

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang landasan teori atau referensi yang diuraikan secara ringkas dan nantinya akan digunakan untuk mendukung jalannya penelitian. Secara garis besar landasan teori yang terdapat pada skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. *Value Stream Mapping*
2. *Continous improvement tools*

Sebelum masuk ke dalam landasan teori, bab ini memberikan informasi tentang penelitian terdahulu sebagai perbandingan tentang metode yang dipakai pada penelitian sebelumnya, dengan penelitian yang akan dilakukan kali ini.

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang berhubungan dengan *value stream mapping* adalah sebagai berikut:

1. Sinaga, Antony (2011) Melakukan penelitian tentang analisis penggunaan *lean manufacturing* untuk meminimalisasi *waste* yang dilakukan di PT.Bamindo Agripersada. Pada penelitian ini, peneliti mencoba melakukan perbaikan sistem dengan menggunakan metode *value stream mapping*, dan dengan gambaran perusahaan yang telah dibuat, selanjutnya dicari akar permasalahannya dengan metode *5 Why*. Dari kombinasi metode tersebut, ia memperoleh beberapa permasalahan di perusahaan, rekomendasi perbaikan, dan berhasil mengurangi *production lead time* di perusahaan tersebut.
2. Sihombing, Aminuddin (2010) melakukan penelitian tentang Analisis Penggunaan *Value Stream Mapping* Menuju Perusahaan *Lean Manufacturing* yang dilakukan di PT. Kharisma Abadi Jaya. Peneliti merancang *current state value stream mapping* sebagai gambaran awal tentang kondisi perusahaan saat ini, selanjutnya dari hasil analisa dalam *value stream mapping* digunakan metode PERT (*program evaluation and review technique*) untuk meminimalisasi *waste* dan metode *error proofing (poka-yoke)* seperti *checklist*,

pemeriksaan berlapis dan perancangan perancangan alat potong untuk pemotongan lengkung untuk meminimalisasi *defect*.

- Hardiningsih (2010) melakukan penelitian dengan judul pendekatan konsep *lean* guna menangani *waste* produksi dalam usaha peningkatan efisiensi sistem produksi yang dilakukan di PT.Otsuka Indonesia. Eliminasi *waste* difokuskan pada *value stream mapping* menggunakan *value stream mapping tools*. *Mapping tools* yang terpilih antara lain *process activity mapping*, *supply chain response matrix*, dan *demand amplification mapping*. Kemudian dianalisa akar penyebab pemborosan tersebut yang kemudian diberikan rekomendasi perbaikan guna mengeliminasi pemborosan yang terjadi sehingga performansi perusahaan meningkat.

Tabel 2.1 Tabel Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Saat Ini

Karakteristik Penelitian	Peneliti				
	Sinaga, (2011)	Antony	Sihombing, Aminuddin (2010)	Hardiningsih (2010)	Penelitian ini
Topik	Analisis Penggunaan <i>lean manufacturing</i> Untuk Meminimalisasi <i>waste</i>		Analisis Penggunaan <i>Value Stream Mapping</i> Menuju Perusahaan <i>Lean Manufacturing</i>	Pendekatan Konsep <i>Lean</i> Guna Menangani <i>Waste</i> Produksi Dalam Usaha Peningkatan Efisiensi Sistem Produksi	Analisis Minimalisasi <i>Defect Waste</i> dengan <i>Value Stream Mapping</i> .
Objek Penelitian	PT.Bamindo Agripersada		PT. Kharisma Abadi Jaya.	PT.Otsuka Indonesia	PT. X (supplier PT. Philips Indonesia SIER).
Metode	1. <i>Value Stream Mapping</i> 2. <i>5 Why</i>		1. <i>Value Stream Mapping</i> 2. PERT 3. <i>poka-yoke</i>	1. <i>Value Stream Mapping</i> 2. <i>Mapping Analysis Tool</i>	1. <i>Value Stream Mapping</i> 2. <i>5 Why</i> 3. <i>Continous improvement tools</i>

2.2 Jenis-Jenis Waste

Dalam perusahaan, masalah yang paling sering ditemui adalah *waste*, yang dalam bahasa Indonesia diartikan sebagai pemborosan. Untuk menciptakan keuntungan yang maksimal dalam perusahaan, masalah *waste* harus sangat diperhatikan dan dilakukan minimasi hal tersebut di dalam segala aktivitas perusahaan. Dengan *waste* yang minimal, maka akan tercipta konsep efektivitas dan efisiensi yang berpengaruh pada sumber daya, baik material, energi, dan waktu, yang dikeluarkan perusahaan dalam kegiatan produksinya.

Dari sudut pandang konsumen, nilai sama artinya dengan segala sesuatu yang ingin dibayar oleh konsumen untuk suatu produk atau jasa. Semua kegiatan tersebut dapat dikategorikan sebagai berikut:

- a. Menciptakan nilai bagi produk (*value added activities*) adalah aktivitas yang mentransformasi material atau informasi yang diinginkan dari sudut pandang konsumen.
- b. Tidak dapat menciptakan nilai, tapi tidak dapat dihindari dengan teknologi dan asset yang sekarang dimiliki dan dibutuhkan untuk mengtransformasi material menjadi produk (*necessary but non value added activities*).
- c. Tidak dapat menciptakan nilai bagi produk (*non value added activities*).

Segala macam waste yang terjadi di perusahaan dan digolongkan menjadi 8 jenis waste adalah sebagai berikut (Hill,):

1. *Overproduction*
Kriteria dari waste jenis ini adalah produksi yang melebihi dari yang dibutuhkan, atau sebelum hal tersebut dibutuhkan.
2. *Waiting*
Kriteria dari waste jenis ini adalah segala jenis waktu yang dihabiskan untuk menunggu datangnya *tool, part*, bahan baku, pengepakan, inspeksi, dsb.
3. *Transportation*
Kriteria dari waste jenis ini yaitu merupakan yang berhubungan dengan transportasi dari part, barang jadi, bahan baku, dsb.
4. *Excessprocessing*
Kriteria dari waste jenis ini adalah melakukan proses kerja lebih dari yang dibutuhkan, seperti: memproduksi kualitas yang lebih tinggi dari yang diinginkan, menampilkan operasi yang tidak dibutuhkan, dsb.
5. *Inventory*
Kriteria dari waste jenis ini adalah mengenai perawatan persediaan bahan baku, barang dalam proses, maupun produk jadi.
6. *Excessive motion*
Waste ini merupakan segala jenis waste yang berupa pergerakan yang tidak perlu ataupun ergonomi yang tidak baik, khususnya ketika mengambil part, berjalan untuk melihat item, atau berjalan menuju orang lain.

7. *Defects (correction)*

Kriteria dari *waste* jenis ini yaitu tentang segala bentuk perbaikan, pengerjaan ulang, penghitungan ulang, pengepakan ulang, maupun situasi lain dimana pekerjaan tersebut tidak tepat dilakukan pada saat itu.

8. *Unused human potential*

Merupakan ketidakbergunaan kreativitas dan pemikiran para pekerja.

Dari kedelapan jenis *waste* ini, penelitian ini hanya berfokus untuk meminimalisasi *waste* yang bersifat *defects* pada area produksi PT.X.

2.3 *Value Stream Mapping*

2.3.1. *Bagian-bagian Pada Value Stream Mapping*

Value stream mapping secara umum memiliki atas tiga bagian utama, yaitu (Mark, 2008):

1. *Proses maupun aliran produksi pada value stream*

Proses atau aliran produksi adalah bagian dari peta yang sering diasosiasikan dengan tradisional *flowchart*. Aliran proses harus digambarkan dari kiri ke kanan.

2. *Aliran informasi*

Aliran komunikasi dan informasi adalah bagian dari peta dimana *value stream mapping* berkembang tidak hanya sebagai informasi aliran produk. Dengan menambahkan komunikasi yang terjadi kedalam peta memungkinkan kita mengetahui komunikasi yang terjadi dalam proses baik secara formal maupun informal. Banyaknya kekacauan dan kebingungan yang sering terjadi dalam proses dapat digolongkan kedalam komunikasi yang *non value added*. Kegiatan *non value added* adalah kegiatan yang tidak menambah nilai atau kegiatan yang pelanggan tidak ingin bayar. Walaupun informasi bergerak dari konsumen atau dari kanan ke kiri, namun tidak ada suatu standar yang baku dalam penentuan aliran komunikasi dan informasi.

3. *Time line and travel distance*

Pada bagian ini terdapat waktu pengerjaan produk, waktu transportasi, waktu mengunggu produk selama berada dalam *value stream*. Disamping waktu kita juga perlu menambahkan jarak yang ditempuh antar proses dalam proses produksi.

2.3.2. Langkah-langkah Pembuatan *Value Stream mapping*

Dalam *value stream mapping*, ada dua pemetaan yang harus digambarkan yaitu pembuatan *current state map* dan *future state map*. Pembuatan *current state map* dilakukan untuk memetakan kondisi rantai produksi aktual, dimana segala informasi yang terdapat dalam setiap proses dicantumkan dalam pemetaan. *Current state map* digunakan untuk mengidentifikasi pemborosan dan sumber pemborosan yang terjadi. Setelah identifikasi pemborosan dilakukan, maka dapat digambarkan *future state map*. *Future state map* merupakan pemetaan kondisi perusahaan di masa mendatang sebagai usulan rancangan perbaikan dari *current state map* yang ada.

Dua langkah utama dalam pemetaan *Value Stream Mapping*, yaitu:

1. Pembuatan *Current State Map*, untuk memetakan kondisi di rantai pabrik saat ini, sehingga dapat mengidentifikasi pemborosan apa saja yang terjadi.
2. Pembuatan *Future State Map* sebagai usulan rancangan perbaikan dari *Current State Map* yang ada.

2.3.2.1. Langkah-langkah Pembuatan *Current State Value Stream Mapping*

Petunjuk pembuatan *current state map* adalah sebagai berikut (Mike dan Shook, 2003):

1. Penentuan *Family Product* yang akan dijadikan sebagai *Model Line*
Tahap ini merupakan tahap awal dalam menggambar *Current State Map*. Setelah mengetahui konsep yang benar tentang *Lean*, maka pada tahap ini perlu ditentukan produk yang akan dijadikan acuan sebagai target perbaikannya. Tujuan pemilihan acuan adalah agar penggambaran sistem fokus pada satu produk saja yang bisa dianggap sebagai acuan dan representasi dari sistem produksi yang ada. Mengidentifikasi suatu *family product* dapat dilakukan baik dengan menggunakan produk dan matriks proses untuk mengklasifikasikan langkah proses yang sama untuk produk yang berbeda. Untuk menentukan *family product* mana yang akan dipetakan tergantung keputusan perusahaan yang dapat ditentukan dari pandangan bisnis seperti tingkat penjualan, atau menurut fokus perusahaan.
2. Penentuan *Value Stream Manager*
Untuk melihat *value stream* suatu produk secara keseluruhan tentunya perusahaan harus melihatnya sebagai kesatuan yang utuh, sehingga batasan-batasan organisasi dalam perusahaan perlu diabaikan. Karena pada dasarnya

perusahaan cenderung terorganisir untuk setiap departemen (proses) dan terbatas pada fungsinya masing-masing. Oleh karena itu dalam memetakan *value stream* agar nantinya dapat dibuat suatu usulan perancangan, diperlukan seorang *value stream manager* yakni orang yang paham mengenai proses keseluruhan dalam *value stream* suatu produk sehingga dapat membantu dalam memberikan saran bagi perbaikan *value stream* produk tersebut.

3. Perhitungan *Value Added Time* dan *Non-value Added Time*

Perhitungan ini dibutuhkan untuk memberi informasi tentang asal dari akumulasi dalam *total value added time* yang diberikan dalam *current state/future state map*. Dalam hal ini, dilakukan perhitungan mengenai *value added time* dan *non-value added time* tiap stasiun proses dalam area produksi PT. X yang terdiri atas:

A. *Welding process*, adapun persamaan *value added time* dapat dilihat pada Persamaan (2-1) dan *non-value added time* (perhitungan *non-value added uptime* dan *defect time*) dapat dilihat pada Persamaan (2-2) dan (2-3).

1. *Value added time welding process*:

$$\frac{\text{Total Demand}}{n_{\text{mesin}} * (v_{\text{mesin}} - ((\text{defect}(\%)) * v_{\text{mesin}}))} \quad (2-1)$$

dengan:

<i>Total demand</i>	= Total Permintaan (unit)
<i>Defect (%)</i>	= Persentase <i>Defect</i> (%)
n_{mesin}	= Jumlah Mesin
v_{mesin}	= kecepatan produksi mesin (unit/jam)

2. *Defect Time Welding Process*:

$$\frac{\text{Total Demand}}{n_{\text{mesin}} * (v_{\text{mesin}} - ((\text{defect}(\%)) * v_{\text{mesin}}))} - \frac{\text{Total Demand}}{n_{\text{mesin}} * v_{\text{mesin}}} \quad (2-2)$$

dengan:

<i>Total demand</i>	= Total Permintaan (unit)
<i>Defect (%)</i>	= Persentase <i>Defect</i> (%)
n_{mesin}	= Jumlah Mesin
v_{mesin}	= kecepatan produksi mesin (unit/jam)

3. *Non-value added uptime welding process:*

$$(100\% - \text{uptime}) * \text{jam kerja mesin} * \text{jumlah hari kerja} \quad (2-3)$$

dengan:

uptime = persentase utilitas mesin

B. *Vibration test process*, adapun persamaan mengenai *value added time* dapat dilihat pada Persamaan (2-4) dan *non-value added time* (perhitungan *non-value added uptime*) dapat dilihat pada Persamaan (2-5).

1. *Value added time vibration test:*

$$(Ct_{\text{sorting } 100\%} * (\text{Total Tested}/n_{\text{mesin}}))/3600 \quad (2-4)$$

dengan:

Ct_{vibration test} = *Cycle Time Vibration Test Process* (detik/unit)

total tested = Jumlah Output yang Diperiksa (unit)

n_{mesin} = Jumlah Mesin

3600 = Konversi Detik ke Jam

2. *Non-value added uptime vibration test process:*

$$(100\% - \text{uptime}) * \text{jam kerja mesin} * \text{jumlah hari kerja} \quad (2-5)$$

dengan:

uptime = persentase utilitas mesin

C. *Sorting 100% process*, adapun persamaan mengenai *value added time* dapat dilihat pada Persamaan (2-6) dan *non-value added time* (perhitungan *non-value added uptime*) dapat dilihat pada Persamaan (2-7).

1. Value added time sorting 100%

$$((Ct_{\text{sorting } 100\%} * (\text{Total Demand}/n_{\text{mesin}}))/3600) \quad (2-6)$$

dengan:

$Ct_{\text{sorting } 100\%}$ = Cycle Time Sorting 100% Process (detik/unit)

n_{mesin} = Jumlah Mesin

Total Demand = Jumlah Permintaan (unit)

3600 = Konversi Detik ke Jam

2. Non-value added uptime sorting 100% process

$$(100\% - \text{uptime}) * \text{jam kerja mesin} * \text{jumlah hari kerja} \quad (2-7)$$

dengan:

uptime = persentase utilitas mesin

D. Packaging process, adapun persamaan mengenai value added time dapat dilihat pada Persamaan (2-8) dan non-value added time (perhitungan WIP time) dapat dilihat pada Persamaan (2-9).

1. Value added time packaging

$$((\text{Total Demand}/n_{\text{mesin}})/n_{\text{pieces/pack}}) * Ct_{\text{packaging}}/3600 \quad (2-8)$$

dengan:

Total demand = Jumlah Permintaan (unit)

$n_{\text{pieces/pack}}$ = Banyaknya Pieces dalam 1 Bottle (unit/botol)

$Ct_{\text{packaging}}$ = Cycle time untuk Pengepakan 1 Bottle LIW (detik/botol)

3600 = Konversi dari Detik ke Jam

2. Non-value added uptime packaging process

$$(100\% - \text{uptime}) * \text{jam kerja mesin} * \text{jumlah hari kerja} \quad (2-9)$$

dengan:

$uptime$ = persentase utilitas mesin

4. Pembuatan Peta Kategori Proses

Keadaan sebenarnya di lapangan diperoleh saat penggambar berjalan di sepanjang proses aktual *value stream* dari proses produksi yang aktual. Melakukan pengamatan mendetail untuk setiap kategori proses. Untuk setiap proses, maka seluruh informasi kritis termasuk perlu didokumentasikan. Yang semuanya akan dimasukkan dalam suatu *data box* untuk masing-masing proses. Untuk setiap pembuatan *data box*, maka ukuran-ukuran yang diperlukan antara lain:

a. *Cycle time (C/T)*

Cycle time (C/T) merupakan salah satu ukuran penting yang dibutuhkan dalam kegiatan *Lean* selain *Lead time (L/T)*. *Cycle time* menyatakan waktu yang dibutuhkan oleh satu operator untuk menyelesaikan seluruh elemen/kegiatan kerja dalam membuat satu *part* sebelum mengulangi kegiatan untuk membuat *part* berikutnya. *Lead time (L/T)* menyatakan waktu yang dibutuhkan untuk seluruh proses atau dalam satu *value stream*, mulai dari awal hingga akhir proses.

Adapun persamaan yang digunakan untuk menghitung *cycle time* tiap stasiun proses dapat dilihat pada Persamaan (2-10).

$$C/T = \frac{3600}{\bar{x}_{\text{output produksi}_x}} \quad (2-10)$$

dengan:

C/T = *cycle time* (detik/unit)

3600 = konversi satuan jam ke satuan detik

$\bar{x}_{\text{output produksi}_x}$ = rata-rata output produksi stasiun proses x (unit/jam)

b. *Change-over Time (C/O)*

Menyatakan waktu yang dibutuhkan untuk merubah posisi (*switch*) dari memproduksi satu jenis produk menjadi produk yang lainnya. Dalam hal ini

biasanya *changeover time* menyatakan waktu untuk memindahkan dari posisi kiri menjadi posisi kanan dalam pembuatan satu produk simetris.

c. *Uptime*

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

d. Jumlah Mesin

Menyatakan jumlah mesin yang dibutuhkan saat untuk satu proses.

e. Waktu Kerja

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

2.3.2.2. Langkah-langkah Pembuatan *Future State Value Stream Mapping*

Setelah membuat *Current State Map*, maka langkah terakhir dalam *value stream mapping* adalah membuat suatu *future state map*. *Future state map* tidaklah lebih dari sekedar pengimplementasian rencana yang menjelaskan jenis *tools* yang dibutuhkan dalam proses *lean* untuk mengeliminasi pemborosan dan dimana (pada proses apa) *tools* tersebut diperlukan dalam *value stream* suatu produk.

Petunjuk pembuatan *Future state value stream mapping* adalah sebagai berikut (Rother dan Shook, 2003):

1. Mengembangkan Aliran yang Berkelanjutan (*Continuous Flow*) di Tempat yang Memungkinkan


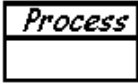
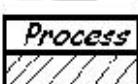


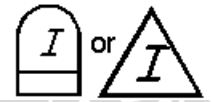

Continuous flow menunjukkan proses untuk memproduksi suatu produk dalam satu waktu dimana setiap item dengan segera melewati melewati satu proses ke proses berikutnya tanpa adanya berbagai pemborosan di antara proses tersebut. Ikon pemetaan yang digunakan secara sederhana untuk menunjukkan *continuous flow* adalah *process box*. Dalam menggambarkan *future state*, setiap *process box* sebaiknya mendeskripsikan suatu area aliran. Jadi jika dalam suatu *future state* terdapat lebih banyak *continuous-flow*, maka dua atau lebih *process box* yang terdapat dalam *current-state* akan dikombinasikan menjadi satu box dalam *future-state map*.

2. Penentuan akar permasalahan pada stasiun proses yang paling lemah
Berdasarkan *theory of constrain*, penyusunan tindakan perbaikan pada sebuah area produksi, harus terlebih dahulu dilakukan dari stasiun proses yang paling lemah (Santoso,2013). Setelah itu, dilakukan penentuan akar permasalahan terhadap stasiun proses tersebut yang dilihat berdasarkan jenis *waste* yang paling dominan pada stasiun proses tersebut.
3. Membangun level produksi yang konsisten
Volume kerja yang berubah besar menyebabkan munculnya *overtime* (waktu lembur) yang tidak menentu yang menyebabkan tambahan beban di mesin, dan operator (Rother dan Shock, 2003). Dengan demikian perlu dibuat satu level produksi perintis yang dapat menangani aliran produksi yang bisa diprediksi, yang dapat membantu mengatasi masalah dan memungkinkan pengambilan tindakan perbaikan yang cepat. Penyusunan tindakan perbaikan selanjutnya dilakukan dengan menggunakan *continous improvement tools* yang pemilihannya mempertimbangkan kondisi *waste* yang paling dominan pada area produksi tersebut. Adapun *continous improvement tools* yang digunakan untuk penyusunan tindakan perbaikan, yaitu: *kanban*, *kaizen*, *visual control*, *mistake proofing (poka-yoke)*, *TPM (Total productive Maintenance)*, *OEE (Overall Equipment Efficiency)*, *SMED (Single-Minute Exchange of Dies)*, dan *5S*.

2.3.3. Simbol-simbol yang Digunakan dalam Value Stream Mapping

Dalam pembuatannya, *value stream mapping* memiliki simbol pemetaan yang memiliki arti tersendiri. Simbol-simbol ini menjadikan hasil pemetaan *value stream mapping* memiliki kekhasan tersendiri dibanding metode lainnya dan diharapkan pemetaan ini dapat dipahami oleh seluruh pihak yang terlibat, baik yang masih berupa *current state mapping*, untuk mengidentifikasi *waste* selama produksi, maupun setelah berwujud *future state*, yang menggambarkan hasil perbaikan. Adapun simbol-simbol yang digunakan dalam penggambaran *value stream mapping* (Rother dan Shook,2003) dapat dilihat pada tabel 2.2.

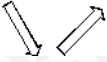


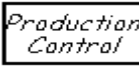
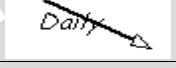

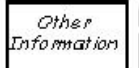

Tabel 2.2 Simbol yang Digunakan pada Kategori Proses

No	Nama	Lambang	Fungsi
1	<i>Customer / Supplier</i>		Merepresentasikan supplier bila diletakkan di kiri atas, yakni sebagai titik awal yang umum digunakan dalam penggambaran aliran material. Sementara gambar akan merepresentasikan customer bila diletakkan di kanan atas, biasanya sebagai titik akhir aliran material.
2	<i>Dedicated Process</i>		Menyatakan proses, operasi, mesin atau departemen yang melalui aliran material. Secara khusus, untuk menghindari pemetaan setiap langkah proses yang tidak diinginkan, maka lambang ini biasanya merepresentasikan satu departemen dengan aliran internal yang kontinu.
3	<i>Shared Process</i>		Menyatakan operasi proses, departemen atau stasiun kerja dengan famili-famili yang saling berbagi dalam <i>value-stream</i> . Perkiraan jumlah operator yang dibutuhkan dalam <i>Value Stream</i> dipetakan, bukan sejumlah operator yang dibutuhkan untuk memproduksi seluruh produk.
4	<i>Data Box</i>		Lambang ini memiliki lambang-lambang didalamnya yang menyatakan informasi / data yang dibutuhkan untuk menganalisis dan mengamati sistem.
5	<i>Work Cell</i>		Mengindikasikan banyak proses yang terintegrasi dalam sel-sel kerja manufaktur, seperti sel-sel yang biasa memproses famili terbatas dari produk yang sama atau produk tunggal. Produk berpindah dari satu langkah proses ke langkah proses lain dalam berbagai <i>batch</i> yang kecil atau bagian-bagian tunggal.
6	<i>Inventory</i>		Menunjukkan keberadaan suatu <i>inventory</i> diantara dua proses. Ketika memetakan <i>current state</i> , jumlah <i>inventory</i> dapat diperkirakan dengan satu perhitungan cepat, dan jumlah tersebut dituliskan dibawah gambar segitiga. Jika terdapat lebih dari satu akumulasi <i>inventory</i> , gunakan satu lambang untuk masing-masing <i>inventory</i> . Lambang ini juga dapat digunakan untuk merepresentasikan penyimpanan bagi <i>raw material</i> dan <i>finished goods</i> .
7	<i>Operator</i>		Lambang ini merepresentasikan operator. Lambang ini menunjukkan jumlah operator yang dibutuhkan untuk melakukan suatu proses.

Sumber: Rother, M & Shook, J (2003)

Value stream mapping juga mencakup aliran material yang harus ada dalam peta. Selain aliran material, maka yang tak kalah pentingnya dalam *value stream mapping* adalah aliran informasi yang juga mencakup aliran yang ditunjukkan dengan ikon *push arrow*. Penggambaran *shipments* dan *lead time bar* dari bahan mentah hingga produk jadi (*finished good*) yang telah berada di *shipping end* untuk dikirim ke konsumen. Pada tahapan ini, maka gambar yang telah dibuat pada tahap sebelumnya, disempurnakan dengan lambang-lambang yang dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Simbol yang Melengkapi Peta Keseluruhan

No	Nama	Lambang	Fungsi
1	<i>Shipments</i>		Merepresentasikan pergerakan <i>raw material</i> dari <i>supplier</i> hingga menuju gudang penyimpanan akhir di pabrik. Atau pergerakan dari produk akhir di gudang penyimpanan pabrik hingga sampai ke konsumen.
2	<i>Push Arrows</i>		Merepresentasikan pergerakan material dari satu proses menuju proses berikutnya. <i>Push</i> (mendorong) memiliki arti bahwa proses dapat memproduksi sesuatu tanpa memandang kebutuhan cepat dari proses yang bersifat <i>downstream</i> .
3	<i>External Shipments</i>		Lambang ini berarti pengiriman yang dilakukan dari <i>supplier</i> ke konsumen atau pabrik ke konsumen dengan menggunakan pengangkutan eksternal (di luar pabrik).
4	<i>Production Control</i>		Merepresentasikan penjadwalan produksi utama atau departemen pengontrolan, orang atau operasi.
5	<i>Manual Info</i>		Gambar anak panah yang lurus dan tipis menunjukkan aliran informasi umum yang bisa diperoleh melalui catatan, laporan ataupun percakapan. Jumlah dan jenis catatan lain bisa jadi relevan
6	<i>Electronic Info</i>		Merepresentasikan aliran elektronik seperti melalui: <i>Electronic Data Interchange</i> (EDI), internet, intranet, LANs (<i>Local Area Network</i>), WANS (<i>Wide Area Network</i>). Melalui anak panah ini, maka dapat diindikasikan jumlah informasi atau data yang dipertukarkan, jenis media yang digunakan seperti fax, telepon, dll dan juga jenis data yang dipertukarkan itu sendiri.
7	<i>Other</i>		Menyatakan informasi atau hal lain yang penting.
8	<i>Timeline</i>		Menunjukkan waktu yang memberikan nilai tambah (<i>cycle times</i>) dan waktu yang tidak memberikan nilai tambah (waktu menunggu). Gunakan lambang ini untuk menghitung <i>Lead Time</i> dan <i>Total Cycle Time</i> .

Sumber: Rother, M & Shook, J. (2003)

2.4 Identifikasi Akar Masalah “5W”

5 *Why* (5W) adalah metode yang digunakan untuk mengeksplorasi penyebab dari suatu masalah secara sistematis sehingga dapat dicari cara penanggulangan dari masalah yang terjadi (Sinaga,2011). Berikut contoh penerapan 5W seperti terlihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Pertanyaan Investigasi “5 Why”

Tingkat masalah	Why
Output/jam dibawah rencana produksi	Kapasitas mesin tidak sesuai dengan rencana produksi
Perencanaan produksi tidak sesuai dengan kondisi lapangan	Bagian perencanaan dan pengendalian produksi tidak melakukan perhitungan dengan tepat
Bagian perencanaan produksi tidak kompeten	Manajer perencanaan produksi tidak turun langsung ke lapangan untuk melihat kondisi lantai produksi
Tingkat keahlian manajer produksi dibawah ekspektasi perusahaan	Manajer produksi tidak kompeten dalam melakukan perencanaan produksi
Manajer produksi tidak kompeten	Kebijakan pemilihan manajer produksi yang tidak tepat

2.5 *Continous Improvement Tools*

2.5.1 *Kanban*

Kanban adalah sebuah alat untuk mencapai produksi *just in time* (Monden, 2000). *Kanban* adalah sebuah kertas berbentuk empat persegi panjang. Ada dua macam *kanban*, yaitu *kanban* tarik dan *kanban* perintah produksi. *Kanban* tarik berisikan tentang jumlah dan jenis dari produk yang akan diambil dari proses sebelumnya (Monden, 2000). Contoh kartu *kanban* penarikan dapat dilihat pada Gambar 2.1.

Store shelf No	5E215	Item Back No.	A2-15	Precedding Process
Item no	35670s07			Forging
Item name	Drive pinion			B-2
Car type	Sx50bc			
				Subsequent Process
Box capacity 20	Box Type B	Issued no 4/8		Machining M-6

Gambar 2.1 *Kanban* Penarikan

Pada Gambar 2.2 menunjukkan bahwa proses sebelumnya yang membuat part adalah *forging*, dan proses berikutnya harus mengambil part pada B-2 di departemen *forging*. Proses berikutnya adalah *machining*. Masing-masing kotak terdapat 20 unit dan

bentuk dari kotak adalah 'B'. kanban ini adalah kanban keempat dari delapan *kanban*. Sedangkan *Item back number* menunjukkan kode dari *item*.

Kanban perintah produksi berisikan tentang jumlah dan jenis produk yang harus dibuat proses sebelumnya (Monden, 2000). Contoh kartu *kanban* perintah produksi dapat dilihat pada Gambar 2.2.

Store shelf No	F26-18	Item Back No.	A5-34	Process
Item no	56790-321			Machining
Item name	Crank Shaft			M-8
Car type	Sx50bc-150			

Gambar 2.2 *Kanban* Perintah Produksi

Kanban perintah produksi menunjukkan bahwa *machining proses* M-8 harus membuat *Crank Shaft* untuk mobil tipe SX50BC-150. *Crank Shaft* yang diproduksi harus diletakkan di F26-18.

Kanban merupakan *continous improvement tools* yang sangat berperan dalam mencapai produksi *just in time* yang penerapannya dilakukan di seluruh stasiun proses (Monden, 2000) sehingga dapat mereduksi *waste* yang berjenis *waiting*. Adapun *continous improvement tools* lain yang memiliki fungsi yang sama dengan *kanban* antara lain: pengendalian visual (*visual control*).

2.5.1.1 Cara Kerja *Kanban*

Dalam melakukan fungsinya *kanban* bekerja dengan cara sebagai berikut (Monden, 2000).:

1. Alat pembawa dari proses sesudahnya pergi ketempat penyimpanan proses sebelumnya dengan *kanban* pengambilan dan *fork lift* yang kosong.
2. Ketika alat pembawa dari proses sesudahnya mengambil part dari penyimpanan dia melepaskan *kanban* perintah produksi yang ditempelkan pada part dan meletakkannya di tempat penerimaan *kanban*.
3. Untuk setiap *kanban* perintah produksi yang dilepas, dia menempelkan *kanban* penarikan sebagai gantinya. Ketika mengganti kedua kartu *kanban* tersebut, dia

harus benar-benar memperhatikan dan membandingkan isi dari kedua *kanban* tersebut agar konsisten.

4. Ketika proses mulai dikerjakan pada proses sesudahnya maka *kanban* penarikan harus dilepaskan dan diletakkan di tempat *kanban* penarikan.
5. Pada proses sebelumnya, *kanban* perintah produksi di ambil dari tempat pengumpulan *kanban* pada selang waktu tertentu.
6. Produksi part sesuai dengan nomor urut dari *kanban* perintah produksi.
7. Part dan *kanban* harus tetap bersama selama proses.
8. Ketika part sudah selesai dikerjakan pada proses. Part-part tersebut dan *kanban* perintah produksi diletakkan ditempat penyimpanan sehingga dapat diambil kapan saja oleh proses setelahnya.

Seperti sebuah rantai, kedua kartu *kanban* tersebut harus ada pada setiap urutan proses. Hasil akhirnya setiap proses akan mendapatkan jenis yang tepat, pada waktu yang tepat serta kualitas yang tepat.

2.5.1.2 Aturan-aturan dalam *Kanban*

Dalam rangka mewujudkan sistem produksi *just in time* sebagai tujuan dari penerapan *kanban* terdapat beberapa aturan yang harus diikuti. Aturan tersebut adalah sebagai berikut (Monden, 2000):

1. Proses setelahnya harus mengambil produk yang tepat dari proses sebelumnya dengan jumlah yang tepat serta pada waktu yang tepat.
Adapun aturan tambahan untuk poin ini adalah:
 - a. Setiap penarikan yang tidak disertai *kanban* harus ditolak.
 - b. Setiap penarikan yang melebihi *kanban* harus dihindari.
 - c. *Kanban* harus selalu ditempel pada produk.
2. Proses sebelumnya harus memproduksi produk pada jumlah yang diminta oleh proses sesudahnya.
Adapun aturan tambahan untuk poin ini adalah:
 - a. Produksi yang melebihi *kanban* maka harus dihindarkan.
 - b. Jika beberapa jenis *part* dibuat pada proses sebelumnya, maka produksi mereka harus mengikuti urutan dari masing-masing *kanban* yang sampai.
3. Produk yang cacat tidak boleh diteruskan ke proses berikutnya.
4. Jumlah *kanban* harus di minimalisasi.
5. *Kanban* harus digunakan untuk mengadaptasi perubahan kecil pada permintaan.

2.5.1.3 Perhitungan Jumlah Kanban

Adapun Persamaan matematis yang dipakai untuk menghitung jumlah kanban dapat dilihat pada Persamaan (2-12).

$$y = \frac{D \times t \times e}{c} \quad (2-13)$$

dengan:

Y : Jumlah kanban

t : *lead time*

D : rata-rata permintaan

e : tingkat efisiensi

c : kapasitas kontainer

2.5.2 Jidoka

Jidoka merupakan salah satu pilar *Lean Production System*. *Jidoka* adalah gabungan dari dua kata yaitu *automation* dan *autonomous*, sehingga *Jidoka* berarti *autonomation* (Monden, 2000).

Automation didefinisikan sebagai pengambilalihan mesin untuk menggantikan pekerjaan atau proses yang dilakukan manusia (Monden, 2000). *Automation* mengatasi beberapa kelemahan yang dikarenakan pekerjaan yang dilakukan manusia, dimana manusia akan sering dan memiliki kemungkinan kesalahan terutama terhadap pekerjaan yang mudah dan berulang terus-menerus, contoh: memasukkan botol ke dalam kotak, mengisi *folding box* ke tempat loading, menutup tutup botol, dll. Pekerjaan-pekerjaan tersebut apabila dilakukan secara terus-menerus dan berulang maka akan membuat manusia menjadi bosan dan menjadi rentan terhadap kesalahan. Kesalahan tersebut bisa berdampak terhadap *quality product* atau berdampak ke *safety* dari operatornya.

Sedangkan *autonomous* merupakan tindakan manusia yang dilakukan dengan kesadaran dan akal, mampu mendeteksi dan bertindak jika terdapat penyimpangan atau potensi cacat produksi, sehingga lini dapat segera dihentikan (Monden, 2000). Manusia, walaupun memiliki kekurangan dalam melakukan pekerjaan berulang, memiliki

kelebihan yang sangat besar yaitu berupa kemampuan mendeteksi dan menyikapi masalah, melakukan tindakan pencegahan atau bahkan *problem solving*.

Dengan adanya Konsep *Jidoka* yang merupakan penggabungan antara automation dan autonomous, maka diharapkan dapat mengambil kelebihan-kelebihan dari mesin dan manusia untuk memastikan proses produksi yang tanggap dengan penyimpangan dan mencegah cacat.

Dengan kemampuan *jidoka* yang mampu melakukan pencegahan kesalahan, hal ini berarti membuat *jidoka* dapat mengeliminasi *waste* yang berjenis defective product dalam area produksi. Selain *jidoka*, *continous improvement tools* lain yang dapat mengeliminasi *waste* yang berjenis defective product yaitu: *kaizen*, *TPM (Total productive Maintenance)*, dan *OEE (Overall Equipment Efficiency)*.

Selain itu, ada juga *continous improvement tools* lain yang dapat digunakan dalam mengeliminasi *waste*, antara lain: *SMED (Single-Minute Exchange of Dies)*, dan *5S (seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke)*.

