportation</i>	64
4.8.3 Akar Penyebab <i>Defect</i>	64
4.8.4 Akar Penyebab <i>Unnecessary Motion</i>	64
BAB 5 ANALISA DAN REKOMENDASI PERBAIKAN	65
5.1 Analisa <i>Big Picture Mapping</i>	65
5.2 Analisa Perbandingan Waktu Standar dengan Waktu Aktual.....	66
5.3 Analisa Identifikasi <i>Waste</i>	67
5.4 Analisa Akar Penyebab <i>Waste</i>	68
5.5 Analisa <i>Process Activity Mapping</i>	69
5.6 Analisa Rekomendasi Perbaikan	70
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN	75
6.1 Kesimpulan.....	75
6.2 Saran	76
DAFTAR PUSTAKA	78
DAFTAR LAMPIRAN	80

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Simbol <i>Big Picture Mapping</i> (Sumber : Hines and Taylor, 2000)	7
Gambar 2.2 <i>Customer Requirements</i> (Sumber : Hines & Taylor, 2000)..	8
Gambar 2.3 Information Flows (Sumber : Hines & Taylor, 2000)	8
Gambar 2.4 Information Flows (Sumber : Hines & Taylor, 2000)	9
Gambar 2.5 <i>Information Flows</i> (Sumber : Hines & Taylor, 2000)	10
Gambar 2.6 <i>Complete Big Picture Mapping</i> (Sumber : Hines & Taylor, 2000)	11
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Penelitian	19
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> Penelitian (lanjutan)	20
Gambar 4.1 Proses Produksi PT. X (Sumber: Internal Perusahaan).....	27
Gambar 4.2 Proses <i>Cutting Slab</i>	28
Gambar 4.3 Gudang Penyimpanan Slab	28
Gambar 4.4 Proses <i>Reheating Furnace</i>	29
Gambar 4.5 Proses <i>Descaler</i>	29
Gambar 4.6 Proses <i>Rolling</i>	30
Gambar 4.7 Pelat Hasil <i>Rolling</i>	30
Gambar 4.8 <i>Dividing Shear</i>	31
Gambar 4.9 Proses Pendinginan Pelat	31
Gambar 4.10 Inspeksi Pelat	32
Gambar 4.11 Proses <i>Flame Cutting</i>	32
Gambar 4.12 Proses Pemberian Label Pada Pelat	33
Gambar 4.13 Proses Pengambilan Sampel	33
Gambar 4.14 Uji Mekanik di Lab	34
Gambar 4.15 Gudang Penimapanan <i>Finish Goods</i>	34
Gambar 4.16 Pelat Siap Dikirim	35
Gambar 4.17 <i>Material Handling Crane</i>	35
Gambar 4.18 <i>Record Customer Requirement</i>	36
Gambar 4.19 <i>Add Information Flow</i>	37
Gambar 4.20 <i>Information Flow PT.X</i>	38

Gambar 4.21 <i>Add Physical Flow</i>	43
Gambar 4.22 Waktu Mesin <i>Furnace</i>	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	17
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu (lanjutan)	18
Tabel 4.1 Ukuran <i>Raw Material</i>	25
Tabel 4.2 Jenis Produk.....	25
Tabel 4.3 Tipe Aktivitas	48
Tabel 4.4 <i>Process Activity Mapping</i>	49
Tabel 4.5 <i>Process Activity Mapping</i> (lanjutan).....	50
Tabel 4.6 <i>Process Activity Mapping</i> (lanjutan).....	51
Tabel 4.7 <i>Process Activity Mapping</i> (lanjutan).....	52
Tabel 4.8 <i>Process Activity Mapping</i> (lanjutan).....	53
Tabel 4.9 <i>Process Activity Mapping</i> (lanjutan).....	54
Tabel 4.10 Rekap Hasil <i>Process Activity Mapping</i> Pelat 12 mm	55
Tabel 4.11 Rekap Hasil <i>Process Activity Mapping</i> Pelat 50 mm.....	55
Tabel 4.12 Klasifikasi Aktivitas	57
Tabel 4.13 Hasil Identifikasi <i>Waste</i>	61
Tabel 4.14 Hasil Identifikasi <i>Waste</i> (lanjutan)	63
Tabel 5.1 Perbandingan Waktu Standar dengan Waktu Aktual	66
Tabel 5.2 Rekap Hasil <i>Process Activity Mapping</i> Pelat 12 mm	69
Tabel 5.3 Rekap Hasil <i>Process Activity Mapping</i> Pelat 50 mm.....	69
Tabel 5.4 Klasifikasi Aktivitas Perbaikan	71
Tabel 5.5 Klasifikasi Aktivitas Perbaikan (lanjutan).....	72
Tabel 5.7 Spesifikasi Produk Amatan.....	74
Tabel 5.8 Harga Pelat.....	74

BAB 1

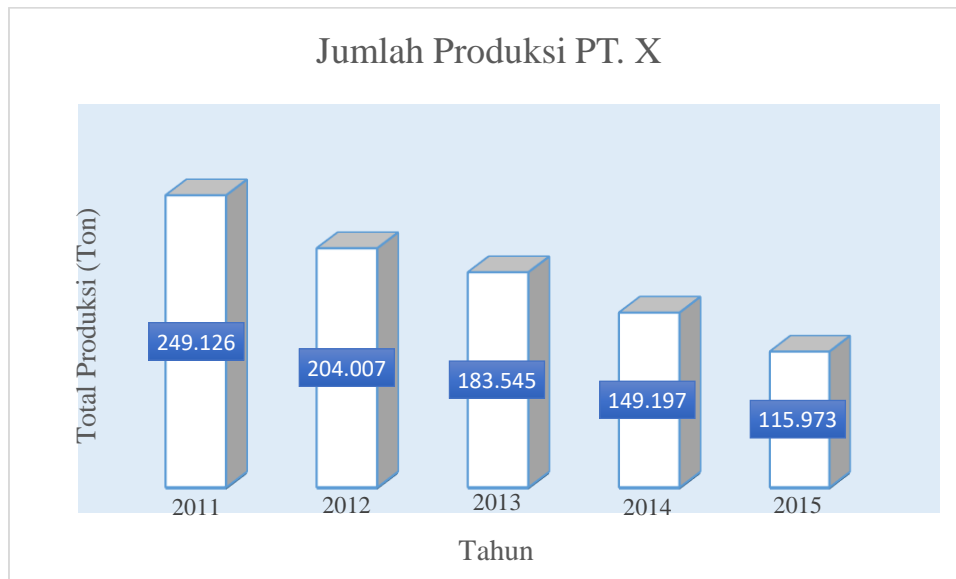
PENDAHULUAN

Pada bab pendahuluan akan dijelaskan mengenai latar belakang yang menjadi dasar dalam melakukan penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan ruang lingkup penelitian yang berisi batasan dan asumsi.

1.1 Latar Belakang

PT. X merupakan perusahaan pembuat pelat baja yang berdiri sejak tahun 1989. Perusahaan ini merupakan perusahaan yang memproduksi barang jika ada permintaan dari konsumen atau *make to order*. PT X memproduksi berbagai jenis pelat baja yang digunakan untuk pembuatan kapal, pembuatan *boilers* dan *pressure vessels* dan pelat untuk penggunaan umum. Pelat baja untuk pembuatan kapal memiliki spesifikasi *mild steels (Hull Structural Steel Plates)* dan *High Tensile Steels (High Strength Hull Structural Steel Plates)*. Sedangkan pelat untuk penggunaan umum terdiri dari *low carbon* dan *high strength structural steel plates*. Masing-masing produk ini memiliki dimensi yang berbeda-beda sesuai dengan permintaan konsumen. PT. X memproduksi pelat baja yang ditujukan untuk pasar domestik dan luar negeri.

Berdasarkan data yang diperoleh dari PT. X, permintaan baja secara global sedang mengalami penurunan. Hal ini turut berpengaruh terhadap permintaan pelat baja di PT.X. Jumlah produksi yang mengalami penurunan adalah bukti dari penurunan permintaan pelat baja terhadap PT. X. Total produksi baja 5 tahun terakhir ditunjukkan pada grafik 1. Selain turunnya harga komoditas, persaingan sesama perusahaan pengolah pelat baja juga turut mempengaruhi permintaan pelat baja terhadap PT. X.



Grafik 1 Jumlah Produksi PT. X

Pada tahun 2014 perusahaan sejenis yaitu PT Krakatau Posco sudah mulai beroperasi, mengakibatkan persaingan di pasar semakin berat. Hal ini menjadikan PT. X merasa lebih tertantang untuk bersaing di pasar secara global. Oleh karena itu, perusahaan perlu menjaga konsumen dengan memberikan pelayanan terbaik seperti, kualitas yang bagus, waktu pengiriman yang cepat dan harga yang lebih bersaing dengan kompetitor. Untuk mewujudkan hal tersebut, maka sangat diperlukan efektifitas dan efisiensi dalam proses bisnis untuk meningkatkan produktifitas. Menekan biaya produksi dan meminimkan segala pemborosan (*waste*) adalah langkah yang harus dilakukan.

Berdasarkan *brainstorming* dengan Manajer Produksi, beberapa *waste* yang terdapat dilantai produksi adalah banyaknya bahan bakar gas yang terbuang tanpa adanya proses produksi, *transportation time* antara mesin yang disebabkan oleh *output* hasil *rolling* lebih besar daripada kapasitas *cooling bed*, kerusakan mesin terutama dimesin *Rolling*, keterbatasan mesin *rolling* terhadap bahan baku yang mengakibatkan terjadinya dua kali proses produksi. Dari segi material, saat ini perusahaan kehilangan material sebanyak 13% selama proses produksi. Artinya, hanya sebanyak 87% dari total bahan baku yang menjadi pelat baja siap dikirim kepada pelanggan. Selain itu, kapasitas produksi perusahaan adalah 1000 ton per hari. Tetapi keadaan saat ini, produksi pelat baja sekitar 800-900 ton per hari.

Sehingga ada gap antara kapasitas produksi dan realita produksi yang mengindikasikan ada proses produksi yang tidak sesuai dengan standar proses. Namun pada proses produksi, terdapat beberapa *waste* yang tidak dapat dihindari. Langkah yang dapat dilakukan adalah memprediksi penyebab terjadinya *waste*. Dengan demikian *waste* yang mungkin terjadi dapat diminimasi.

Salah satu upaya untuk mengurangi *waste* yang umumnya ada disetiap perusahaan manufaktur adalah menerapkan konsep *lean manufacturing*. Konsep *lean* berfokus pada identifikasi dan eliminasi aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah dalam desain, produksi dan *supply chain management* yang berkaitan dengan pelanggan (Gaspers, 2011). Untuk mengeliminasi atau mengurangi pemborosan (*waste*) pada proses produksi dapat digunakan metode *lean manufacturing*. Konsep *lean* digunakan perusahaan untuk dapat memperbaiki kondisi perusahaan sehingga dapat meminimalkan pemborosan (*waste*) pada proses produksi serta kegagalan potensial yang pada akhirnya dapat menekan biaya serta mampu memenuhi permintaan konsumen tepat waktu, harga murah dan pelayanan yang memuaskan. Dalam rangka mengurangi *waste* pada PT X, maka dapat digunakan pendekatan *lean manufacturing*.

Produk yang dijadikan objek amatan adalah pelat dengan ketebalan 12 mm dan 50 mm. Pemilihan kedua produk ini didasari oleh proses produksi pelat dengan ketebalan kurang dari 15 mm dan ketebalan sama dengan atau lebih dari 15 mm memiliki proses yang berbeda. Proses tersebut adalah pemotongan tepi pelat pada proses *finishing*. Pemotongan dengan ketebalan lebih kecil dari 15 mm menggunakan *side shear cutting*, sedangkan ketebalan lebih atau sama dengan 15 mm menggunakan *flame cutting*. Sehingga dengan memilih kedua ketebalan pelat tersebut akan memberikan gambaran proses produksi secara keseluruhan. Selain itu menurut pihak perusahaan, pelat yang sangat diminati pelanggan saat ini dengan ketebalan dibawah 15 mm adalah pelat dengan tebal 12 mm. Sedangkan pelat ketebalan lebih atau sama dengan adalah pelat dengan tebal 50 mm.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dijelaskan sebelumnya, maka permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini adalah bagaimana

meningkatkan efisiensi proses bisnis di PT. X dengan mengimplementasikan *lean manufacturing*.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang dilakukan ialah :

1. Pemetaan proses bisnis perusahaan
2. Menganalisa efisiensi proses produksi yang dijalankan di perusahaan.
3. Mengidentifikasi *waste* dalam proses produksi yang dijalankan perusahaan.
4. Melakukan prediksi terhadap penyebab terjadinya *waste*.
5. Rekomendasi perbaikan proses bisnis melalui pengurangan atau eliminasi *waste*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian yang dilakukan ialah :

1. Mengimplementasikan metode *lean manufacturing* dalam melakukan penelitian terhadap suatu permasalahan.
2. Perusahaan dapat mengetahui *waste* yang berpengaruh terhadap aktivitas produksi.
3. Perusahaan memperoleh alternatif solusi perbaikan untuk mengurangi pemborosan akibat *waste* yang terdapat dalam proses produksi.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian menjelaskan mengenai batasan dan asumsi yang digunakan dalam melakukan penelitian.

1.5.1 Batasan Penelitian

Batasan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah :

1. Pengamatan dilakukan terhadap proses produksi 2 jenis produk, yaitu pelat dengan ketebalan 12 mm dan 50 mm.
2. Penelitian ini sampai tahap rekomendasi perbaikan, tidak sampai pada tahap implementasi.

1.5.2 Asumsi Penelitian

Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Perubahan kebijakan selama proses penelitian tidak mempengaruhi proses produksi secara signifikan.
2. Data yang digunakan merepresentasikan kondisi perusahaan dalam beberapa tahun terakhir.

1.6 Sistematika Penulisan

Berikut ini merupakan sistematika penulisan laporan yang digunakan dalam laporan penelitian ini.

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini akan menjelaskan mengenai latar belakang dan rumusan masalah yang diteliti, tujuan dan manfaat dari penelitian, batasan dan asumsi yang digunakan, serta sistematika penulisan laporan penelitian.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dipaparkan teori-teori dari berbagai sumber yang berkaitan dengan permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi alur yang digunakan penulis dalam melakukan penelitian. Metodologi penelitian berisi tahapan atau langkah-langkah yang dilakukan sehingga penelitian dapat berjalan secara sistematis dan terarah.

BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini berisi data yang dikumpulkan selama proses penelitian serta hasil dari pengolahan data yang akan digunakan dibutuhkan dalam bab analisa dan interpretasi.

BAB 5 ANALISA DAN INTERPRETASI

Pada bab ini dilakukan analisa dan interpretasi hasil pengolahan data dan perencanaan layout sesuai dengan tujuan penelitian.

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini dijelaskan kesimpulan yang dapat ditarik berdasarkan analisa dan interpretasi data dan saran berupa masukan-masukan yang diberikan berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh maupun untuk penyempurnaan penelitian Tugas Akhir selanjutnya.

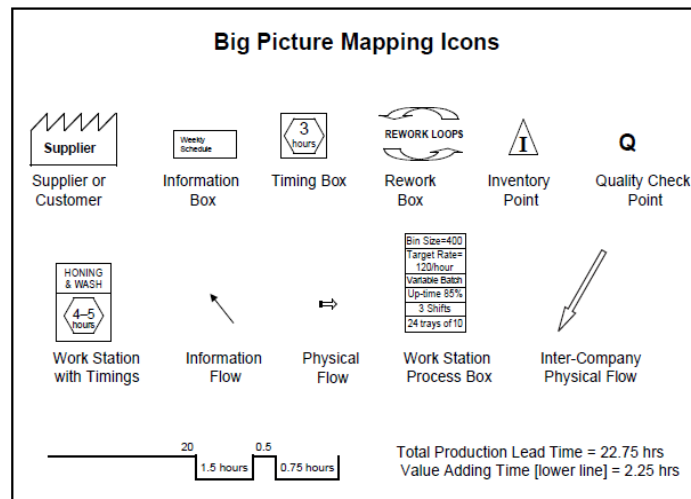
BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tinjauan pustaka yang akan digunakan sebagai dasar atau acuan dalam melakukan penelitian tugas akhir ini. Tinjauan pustaka yang digunakan berasal dari jurnal, buku, artikel ilmiah, maupun sumber-sumber lain yang terkait.

2.1 *Big Picture Mapping*

Big Picture Mapping adalah suatu *tools* yang dapat digunakan untuk menggambarkan suatu sistem secara keseluruhan (Kristian dan Singgih, 2007). *Tool* ini mampu memberikan informasi mengenai aliran fisik dan informasi dalam memenuhi order suatu perusahaan. Selain itu, dapat juga mengidentifikasi *value stream* serta *lead time* masing-masing proses di suatu sistem. Pada gambar berikut dijabarkan simbol-simbol standar yang digunakan dalam *Big Picture Mapping*.

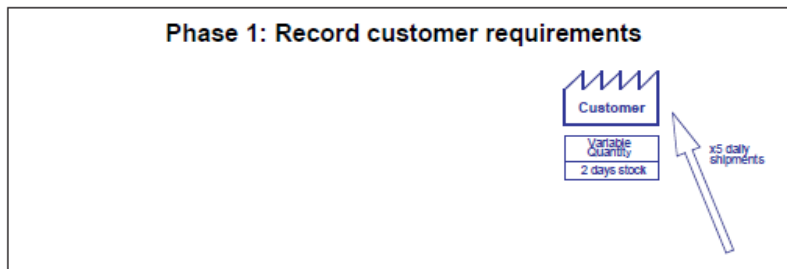


Gambar 2.1 Simbol *Big Picture Mapping* (Sumber : Hines and Taylor, 2000)

Adapun langkah-langkah dalam *Big Picture Mapping* menurut Hines dan Taylor (2000) adalah sebagai berikut.

1. *Customer Requirement*

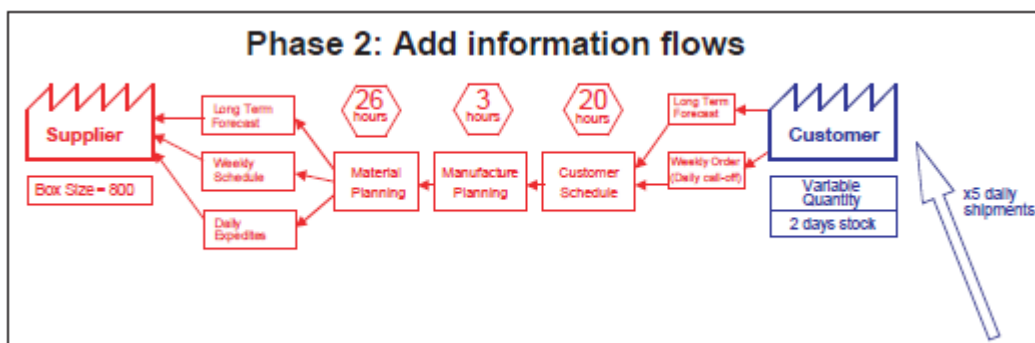
Menggambarkan jumlah dan jenis produk yang dibutuhkan konsimen, berapa jumlah produk yang dibutuhkan pada saat itu, kapan dan seberapa sering dilakukan pengiriman, berapa jumlah part yang berbeda, apakah packaging dibutuhkan, berapa banyak *safety stock* yang dibutuhkan konsumen dan beberapa informasi spesial seperti *delivery windows* dan *delivery points*. Gambar 2.3 merupakan contoh simbol *customer requirement*.



Gambar 2.2 *Customer Requirements* (Sumber : Hines & Taylor, 2000)

2. *Information Flows*

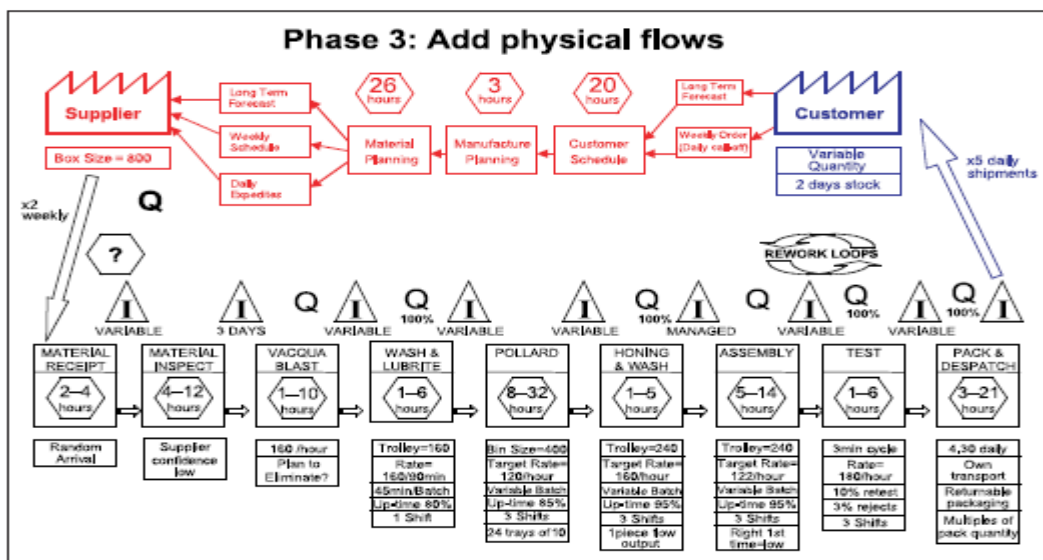
Menggambarkan aliran informasi yang dimulai dari *customer* sampai *supplier*. Informasi tersebut berupa peramalan, departemen apa saja yang terlibat, berapa lama informasi menunggu sebelum diproses, seperti apa ramalan yang diberikan kepada supplier dan jumlah spesifik yang dibutuhkan. Gambar 2.4 merupakan contoh dari penggambaran *information flow*.



Gambar 2.3 *Information Flows* (Sumber : Hines & Taylor, 2000)

3. *Physical Flows*

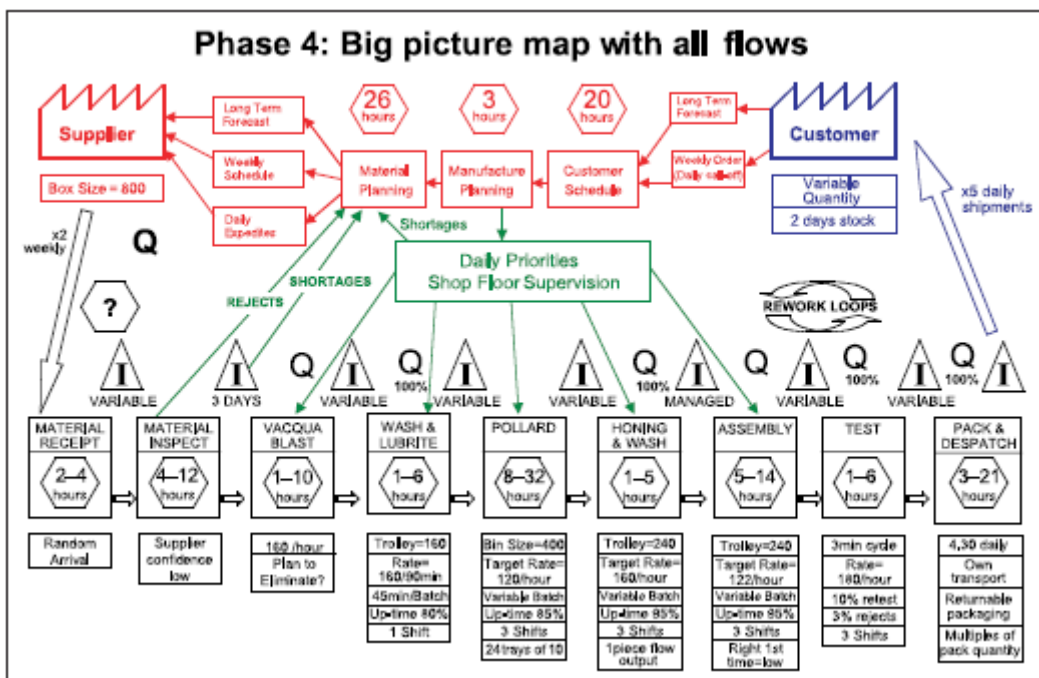
Menggambarakan aliran bahan baku sampai bahan siap dipasarkan. Terdiri dari dua bagian, yaitu *inbound flows of raw material and/or key* komponen dan *internal process*. *Inbound flows of raw material* terdiri dari berapa jumlah demand atau produk yang diinginkan, kapan dikirim, berapa jumlah produk yang dibutuhkan saat itu, seberapa sering dilakukan pengiriman dan informasi khusus seperti jumlah *supplier* dan lain sebagainya. Sedangkan internal process terdiri dari langkah-langkah kunci diperusahaan, letak dan kapasitas *inventory*, titik inspeksi, *cycle time* di tiap titik, jumlah jam kerja di *workstation* serta titik *bottleneck* terjadi. Gambar 2.5 merupakan contoh *physical flow*.



Gambar 2.4 Information Flows (Sumber : Hines & Taylor, 2000)

4. Linking Physical and Information Flow

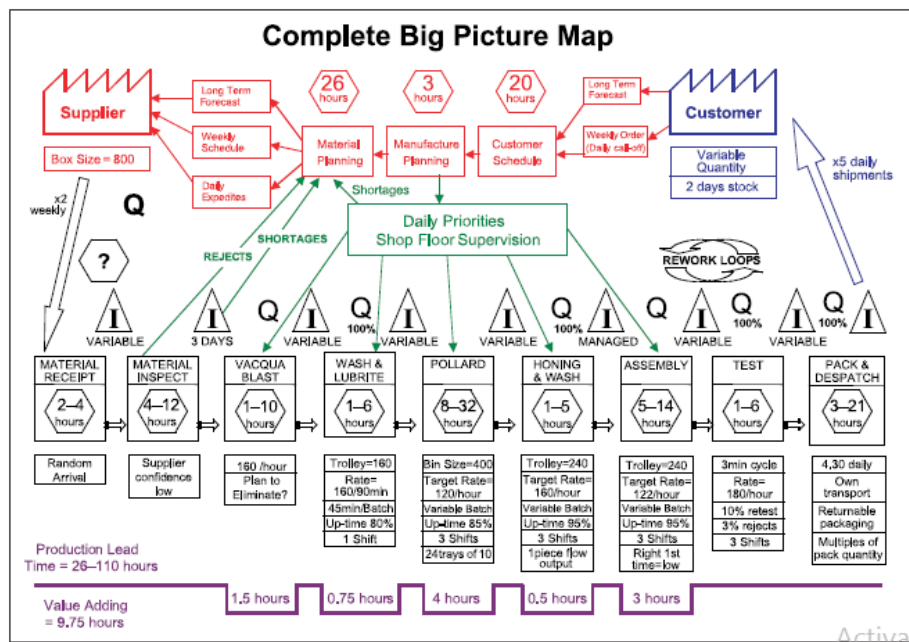
Linking Physical and Information Flow adalah proses menggabungkan *information flows* dan *physical flows* serta menunjukkan hubungan keduanya menggunakan anak panah. Informasi yang diberikan berupa informasi penjadwalan, instruksi kerja, aliran informasi dan instruksi, serta apa yang terjadi ketika ada masalah di *physical flow*. Contoh *physical* dan *information flow* yang telah digabung, ditunjukkan seperti pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 *Information Flows* (Sumber : Hines & Taylor, 2000)

5. Complete Map

Tahap terakhir adalah melengkapi *information flows* dan *physical flows* yang telah digabungkan dengan menambahkan *lead time* dan *value added time*. *Value added time* dapat ditentukan dengan mengestimasi waktu batas bawah dan batas atas. Dengan mengetahui *complete big picture map*, dapat digunakan sebagai *brainstorming* untuk menemukan masalah utama atau peluang perbaikan. Contoh *complete map*, ditunjukkan seperti pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Complete Big Picture Mapping (Sumber : Hines & Taylor, 2000)

2.2 Lean Manufacturing

Pada subbab ini dipaparkan mengenai konsep *lean thinking*, klasifikasi aktifitas, definisi *lean manufacturing* dan *waste*.

2.2.1 Konsep Lean Thinking

Prinsip dari *lean* adalah mencari cara dalam proses penciptaan suatu nilai dengan urutan terbaik, menyusun aktivitasnya tanpa gangguan, menjalankannya lebih efektif dan lebih efisien. *Lean* menyediakan cara untuk melakukan lebih dan semakin minimal usaha manusia, peralatan dan waktu tetapi semakin mendekati keinginan konsumen. Konsep *lean* pertama kali diperkenalkan oleh Taiichi Ohno dan Shigeo Shingo pada Toyota Motor Corporation. Konsep tersebut melahirkan *self-sustaining cultur* dengan menekankan 5S, yaitu *set, sort, shine, standardize* dan *sustain*. Hal tersebut memberikan dampak positif terhadap motivasi karyawan untuk lebih ekerja secara efektif dan efisien (Ohno, 1998).

Prinsip mendasar untuk eliminasi *waste* menurut konsep *lean thinking* (Womack & Jones, 2003), yakni:

1. *Define value from the perspective of the customer*

Value ditentukan oleh *end customer* yang artinya perusahaan harus mampu mengidentifikasi kemampuan dan ketidakmampuan untuk menciptakan nilai dilihat dari sudut pandang konsumen.

2. *Identify value stream*

Mengidentifikasi *value stream* merupakan hal yang sangat penting untuk mendesain, memesan dan memproduksi sebuah produk berdasarkan keseluruhan *value stream* untuk mengetahui aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah.

3. *Continuous flow process*

Continuous flow process merupakan konsep untuk menghasilkan produk yang dibutuhkan dan proses produksi dapat berjalan tanpa ada hambatan atau gangguan seperti produk cacat, menunggu dan aliran balik.

4. *Pull system*

Pull system merupakan sistem yang berfokus pada kebutuhan konsumen dimana perusahaan hanya menghasilkan produk sesuai dengan kebutuhan konsumen pada waktu, jumlah dan kualitas yang tepat.

5. *Strive to perfection*

Merupakan suatu budaya kerja yang dipelihara agar selalu berusaha mencapai kesempurnaan dengan menghilangkan atau meminimasi *waste* secara berkelanjutan.

2.2.2 Klasifikasi Aktivitas

Ada tiga macam aktivitas yang menjadi bahasan utama didalam *lean manufacturing* (Hines & Taylor, 2000), yakni:

1. *Value Added (VA) Activity*

Value Added merupakan aktivitas-aktivitas yang mampu memberikan nilai tambah terhadap produk dilihat dari sudut pandang pelanggan. Dengan adanya VA, pelanggan merasa produk yang dihasilkan lebih bernilai.

2. *Necessary but Non-Value Added (NNVA) Activity*

NNVA merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah terhadap produk dilihat dari sudut pandang konsumen, tetapi aktivitas ini penting terhadap proses yang ada.

3. *Non-Value Added (NVA) Activity*

NVA merupakan aktivitas yang sama sekali tidak memberikan nilai tambah terhadap produk dilihat dari sudut pandang konsumen. Aktivitas ini merupakan pemborosan (*waste*) yang harus dikurangi atau dihilangkan untuk meningkatkan produktivitas kerja.

2.2.3 Defenisi *Lean Manufacturing*

Konsep *lean* sering juga disebut sebagai *lean production* atau dalam dunia manufaktur disebut dengan istilah *lean manufacturing*. Konsep *lean production* ini telah mampu membuktikan dapat membuat proses produksi menjadi lebih efektif dan efisien dalam model *one piece flow*, *continuous improvement*, dan *pull production* (Hines & Rich, 1997). Adapun *lean manufacturing* ini memiliki 5 elemen inti, yaitu *manufacturing flow*, *organization*, *process control*, *metrics*, dan *logistics*. Pengembangan pada kelima elemen ini dapat mendukung *lean manufacturing program* dan mendorong perusahaan untuk menjadi perusahaan kelas dunia (*world class company*). Berikut ini merupakan penjelasan dari kelima elemen tersebut.

a. *Manufacturing flow*

Segala aspek yang berhubungan dengan perubahan fisik dan pembuatan desain standar yang dikembangkan sebagian dalam sel.

b. *Organization*

Segala aspek yang berfokus pada identifikasi peran dan fungsi manusia (tenaga kerja), pelatihan, dan komunikasi antar bagian perusahaan.

c. *Process control*

Segala aspek yang berhubungan langsung dengan kegiatan *monitoring*, *controlling*, *stabilizing*, dan kegiatan untuk meningkatkan proses.

d. *Metrics*

Segala aspek yang *visible, result-based performance measures*, target perbaikan, dan *team rewards/recognition*.

e. *Logistics*

Segala aspek yang berhubungan dengan penyediaan aturan operasi dan mekanisme dalam perencanaan dan pengendalian material.

Konsep *lean production* ini dikenal luas sebagai suatu mekanisme dalam menjamin perbaikan pada proses produksi perusahaan. Konsep ini merupakan perpaduan antara proses produksi konvensional (*craft*) dengan proses produksi massal (*mass production*) yang mampu menghasilkan kemampuan untuk mereduksi *cost per unit* dan meningkatkan kualitas secara bersamaan. Adapun *lean production* ini berasal dari konsep *Toyota Production System* (TPS) yang digunakan oleh pabrik manufaktur Toyota untuk memperpendek *lead time* antara waktu pesanan pelanggan dengan pengiriman produk ke konsumen tersebut dengan melakukan eliminasi pada pemborosan (*waste*).

2.2.4 Waste

Waste (pemborosan) adalah segala aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah pada produk. Dalam penelitian ini, kategori *waste* yang akan diidentifikasi adalah 7 macam *waste* atau biasa disebut 7 waste. *Seven wastes* didefinisikan oleh Shigeo Shingo sebagai bagian dari *Toyota Production System* (TPS) sebagai berikut:

1. *Overproduction*

Overproduction adalah aktivitas memproduksi secara berlebihan atau terlalu cepat (belum pasti dibutuhkan dalam waktu dekat) sehingga mengakibatkan terganggunya aliran informasi atau material dan kelebihan inventori. Beberapa penyebab terjadinya *overproduction* adalah komunikasi yang kurang baik, penjadwalan yang tidak baik, otomasi ditempat yang salah dan optimisasi yang bersifat lokal.

2. *Defect*

Defect atau kerusakan pada produk akan tidak sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan. Hal ini menyebabkan *rework* atau bahkan material dibuang. *Defect* akan berdampak pada penambahan waktu dan biaya produksi. Beberapa penyebab defect antara lain: ketidakmampuan proses dan pemasok, kurangnya pelatihan terhadap karyawan serta peralatan atau mesin yang tidak memadai.

3. *Unnecessary Inventory*

Unnecessary Inventory adalah persediaan yang tidak diperlukan atau kuantitas storage yang berlebihan serta delay material. Akibatnya terjadi peningkatan biaya produksi dan menurunnya kualitas produk serta rendahnya pelayanan konsumen.

4. *Inappropriate processing*

Inappropriate processing adalah terjadinya kesalahan proses produksi yang diakibatkan oleh kesalahan atau ketidakmampuan operator menggunakan peralatan atau mesin atau prosedur pelaksanaan. Kejadian ini disebabkan oleh urutan kerja yang digunakan tidak dilaksanakan dengan baik atau tidak memenuhi standar yang ada.

5. *Excessive transportation*

Excessive transportation adalah pemborosan yang terjadi berupa pemborosan waktu, tenaga, dan biaya akibat pergerakan yang berlebihan dari pekerja, informasi atau material/produk.

6. *Waiting*

Waiting adalah lamanya operator, informasi, dan material yang tidak beraktivitas selama jam kerja. Hal ini disebabkan oleh adanya waktu menunggu aliran material/ informasi dari proses sebelumnya sehingga terhambatnya aliran produksi dan *lead time* semakin panjang. Penyebabnya adalah metode kerja yang tidak konsisten, rendahnya efektifitas mesin/ perkerja dan kurangnya peralatan atau material.

7. *Unnecessary motion*

Unnecessary motion yaitu berupa gerakan pekerja yang tidak diperlukan. *Unnecessary motion* dapat disebabkan oleh buruknya standar kerja, buruknya desain proses, atau buruknya *layout* ruang kerja. Hal ini menyebabkan lead time produk semakin panjang.

2.3 **Root Cause Analysis (RCA)**

Root Cause Analysis (RCA) merupakan sebuah metode untuk menentukan akar penyebab dari permasalahan yang terjadi. Untuk melakukan RCA, dapat digunakan *Cause and Effect Diagram*, *Fishbone Diagram*, atau *5 Why's* (Arthur, 2011). Setelah didapatkan *root cause* dari suatu permasalahan, maka langkah selanjutnya adalah menganalisis penyebab kritisnya.

2.3.1 Tahapan *Root Cause Analysis*

Adapun tahapan dalam metode RCA ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi dan memperjelas definisi kejadian yang tidak diharapkan.
2. Melakukan pengumpulan data.
3. Membuat sebuah batas waktu.
4. Menempatkan kejadian dan kondisi pada *event* dan *causal factor tree*.
5. Menggunakan *tree diagram* (diagram pohon) atau metode lain untuk mengidentifikasi seluruh penyebab permasalahan yang memiliki potensi.
6. Mengidentifikasi model kegagalan dengan potensi tertinggi hingga model kegagalan dengan potensi terendah.
7. Lanjutkan pertanyaan “5 *why's*” untuk mengidentifikasi *root cause*.
8. Lakukan pemeriksaan logika dan fakta.
9. Eliminasi bagian yang tidak menyebabkan kegagalan.

2.3.2 5 Why's

5 Why's merupakan teknik pemecahan masalah yang digunakan untuk mendapatkan suatu akar permasalahan. Teknik ini telah diterapkan pada *Toyota Production System* sejak tahun 1970-an. Menurut Wedgwood (2006), teknik ini digunakan dengan melakukan pertanyaan mengenai apa penyebab suatu permasalahan sebanyak 5 kali / kelas. Berikut ini merupakan pengelompokan penyebab permasalahan yang dibagi menjadi 5 kelas tersebut.

- *1st Why : Symptom*
- *2nd Why : Excuse*
- *3rd Why : Blame*
- *4th Why : Cause*
- *5th Why : Root Cause*

2.4 Penelitian Terdahulu

Activity Relationship Chart (ARC) merupakan Pada sub bab ini ditampilkan hasil perbandingan penelitian ini terhadap penelitian sebelumnya yang tunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Penulis	Tahun	Judul	Fokus Penelitian	Metode dan Tools
1	Gilang Satrio Nugroho	2011	<i>Evaluasi Lean Manufacturing</i> pada Line Produksi MMPO Menggunakan Fuzzy Logic	Evaluasi line Produksi di MMPO	<i>Lean Manufacturing, Fuzzy Logic</i>

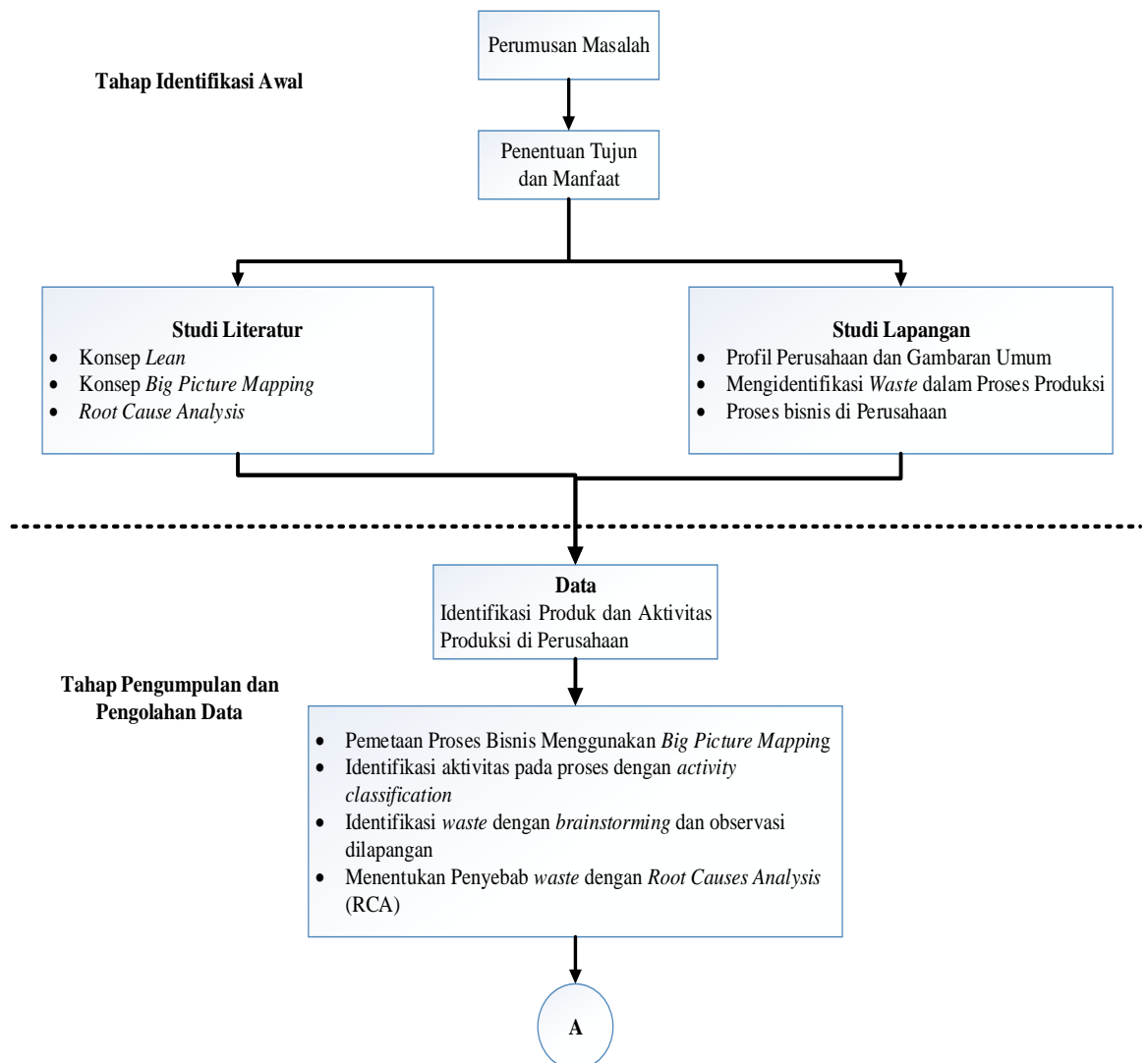
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu (lanjutan)

No	Penulis	Tahun	Judul	Fokus Penelitian	Metode dan Tools
2	Fajar Askari	2012	Peningkatan Kualitas Rubber Hose dengan Pendekatan <i>Lean Manufacturing</i>	Mengidentifikasi <i>waste</i> dan memberikan rekomendasi perbaikan	<i>Lean manufacturing, Big Picture Mapping, RCA, FMEA</i>
3	Bagus Firmansyah	2015	Reduksi <i>Waste</i> pada Proses Produksi Pasta Gigi dengan Pendekatan <i>Lean Manufacturing</i> di PT. X	Analisis <i>waste</i> pada aliran produksi (<i>raw material – processing</i>) pasta gigi	<i>Lean Production, VSM, AHP, Value Management</i>

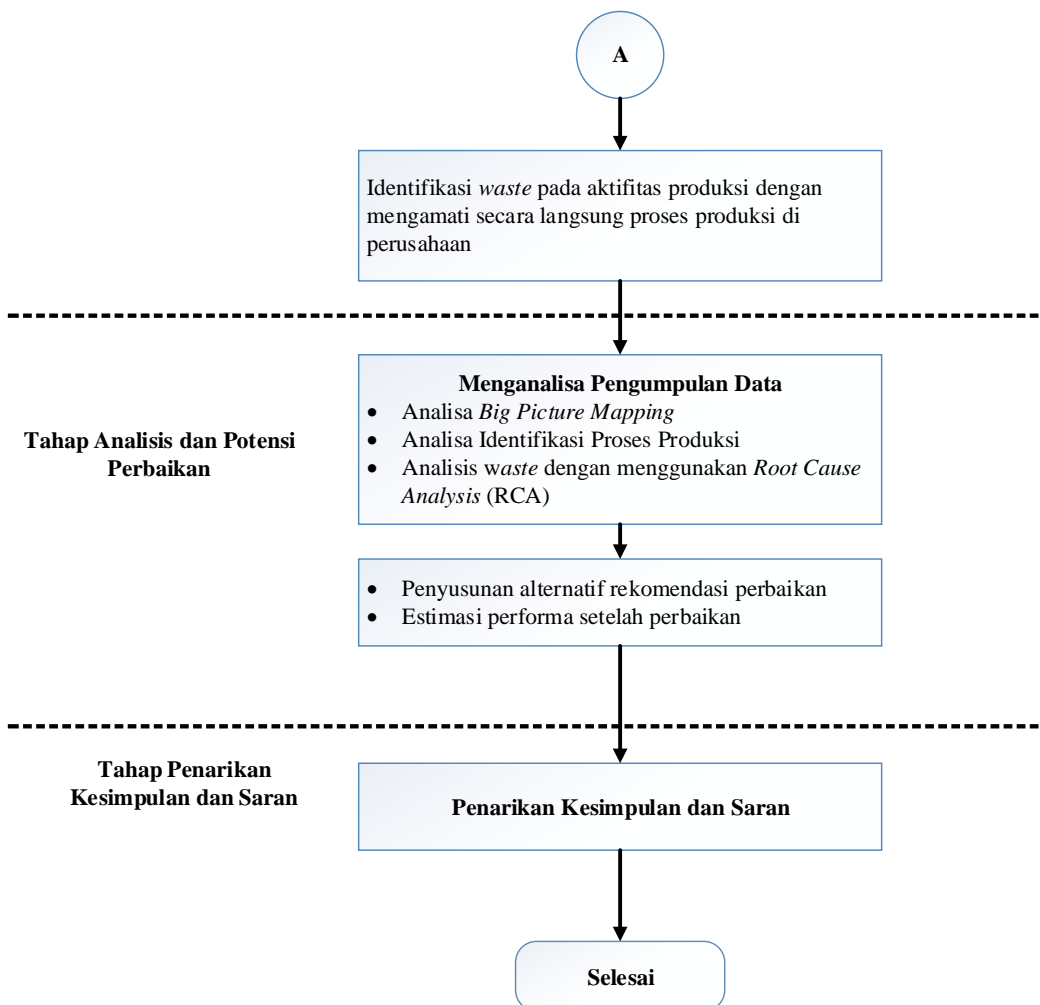
BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai alur pelaksanaan penelitian tugas akhir. Metodologi penelitian ini dibagi menjadi 4 tahap, yaitu tahap pendahuluan, tahap pengumpulan dan pengolahan data, tahap analisis dan rekomendasi perbaikan, serta tahap kesimpulan dan saran. Berikut ini merupakan *flowchart* dari metodologi penelitian tugas akhir ini yang ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 *Flowchart* Penelitian



Gambar 3.2 *Flowchart* Penelitian (lanjutan)

3.1 Tahap Identifikasi Awal

Pada subbab ini dijelaskan mengenai tahap awal dari penelitian, yaitu tahap perumusan masalah, penentuan tujuan dan manfaat, studi literatur dan studi lapangan.

3.1.1 Perumusan Masalah

Rumusan masalah yang ditetapkan dalam penelitian ini adalah bagaimana meningkatkan efisiensi proses bisnis di PT. X dengan mengimplementasikan *lean manufacturing*.

3.1.2 Penentuan Tujuan dan Manfaat

Berdasarkan hasil penentuan rumusan masalah penelitian, ditetapkan tujuan, manfaat dan ruang lingkup penelitian. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi *waste* dan akar penyebabnya serta memberikan rekomendasi perbaikan untuk mereduksi *waste* tersebut. Sedangkan manfaat yang diharapkan adalah meningkatkan efisiensi proses bisnis didalam perusahaan.

3.1.3 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan oleh peneliti untuk mendapatkan referensi terkait dengan permasalahan dan metode pemecahan masalah yang akan digunakan pada penelitian ini. Studi literatur perlu dilakukan oleh peneliti agar peneliti memiliki landasan teori yang kuat dan tepat untuk memecahkan permasalahan yang ada.

3.1.4 Studi Lapangan

Studi lapangan dilakukan oleh peneliti untuk mengetahui kondisi aktual di perusahaan amatan. Dari studi lapangan ini akan didapatkan permasalahan aktual serta *waste* yang ada pada rantai produksi berdasarkan hasil observasi langsung dan *brainstorming* dengan *expert* di perusahaan amatan.

3.2 Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pada tahap pengumpulan dan pengolahan data dimulai dari pemetaan proses dengan menggunakan *Big Picture Mapping* (BPM) yang dilakukan dengan cara observasi langsung ke rantai produksi serta melakukan wawancara dengan *expert* di perusahaan. Setelah proses pemetaan, langkah selanjutnya yaitu melakukan pengelompokkan aktivitas pada proses menggunakan *Activity Classification* serta identifikasi *waste* dengan cara observasi langsung dan *brainstorming* yang melibatkan *expert* di perusahaan. Setelah diketahui peta proses produksi dan hasil pengelompokkan aktivitas pada proses, maka selanjutnya dilakukan identifikasi *waste* yang terjadi.

3.3 Tahap Analisis dan Rekomendasi Perbaikan

Setelah peta proses produksi dan *waste* diketahui, maka tahap selanjutnya adalah analisis akar penyebab *waste* tersebut menggunakan metode *Root Cause Analysis* (RCA) dengan cara *brainstorming* yang melibatkan *expert*

di perusahaan. Setelah diketahui akar permasalahan dengan metode RCA, selanjutnya diusulkan alternatif rekomendasi perbaikan terhadap akar permasalahan tersebut.

3.4 Tahap Kesimpulan dan Saran

Setelah rekomendasi perbaikan telah dipilih, maka tahap selanjutnya yang merupakan tahap terakhir dalam penelitian ini adalah penarikan kesimpulan dari hasil penelitian dan pemberian saran terhadap perusahaan dan penelitian selanjutnya.

BAB 4

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini dijelaskan mengenai pengumpulan dan pengolahan data yang terdiri dari profil objek amatan, *big picture mapping*, *activity classification* serta identifikasi *waste*.

4.1 Profil Objek Amatan

PT. X didirikan pada tahun 1989 di Surabaya. Perusahaan mulai memproduksi pelat baja yang berupa *trial production* pada 1 oktober 1991. Pada akhir tahun 1993, PT. X memulai kegiatan produksi komersial untuk melayani pasar domestik dan ekspor. Tahun 2004, status PT. X mengalami perubahan menjadi penanaman modal asing dan pada tahun 2009 mengalami peningkatan status menjadi perusahaan publik yang sahamnya tercatat di Bursa Efek Indonesia.

Sejak didirikan, PT. X senantiasa berupaya mewujudkan komitmen atas pertumbuhan melalui inovasi berkelanjutan. Didukung teknologi *Four High Rolling Mill* terkini dan sumber daya manusia yang berkualitas, PT. X mampu menghadapi persaingan dalam industri pelat baja di kawasan ASEAN. Untuk mewujudkan tujuan perusahaan, maka disusun visi, misi dan strategi perusahaan. Adapun visi yang ditetapkan adalah “*Menjadi perusahaan penggilingan plat baja canai panas terkemuka di ASEAN yang senantiasa memegang komitmen atas mutu produk dan waktu serah (delivery time)*”. Sedangkan visinya adalah “*Melalui pengelolaan perseroan yang transparan dan akuntabel disertai dengan peningkatan kompetensi SDM dan teknologi produksi yang berkesinambungan serta efisien*”.

Untuk mewujudkan visi dan misi Perseroan dibutuhkan strategi bisnis yang selaras. Berikut ini adalah strategi-strategi bisnis yang dapat memenuhi objektivitas Perseroan:

1. Berupaya tetap mempertahankan penjualan untuk pasar domestik sekaligus berupaya meningkatkan penjualan langsung kepada *end user* serta selalu membina komunikasi yang baik dengan distributor, sehingga

mampu meningkatkan nilai tambah bagi hubungan bisnis kedua belah pihak.

2. Secara selektif berupaya untuk meningkatkan ekspor terutama ke negara-negara yang tidak menerapkan hambatan perdagangan dengan Indonesia seperti Taiwan, Mexico, Singapore, Afrika Selatan dan Timur Tengah. Strategi ini sangat efektif untuk memperkuat *cashflow* dan sebagai upaya lindung nilai (*hedging*) atas risiko pergerakan kurs US Dollar terhadap Rupiah.
3. Mengamati strategi pesaing produk sejenis, baik domestik maupun *importir*, yang biasanya menggunakan harga sebagai strategi bersaing yang bisa diantisipasi dengan strategi fleksibilitas dalam menerima kuantitas *order*, memastikan ketepatan waktu serah (*delivery time*), menambah variasi standarisasi produk dan fleksibilitas syarat pembayaran tanpa menambah risiko bagi Perseroan.

Untuk menjalankan proses bisnisnya, PT. X didirikan di lahan seluas 20 hektar. Saat ini PT. X memiliki jumlah karyawan sebanyak 477 orang yang terdiri dari latar belakang pendidikan Sekolah Dasar sampai sarjana. Proses produksi beroperasi selama 24 jam dalam sehari yang dibagi menjadi 3 *shift* per hari. Berikut ini adalah jadwal *shift* kerja yang ditetapkan.

- *Shift* 1 : Pkl. 07.00 – 15.00 WIB
- *Shift* 2 : Pkl. 15.00 – 23.00 WIB
- *Shift* 3 : Pkl. 23.00 – 07.00 WIB

Kapasitas mesin untuk memproduksi pelat baja mencapai 400.000 ton baja per tahun. Saat ini Perseroan sedang melakukan ekspansi kapasitas produksi dengan mengambil alih mesin-mesin produksi pelat dari Dongkuk Steel, Korea. Saat ini proses ekspansi masih dalam tahap konstruksi dan diperkirakan selesai pada tahun 2017. Jika *line* produksi selesai, maka total kapasitas produksi mencapai 1,4 juta ton per tahun.

Proses produksi pelat baja terdiri dari 7 mesin utama, yaitu *Cutting Slab*, *Reheating Furnace*, *Descaler*, *4-High Roughing & Finishing Mill*, *Hot Leveller*,

Dividing Shear dan *Cutting Flame*. Untuk mengukur kesesuaian spesifikasi pelat yang diproduksi, dilakukan *Mechanical Test Spectro and Metallography* dengan mengambil *sampling*. Selain itu dilakukan juga 3 kali inspeksi, yaitu di proses setelah *cutting slab* sebelum masuk *Reheating Furnace*, inspeksi di *cooling bed* setelah proses *dividing shear* dan inspeksi sebelum dilakukan pengiriman.

Untuk memproduksi pelat baja, terdapat 4 jenis *raw material* yang biasa disebut slab. Keempat jenis *raw material* ini dibedakan berdasarkan ukuran panjang, lebar dan ketebalan bahan. Berikut ini adalah keempat *raw material* tersebut.

Tabel 4.1 Ukuran *Raw Material*

No	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)
1	195	1250	8000
2	220	1550	7500
3	250	1250	8000
4	270	1550	9000

Sumber: Internal Perusahaan

PT. X memproduksi jenis pelat yang memiliki ketebalan 6 mm sampai dengan 75 mm. Panjang yang dapat diproduksi adalah 2,4 meter sampai dengan 12,19 meter. Sedangkan lebar yang mampu diproduksi adalah 1,2 meter sampai 2,4 meter. Spesifikasi lebih jelas dipaparkan dalam tabel 4.2 berikut ini.

Tabel 4.2 Jenis Produk

	Tebal (mm)					Panjang (mm)	Lebar (mm)
	6	8	9	10	12		
12,7	19	28	40	65	2438	1219	
14	20	30	45	70	3048	1524	
15	22	32	50	75	6096	1829	
16	24	36	55		9144	2133	
18	25	38	60		12192	2438	

Sumber: Internal Perusahaan

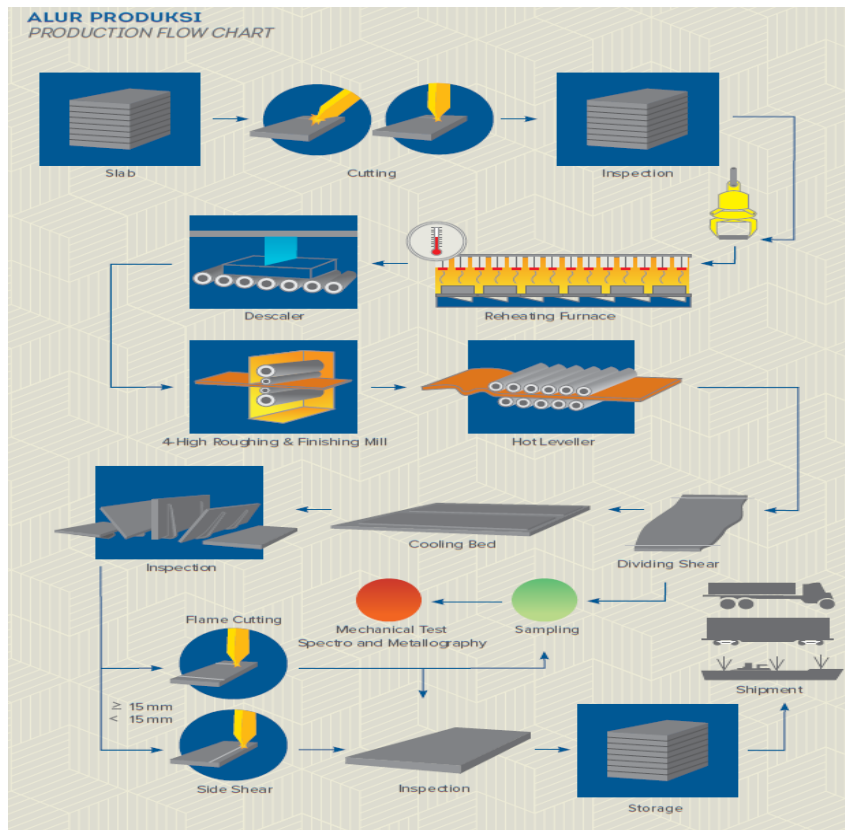
Selain batasan tebal, panjang dan lebar, PT. X juga memiliki berat maksimum yang dapat diproduksi yaitu sebesar 7.400 kg atau 7,4 ton. PT. X memiliki kebijakan terhadap jumlah minimum pesanan dari pelanggan. Kebijakan tersebut adalah untuk pesanan dari domestik harus memiliki jumlah pesanan setidaknya 20 M/Ton atau 5 pelat untuk setiap ukuran. Sedangkan untuk pesanan dari luar negeri atau ekspor, jumlah pesanan yang diterima minimal 50M/Ton atau 10 pelat setiap ukurannya.

Proses produksi PT. X mampu memproduksi pelat dengan ketebalan 6 mm yang merupakan ketebalan yang sulit diproduksi. Pelat baja dengan ketebalan 6 mm membutuhkan bahan baku dengan ketebalan 150 mm akibat keterbatasan mesin. Oleh karena itu, *raw material* untuk pembuatan pelat dengan ukuran 6 mm membutuhkan 2 kali *proses rolling*. *Rolling* pertama dilakukan sampai memiliki ketebalan 150 mm, selanjutnya dilakukan *rolling* kembali sampai ukuran 6 mm. Oleh karena itu, pelat dengan ketebalan 6 mm memiliki harga yang lebih tinggi dari pelat biasanya.

Terdapat 3 *warehouse* yang digunakan sebagai tempat penyimpanan *raw material* dan produk jadi. *Warehouse* pertama adalah *warehouse* penyimpanan *raw material* setelah didatangkan dari *supplier*. Lokasinya memiliki jarak yang jauh dengan lantai produksi. *Warehouse* tersebut akan menyimpan persediaan bahan baku yang diprediksi untuk persediaan 3 bulan kedepan. *Warehouse* kedua adalah *warehouse* penyimpanan slab sebelum proses produksi dilakukan. Oleh karena itu, *warehouse* ini terletak didalam lantai produksi. *Warehouse* ini berisi slab yang sudah dipotong (siap masuk mesin *Reheating Furnace*) dan pelat yang berukuran sama dengan di *warehouse* pertama. *Warehouse* ketiga adalah tempat penyimpanan pelat yang sudah selesai diproduksi sebelum dilakukan pengiriman.

4.2 Proses Produksi di PT. X

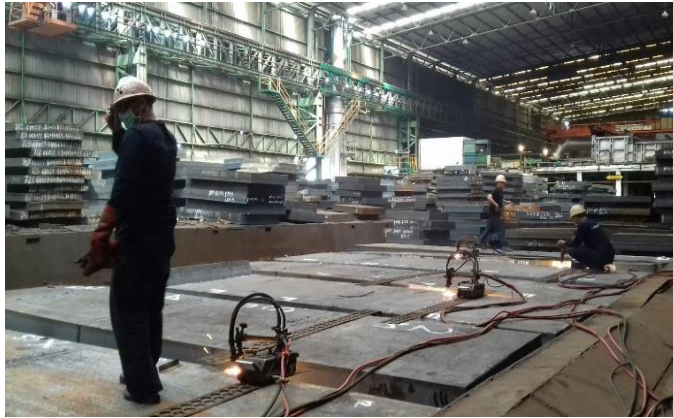
PT X hanya memproduksi pelat baja yang memiliki proses produksi yang sama untuk setiap proses. Berikut ini adalah alur proses produksi di PT X.



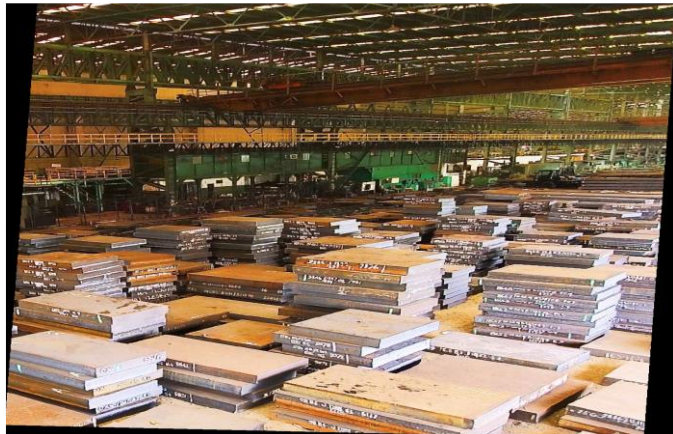
Gambar 4.1 Proses Produksi PT. X (Sumber: Internal Perusahaan)

1. *Slabs Cutting*

Slabs adalah bahan baku pembuatan pelat yang diimpor dari sumber yang memiliki reputasi internasional. Slabs tersebut memiliki panjang sekitar 7,5 meter sampai 9 meter dengan lebar 1,25 – 1,5 meter. Kemudian dilakukan pemotongan sesuai dengan ukuran yang ditetapkan oleh departemen PPIC. Pemotongan dilakukan oleh 3 orang operator dengan masing-masing satu mesin. Slab yang sudah dipotong kemudian di simpan sementara ke gudang penyimpanan slab atau langsung ke proses selanjutnya. Proses *cutting* slab ditunjukkan pada gambar 4.2 dan gudang slab ditunjukkan pada gambar 4.3.



Gambar 4.2 Proses *Cutting Slab*



Gambar 4.3 Gudang Penyimpanan Slab

2. Inspeksi

Inspeksi dilakukan terhadap hasil pemotongan di *slabs cutting*. Inspeksi dilakukan untuk memastikan ukuran slab dan ada tidaknya cacat produk.

3. *Reheating Furnace*

Potongan slabs dipanaskan di dapur pemanas sampai suhu standar sesuai dengan kualitas dan ukurannya. Pemasanan terhadap slab dilakukan sampai mencapai 1300 derajat celsius dari suhu 36 derajat celsius. Proses ini merupakan proses paling lama di lantai produksi. Waktu yang dibutuhkan adalah sekitar 4-5 jam. Gambar pemanasan slab ditunjukkan pada gambar 4.4 berikut ini.



Gambar 4.4 Proses *Reheating Furnace*

4. *Descaler*

Proses *descaler* adalah proses membersihkan slab yang membara dengan mesin pembersih kerak untuk menghilangkan kotoran-kotoran dari proses *reheating furnace*. Proses *descaler* ditunjukkan pada gambar 4.5 berikut.



Gambar 4.5 Proses *Descaler*

5. *4-High Roughing & Finishing Mill*

Proses rolling adalah proses utama di dalam proses produksi. Slab yang memiliki suhu 1300 derajat celcius kemudian dirolling dengan mesin 4 High *Reversing Roughing & Finishing* sampai memiliki ketebalan pelat yang sesuai spesifikasi. Slab yang memiliki ketebalan awal sekitar 250 mm dirolling sampai ketebalan yang ditentukan seperti 12 mm dan 50 mm. Proses ini akan menghasilkan panjang beberapa kali lipat dari panjang sebelumnya.

Gambar 4.5 dan 4.6 menunjukkan slab sebelum masuk mesin *rolling* dan sesudah masuk mesin *rolling*.



Gambar 4.6 Proses *Rolling*



Gambar 4.7 Pelat Hasil *Rolling*

6. *Hot Leveler*

Hot leveler merupakan proses untuk meratakan permukaan pelat setelah *rolling*. Hasil *rolling* biasanya tidak memiliki permukaan yang rata, sehingga dilakukannya perataan permukaan pelat, didapat mutu pelat yang prima.

7. *Dividing Shear*

Pelat yang memanjang dipotong lebih pendek dengan mesin pembagi. Hal ini dilakukan karena pelat hasil *rolling* memiliki panjang pelat 14 – 20 meter. Sehingga untuk dapat diproses selanjutnya, pelat harus memiliki ukuran tertentu agar dapat ditampung di *cooling bed*. Gambar 4.8 adalah proses *dividing shear*.



Gambar 4.8 *Dividing Shear*

8. *Cooling Bed*

Proses pendinginan dilakukan untuk mendinginkan pelat yang masih memiliki suhu yang panas mencapai suhu sekitar. Proses pendinginan ini dilakukan secara alami tanpa bantuan dari mesin. Gambar 4.9 adalah proses pendinginan di *cooling bed*.



Gambar 4.9 Proses Pendinginan Pelat

9. Inspeksi

Pelat baja diperiksa aspek fisik dan permukaannya secara teliti baik bagian atas maupun bagian bawahnya. Pada saat inspeksi dilakukan juga pemberian label pada pelat, seperti ukuran ketebalan, panjang dan lebar serta nomor pesanan. Gambar 4.10 adalah proses inspeksi yang dilakukan di *cooling bed*.



Gambar 4.10 Inspeksi Pelat

10. *Plate Cutting*

Pelat dipotong sesuai dengan ukuran pesanan. Jika tebal pelat lebih atau sama dengan 15 mm, digunakan *flame cutting* atau pemotongan dengan las campuran LPG dan oksigen. Namun bila ketebalannya kurang dari 15 mm, digunakan *mechanized side shear* atau pemotongan samping dengan mesin pemotong. Gambar 4.11 merupakan proses pemotongan tepi pelat dengan mesin *flame cutting*.



Gambar 4.11 Proses *Flame Cutting*

11. *Stenciled*

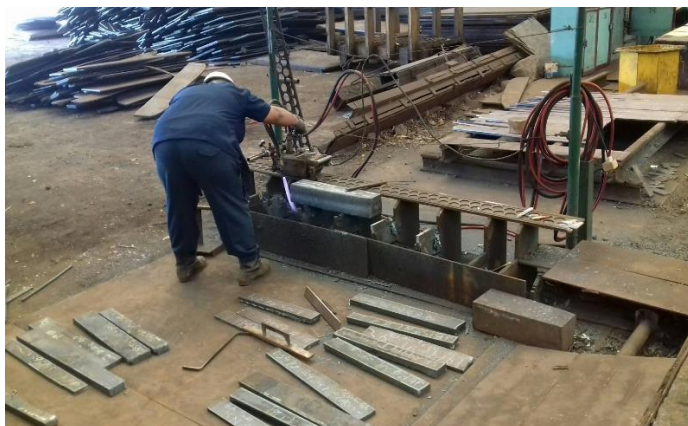
Proses *stenciled* merupakan pemberian label pada setiap pelat yang siap dikirim. Label yang diberikan seperti spesifikasi, tanggal produksi, nomor pesanan, nama perusahaan dan lain-lain. Gambar 4.12 merupakan proses pemberian label pada pelat.



Gambar 4.12 Proses Pemberian Label Pada Pelat

12. Inspeksi

Inspeksi dilakukan dengan melakukan pengujian terhadap pelat di laboratorium. Pengujian yang dilakukan adalah *mechanical test spectro and metallography*. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat getas dari pelat yang diproduksi. Pengujian ini dilakukan terhadap sampel. Pengambilan sampel ditunjukkan gambar 4.13, dan 4.13 uji laboratorium.



Gambar 4.13 Proses Pengambilan Sampel



Gambar 4.14 Uji Mekanik di Lab

13. *Storage*

Pelat yang sudah jadi, disimpan di gudang sebelum dilakukan pengiriman ke pelanggan. Proses penyimpanan dilakukan secara terbuka tanpa adanya kemasan penutup terhadap pelat. Gambar 4.15 merupakan gudang tempat penyimpanan pelat yang siap dikirim



Gambar 4.15 Gudang Penimanan *Finish Goods*

14. *Shipment*

Proses pengiriman pelat baja yang sudah selesai di produksi dilakukan dengan dua cara, yaitu pihak perusahaan yang melakukan pengiriman atau pelanggan mengambil barang langsung ke perusahaan. Moda transportasi yang

digunakan untuk pengiriman adalah truk. Proses pengiriman pelat siap jadi ditunjukkan pada gambar 4.16 berikut ini.



Gambar 4.16 Pelat Siap Dikirim

Pada proses produksi ini ada 3 jenis *material handling* yang digunakan yaitu forklift, konveyor dan crane. Forklift digunakan untuk memindahkan *raw material* dari gudang penyimpanan bahan baku ke gudang penyimpanan slab di lantai produksi. Selain itu digunakan juga untuk memindahkan *waste* hasil pemotongan dari lantai produksi ke gudang penyimpanan. Konveyor digunakan pada pemindahan material antar mesin produksi. Sedangkan crane digunakan untuk memindahkan slab dari tempat pemotongan slab ke mesin *furnace*, dari *colling bed* ke *flame cutting* dan pemindahan pelat ke storage dan dari *storage* ke truk. Gambar 4.17 merupakan contoh *material handling crane*



Gambar 4.17 *Material Handling Crane*

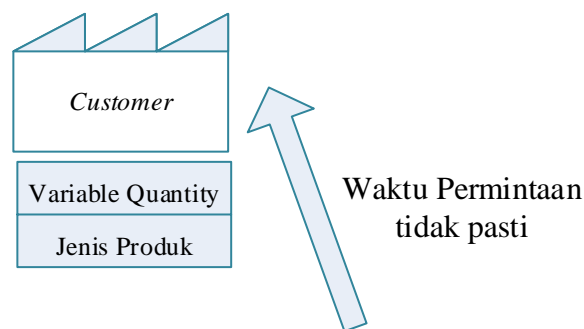
Dari struktur organisasi yang ditunjukkan pada gambar 4.1 diatas, dapat dilihat bahwa jumlah departemen/divisi secara keseluruhan adalah 14 departemen. Tetapi sesuai dengan batasan yang ditentukan diawal, departemen yang dilakukan penelitian hanya departemen yang berkaitan langsung dengan proses produksi. Dari gambar dapat kita lihat, departemen yang berwarna biru adalah departemen yang berkaitan langsung dengan proses produksi.

4.3 *Big Picture Mapping*

Big Picture Mapping (BPM) adalah *tools* yang dapat digunakan untuk menggambarkan suatu sistem secara keseluruhan didalam perusahaan. Proses ini akan memberikan informasi mengenai aliran fisik serta informasi diperusahaan. Selain itu didapatkan juga *lead time* dan *value adding time* proses produksi. Proses penggambaran *Big Picture Mapping* di PT. X dibagi menjadi beberapa fase.

4.3.1 *Phase 1: Record Customer Requirements*

Langkah pertama dalam *big picture mapping* adalah *record customer requirements*. *Record customer requirements* di PT.X ditunjukkan seperti gambar 10 berikut.

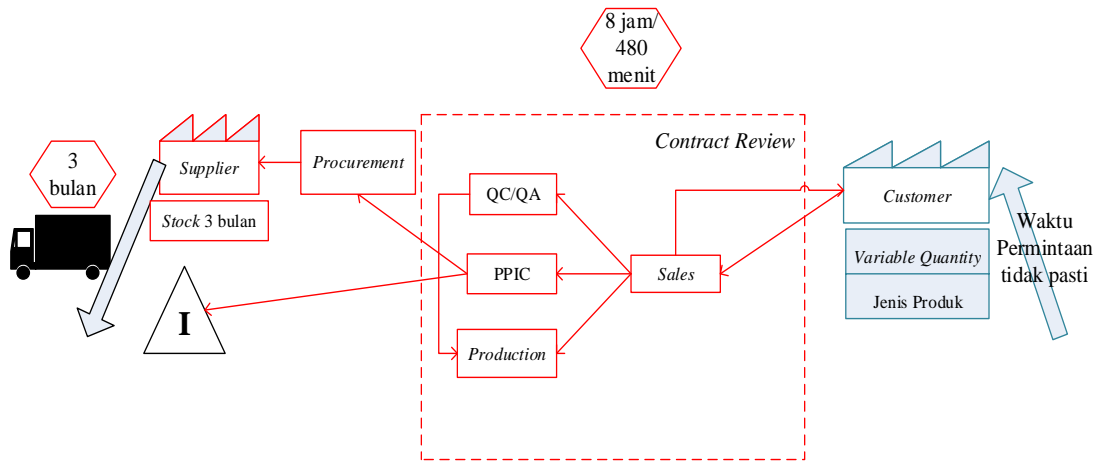


Gambar 4.18 *Record Customer Requirement*

Dalam fase ini, pelanggan menyampaikan pesanan ke pihak perusahaan yang didalamnya berupa berapa jumlah produk, spesifikasi produk, waktu pengiriman dan lain sebagainya. Karena PT.X merupakan perusahaan jenis *make to order*, maka waktu permintaan bersifat tidak pasti.

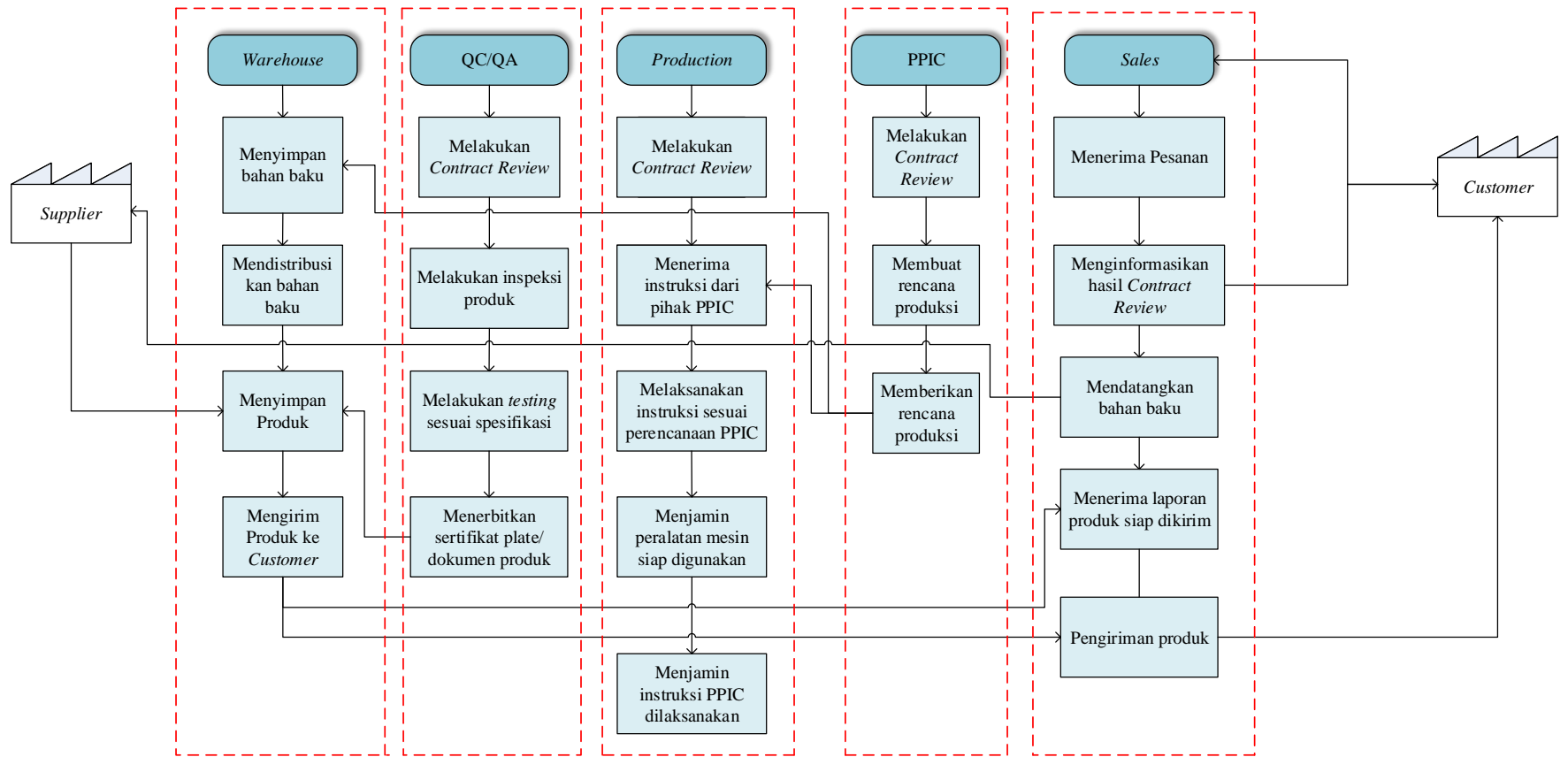
4.3.2 Phase 2: Add Information Flow

Fase kedua adalah penambahan aliran informasi. Aliran informasi di PT.X adalah seperti gambar 4.3 berikut.



Gambar 4.19 Add Information Flow

Aliran informasi dimulai dari datangnya permintaan *customer* sampai pengiriman produk jadi digambarkan seperti gambar berikut. Aliran informasi ini digambarkan berdasarkan hasil wawancara dengan pihak-pihak terkait dan pengamatan secara langsung di perusahaan. Secara lebih rincin, proses penggambaran aliran informasi ditunjukkan pada gambar 4.4 berikut ini.



Gambar 4.20 Information Flow PT.X

Dari gambar tersebut, aliran informasi di PT. X dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Aliran informasi dimulai dari permintaan produk dari pelanggan oleh Divisi *Sales*. Pelanggan akan memberitahu spesifikasi produk yang diinginkan, lama pengerjaan, harga produk yang diinginkan. Divisi *Sales* kemudian melaporkan ke 3 divisi yang berkaitan langsung dengan proses produksi, yaitu Divisi PPIC, Divisi Produksi, dan Divisi *Quality Control/ Quality Assurance (QC/QA)*.
2. Divisi PPIC, Divisi Produksi dan Divisi QC/QA melakukan *contract review* terhadap permintaan pelanggan. Ketiga divisi tersebut membahas apakah permintaan konsumen dapat dipenuhi dengan kapasitas dan kemampuan mesin, ketersediaan bahan baku, kualitas yang diinginkan serta jumlah minimum yang dipesan. Jika dapat dipenuhi, maka proses produksi dilanjutkan. Tetapi jika proses produksi dirasa tidak dapat dipenuhi maka proses produksi dibatalkan. Waktu dalam melakukan *contract review* biasanya adalah 1 hari atau 8 jam kerja.
3. Hasil *contract review* kemudian disampaikan oleh Divisi *Sales* ke pelanggan. Jika tidak dapat dipenuhi, maka kontrak dibatalkan. Jika permintaan dapat dipenuhi, maka dilakukan pemenuhan dokumen dan keuangan.
4. Jika permintaan pelanggan diterima dan dilanjutkan, maka diterbitkan *Interoffice Memorandum* yang merupakan pedoman setiap divisi dalam melakukan proses produksi.
5. Proses produksi dimulai dengan pembuatan rencana produksi oleh PPIC yang menjadi pedoman bagi Divisi Produksi. Divisi PPIC akan merencanakan ukuran pemotongan bahan baku (slab).
6. Rencana produksi tersebut kemudian diberikan ke Divisi *Warehouse* dan Divisi Produksi. Rencana produksi tersebut diberikan ke Divisi *Warehouse* untuk memberikan bahan baku sesuai dengan kebutuhan di Divisi Produksi. Kemudian Divisi Produksi mulai melakukan proses produksi setelah tersedianya bahan baku. Jika proses produksi selesai, maka diberikan informasi terhadap Divisi *Warehouse*.

7. Divisi QC/QA yang fungsinya melakukan inspeksi, melakukan *testing* terhadap produk, dan menerbitkan *certificate plate* berinteraksi langsung dengan Divisi Produksi. Bukan hanya memberikan arahan atau perintah, Divisi QC/QA juga terlibat dalam proses produksi secara langsung.
8. Divisi Warehouse menerima laporan dari Divisi Produksi dan QC/QA bahwa proses produksi selesai dilakukan. Informasi tersebut dilanjutkan ke Divisi *Sales* untuk menginformasikan ke pelanggan bahwa produk siap dikirim dan melakukan pemenuhan administrasi.
9. Divisi *Warehouse* dan Divisi *Marketing* bekerja sama melakukan pengiriman produk ke pelanggan.

Sebagai catatan, pada aliran informasi ini, pihak *supplier* tidak terlibat langsung dengan aliran proses produksi. Hal ini dikarenakan pengadaan bahan baku membutuhkan waktu yang lama. Waktu yang dibutuhkan untuk mendatangkan bahan baku adalah sekitar 3 bulan. Oleh karena itu pihak perusahaan membuat kebijakan persediaan bahan baku dengan kapasitas mampu memenuhi permintaan untuk 3 bulan ke depan. Sehingga pembelian bahan baku dilakukan sebelum permintaan konsumen datang, bukan setelah adanya pesanan dari pelanggan.

4.3.3 Phase 3: Add Physical Flow

Fase ketiga adalah penambahan aliran fisik pada proses produksi di PT.X seperti yang ditunjukkan pada gambar 12. Aliran fisik material digambarkan berdasarkan hasil pengamatan di lantai produksi dan hasil wawancara dengan pihak terkait. Berikut ini adalah penjelasan aliran material di perusahaan.

1. Warehouse Penyimpanan Bahan Baku

Raw material yang berupa slab diimpor perusahaan dari berbagai negara seperti Jepang, Ukraina, Afrika dan Mexico. *Raw material* kemudian disimpan di *warehouse* yang berupa stok untuk persediaan 3 bulan ke depan.

2. Warehouse di Lantai Produksi

Raw material dipindahkan dari *warehouse* bahan baku ke *warehouse* di lantai produksi sebelum dilakukan *cutting slab*. Pemindahan ini memudahkan dalam melakukan pemotongan slab. Waktu yang dibutuhkan untuk

memindahkan slab dari *warehouse* penyimpanan bahan baku ke *warehouse* di lantai produksi adalah 2-3 menit sekali transportasi. Proses pemindahan slab tersebut menggunakan forklift.

3. *Cutting Slab*

Pemotongan slab dimulai dengan memindahkan slab dari *warehouse* ke tempat pemotongan slab menggunakan crane. Setelah itu dilakukan pengukuran terhadap slab untuk menentukan rencana pemotongan. Selain itu dilakukan juga pemberian label spesifikasi produk.

4. *Warehouse* Penyimpanan Bahan Baku

Raw material yang berupa slab diimpor perusahaan dari berbagai negara seperti Jepang, Ukraina, Afrika dan Mexico. *Raw material* kemudian disimpan di *warehouse* yang berupa stok untuk persediaan 3 bulan kedepan.

5. *Warehouse* di Lantai Produksi

Raw material dipindahkan dari *warehouse* bahan baku ke *warehouse* di lantai produksi sebelum dilakukan *cutting slab*. Pemindahan ini memudahkan dalam melakukan pemotongan slab. Waktu yang dibutuhkan untuk memindahkan slab dari *warehouse* penyimpanan bahan baku ke *warehouse* di lantai produksi adalah 2-3 menit sekali transportasi. Proses pemindahan slab tersebut menggunakan forklift.

6. *Cutting Slab*

Pemotongan slab dimulai dengan memindahkan slab dari *warehouse* ke tempat pemotongan slab menggunakan crane. Setelah itu dilakukan pengukuran terhadap slab untuk menentukan rencana pemotongan. Selain itu dilakukan juga pemberian label spesifikasi produk. Menyiapkan mesin *cutting slab* adalah langkah selanjutnya yang dilakukan. Pemotongan dilakukan terhadap slab yang berukuran panjang dibagi beberapa bagian agar sesuai dengan kapasitas mesin dan perencanaan produksi. Waktu yang dibutuhkan untuk memotong sebuah potongan slab yang berukuran kecil membutuhkan waktu 8-9 menit. Artinya, jika *raw material* awal berukuran 8 meter, kemudian dipotong menjadi 4 bagian, maka dibutuhkan waktu 24 - 27 menit yaitu 3 kali pemotongan. Proses pemotongan slab dilakukan oleh 3 orang dan masing-masing 1 operator menggunakan 1 mesin *cutting slab*.

7. *Inspection*

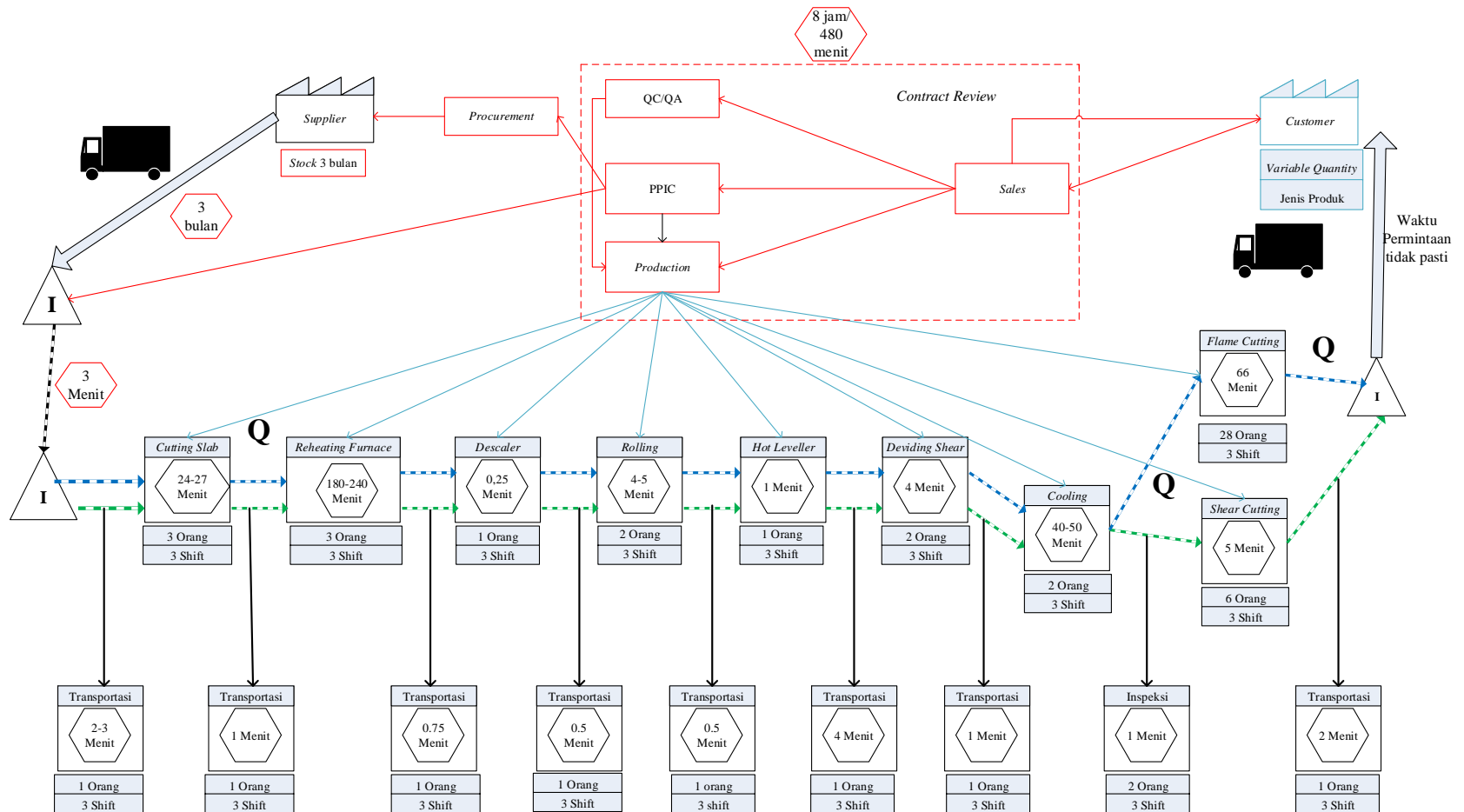
Inspeksi dilakukan setelah pemotongan slab untuk memeriksa dan memastikan bahwa ukuran pemotongan sesuai dengan rencana produksi. Selain itu, dilakukan juga pemeriksaan terhadap terjadinya *defect* pada slab.

8. *Transportation*

Slab yang sudah selesai di inspeksi selanjutnya dipindahkan ke mesin *reheating furnace*. Transportasi slab menggunakan crane yang dioperasikan oleh 1 orang karyawan. Sebelum masuk ke mesin *furnace*, slab terlebih dahulu dibersihkan dengan pompa angin. Waktu yang digutuhkan untuk memindahkan slab ke mesin *furnace* sekitar 1 menit.

9. *Reheating Furnace*

Di mesin *Reheating Furnace*, slab dipanaskan dari suhu kamar sekitar 36 derajat celcius sampai 1300 derajat celcius. Tujuan pemanasan slab ini adalah agar slab bisa di *rolling*. Pemanasan slab dilakukan oleh 3 orang operator. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pemanasan ini adalah sekitar 3-4 jam atau 180-240 menit.



Gambar 4.21 Add Physical Flow

10. Descaler

Slab panas kemudian dibersihkan dengan menyeprotkan air di mesin *descaler*. Tujuannya adalah menghilangkan kotoran yang ada pada slab akibat pemanasan yang dilakukan. Proses ini dilakukan bersamaan dengan pemindahan slab dari mesin *furnace* ke mesin *rolling* dengan menggunakan konveyor. Operator yang mengoperasikan mesin ini adalah operator yang sama dengan operator di mesin *furnace*. Waktu yang dibutuhkan dalam proses ini adalah sekitar 1 menit.

11. Rolling

Rolling adalah proses merubah slab panas menjadi pelat baja yang berukuran lebih tipis dan lebih panjang sesuai dengan ukuran yang ditetapkan. Proses *rolling* dilakukan oleh 2 orang operator dan membutuhkan waktu 4-5 menit untuk sekali *rolling*.

12. Hot leveller

Proses ini adalah mengubah pelat hasil *rolling* yang memiliki permukaan belum rata menjadi rata. Karena pelat hasil *rolling* pastinya memiliki permukaan yang belum rata akibat proses *roll* yang dilakukan. Operator yang mengendalikan mesin ini adalah 1 orang dan membutuhkan waktu sekitar 1 menit.

13. Transportation

Pelat yang hasil *rolling* memiliki ukuran yang sangat panjang yang mampu mencapai 20 meter lebih kemudian dipindahkan ke mesin *dividing shear* menggunakan konveyor. Proses pemindahan ini dilakukan bersamaan dengan pendinginan sementara. Waktu yang dibutuhkan dalam proses ini adalah sekitar 4 menit.

14. Deviding Shear

Deviding shear adalah melakukan pemotongan pelat yang memiliki ukuran yang panjang agar dapat ditampung di tempat pendinginan. Operator yang melakukan proses ini berjumlah 2 orang dan membutuhkan waktu sekitar 4 menit.

15. *Cooling*

Pelat yang masih memiliki suhu yang panas, dilakukan pendinginan sampai mencapai suhu ruangan secara alami. Proses ini pada saat pendinginan dilakukan juga proses inspeksi oleh Divisi Quality Control. Proses inspeksi dilakukan dengan melakukan pengukuran terhadap panjang lebar dan ketebalan pelat. Selain itu, dilakukan juga proses pemberian label pada pelat. Waktu yang dibutuhkan dalam proses pendinginan ini adalah sekitar 40-50 menit. Operator yang bertugas berjumlah 2 orang.

16. *Shear cutting* dan *Flame Cutting*

Shear cutting adalah proses pemotongan bagian tepi pelat yang belum memiliki ukuran seperti spesifikasi yang diinginkan. *Shear cutting* dilakukan terhadap pelat yang berukuran 15 mm kebawah. Waktu yang dibutuhkan adalah sekitar 5 menit dan dilakukan oleh 6 orang operator. Sedangkan *flame cutting* digunakan untuk memotong tepi pelat yang memiliki ketebalan lebih dari 15 mm. Prosesnya dilakukan ditempat dan mesin yang berbeda. Pelat yang memiliki ketebalan lebih dari 15 mm dipindahkan ke lokasi *flame cutting* menggunakan konveyor. Waktu yang dibutuhkan untuk memindahkan dari *colling bed* ke lokasi *flame cutting* adalah sekitar 2-3 menit. Sedangkan waktu yang dibutuhkan untuk *flame cutting* adalah sekitar 60-70 menit. Mesin yang digunakan berjumlah 14 buah dan tiap mesin dioperasikan oleh 2 orang. Dengan demikian proses *flame cutting* dilakukan oleh 28 orang operator.

17. Transportasi

Pelat yang sudah memiliki ukuran sesuai spesifikasi kemudian dipindahkan ke *warehouse*. Tetapi untuk memindahkan harus menunggu jumlah pelat sampai berjumlah 10 buah pelat, kemudian dilakukan pemindahan menggunakan crane. Proses pemindahan pelat dilakukan oleh 3 orang operator dengan waktu sekitar 2 menit.

18. Inspeksi

Inspeksi dilakukan di sebelu masuk *warehouse finished goods*. Proses ini bertujuan untuk memastikan produk sesuai spesifikasi awal yang diharapkan. Selain itu dilakukan juga pemberian label seperti kode spesifikasi, identitas pelat, tanggal pengerjaan dan nomor *order*.

19. Storage

Pelat yang sudah selesai diinspeksi kemudian di simpan di *warehouse finished goods* sebelum dilakukan pengiriman kepada pelanggan atau sebelum pelanggan melakukan penjemputan terhadap produknya.

4.3.4 Phase : Complete Big Picture Mapping

Fase terakhir adalah *complete Big Picture Mapping*. Gambar *Big Picture Mapping* ditunjukkan pada lampiran. Pada proses ini digambarkan secara keseluruhan bagaimana aktivitas di dalam perusahaan mulai dari pesanan pelanggan datang, proses produksi sampai proses pengiriman ke konsumen. Proses ini memberikan waktu total proses produksi dan *value added time*.

Waktu produksi untuk pelat ketebalan 12 mm adalah 276 menit per pelat sedangkan ketebalan 50 mm adalah 411 menit/pelat. *Value adding time* untuk pelat ketebalan 12 mm adalah 259 menit sedangkan pelat ketebalan 50 mm adalah 394 menit/pelat. Selisih antara waktu produksi dengan *adding value time* adalah 14 menit. Waktu yang tidak memberikan nilai tambah tersebut mengindikasikan adanya pemborosan pada perusahaan. Namun harus dilakukan identifikasi lebih lanjut untuk mengetahui pemborosan-pemborosan lain yang terjadi di perusahaan.

4.3.5 Perbandingan Waktu Aktual Dengan Waktu Standar

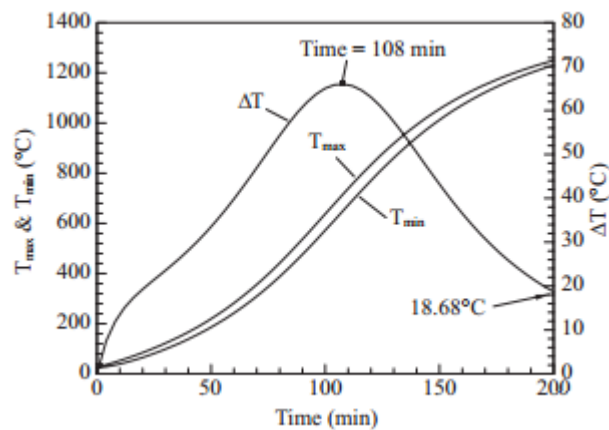
Perbandingan waktu aktual dan waktu standar digunakan untuk mengetahui terjadinya *waste* di tiap-tiap proses produksi. Waktu aktual adalah waktu proses produksi yang terjadi di PT. X. Sedangkan waktu standar adalah waktu yang seharusnya terjadi dilapangan berdasarkan spesifikasi mesin yang digunakan. Pada proses produksi di PT. X terdapat 9 mesin utama yang digunakan. Waktu produksi di masing-masing mesin akan dihitung satu per satu.

- *Cutting slab*

Mesin yang digunakan pada pemotongan slab adalah mesin Oxy-Fuel Cutting. Mesin ini mampu memotong pelat baja ketebalan 250 mm (10 inch) dalam waktu 2-3 menit. Maka, untuk memotong slab dengan lebar 1550 mm (61 inch), dibutuhkan waktu 12-18 menit atau rata-rata 15 menit.

- Mesin *Reheating Furnace*

Wei-Hsin Chen dalam penelitiannya, menuliskan bahwa waktu yang dibutuhkan untuk memanaskan pelat baja dengan ketebalan 250 mm dari suhu 25-1300 derajat celcius membutuhkan waktu 200 menit yang didapatkan berdasarkan perhitungan. Gambar 4.22 menunjukkan grafik waktu pemanasan pelat baja.



Gambar 4.22 Waktu Mesin *Furnace*

- Descaler

Pada mesin *descaler* yang merupakan proses membersihkan slab panas hanya membutuhkan waktu yang sebentar yaitu 1 menit.

- *Rolling*

Waktu standar yang dibutuhkan untuk mesin *rolling* adalah 4-5 menit untuk setiap proses rolling.

- *Hot Leveller*

Hot leveller yang merupakan proses meratakan permukaan pelat hasil *rolling* hanya membutuhkan sedikit waktu, yaitu 1 menit.

- *Dividing Shear*

Dividing shear adalah proses pemotongan pelat yang berukuran panjang agar mampu ditampung di cooling bed membutuhkan waktu 4 menit.

- *Cooling*

Proses pendinginan pelat yang panas dilakukan tanpa bantuan pendinginan. Artinya hanya menggunakan suhu ruangan sebagai pendinginan. Proses ini membutuhkan waktu 40-50 menit.

- *Shear Cutting*

Waktu standar yang digunakan dalam proses *shear cutting* adalah 4-5 menit.

- *Flame Cutting*

Mesin *flame cutting* yang digunakan adalah *portable flame cutting* mesin. Ketebalan potong mesin ini adalah 6-100 mm dengan kecepatan rata-rata 400 mm/ menit. Dengan demikian, waktu yang dibutuhkan untuk memotong pelat dengan panjang 10.500 mm dan lebar 1600 mm adalah 48-52 menit.

4.4 *Process Activity Mapping*

Process activity mapping merupakan metode yang berkembang dari metode tradisional yang memetakan proses secara keseluruhan dengan cara melakukan pendataan semua aktivitas berdasarkan tipe, presentasi waktu, presentasi proporsi aktivitas dan juga unsur-unsur yang menjadi atribut setiap proses tersebut yang dianggap memberikan dampak pada proses. Langkah awal yang dilakukan adalah pendataan seluruh aktivitas mulai dari slab sampai menjadi pelat siap dikirim ke pelanggan. Setiap aktivitas dibagi menjadi tipe aktivitas sebagai seperti pada tabel 4.2.

Tabel 4.3 Tipe Aktivitas

No	Tipe Aktivitas	Simbol
1	<i>Operation</i>	O
2	<i>Transportation</i>	T
3	<i>Inspection</i>	I
4	<i>Storage</i>	S
5	<i>Delay</i>	D

Setiap aktivitas pada tabel 3 akan membantu dalam mengelompokkan jenis aktivitas yang berlangsung pada proses produksi di PT. X. Setelah diidentifikasi, akan mudah mengidentifikasi segala aktivitas-aktivitas yang memberikan *value added*, *non value added* maupun yang bersifat *necessary non value adding activity*. Dari klasifikasi aktivitas tersebut, dibuat tabel aktivitas secara keseluruhan yang ditunjukkan pada tabel 4.3.

Tabel 4.4 *Process Activity Mapping*

No	Aktivitas	Step	Flow	Machine/ Tools	Time/ Menit	People	Chart Symbol				
							O	T	I	S	D
1	Cutting Slab	Menunggu crane dari proses lain	D		1						●
2		<i>Material handling</i>	T	Crane	1	1		●			
3		Memberikan label pada slab	O		0.5	3	●				
4		Mengukur slab untuk melakukan pemotongan	O		0.5		●				
5		Memindahkan mesin pemotong slab	T		0.5			●			

Tabel 4.5 *Process Activity Mapping* (lanjutan)

No	Aktivitas	Step	Flow	Machine/ Tools	Time/ Menit	People	Chart Symbol				
							O	T	I	S	D
6		Pemotongan raw material	O	Cutting Slab	24-27		●				
7		Inspeksi	I		1				●		
8		Material handling	T	Crane	1	1		●			
9	Reheating Furnace	Menunggu antrian slab dalam mesin furnace	D		0.5						●
10		Membersihkan slab	O	Pompa angin	0.5		●				
11		Memanaskan slab	O	Reheating Furnace	180-240		3	●			
12		Material handling	T	Konveyor	0.5			●			
13	Descaler	Membersihkan kerak slab	O	Descaler	1	1	●				

Tabel 4.6 *Process Activity Mapping* (lanjutan)

No	Aktivitas	Step	Flo w	Machine/ Tools	Time/ Menit	People	Chart Symbol				
							O	T	I	S	D
14		<i>Material handling</i>	T	Konveyor	0.5			●			
15	<i>Rolling</i>	<i>Rolling slab</i>	O	<i>Rolling</i>	4-5	2	●				
16		<i>Material handling</i>	T	Konveyor	0.5			●			
17	<i>Hot Leveller</i>	Meratakan permukaan slab	O	<i>Hot Leveller</i>	1	1	●				
18	<i>Transportation</i>	<i>Material handling</i>	T	Konveyor	0.5			●			
19	<i>Dividing Shear</i>	Dividing Shear	O	<i>Dividing Shear</i>	4	2	●				
20		<i>Material handling</i>	T	Konveyor	1			●			
21	<i>Cooling</i>	Mendinginkan pelat	O	<i>Cooling bed</i>	40-50	2	●				
22		Inspeksi	I		1				●		
23		Memberikan label pada pelat	O		0.5		●				

Tabel 4.7 *Process Activity Mapping* (lanjutan)

No	Aktivitas	Step	Flow	Machine/ Tools	Time/ Menit	People	Chart Symbol				
							O	T	I	S	D
24	Shear Cutting	Material handling	T	Konveyor	2			●			
25		Mengukur pelat yang akan dipotong	O		2	6	●				
26		Memotong pelat	O	Shear cutting	5		●				
27	Flame Cutting	Material handling	T	Crane	2	1		●			
28		Mengukur pelat yang akan dipotong	O		2	28	●				
29		Memindahkan mesin pemotong	T		1			●			
30		Memotong pelat	O	Flame Cutting	66		●				

Tabel 4.8 *Process Activity Mapping* (lanjutan)

No	Aktivitas	Step	Flow	Machine/ Tools	Time/ Menit	People	Chart Symbol				
							O	T	I	S	D
31	<i>Waiting</i>	Menunggu pelat sampai berjumlah 10 buah	D		28-66					●	
32	<i>Mechanical Test</i>	Mengambil sampel untuk uji mekanik	O		10	1	●				
33		Melakukan uji mekanik terhadap sampel	O		5	2	●				
34	Transportation	Memindahkan sisa potongan	T	Crane	3	1		●			
35		<i>Material handling</i>	T	Crane	3	1		●			
36	Inspeksi	Inspeksi	I		1	1			●		
37	<i>Storage</i>	<i>Packaging</i>	O		1		●				
38		<i>Storage</i>	S						●		

Tabel 4.9 *Process Activity Mapping* (lanjutan)

No	Aktivitas	Step	Flow	Machine/ Tools	Time/ Menit	People	Chart Symbol				
							O	T	I	S	D
TOTAL			34 & 35 steps		276 & 411	28 & 51	18	13	3	3	2
								16	3	0	29,5 & 67.5
Keterangan				Proses produksi pelat ketebalan 12 mm							
				Proses produksi pelat ketebalan 50 mm							

Dari tabel diatas, dapat dilihat bahwa proses produksi sebuah pelat terdiri dari 34 step untuk ketebalan 12 mm dan 35 step untuk ketebalan 50 mm. Total waktu dalam proses produksi adalah 276 menit untuk ketebalan 12 mm dan 411 untuk ketebalan 50 mm. Rinciannya *process activity mapping* pada pelat ketebalan 12 mm ditunjukkan pada tabel 4.4 berikut ini.

Tabel 4.10 Rekap Hasil *Process Activity Mapping* Pelat 12 mm

No	Tipe Aktivitas	Jumlah Aktivitas	Total Waktu (menit)
1	<i>Operation</i>	16	238.5
2	<i>Delay</i>	11	29,5
3	<i>Transportation</i>	3	16
4	<i>Inspection</i>	3	3
5	<i>Storage</i>	1	0

Sedangkan rincian *process activity mapping* pada pelat ketebalan 50 mm ditunjukkan pada tabel 4.5 berikut ini.

Tabel 4.11 Rekap Hasil *Process Activity Mapping* Pelat 50 mm

No	Tipe Aktivitas	Jumlah Aktivitas	Total waktu
1	<i>Operation</i>	16	382.5
2	<i>Delay</i>	3	67.5
3	<i>Transportation</i>	12	17
4	<i>Inspection</i>	3	3
5	<i>Storage</i>	1	0

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa kedua proses tersebut memiliki waktu tertinggi secara berurutan adalah *operation*, *delay*, *transportation*, *inspection* dan *storage*.

4.5 Activity Classification

Pada sub bab ini akan dijelaskan tentang klasifikasi aktivitas dari proses produksi. Data yang dijadikan pertimbangan adalah data dari aliran fisik *Big*

Picture Mapping. Aktivitas ini bertujuan untuk melihat pemborosan yang terjadi di perusahaan. Terdapat 3 tipe aktivitas, yaitu: *Value Adding Activity* (VAA), *Non Value Adding Activity* (NNVAA) dan *Necessary but Non Value Adding Activity* (NNVAA). Untuk menerapkan konsep *lean manufacturing*, kondisi-kondisi yang dianggap pemborosan harus di eliminasi dengan mengurangi atau menghilangkan aktivitas yang sifatnya tidak memberikan nilai tambah/ *value added* pada proses produksi. Oleh karena itu perlu dilakukan klasifikasi aktivitas terlebih dahulu. Dalam proses pengklasifikasian, semua aktivitas dengan tipe *operation* dianggap sebagai *value added*, sedangkan aktivitas transportasi dan inspeksi dianggap sebagai *neccessary non value added activity*. Adapun aktivitas yang dianggap *non value added* adalah *delay* atau menunggu. Klasifikasi aktivitas tersebut ditunjukkan pada table 4.6 berikut ini.

Tabel 4.12 Klasifikasi Aktivitas

No	Proses	Step	Tipe Aktivitas		
			VA	NNVA	NVA
1	Cutting Slab	Menunggu crane dari proses lain			√
2		<i>Material handling</i>		√	
3		Memberikan label pada slab		√	
4		Mengukur slab untuk melakukan pemotongan	√		
5		Memindahkan mesin pemotong slab		√	
6		Pemotongan <i>raw material</i>	√		
7		Inspeksi		√	
8		<i>Material handling</i>		√	
9	Reheating Furnace	Menunggu antrian slab dalam mesin <i>furnace</i>			√
10		Membersihkan slab	√		
11		Memanaskan slab	√		
12		<i>Material handling</i>		√	
13	Descaler	Membersihkan kerak slab	√		
14		<i>Material handling</i>		√	
15	Rolling	<i>Rolling slab</i>	√		
16		<i>Material handling</i>		√	
17	Hot Leveller	Meratakan permukaan slab	√		
18		<i>Material handling</i>		√	
19	Dividing Shear	<i>Dividing Shear</i>	√		
20		<i>Material handling</i>		√	
21	Cooling	Mendinginkan pelat	√		

Tabel 4.7 Klasifikasi Aktivitas (lanjutan)

No	Proses	Step	Tipe Aktivitas		
			VA	NNVA	NVA
22		Inspeksi		√	
23		Memberikan label pada pelat		√	
24	<i>Shear Cutting</i>	<i>Material handling</i>		√	
25		Mengukur pelat yang akan dipotong	√		
26		Memotong pelat	√		
27	<i>Flame Cutting</i>	<i>Material handling</i>		√	
28		Mengukur pelat yang akan dipotong	√		
29		Memindahkan mesin pemotong		√	
30		Memotong pelat	√		
31		Menunggu pelat sampai berjumlah 10 buah			√
32	<i>Mechanical Test</i>	Mengambil sampel untuk uji mekanik	√		
33		Melakukan uji mekanik terhadap sampel	√		
34	<i>Transportation</i>	Memindahkan sisa potongan		√	
35		<i>Material handling</i>		√	
36	Inspeksi	Inspeksi		√	
37	<i>Storage</i>	<i>Packaging</i>	√		
38		<i>Storage</i>		√	
Keterangan			Proses produksi pelat ketebalan 12 mm		
			Proses produksi pelat ketebalan 50 mm		

Dari tabel klasifikasi diatas, dapat dilihat bahwa tipe aktivitas *value added* untuk proses produksi pelat ketebalan 12 mm berjumlah 12 dari 34 atau sekitar 35,29%. Aktivitas *neccessary non value added activity* berjumlah 19 atau sebesar 55,88% sedangkan aktivitas *non value added* berjumlah 3 atau 8,82%. Untuk proses produksi pelat ketebalan 50 mm, tipe aktivitas *value added* berjumlah 12 dari 35 atau sekitar 34,28%. Aktivitas *neccessary non value added activity* berjumlah 19 atau sebesar 54,28% sedangkan aktivitas *non value added* berjumlah 3 atau 8,57%. Banyaknya kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah mengindikasikan adanya pemborosan pada rantai produksi. Oleh karena itu dilakukan identifikasi *waste* pada subbab selanjutnya.

4.6 Identifikasi Waste

Pada subbab ini dijelaskan tentang identifikasi 7 *waste* yang meliputi *waiting*, *excesive transportation*, *unnecessarry motion*, *inappropriate processing*, *defect*, *overproduction* dan *unnecessary inventory*. Identifikasi *waste* ini dilakukan berdasarkan *non value adding activities* dan wawancara dengan pihak perusahaan. Berikut ini adalah hasil identifikasi 7 *waste* yang ada di perusahaan. Proses wawancara dilakukan pada Manager Produksi, Manager *Quality Control*, Manager PPIC serta staff di divisi produksi dan *quality control*. Berikut ini beberapa jenis *waste* yang terjadi di perusahaan yaitu:

1. *Waiting*

Waiting adalah kegiatan menunggu tanpa adanya aktivitas produksi. *Waiting* yang terjadi adalah sebagai berikut:

- a. Menunggu perbaikan mesin *rolling* yang merupakan mesin utama yang sedang mengalami kerusakan. Hal ini mengakibatkan proses produksi tidak berjalan sekitar 5 jam.
- b. Menunggu crane untuk memindahkan material. Material yang akan dipindahkan mengakibatkan harus menunggu crane yang masih beroperasi di kegiatan produksi lain seperti memindahkan *waste* hasil pemotongan pelat. Hal ini terjadi di mesin *cutting slab* dan *flame cutting*.

- c. Pada proses pemindahan pelat setelah *flame cutting* dan *shear cutting*, pelat tidak langsung dipindahkan ke *storage*, tetapi menunggu terlebih dahulu sampai pelat berjumlah setidaknya 10 pelat. Jika sudah mencapai 10 pelat, maka proses pemindahan baru dilakukan. Secara teori, proses menunggu ini tidak termasuk dalam *waste*. Tetapi berdasarkan pengamatan dilapangan, jarak antara *flame cutting* ke *store* 3-4 meter dan dari *shear cutting* ke *storage* 10-12 meter, maka proses menunggu pelat sampai berjumlah 10 pelat lebih efisien daripada dipindahkan dengan satu per satu. Sehingga dengan pertimbangan *material handling* yang digunakan yaitu crane dan jarak mesin ke *storage* yang jauh, maka kebijakan ini lebih efisien diterapkan.

2. *Transportation*

Akibat dari *output rolling* lebih besar daripada daya tampung *cooling bed*, maka perlu dilakukan pemindahan pelat ke area pendingin alternatif. Sehingga untuk memindahkan pelat sebelum dilakukan pemotongan membutuhkan 2 kali pemindahan pelat.

3. *Defect*

Defect yang terjadi adalah ketika pada saat *pengerollan*, suhu slab lebih kecil dari suhu minimum ketetapan pada mesin *rolling*. Akibatnya, pelat yang di *rolling* tidak mencapai spesifikasi yang ditetapkan.

4. *Unnecessary motion*

Beberapa *waste unnecessary motion* adalah sebagai berikut:

- a. *Unnecessary motion* terjadi pada proses *cutting slab*, *flame cutting*, pengambilan sampel dan uji mekanik. Pada *cutting slab* dan *flame cutting*, operator memindahkan mesin serta melakukan pengukuran material seharusnya bisa dilakukan secara bersamaan. Tetapi pada pelaksanaannya, operator terlebih dahulu mengukur slab/pelat, kemudian memindahkan mesin pemotong.
- b. *Unnecessary motion* selanjutnya adalah operator menunggu proses pemotongan selesai di kursi yang jaraknya agak berjauhan dengan mesin pemotong. Operator bergerak setelah proses pemotongan

selasai. Akibatnya, waktu yang dibutuhkan dalam proses pemotongan lebih lama.

- c. Pada saat pengambilan sampel untuk test mekanik, operator melakukan sering berpindah-pindah seperti mengukur tekanan gas dan mengukur material yang dipotong.

4.7 Hasil Identifikasi Waste

Dari identifikasi *non value adding activities* dan wawancara yang dilakukan, maka tabel 6 akan menjelaskan tentang hasil identifikasi 7 waste, dimana juga diidentifikasi jenis kerugian yang diakibatkan yang meliputi waktu produksi dan kualitas.

Tabel 4.13 Hasil Identifikasi Waste

No	Jenis 7 waste	Waste yang ditemukan	Sumber penemuan	Jenis kerugian
1	<i>Waiting</i>	Menunggu proses perbaikan mesin yang sedang mengalami kerusakan.	Wawancara dengan pihak perusahaan dan pengamatan langsung.	T = 5 jam dan kerugian akibat tidak produksi seperti pembuangan gas yang sia-sia
		Menunggu crane dari aktivitas lain sebelum slab <i>cutting</i> dan <i>flame cutting</i>	Identifikasi <i>non value added activity</i>	T = 2 menit
2	<i>Transportation</i>	Pemindahan pelat saat proses	Wawancara dengan	T=4 menit

No	Jenis 7 waste	Waste yang ditemukan	Sumber penemuan	Jenis kerugian
		pendinginan terjadi 2 kali akibat keterbatasan daya tampung <i>cooling bed</i> .	Manager Divisi Produksi	
3	<i>Defect</i>	Ketidaksesuaian pelat dengan spesifikasi yang ditetapkan	Wawancara dengan Manager Divisi Produksi	Harga produk lebih murah atau menjadi 2 kali proses produksi
4	<i>Unnecessary motion</i>	Pemindahan mesin <i>flame cutting</i> dan <i>slab cutting</i>	Wawancara dengan pihak perusahaan dan pengamatan langsung.	T = 1 menit
		Jarak dari mesin pemotong dan kursi tempat menunggu pemotongan agak jauh.	Pengamatan langsung	T = 1 menit
		Berpindah-pindah dalam mengukur tekanan gas dan material yang dipotong	Pengamatan langsung	T = 3 menit
5	<i>Overproduction</i>	Tidak ditemukan	-	-
6	<i>Unnecessary inventory</i>	Tidak ditemukan	-	-
7	<i>Inappropriate processing</i>	Tidak ditemukan	-	-

Tabel 4.14 Hasil Identifikasi *Waste* (lanjutan)

Berdasarkan tabel diatas, dapat diketahui bahwa, dari konsep 7 *waste* yang digunakan, pada proses produksi di PT. X hanya ditemukan 4 jenis *waste*. Yaitu *waiting*, *transportation*, *defect* dan *Unnecessary motion*. *Waste* pada *overproduction*, *unnecessary inventory* dan *inappropriate processing* tidak ditemukan.

Pada *waste waiting*, perusahaan mengalami kerugian pada waktu sebesar 330-386 menit. Selain itu, terjadi juga kerugian pada bahan bakar, dimana pada mesin *furnace* walau tidak ada produksi, proses pembakaran tetap terjadi. Jika mesin *furnace* dimatikan, maka bahan bakar untuk memanaskan mesin *furnace* dari 36 derajat celcius sampai 1300 derajat celcius akan terbuang sia-sia. Pada *waste transportation*, perusahaan mengalami kerugian 4 menit akibat harus terjadi 2 kali pemindahan material. Pada *waste defect*, perusahaan akan mengalami kerugian dalam harga pelat. Di perusahaan, menerapkan kebijakan, jika produk *defect* masih memungkinkan diproduksi kembali, maka pelat di *downgrade*. Artinya ketebalan pelat diturunkan. Jika tidak dapat diproduksi kembali, maka pelat memiliki harga jual yang rendah karena dianggap sebagai *waste*. Pada *waste unnecessary*, perusahaan mengalami kerugian waktu sebesar 5 menit akibat operator tidak melakukan pekerjaan sekaligus, berpindah-pindah dan tempat menunggu berjauhan dengan tempat mesin pemotongan.

4.8 Identifikasi Akar Penyebab *Waste*

Pada subbab ini akan dilakukan proses identifikasi akar penyebab dari masing-masing *waste* yang telah ditemukan pada identifikasi 7 *waste*. Berikut ini merupakan penyebab dari masing-masing *waste* menggunakan *Root Cause Analysis*.

4.8.1 Akar Penyebab *Waiting*

Pada *waste waiting* terdapat beberapa penyebab terjadinya yang dijelaskan sebagai berikut.

1. Kerusakan mesin

Kerusakan mesin *rolling* mengakibatkan proses produksi tidak berjalan dan harus menunggu proses perbaikan.

1.1 *Why* 1: Tidak melakukan pengecekan mesin sebelum dilakukan proses produksi.

1.1.1 *Why* 2: Jadwal *maintenance* pada mesin tidak dijalankan dengan baik.

2. Menunggu crane

2.1 *Why* 1: Koordinasi yang kurang baik antara operator *material handling* dengan operator *cutting* slab.

2.1.1 *Why* 2: Keterbatasan crane yang beroperasi di *cutting slab* dan *flame cutting*.

4.8.2 Akar Penyebab *Waste Transportation*

1. *Why* 1: Keterbatasan kapasitas *cooling bed*. Kapasitas *cooling bed* dan waktu pendinginan yang lama tidak sebanding dengan *output* dari mesin *rolling* yang mengakibatkan *cooling bed* tidak cukup menampung.

4.8.3 Akar Penyebab *Defect*

1. *Why* 1: Suhu minimum slab tidak terjaga saat proses *rolling*, sehingga kemampuan *rolling* tidak maksimal.

1.1 *Why* 2: Kesalahan operator dalam input data dalam mesin *rolling*.

4.8.4 Akar Penyebab *Unnecessary Motion*

1. *Why* 1: Operator tidak merencanakan dengan baik dalam proses pengambilan sampel, seperti pengukuran material dan tekanan gas.

1.1 *Why* 2: Kurangnya kesadaran operator dalam melakukan kegiatan-kegiatan yang dapat dilakukan secara bersamaan, seperti memindahkan mesin dan melakukan pengukuran

BAB 5

ANALISA DAN REKOMENDASI PERBAIKAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai hasil analisa dari pengumpulan dan pengolahan data yang telah dilakukan untuk selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam pembuatan usulan perbaikan.

5.1 Analisa *Big Picture Mapping*

Big picture mapping adalah langkah awal untuk memahami aliran informasi dan aliran fisik pada proses produksi secara keseluruhan. *Big picture mapping* yang digambarkan adalah gambaran proses produksi secara keseluruhan di PT. X. Secara keseluruhan penggambaran *big picture mapping* ada pada lampiran 1. Dari gambar tersebut didapat *value adding time* proses pembuatan pelat baja dengan ketebalan 12 mm adalah 259 menit. Sedangkan total waktu produksinya adalah sekitar 276 menit. Sedangkan pelat ketebalan 50 mm memiliki *value adding time* adalah 394 menit dan waktu produksi 411 menit. Sehingga selisih dari waktu produksi dengan *value adding time* dapat dikatakan sebagai waktu yang tidak memberikan nilai tambah bagi produk, yaitu masing sebesar 17 menit atau 6% dan 41,%.

Waktu yang digunakan untuk melakukan aktivitas proses produksi namun tidak memberikan nilai tambah pada produk, mengindikasikan bahwa adanya pemborosan (*waste*) yang berdampak pada proses produksi. Namun pada *big picture mapping* tidak ditunjukkan *waste* apa saja yang terjadi, sehingga perlu dilakukan proses pengolahan data lainnya untuk menguraikan jenis-jenis *waste* yang terjadi pada proses produksi.

5.2 Analisa Perbandingan Waktu Standar dengan Waktu Aktual

Untuk mengetahui pada proses mana saja yang terdapat *waste*, maka dilakukan perbandingan antara waktu standar dengan waktu aktual berdasarkan data di bab 4. Dari subbab 4.4.5 tentang perbandingan waktu, terdapat beberapa perbedaan antara waktu aktual dan waktu standar. Tabel 5.1 berikut memaparkan perbedaan waktu tersebut.

Tabel 5.1 Perbandingan Waktu Standar dengan Waktu Aktual

No	Proses / Mesin	Waktu Standar (menit)	Waktu Aktual (menit)
1	<i>Cutting Slab</i>	15	24-27
2	<i>Reheating Furnace</i>	200	180-240
3	<i>Descaler</i>	1	1
4	<i>Rolling</i>	4-5	4-5
5	<i>Hot Leveller</i>	1	1
6	<i>Dividing Shear</i>	4	4
7	<i>Cooling</i>	40-50	40-50
8	<i>Shear Cutting</i>	4-5	5
9	<i>Flame Cutting</i>	48-52	66

Dari tabel diatas, dapat dilihat perbandingan antara waktu aktual dan waktu standar. Dari 9 proses di lantai produksi, terdapat 3 proses yang memiliki waktu yang berbeda. Proses tersebut adalah *cutting slab*, *reheating furnace* serta *flame cutting*. Pada proses *cutting slab*, terdapat 9 menit perbedaan waktu, sedangkan *reheating furnace*, jika waktu aktual dirata-ratakan yaitu sebesar 210 menit, maka akan mengalami perbedaan sebesar 10 menit. Sedangkan *flame cutting* mengalami perbedaan sebesar 14-18 menit. Dari perbedaan tersebut dapat dianalisa proses penyebab terjadinya pada masing-masing proses atau mesin yang dibahas di subbab selanjutnya.

5.3 Analisa Identifikasi Waste

Identifikasi 7 waste yang dilakukan berdasarkan *non value adding activity* dan wawancara dengan berbagai pihak yang ada dari perusahaan. Dari hasil tersebut ditemukan 4 jenis waste, yaitu *waiting*, *excessive transportation*, *defect* dan *unnecessary motion*.

Waiting yang ditemukan pada aktivitas menunggu proses perbaikan mesin *rolling* yang mengalami kerusakan. Aktivitas tersebut merupakan *waste waiting* karena tidak ada proses produksi selama menunggu. Dari perhitungan yang dilakukan, maka pihak perusahaan mengalami kerugian total 5 jam 10 menit. Kerugian lainnya adalah adanya pembuangan bahan bakar gas yang sia-sia akibat tidak adanya proses produksi. Kerugian akibat pembuangan bahan bakar yang sia-sia belum dilakukan pada penelitian ini.

Excessive transportation yang ditemukan adalah pemindahan pelat saat proses pendinginan terjadi 2 kali akibat keterbatasan daya tampung *cooling bed*. Waste ini terjadi karena waktu pendinginan pelat yang sedangkan proses *rolling* terus terjadi. Keadaan ini terjadi pada pelat jika pelat yang dipindahkan adalah ketebalan dibawah 15 mm. Jika ketebalan dibawah 15 mm, maka pelat yang dipindahkan ke tempat pendinginan alternatif, kembali dipindahkan ke *cooling bed* untuk pemindahan ke *shear cutting* menggunakan konveyor. Kerugian yang dialami perusahaan adalah sebesar 4 menit.

Defect yang ditemukan adalah adanya produk cacat akibat kerusakan mesin dan suhu minimum pelat tidak tercapai saat proses *rolling* dilakukan. Waste ini mengakibatkan *rework* pada pelat jika pelat tersebut masih memungkinkan di produksi. Jika masih memungkinkan, maka spesifikasinya di *downgrade* ke spesifikasi yang lebih kecil. Jika tidak memungkinkan dikerjakan ulang, maka pelat tersebut dianggap *waste* dan dijual lebih murah.

Unnecessary motion yang ditemukan adalah pemindahan mesin *flame cutting* dan *slab cutting*, jarak dari mesin pemotong dan kursi tempat menunggu pemotongan agak jauh, dan berpindah-pindah dalam mengukur tekanan gas dan material yang dipotong. Akibat dari waste ini, perusahaan mengalami kerugian waktu sebanyak 5 menit.

Dari 7 *waste* yang ada, ada 3 jenis *waste* yang tidak ditemukan *overproduction*, *inappropriate processing* dan *unnecessary inventory*. *Overproduction* tidak ditemukan dalam proses produksi karena PT. X merupakan perusahaan *make to order*. Oleh karena itu, jumlah material yang diproduksi adalah sesuai dengan jumlah permintaan pelanggan. *Unnecessary inventory* tidak ditemukan. Hal ini disebabkan oleh bahan baku pembuatan pelat didatangkan dari luar negeri. Proses mendatangkan bahan baku yang membutuhkan waktu sampai 3 bulan, membutuhkan perencanaan jangka panjang agar mampu memenuhi kebutuhan pelanggan. Digudang penyimpanan bahan baku memang ditemukan banyak bahan baku yang tidak langsung digunakan. Hal itu disebabkan oleh gudang penyimpanan itu ditujukan untuk memenuhi stok untuk 3 bulan kedepan.

5.4 Analisa Akar Penyebab Waste

Dari keempat jenis *waste* yang ditemukan, kemudian dilakukan identifikasi akar penyebabnya dengan menggunakan metode *root causes analysis*, yaitu metode untuk mencari alasan penyebab paling mendasar dari *waste*.

Berdasarkan hasil identifikasi akar penyebab masing-masing *waste* pada subbab 4.10, dari 6 jenis *waste* yang ditemukan terdapat 17 akar penyebab *waste*. *Waste waiting* merupakan *waste* yang paling banyak diantara *waste* lainnya, yaitu 3 jenis *waste*. Akar penyebabnya adalah tidak melakukan penjadwalan *maintenance* dengan baik yang mengakibatkan kerusakan mesin pada saat proses produksi sedang berjalan. Penyebab *waste* lainnya adalah keterbatasan jenis, jumlah dari *material handling* yang ada pada rantai produksi. Hal ini dilihat dari waktu menunggu crane di proses lain, dan kapasitas *cooling bed* yang tidak memadai.

Secara keseluruhan, akar penyebab *waste* tersebut adalah operator atau karyawan dan keterbatasan mesin dan jenis *material handling* yang ada di rantai produksi. Kesalahan dari operator seperti tidak melakukan pemeriksaan terhadap mesin sebelum proses produksi, tidak melakukan penjadwalan perawatan mesin, kurangnya kesadaran dalam melakukan pekerjaan sekaligus yang seharusnya bisa dilakukan. Sedangkan keterbatasan mesin seperti jumlah crane yang hanya berjumlah 13 buah serta memiliki gerak *crane* yang sudah ditetapkan, *material handling* untuk memindahkan pelat ke *warehouse finish goods* terbatas hanya *crane*

dan kapasitas penampungan *cooling bed* yang menjadikan proses *material handling* dua kali dilakukan.

5.5 Analisa *Process Activity Mapping*

Pada hasil pengumpulan data sebelumnya di bab 4, ditunjukkan bahwa terdapat klasifikasi aktivitas yang terjadi di PT. X. Setiap tipe aktivitas mempunyai proporsi masing-masing yang berbeda sesuai dengan kondisi eksisting yang terjadi pada rantai produksi. Adapun hasil rekapitulasi ditunjukkan pada tabel 5.2 berikut ini.

Tabel 5.2 Rekap Hasil *Process Activity Mapping* Pelat 12 mm

No	Tipe Aktivitas	Jumlah Aktivitas	Presentasi (%)
1	<i>Operation</i>	16	44,44
2	<i>Delay</i>	3	8,82
3	<i>Transportation</i>	11	32,35
4	<i>Inspection</i>	3	8,82
5	<i>Storage</i>	1	2,94

Tabel 5.3 Rekap Hasil *Process Activity Mapping* Pelat 50 mm

No	Tipe Aktivitas	Jumlah Aktivitas	Presentasi (%)
1	<i>Operation</i>	16	45,71
2	<i>Delay</i>	3	8,57
3	<i>Transportation</i>	12	34,28
4	<i>Inspection</i>	3	8,57
5	<i>Storage</i>	1	2,85

Dari tabel rekapitulasi diatas dapat dilihat proporsi masing-masing tipe aktivitas yang berlangsung di PT.X. Terdapat total 34 aktivitas untuk pelat dengan ketebalan 12 mm dan 35 aktivitas untuk ketebalan 50mm. Aktivitas yang terjadi pada pelat ketebalan 12 mm terdiri dari *operation* sebanyak 16 aktivitas (44,44%),

transportation 11 aktivitas (32,35%), *inspection* 3 aktivitas (8,82%), *storage* 1 aktivitas (2,94%) dan *delay* 3 aktivitas (8,82%). Sedangkan Aktivitas yang terjadi pada pelat ketebalan 50 mm terdiri dari *operation* sebanyak 16 aktivitas (45,71%), *transportation* 11 aktivitas (34,28%), *inspection* 3 aktivitas (8,57%), *storage* 1 aktivitas (2,85%) dan *delay* 3 aktivitas (8,57%) Dengan kata lain pada proses produksi pelat ketebalan 12 mm, aktivitas di PT. X terdiri dari 44,44% *value adding activity*, 41,17% *necessary non value adding activity* yang terdiri dari aktivitas transportasi dan inspeksi serta *non value adding activity* sebesar 11,76%. Sedangkan aktivitas pada produksi ketebalan 50 mm terdiri dari 45,71% *value adding activity*, 42,85% *necessary non value adding activity* yang terdiri dari aktivitas transportasi dan inspeksi. Sedangkan *non value adding activity* sebesar 11,43%.

Dari proporsi tersebut dapat dilihat bahwa proporsi aktivitas kedua proses pembuatan pelat didominasi oleh *value adding activity* yaitu 44,44% dan 45,71%. Tetapi persentasinya tidak berbeda jauh dengan aktivitas *necessary non value adding activity* yaitu 41,17% dan 42,85%. Aktivitas ini terpaut 3,27% dan 2,86% dari *necessary non value adding time*. Selain itu, terdapat sebesar 15,78% *non value adding activity*. Dari proporsi ini dapat dilihat bahwa begitu banyak tipe transportasi, sehingga perlu dilakukan evaluasi bagian ini.

5.6 Analisa Rekomendasi Perbaikan

Sebelum dibuat alternatif perbaikan, terlebih dahulu dilakukan klasifikasi aktivitas berdasarkan pengamatan di lantai produksi dengan mempertimbangkan efektifitas dan efisiensi dari masing-masing proses. Alternatif perbaikan dilakukan pada klasifikasi aktivitas yang dilakukan di bab 4. Berikut ini proses pengklasifikasian aktivitas sesuai dengan kebutuhan perusahaan.

Tabel 5.4 Klasifikasi Aktivitas Perbaikan

No	Aktivitas	Step	Tipe Aktivitas			Waktu (menit)
			VA	NNVA	NVA	
1	Cutting Slab	Menunggu crane dari proses lain			√	1
2		Material handling		√		1
3		Memberikan label pada slab		√		0,5
4		Mengukur slab untuk melakukan pemotongan	√			0,5
5		Memindahkan mesin pemotong slab		√		0,5
6		Pemotongan raw material	√			24-27
7		Inspeksi		√		1
8		Material handling		√		1
9	Reheating Furnace	Menunggu antrian slab dalam mesin furnace			√	0,5
10		Membersihkan slab	√			0,5
11		Memanaskan slab	√			180-240
12		Material handling		√		0,5
13	Descaler	Membersihkan kerak slab	√			1
14		Material handling		√		0,5
15	Rolling	Rolling slab	√			4-5
16		Material handling		√		0,5
17	Hot Leveller	Meratakan permukaan slab	√			1
18		Material handling		√		0,5
19	Dividing Shear	Dividing Shear	√			4

Tabel 5.5 Klasifikasi Aktivitas Perbaikan (lanjutan)

No	Aktivitas	Step	Tipe Aktivitas			Waktu (menit)
			VA	NNVA	NVA	
20		<i>Material handling</i>				1
21	<i>Cooling</i>	Mendinginkan pelat	√			40-50
22		Inspeksi		√		1
23		Memberikan label pada pelat		√		0,5
24	<i>Shear cutting</i>	<i>Material handling</i>		√		2
25		Mengukur pelat yang akan dipotong	√			2
26		Memotong pelat	√			5
27	<i>Flame cutting</i>	<i>Material handling</i>		√		2
28		Mengukur pelat yang akan dipotong	√			2
29		Memindahkan mesin pemotong		√		1
30		Memotong pelat	√			66
31	Waiting	Menunggu pelat sampai berjumlah 10 buah			√	28-66
32	<i>Mechanical Test</i>	Mengambil sampel untuk uji mekanik	√			10
33		Melakukan uji mekanik terhadap sampel	√			5
34	<i>Transportation</i>	Memindahkan sisa potongan		√		3
35		<i>Material handling</i>		√		3
36	Penyimpanan	Inspeksi		√		1
37		<i>Packaging</i>	√			1
38		<i>Storage</i>		√		
Total waktu produksi pelat 12 mm						287,5
Total waktu produksi pelat 50 mm						470
Keterangan		Proses produksi pelat ketebalan 12 mm				
		Proses produksi pelat ketebalan 50 mm				

Dari tabel diatas dapat dilihat, tulisan dengan warna merah merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah atau pemborosan. Oleh karena itu, aktivitas tersebut dihilangkan. Pada aktivitas nomor 5, yaitu memindahkan mesin *cutting* slab, aktivitas tersebut dapat disatukan dengan aktivitas nomor 4. Hal ini

dikarenakan mesin *cutting* slab berukuran kecil dan ringan. Oleh karena itu, proses tersebut sebaiknya dilakukan secara bersamaan.

Pada aktivitas 31, ditemukan kegiatan menunggu pelat sampai berjumlah 10 yang mengakibatkan waktu tunggu yang mencapai 5 menit untuk pelat dengan ketebalan 12 mm dan 66 menit untuk ketebalan 50mm. Secara teori, kebijakan menunggu tersebut termasuk dalam *waste*. Tetapi berdasarkan pengamatan dilapangan, jarak dan *material handling* yang digunakan menjadi pertimbangan yang menyebabkan hal tersebut tidak termasuk *waste*. Yang pertama, jarak antara *flame cutting* ke *storage* adalah 3-4 meter dan jarak dari *shear cutting* ke *storage* adalah 10-12 meter. Yang kedua, *material handling* yang digunakan untuk memindahkan pelat adalah crane. Memindahkan 10 buah pelat dengan menggunakan *material handling* crane dengan jarak 3-4 meter dan 10-12 meter lebih lebih efisien daripada memindahkan satu per satu pelat dengan jarak yang sama. Selain itu, kapasitas crane juga mampu memindahkan pelat sampai berjumlah 10 pelat. Oleh karena itu, kebijakan menunggu sampai pelat berjumlah 10 buah lebih tidak termasuk *waste* dan tidak perlu dihilangkan. Dengan menghilangkan aktivitas yang menjadi *waste* tersebut, maka performa produksi pelat ketebalan 12 mm meningkat sebesar 10% (30/287,5), sedangkan performa produksi pelat ketebalan 50 mm meningkat sebesar 14.46% (68/470).

Selain daripada menghilangkan *non value adding activity*, proses perbaikan dapat dilihat dari perbandingan waktu standar dengan waktu actual. Jika dijumlahkan, waktu yang terdapat pada *non value adding activity* terhadap waktu actual, waktu tersebut belum menunjukkan waktu standar. Hal ini disebabkan perhitungan waktu actual dilakukan pada saat proses tersebut dilakukan. Seperti pada *cutting slab*, waktu actual yang dihitung adalah pada saat proses pemotong mulai dilakukan sampai slab selesai dipotong. Perhitungan waktu tersebut belum melibatkan waktu set up mesin yang lama, pengukuran slab menunggu pemindahan slab yang sudah dipotong. Hal yang sama juga terjadi pada proses *flame cutting*. Waktu setup mesin yang lama, serta pengukuran slab yang akan dipotong belum dihitung. Oleh karena itu, gap pada proses *cutting* slab sebesar 9 -12 menit merupakan waktu set up mesin serta pengukuran material yang lama. Sama halnya pada proses *flame cutting*, gap yang berjumlah 14-18 menit selain *non adding value*

activity, adalah waktu set up dan pengukuran yang lama. Pada mesin *furnace*, gap yang terjadi sekitar 10 menit disebabkan oleh antrian slab sebelum masuk *furnace* dan antrian sebelum proses rolling dilakukan. Penyebab lainnya yang memungkinkan adalah tingkat kepanasan mesin *furnace* itu sendiri. Dengan mengurangi atau menghilangkan gap tersebut, maka perusahaan mampu memperbaiki waktu produksi 33-37 menit waktu yang merupakan *waste*.

Melihat kembali spesifikasi produk amatan yang ditunjukkan pada tabel dibawah ini, maka dapat dihitung perbandingan setelah dilakukan perbaikan dengan menggunakan pendekatan harga produk.

Tabel 5.6 Spesifikasi Produk Amatan

Ketebalan (mm)	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Berat Jenis	Berat (kg)
12	18.000	1.800	7850kg/m ³	3.000
50	10.500	1.600		6.600

Tabel 5.7 Harga Pelat

Ketebalan (mm)	Berat (kg)	Harga (kg)	Harga Pelat
12	3.000	9.000	27.000.000
50	6.600		59.400.000

Waktu yang dibutuhkan pada proses *rolling* satu buah pelat adalah 4-5 menit. Dengan demikian, jika waktu yang terbuang sebesar 33-37 menit dalam sehari, waktu tersebut seharusnya mampu memproduksi 9 pelat ketebalan 12 mm dan 7 pelat ketebalan 50 mm. Dengan perhitungan tersebut. Maka kerugian yang dialami perusahaan dalam sehari produksi adalah sebesar $9 \times \text{Rp. } 27.000.000 = \text{Rp. } 243.000.000$. Jika proses produksi dilakukan terhadap pelat ketebalan 50 mm, maka kerugian yang dialami perusahaan adalah $7 \times \text{Rp. } 59.400.000 = \text{Rp. } 415.000.00$. Jumlah kerugian tersebut jika dihilangkan atau diperbaiki tentunya akan meningkatkan profit perusahaan.

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan diuraikan kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan saran-saran perbaikan bagi perusahaan dan penelitian selanjutnya.

6.1 Kesimpulan

Berikut ini adalah kesimpulan yang diperoleh dari penelitian berdasarkan tujuan yang ditetapkan.

1. Proses bisnis di PT. X dimulai dengan adanya pesanan dari pelanggan yang diterima oleh departemen *sales*. Pihak perusahaan akan melakukan *contract review* dengan 4 departemen terkait, yaitu departemen *sales*, produksi, PPIC, dan departemen QC/QA. Hasil *contract review* dijadikan pedoman dalam proses produksi. Rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi pelat ketebalan 12 mm adalah 276 menit sedangkan waktu untuk ketebalan 50 mm adalah 411 menit.
2. Proses produksi yang dijalankan saat ini mengalami *waste time* sekitar 33-37 menit per hari. Sedangkan pada proses SOP di struktur organisasi dalam melakukan *contract review* masih membutuhkan waktu 1 hari atau 8 jam kerja.
3. *Waste* yang terjadi dalam proses produksi adalah *waiting time*, *defect*, *excessive transportation* dan *unnecessary motion*. *Waiting time* yang ditemukan disebabkan oleh adanya kerusakan mesin dan keterbatasan *material handling*. *Defect* disebabkan oleh kerusakan mesin dan kesalahan operator. *Excessive transportation* disebabkan oleh keterbatasan daya tampung *cooling bed*. Sedangkan *unnecessary motion* disebabkan oleh kurangnya kesadaran operator saat melakukan tugasnya.
4. Berdasarkan akar penyebab *waste* yang sudah ditemukan, maka pihak perusahaan akan mengalami peningkatan hasil produksi yang besar. Kegiatan-kegiatan yang menyebabkan *waste* seperti kerusakan mesin harus diidentifikasi sebelum proses produksi dilakukan.

5. Rekomendasi perbaikan proses bisnis adalah dengan mengilangkan atau mengurangi *waste time* yang ditemukan sekitar 33-37 menit per hari, maka pihak perusahaan akan mengalami peningkatan hasil produksi sebesar Rp. 243.000.000 jika memproduksi pelat ketebalan 12 mm. Sedangkan jika memproduksi pelat ketebalan 50 mm, maka peningkatan proses produksi perusahaan sebesar Rp. 415.000.000 per hari.

6.2 Saran

Berikut ini merupakan saran yang diberikan dari hasil penelitian Tugas Akhir ini.

1. Perlu dievaluasi pembagian material handling crane sehingga tidak terjadi waktu menunggu untuk melakukan suatu proses di mesin tertentu.
2. Untuk penelitian berikutnya dapat dilakukan penelitian berdasarkan analisis resiko terhadap terjadinya *waste*.

DAFTAR PUSTAKA

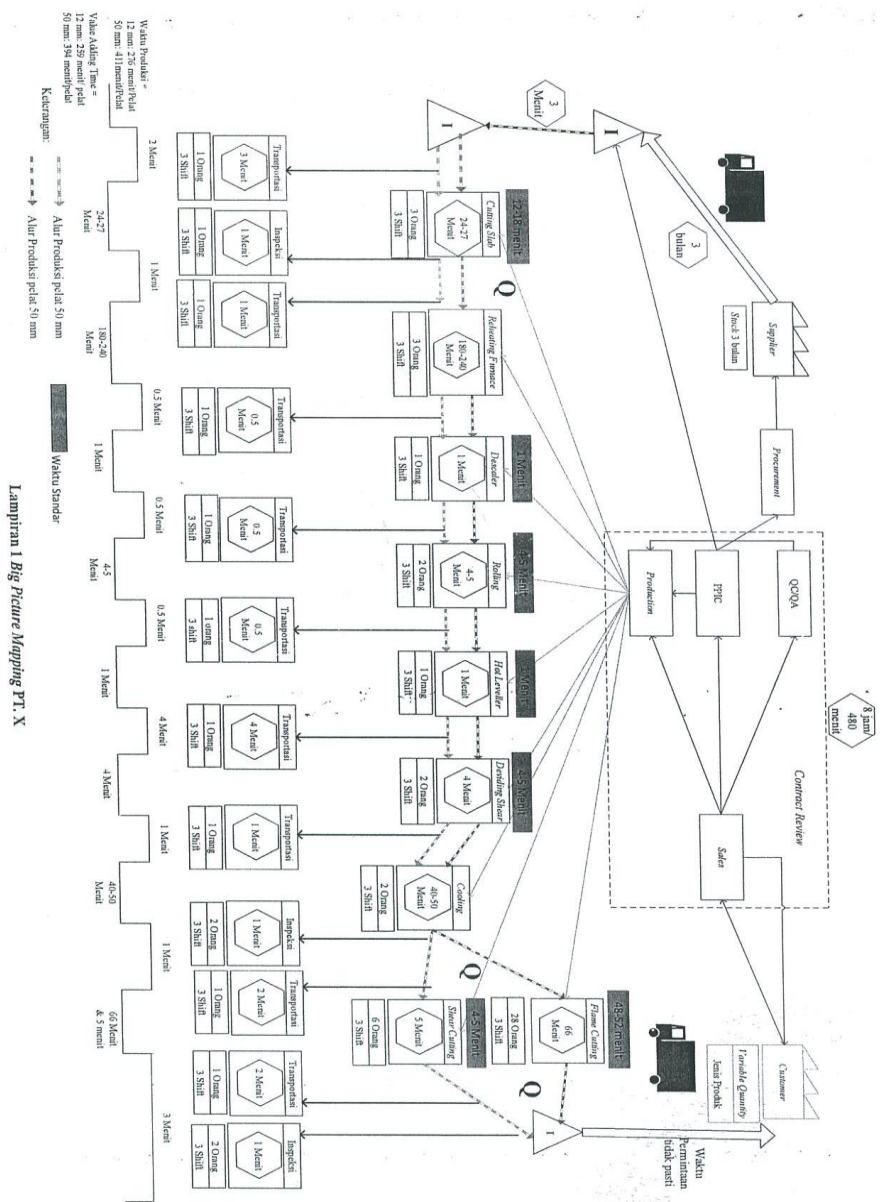
- Arthur, J. (2011). *Lean Six Sigma Demystified : Hard Stuff Made Easy (2nd Edition)*, New York: Mc Graw Hill.
- Chen, W (2010). *Optimal Heating Energy Management For Slabs In A Reheating Furnace*. Pp. 24-31
- Gaspersz, V. (2006). *Continuous Cost Reduction Through Lean-Sigma Approach*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Hines, P., & Rich, N. (1997). The Seven Value Stream Mapping Tools. *International Journal of Operations & Production Management*, XVII(1), 46-64.
- Hines, P., & Taylor, D. (2000). *Going Lean: A Guide To Implementation* (1st ed.). UK: Lean Enterprise Research Center.
- Konsanke, K., & Zelm, M. (1999). *CIMOSA Modelling Processes*. pp. 141-153
- Ohno, T. (1988). *The Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. OR: Productivity Press.
- PT. X. (2012). *Annual Report 2012*. Surabaya: PT. X.
- PT. X. (2013). *Annual Report 2013*. Surabaya: PT. X.
- PT. X. (2014). *Annual Report 2014*. Surabaya: PT. X.
- PT. X. (2015). *Annual Report 2015*. Surabaya: PT. X.
- Singgih, M.L., & Tjong, W. (2011). Perbaikan Sistem Produksi Divisi Injection dan Blow Plastik. Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi Xiii,8. Doi:978-602-97491-2-0
- Wedgwood, I. D. (2006). *Lean Sigma: A Practitioner's Guide* (1st ed.). New Jersey: Prentice Hall.
- Womack, J., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth for Your Corporation*. New York: Simon and Schuster

BIOGRAFI PENULIS



Penulis dengan nama lengkap Boyke Syonri Simbolon dilahirkan di Halaotan 29 Maret 1994. Penulis merupakan putra kelima dari lima bersaudara dari pasangan Sudung Simbolon dan Rusmawati Haloho. Pendidikan formal yang ditempuh penulis yaitu SD GKPS Halaotan, SMP N 1 Purba, SMA N1 Raya hingga jenjang sarjana di Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Penulis memiliki hobby bermain catur, futsal, bulu tangkis dan menjelajah alam seperti mendaki gunung serta mengunjungi pantai dan keindahan Indonesia lainnya. Penulis lebih senang berorganisasi diluar kampus, seperti terlibat kepanitiaan di Gereja dan kegiatan gereja lainnya. Namun penulis juga pernah menjabat sebagai kepala cabang olahraga voli unit mahasiswa Teknik Industri, dan berhasil sampai semifinal turnamen FOG. Selain itu, mengikuti UKM bulu tangkis dan catur pernah dilakukan. Selain itu pernah bergabung dengan paduan suara NAZARA untuk memeriahkan kegiatan-kegiatan Persekutuan Mahasiswa Kristen (PMK) ITS. Turnamen olahraga yang rutin diikuti adalah turnamen futsal yang diselenggarakan olah PMK dana organisasi paguyuban Mahasiswa Bona Pasogit (MBP) ITS. Dalam mengikuti turnamen, penulis pernah memperoleh peringkat 2 PMK Cup. Mendapatkan tugas untuk membimbing kelompok kecil di PMK (*mentoring*) juga pernah dilakukan. Dalam mengaplikasikan ilmu Teknik Industri, penulis melakukan kerja praktek di departemen Internal Audit dan Manajemen Resiko *Garuda Maintenance and Facility* (GMF) Aeroasia di bandara Soekarno Hatta, Tangerang. Penulis dapat dihubungi melalui email boykesyonri@gmail.com.

LAMPIRAN



Lampiran 1 Big Picture Mapping PT. X

LEMBAR PENGESAHAN

**PENERAPAN LEAN MANUFACTURING DI PT X DALAM
RANGKA PENINGKATAN EFISIENSI PROSES BISNIS**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Penulis:
BOYKE SYONRI SIMBOLON
NRP. 2512 100 127

Mengetahui dan menyetujui,
Dosen Pembimbing Tugas Akhir



Yudha Prasetyawan, S.T., M.Eng.
NIP. 197705232000031002

