

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Bab dua Tinjauan Pustaka ini membahas tentang studi pustaka terhadap buku, artikel, jurnal ilmiah dan penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan topik penelitian yang mendasari tugas akhir ini. Teori yang digunakan meliputi Proses Produksi, *Lean Manufacturing*, Konsep *Waste* (Pemborosan), *Value Stream Mapping*, *Big Picture Mapping*, *Value Stream Mapping tools* (VALSAT), *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA).

2.1 Proses Produksi

Proses diartikan sebagai cara, metode ataupun teknik bagaimana produksi itu dilaksanakan. Produksi adalah kegiatan untuk menciptakan dan menambah kegunaan (*utility*) suatu barang dan jasa. Proses produksi adalah suatu cara, metode ataupun teknik menambah kegunaan suatu barang dan jasa dengan menggunakan faktor produksi yang ada (Ahyari dalam Tantri, 2017).

Untuk proses produksi *Flat Bar* mulai dari proses *Reheating Furnace*, *Shifting* dan *Reverse Mill*, *Intermediate Mill*, *Finishing Mill*, *Colling Bed*, *Inspection*, *Cold Shear*, *Marking* dan *Packing* dan jadilah produk *Flat Bar* setelah itu ada *inspection* lagi untuk melihat *defect* atau tidak, jika *defect* maka akan di *rework* jika tidak maka akan masuk ke *Ware House* sebagai *good product* dapat dilihat pada lampiran 1.

2.2 Lean Manufacturing

Lean adalah sebuah konsep perampingan proses produksi yang berasal dari Jepang, diadaptasi dari sistem produksi Toyota. Pendekatan *lean* bertujuan untuk eliminasi *waste* (pemborosan) yang terdapat di dalam sistem produksi. Eliminasi *waste* ini dilakukan agar sistem produksi dapat berjalan dengan efektif dan efisien. Konsep *lean manufacturing* dirintis oleh Toyota, Taiichi Ohno dan Shigeo Shingo (Juran & Godfrey dalam Isnain, 2016).

Menurut Field (2001) Berikut ini adalah definisi dasar dari masing-masing Lima Elemen Utama:

1. *Manufacturing Flow* : Aspek yang membahas perubahan fisik dan standar desain yang digunakan sebagai bagian dari sel.
2. *Organisasi* : Aspek yang berfokus pada identifikasi peran / fungsi orang, pelatihan cara kerja baru, dan komunikasi.
3. *Kontrol Proses* : Aspek yang diarahkan pada pemantauan, pengendalian, stabilisasi, dan mengejar cara-cara untuk meningkatkan proses.
4. *Metrik* : Aspek yang menangani ukuran kinerja berbasis hasil yang terlihat; peningkatan yang ditargetkan; dan penghargaan / pengakuan tim.
5. *Logistik* : Aspek yang memberikan definisi untuk menjalankan aturan dan mekanisme untuk merencanakan dan mengendalikan aliran material.

Manufacturing Flow

1. Product/quantity assessment (product group)
2. Process mapping
3. Routing analysis (process, work, content, volume)
4. Takt calculations
5. Workload balancing
6. Kanban sizing
7. Cell layout
8. Standard work
9. One-piece flow

Organization

1. Product-focused, multi-disciplined team
2. Lean manager development
3. Touch labor cross-training skill matrix
4. Training (lean awareness, cell control, metrics, SPC, continuous improvement)
5. Communication plan
6. Roles and responsibility

Process Control

1. Total productive maintenance
2. Poka-yoke
3. SMED
4. Graphical work instructions
5. Visual control
6. Continuous improvement
7. Line stop
8. SPC
9. 5S housekeeping

Metrics

1. On-time delivery
2. Process lead-time
3. Total cost
4. Quality yield
5. Inventory (turns)
6. Space utilization
7. Travel distance
8. Productivity

Logistics

1. Forward plan
2. Mix-model manufacturing
3. Level loading
4. Workable work
5. Kanban pull signal
6. A,B,C parts handling
7. Service cell agreements
8. Customer/supplier alignment
9. Operational rules

Gambar 2.1 *Five Primary Elements of Lean Manufacturing* (Field, 2001)

Lean manufacturing adalah semua yang berkaitan reduksi *waste*, perbaikan yang terus menerus dan meningkatkan hubungan *customer* serta *supplier* dengan memberikan kualitas yang lebih baik dan memberikan pelayanan yang tepat waktu. *Lean manufacturing* memberikan strategi yang bervariasi untuk peningkatan kinerja dan meningkatkan daya saing dalam persaingan *global*.

Menurut Modi & Thakkar dalam Isnain (2016), beberapa manfaat dari implementasi *lean manufacturing* yaitu sebagai berikut :

- a. Mengurangi biaya/*cost*
- b. Mengurangi *lead time*
- c. Mengurangi *waste*
- d. Mengurangi *work in process inventory*
- e. Peningkatan kualitas atau mengurangi *defects*
- f. Tenaga kerja, ruang dan pemanfaatan peralatan yang lebih baik
- g. Mengurangi *cycle time*
- h. Mengurangi aktivitas yang tidak perlu
- i. Peningkatan produktivitas

2.3 Waste (Pemborosan)

Waste dapat didefinisikan sebagai segala aktivitas kerja yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses transformasi *input* menjadi *output* sepanjang *value stream* (Gaspersz dalam Tantri, 2017).

Berbicara tentang *waste*, terdapat tiga tipe operasi yang didefinisikan menurut Peter & Rich (1997). Ketiga tipe operasi atau aktivitas yaitu:

1. *Non-Value Adding (NVA)* : Merupakan aktivitas yang tidak menambah nilai dari sudut pandang *customer*. Aktivitas ini merupakan *waste* dan harus dikurangi atau dihilangkan. Contoh dari aktivitas ini adalah *waiting time*, menumpuk *work in process*, dan *double handling*.
2. *Necessary but Non-Value Adding (NNVA)* : Aktivitas yang tidak menambah nilai akan tetapi penting bagi proses yang ada. Contoh adalah aktivitas berjalan untuk mengambil parts, *unpacking deliveries*, dan memindahkan *tool* satu tangan ke tangan yang lain. Untuk mengurangi atau menghilangkan aktivitas ini adalah dengan membuat perubahan pada prosedur operasi menjadi lebih sederhana dan mudah, seperti membuat layout baru, koordinasi dengan *supplier* dan membuat setandar aktivitas.
3. *Value Adding (VA)* Merupakan aktivitas yang mampu memberikan nilai tambah dimata *customer* pada satu material atau produk yang diproses. Aktivitas untuk memproses *raw material* atau *semi-finished product*

melalui penggunaan manual *labor*. Contohnya adalah proses *sub-assembly*, *forging raw material*, dan *painting body work*.

2.3.1 Jenis - Jenis Waste

Waste merupakan hal yang penting untuk mendapatkan *value stream* yang baik. Produktivitas yang meningkat mengarah pada operasi yang lebih baik, yang pada gilirannya akan membantu menentukan *waste* dan problem kualitas di dalam sistem. Penanganan *waste* secara sistematis secara tidak langsung juga merupakan pemecahan sistematis terhadap faktor-faktor yang mengakibatkan problem dalam manajemen (Hines dan Taylor, 2000).

Berikut ini penjelasan mengenai jenis-jenis *waste* menurut Hines dan Taylor (2000), yaitu:

1. *Overproduction*

Stasiun kerja atau unit kerja sebelumnya memproduksi terlalu banyak sehingga mengakibatkan terganggunya aliran material dan *inventory* berlebih.

2. *Waiting*

Kondisi dimana tidak terdapat aktivitas yang terjadi pada produk, maupun pekerja (misal: operator menunggu material atau *part* yang akan diproses, material atau *part* menunggu untuk diproses, operator menunggu instruksi kerja, dsb) sehingga mengakibatkan waktu tunggu yang lama.

3. *Excessive Transportation*

Proses perpindahan baik manusia, material atau produk yang berlebihan sehingga mengakibatkan pemborosan waktu, tenaga dan biaya.

4. *Inappropriate Processing*

Kesalahan proses produksi yang disebabkan oleh kesalahan penggunaan mesin atau *tool* atau diakibatkan kesalahan prosedur, operator maupun sistem.

5. *Unnecessary Inventory*

Penyimpanan berlebih dan penundaan material dan produk sehingga mengakibatkan peningkatan biaya.

6. *Unnecessary Motion*

Berhubungan dengan kondisi lingkungan kerja yang dapat mempengaruhi performansi operator. Kondisi ini umumnya dikaitkan dengan tata letak *tool* atau

mesin terhadap benda kerja sehingga operator melakukan gerakan berlebih dalam aktivitas kerjanya (misalnya terlalu banyak membungkuk, berjongkok).

7. Defects

Yaitu pengerjaan ulang (revisi atau *rework*) pada produk maupun pada desain serta cacat pada produk yang dihasilkan.

2.4 Value Stream Mapping (VSM)

Konsep asli dan definisi *value stream mapping* (VSM) diberikan oleh Monden dan Womack et al dalam Shingh dan Sharma (2009), tentang *value stream mapping* (VSM) menunjukkan bahwa perlu untuk memetakan baik nilai tambah antar perusahaan dan intra perusahaan. *value stream* mengacu pada spesifikasi *current state* dari perusahaan yang menambah nilai pada produk atau layanan yang sedang dipertimbangkan.

Value stream mapping (VSM) merupakan salah satu prinsip kunci yang digunakan dalam *lean thinking*. *Value stream mapping* dapat didefinisikan sebagai kumpulan aktivitas (*value added* dan *non-value added*) yang dioperasikan untuk memproduksi suatu produk atau jasa atau kombinasi dari keduanya untuk *customer* (Hamad, et al. dalam Wahyuni, 2016).

VSM terdiri dari dua macam yaitu *current state map* dan *future state map*. Selain itu kondisi sistem produksi seperti *lead time* yang dibutuhkan juga dapat digambarkan dari masing – masing karakteristik proses yang terjadi. Menurut Nash dan Poling dalam Isnain (2016), *value stream mapping* terdiri dari tiga komponen utama, yaitu :

1. *Process/Production Flow*
Menggambarkan aliran proses – proses utama sampai menjadi barang, *finished goods* dan sampai ke tangan pelanggan.
2. *Communication/Information Flow*
Berbagai jenis aliran informasi yang mengatur apa saja yang harus dibuat dan kapan harus dibuat.
3. *Timelines & Travel Distance*
Menunjukkan process *lead time* dan *cycle time* dari proses serta jarak dari masing-masing proses atau area.

2.4.1 Current State Mapping

Menurut Hines dan Taylor dalam Khairunnas (2016), dalam membuat suatu peta aliran nilai dapat dibagi menjadi dua fase yaitu dengan membuat *big picture mapping* dan selanjutnya memetakan aliran secara rinci dengan *detailed mapping* atau VALSAT. Sebelum membuat *detailed mapping* maka seseorang harus mengerti gambaran besar tentang aliran informasi dan aliran fisik yang terjadi pada proses.

2.4.2 Future State Mapping

Menurut Khairunnas (2016) *future state mapping* digunakan untuk acuan dalam melakukan kegiatan produksi pada kondisi yang telah diperbaiki. Pembuatan *future state mapping* diawali dengan mengidentifikasi dan menganalisa pemborosan yang terjadi pada *current state mapping*. Dengan begitu kita bisa membuat *future state mapping* dengan ide perbaikan yang didapatkan dan analisa tersebut sesuai keadaan nyata.

2.4.3 Fungsi Value Stream Mapping

Menurut Muchtiar, et al., (2016) *Value Stream Mapping* mempunyai beberapa fungsi yaitu:

1. *Value Stream Mapping* adalah alat peraga untuk menjelaskan *Value Stream* yang sekarang.
2. Supaya orang mengerti dengan mudah dimana *waste* berada dalam proses
3. Memberikan tim perbaikan sebuah landasan untuk memprioritaskan usaha perbaikan.
4. Memberikan tim sebuah alat peraga untuk mewakili ide perbaikan mereka, jadi tim dapat lebih baik untuk berkomunikasi dengan orang yang di dalam maupun di luar organisasi.

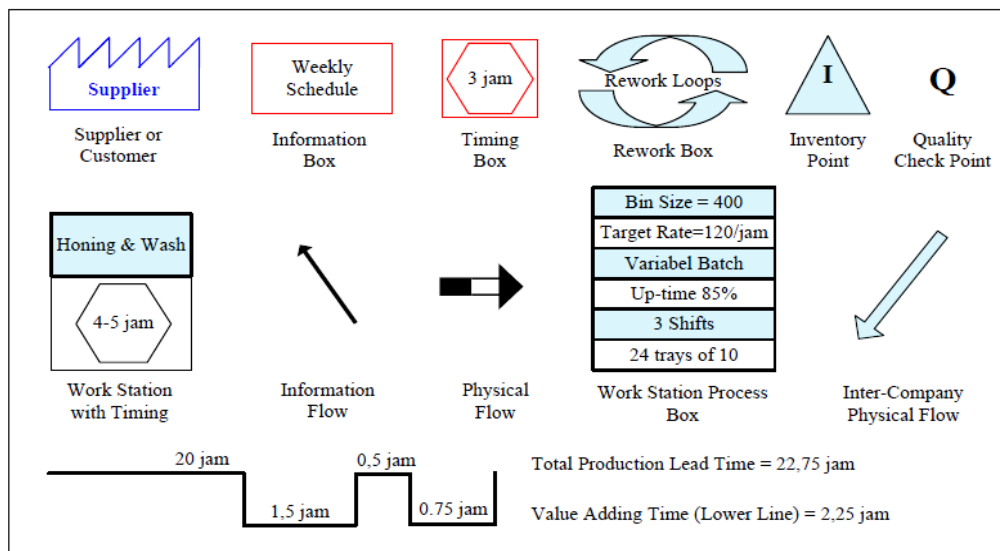
2.5 Big Picture Mapping

Menurut Hines dan Taylor dalam Wahyuni (2016), *big picture mapping* merupakan sebuah *tool* yang dikembangkan dari *value stream mapping*. *Big picture mapping* berfungsi untuk mengidentifikasi dimana terdapat *waste*, serta mengetahui

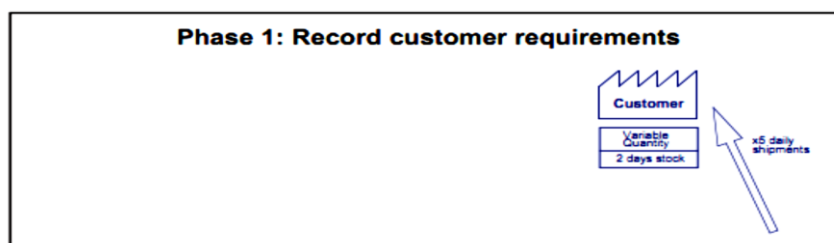
keterkaitan antara aliran informasi dan aliran material. Penggambaran aliran informasi dan aliran material dengan menggunakan *big picture mapping* dilakukan berdasarkan simbol-simbol tertentu sesuai Gambar 2.1. Penggambaran *big picture mapping* dilakukan dengan menerapkan lima fase penyusunan *big picture mapping* (Hines & Taylor, 2000). Berikut merupakan penjelasan tiap fase yang dimaksudkan.

1. Fase 1: *Customer Requirement*

Fase pertama pada proses penggambaran *big picture mapping* adalah mengidentifikasi jumlah dan jenis produk yang diinginkan oleh *customer*, kapan produk tersebut dibutuhkan, kapasitas dan frekuensi pengiriman, serta jumlah persediaan yang perlu disimpan untuk kebutuhan *customer* Gambar 2.3.



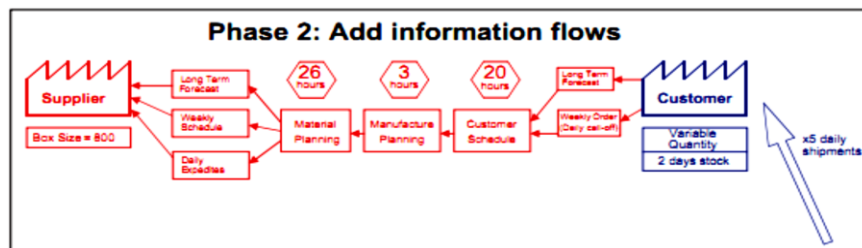
Gambar 2.2 Simbol dalam *Big Picture Mapping* (Hines & Taylor, 2000)



Gambar 2.3 *Customer Requirement* (Hines & Taylor, 2000)

2. Fase 2: *Information Flow*

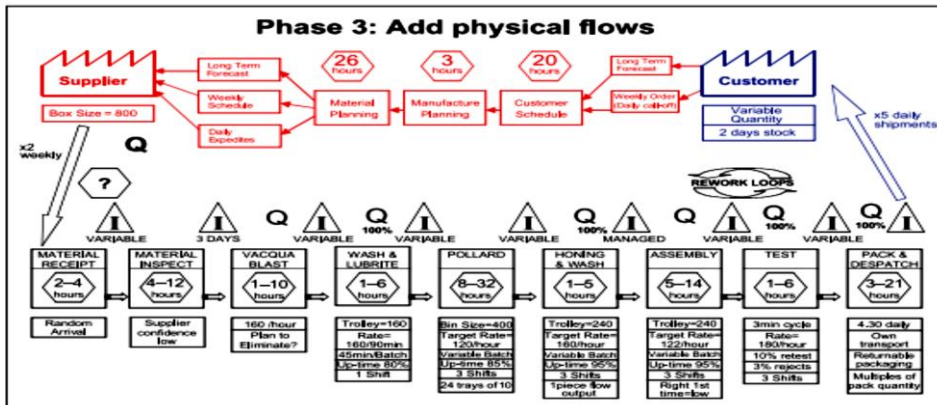
Fase kedua pada penggambaran *big picture mapping* adalah *information flow*, yaitu menggambarkan aliran informasi dari supplier ke *customer*. Hal-hal yang perlu digambarkan pada *information flow* meliputi *forecast demand*, informasi pembatalan *order*, departemen yang memberikan informasi ke perusahaan, lama informasi muncul hingga diproses, informasi yang disampaikan ke *supplier* serta persyaratan *order* yang perlu disepakati. Gambar 2.4 berikut merupakan penggambaran *information flow* pada *big picture mapping*.



Gambar 2.4 *Information Flow* (Hines & Taylor, 2000)

3. Fase 3: *Physical Flow*

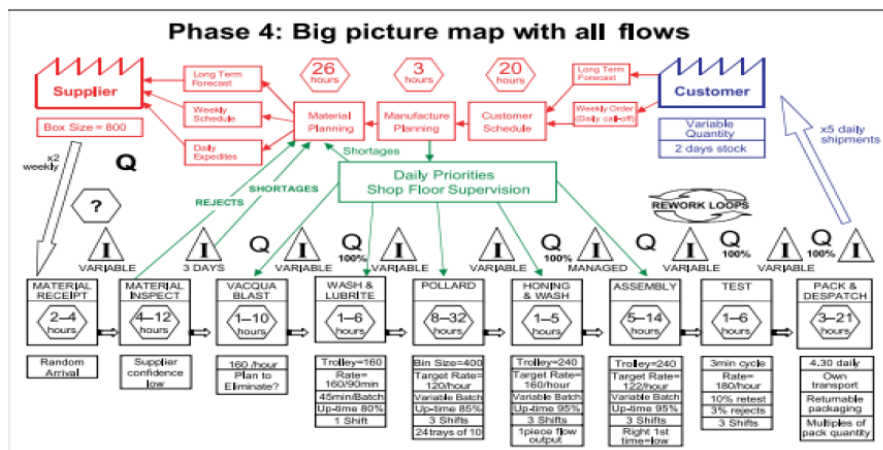
Fase ketiga pada penggambaran *big picture mapping* adalah menggambarkan *physical flow*, yaitu aliran fisik produk mulai dari material hingga menjadi produk akhir yang memiliki nilai tambah. Hal-hal yang perlu dicantumkan pada penggambaran *physical flow* meliputi informasi jenis produk, jumlah produk sesuai *demand*, waktu yang dibutuhkan untuk memproses material menjadi produk jadi, serta informasi yang berhubungan dengan material seperti jumlah *supplier* dan sebagainya. Selain itu, perlu ditambahkan informasi yang diperlukan oleh internal perusahaan yang meliputi jumlah *inventory* di gudang, titik kebutuhan inspeksi dan jumlah cacatnya, waktu siklus, titik adanya *bottleneck*, waktu operasi tiap stasiun kerja, serta jumlah tenaga kerja yang diperlukan pada setiap stasiun kerja. Penggambaran *physical flow* pada *big picture mapping* dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Physical Flow (Hines & Taylor, 2000)

4. Fase 4: Linking Physical and Information Flow

Fase berikutnya pada penggambaran *big picture mapping* adalah menggabungkan antara *physical flow* dan *information flow*. Penggabungan kedua aliran tersebut dapat dilakukan dengan bantuan anak panah yang berisi informasi penjadwalan yang digunakan, instruksi kerja dan sumber informasi yang dialirkan. Penggabungan aliran fisik dan aliran informasi pada *big picture cycle mapping* dapat dilihat pada Gambar 2.6.

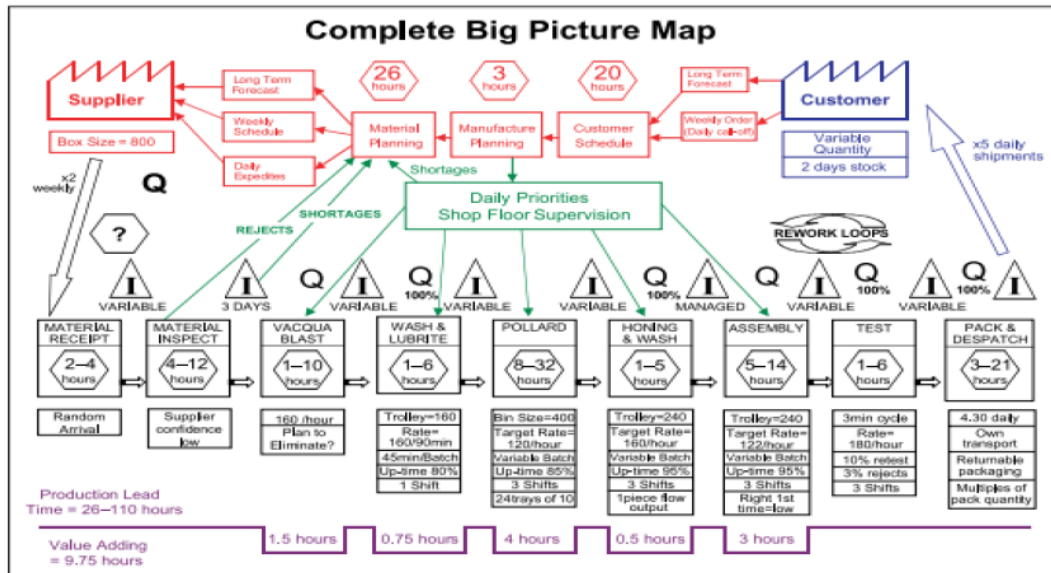


Gambar 2.6 Big Picture Mapping with All Flows (Hines & Taylor, 2000)

5. Fase 5: Complete Map

Fase terakhir dalam penggambaran *big picture mapping* adalah melengkapi aliran fisik dan aliran informasi yang telah digabungkan pada fase sebelumnya dengan keterangan *lead time* dan *value added time* pada prosesnya (sesuai Gambar 2.7). *Value added time* adalah total waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses

yang tergolong *value added activity*. Sedangkan *Lead time* didefinisikan sebagai total waktu yang dibutuhkan untuk memproses *part* atau produk melalui *plant* (Groover dalam Wahyuni, 2016).



Gambar 2.7 Complete Big Picture Mapping (Hines & Taylor, 2000)

2.6 Value Stream Analysis Tools (VALSAT)

Menurut Hines & Rich (1997) pada prinsipnya, *value stream analysis tool* digunakan sebagai alat bantu untuk memetakan secara detail aliran nilai (*value stream*) yang berfokus pada *value adding process*. Detail mapping ini kemudian dapat digunakan untuk menemukan penyebab *waste* yang terjadi.

Terdapat 7 macam *detail mapping tools* yang paling umum digunakan yaitu *process activity mapping*, *Supply Chain Response Matrix*, *Production Variety Funnel*, *Quality Filter Mapping*, *Demand Amplification Mapping*, *Decision Point Analysis* serta *Physical Structure*.

Pemilihan *tool* yang tepat dapat dilakukan dengan menggunakan VALSAT (*Value Stream Analysis Tools*), karena setiap *mapping tools* mempunyai hubungan kesesuaian dengan setiap *waste* (Hines & Rich, 1997). Hubungan tersebut dapat ditunjukkan pada tabel 2.1 dibawah ini:

Tabel 2.1 *The Seven Stream Mapping Tools*

<i>Waste</i>	<i>Process Activity Mapping</i>	<i>Supply Chain Response Matrix</i>	<i>Production Variety Funnel</i>	<i>Quality Filter Mapping</i>	<i>Demand Amplification Mapping</i>	<i>Decision Point Analysis</i>	<i>Physical Structure (a) Volume (b) Value</i>
<i>Overproduction</i>	L	M		L	M	M	
<i>Waiting</i>	H	H	L		M	M	
<i>Excessive Transportation</i>	H						L
<i>Inappropriate Processing</i>	H		M	L		L	
<i>Unnecessary Inventory</i>	M	H	M		H	M	L
<i>Unnecessary Motion</i>	H	L					
<i>Defect</i>	L			H			

(Sumber : Hines & Rich , 1997)

Catatan :

H = Korelasi dan kegunaan tinggi, faktor pengali 9

M = Korelasi dan kegunaan sedang, faktor pengali 3

L = Korelasi dan kegunaan rendah, faktor pengali 1

2.6.1 *Process Activity Mapping*

Process Activity Mapping merupakan pendekatan teknis yang biasa dipergunakan pada aktivitas-aktivitas di rantai produksi. Walaupun demikian, perluasan dari *tool* ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi *lead time* dan produktivitas baik aliran produk fisik maupun aliran informasi, tidak hanya dalam ruang lingkup perusahaan namun juga pada area lain dalam *supply chain*. Konsep dasar dari *tool* ini adalah memetakan setiap tahap aktivitas yang terjadi mulai dari operasi, transportasi, inspeksi, *delay*, dan *storage*, kemudian mengelompokkannya ke dalam tipe-tipe aktivitas yang ada mulai dari *value adding activities*, *necessary non value adding activities*, dan *non value adding activities*. Tujuan dari pemetaan ini adalah untuk membantu memahami aliran proses, mengidentifikasi adanya pemborosan, mengidentifikasi apakah suatu proses dapat diatur kembali menjadi lebih efisien, mengidentifikasi perbaikan aliran penambahan nilai.

Process activity mapping memberikan gambaran aliran fisik dan informasi, waktu yang diperlukan untuk setiap aktivitas, jarak yang ditempuh dan tingkat persediaan produk dalam setiap tahap produksi. Kemudahan identifikasi aktivitas terjadi karena adanya pengelompokan aktivitas menjadi 5 jenis yaitu operasi, transportasi, inspeksi, *delay*, dan penyimpanan. Operasi dan inspeksi adalah aktivitas yang bernilai tambah. Sedangkan transportasi dan penyimpanan berjenis penting tetapi tidak bernilai tambah. Adapun *delay* adalah aktivitas yang dihindari untuk terjadi sehingga merupakan aktivitas berjenis tidak bernilai tambah.

Process activity mapping terdiri dari beberapa langkah sederhana:

1. Dilakukan analisa awal untuk setiap proses yang ada
2. Mengidentifikasi waste yang ada
3. Mempertimbangkan proses yang dapat dirubah agar urutan proses bisa lebih efisien
4. Mempertimbangkan pola aliran yang lebih baik
5. Mempertimbangkan segala sesuatu untuk setiap aliran proses yang benar – benar penting saja

2.6.2 *Supply Chain Response Matrix*

Supply chain response matrix digunakan untuk mengevaluasi persediaan dan *lead time* sehingga meningkatkan tingkat pelayanan pada jalur distribusi yang dilakukan dengan biaya yang lebih rendah. Dengan *tools* ini pihak manajemen akan mengetahui peningkatan atau penurunan tingkat persediaan dan waktu distribusi pada tiap area dalam *supply chain*.

2.6.3 *Production Variety Funnel*

Production variety funnel merupakan alat yang berasal dari disiplin ilmu manajemen operasi dan telah pernah diaplikasikan oleh New dalam Hines (1997) pada industri tekstil. Metode ini berguna untuk mengetahui pada area mana terjadi bottleneck dari input bahan baku, proses produksi sampai pengiriman ke konsumen (Hines, 1997)

2.6.4 *Quality Filter Mapping*

Quality Filter Mapping adalah hasil identifikasi menunjukkan adanya 3 jenis *defect* dari kualitas yaitu (1) produk *defect* (2) *scrap defect* (3) *service defect*. Produk *defect* merupakan cacat fisik produk yang tidak berhasil diseleksi pada saat proses inspeksi sehingga lolos ke konsumen. Untuk memaparkan permasalahan kualitas di atas terutama untuk cacat maka *quality filter mapping* menggunakan data cacat produksi yang digunakan untuk mengetahui persen cacat tersebut. Dari persen cacat akan terlihat jelas apakah jumlah cacat melewati batasan yang ditetapkan perusahaan.

$$\text{Persen cacat produksi} = \frac{\text{Jumlah Cacat}}{\text{Total Cacat}}$$

2.6.5 *Demand Amplification Mapping*

Demand amplification mapping adalah alat yang sering digunakan pada disiplin ilmu sistem dinamik yang diciptakan oleh Forester dan Burbidge dalam Hines (1997). Hasil penelitian Forester dan Burbidge dalam Hines (1997) menunjukkan bahwa jika permintaan dikirim dari serangkaian persediaan yang dimiliki menggunakan pengendalian *stock order*, akan memperlihatkan adanya amplifikasi dari variasi permintaan akan meningkat untuk setiap transfer. Hal ini menunjukkan bahwa pengaturan persediaan sangat penting dalam mengantisipasi adanya perubahan permintaan. Alat ini dapat digunakan sebagai dasar pengambilan

keputusan dan analisis kedepan untuk mendesain konfigurasi aliran nilai, mengatur fluktuasi permintaan sehingga permintaan yang ada dapat dikendalikan.

2.6.6 Decision Point Analysis

Alat *decision point analysis* ini sering digunakan pada pabrik yang berkarakteristik produk jadinya relatif beragam dari jumlah komponen yang terbatas, seperti industri elektronik dan rumah tangga. Akan tetapi pada perkembangannya juga digunakan pada industri lain. Titik keputusan adalah dimana tarikan permintaan aktual memberikan cara untuk mendorong adanya peramalan. Adanya informasi titik keputusan akan berguna untuk mengerti dimana terjadinya kekeliruan penentuan titik keputusan.

2.6.7 Physical Structure

Alat ini berguna untuk mengetahui fakta apa yang terjadi pada aliran rantai pasok secara keseluruhan dan mengetahui level dari industrinya. Adanya pengetahuan dari alat ini, akan sangat berguna mengapresiasi seperti apa industri manufaktur sekarang, mengerti bagaimana perusahaan beroperasi dan dapat memperhatikan secara langsung area mana perlu perhatian khusus untuk dikembangkan.

2.7 Failure Mode and Analysis Effect (FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) merupakan teknik yang terkenal untuk perbaikan kualitas dari produk maupun proses, yang menggunakan pendekatan sistematis untuk memprioritaskan tindakan perbaikan yang berdasarkan analisa dari *severity*, *occurrence* dan *detectability of failure modes* (Sankar & Prabhu dalam Isnain, 2016).

Menurut Parsana dan Patel dalam Isnain (2016) FMEA digunakan untuk identifikasi dan analisa sebagai berikut :

1. Seluruh failure mode dari bagian yang berbeda dari sebuah sistem
2. Efek dari *failure mode* pada sistem
3. Bagaimana menghindari sebuah kegagalan dan mengurangi efek dari kegagalan sistem

FMEA merupakan *tool* langkah per langkah untuk mengidentifikasi semua kemungkinan terjadinya kegagalan sepanjang proses, analisa efek menunjukkan

untuk mempelajari konsekuensi dari seluruh kegagalan tersebut (Mhetre & Dhake dalam Isnain, 2016).

Proses FMEA adalah untuk pengembangan produk dan proses yang *continue* dan konsisten sehingga meningkatkan kepuasan pelanggan (Johnson & Khan dalam Isnain, 2016).

Tujuan penggunaan dari FMEA adalah menemukan hubungan antara penyebab dan efek dari *defects* serta mencari, penyelesaian dan memberikan gambaran untuk pengambilan keputusan yang terbaik (Parsana & Patel dalam Isnain, 2016).

FMEA dapat menganalisa *failures*/kegagalan pada implementasi *lean production* yang berhubungan dengan empat *critical resources* : *people, materials, equipment and schedules* (Shawney et al. dalam Isnain, 2016).

Prosedur dokumentasi dan penggunaan FMEA menurut (Parsana dan Patel dalam Isnain, 2016) yaitu, sebagai berikut :

1. *Items and its Functions*

Menentukan semua keseluruhan fungsi item termasuk lingkungan dimana item tersebut telah beroperasi.

2. *Potential Failure Mode*

Mempertimbangkan kegagalan yang pernah terjadi, laporan terbaru dan *brainstorming*. Contohnya : *cracked, deformed*, dan lain sebagainya.

3. *Potential Effects of Failure*

Seperti yang dirasakan oleh internal/*end user* contohnya *noise*, kerusakan dan lain sebagainya.

4. *Severity*

Severity merupakan *assessment* dari efek yang berpengaruh dari *failure mode* yang potensial.

Tabel 2.2 Nilai *severity*

Rating	Kriteria
1	<i>Negligible Severity</i> (Pengaruh Buruk yang di abaikan) Kita tidak perlu memikirkan bahwa Akibat ini akan berdampak pada kualitas produk. Konsumen mungkin tidak akan memperhatikan kecacatan ini
2 3	<i>Mild Severity</i> (Pengaruh Buruk yang ringan). Akibat yang di timbulkan bersifat Ringan, Konsumen tidak akan merasakan penurunan Kualitas.
4 5 6	<i>Moderate Severity</i> (Pengaruh buruk yang moderat). Konsumen akan merasakan Penurunan Kualitas, Namun masih dalam Batas Toleransi
7 8	<i>Hight Severity</i> (Pengaruh Buruk yang Tinggi) Konsumen akan merasakan penurunan Kualitas yang berada di Luar Batas Toleransi.
9 10	<i>Potensial Severity</i> (Pengaruh Buruk yang sangat Tinggi) Akibat yang di timbulkan sangat berpengaruh terhadap Kualitas Lain.

Sumber: (Gasperz dalam Isnain, 2016)

5. *Class*

Klasifikasi dari karakteristik produk yang berbeda yang membutuhkan tambahan kontrol proses.

6. *Potential Cause/Mechanism of Failure*

Setiap penyebab dan mekanisme harus terdata dengan lengkap. Contoh penyebab kegagalan seperti material yang tidak tepat, kurangnya pelumas, *over stressing* dan lain sebagainya. Contoh mekanisme kegagalan adalah kelelahan, korosi dan lain sebagainya.

7. *Occurrence*

Occurrence merupakan kemungkinan penyebab/mekanisme yang akan terjadi. Dalam hal ini sangat penting untuk mengetahui penyebab dari kegagalan dan berapa kali pernah terjadi.

Tabel 2.3 Nilai *Occurrence*

Rating	Deskripsi
1	Tidak mungkin bahwa penyebab ini yang menyebabkan mode kegagalan
2	Kegagalan akan jarang terjadi
3	Kegagalan akan jarang terjadi
4	Kegagalan agak mungkin terjadi
5	Kegagalan agak mungkin terjadi
6	Kegagalan agak mungkin terjadi
7	Kegagalan adalah sangat mungkin terjadi
8	Kegagalan adalah sangat mungkin terjadi
9	Hampir dapat dipastikan bahwa kegagalan akan terjadi
10	Hampir dapat dipastikan bahwa kegagalan akan terjadi

Sumber: (Gasperz dalam Isnain, 2016)

8. *Current Design Control*

Aktivitas kontrol yang umumnya termasuk langkah-langkah pencegahan, validasi dan verifikasi desain yang didukung oleh tes fisik, pemodelan matematika, pengujian *prototype*, *review* kelayakan dan lain sebagainya.

9. *Detection*

Langkah-langkah yang *relative* dari *design control* untuk mendeteksi penyebab atau mekanisme potensial *failure mode* sebelum produksi. Didukung juga oleh tes fisik, pemodelan matematika, pengujian *prototype*, *review* kelayakan dan lain sebagainya.

Tabel 2.4 Nilai *Detection*

Degree	Description	Rating
Very high	Otomatis proses dapat mendeteksi kesalahan yang terjadi (komputerisasi)	1
Very high	Hampir semua kesalahan dapat dideteksi oleh alat kontrol (visual pada bentuk barang dan double checking)	2
High	Alat kontrol cukup andal untuk mendeteksi kesalahan (visual pada bentuk barang)	3
High	Alat kontrol relatif andal untuk mendeteksi kesalahan (visual pada bentuk barang)	4
Moderate	Alat kontrol bisa mendeteksi kesalahan (visual pada susunan barang)	5
Moderate	Alat kontrol cukup bisa mendeteksi kesalahan (visual pada susunan barang)	6
Low	Keandalan alat kontrol untuk mendeteksi kesalahan rendah (pengamatan fisik)	7
Low	Keandalan alat kontrol untuk mendeteksi kesalahan sangat rendah (pengamatan warna)	8
Very low	Alat kontrol tidak bisa diandalkan untuk mendeteksi kesalahan (<i>feeling</i> bedasar pengalaman masa lalu)	9
Very low	Tidak ada alat kontrol yang bisa digunakan untuk mendeteksi kesalahan	10

Sumber: (Gasperz dalam Isnain, 2016)

10. Risk Priority Numbers (RPN)

RPN merupakan indikator untuk penentuan tindakan *corrective* yang tepat pada *failure modes*, dikalkulasi dengan mengalikan level peringkat dari *severity, occurrence and detection* dalam skala 1 sampai 1000.

RPN = Severity x Occurrence x Detection

Nilai RPN yang rendah selalu lebih baik daripada nilai RPN yang tinggi. RPN dapat dikomputasi untuk keseluruhan proses dan desain proses, setelah didapatkan RPN maka dapat menentukan untuk lebih fokus di area yang mana dan fokus pada solusi dari *failure modes*.

11. *Recommended Actions*

Dimulai dengan nilai RPN yang tinggi baru ke rendah, kemudian dilakukan hal sebagai berikut :

- Bertujuan untuk mengurangi satu atau lebih dari kriteria yang membuat nilai RPN tinggi
- Dilakukan tindakan khusus adalah *design of experiments, revised test plans, revised material specifications, revised design* dan lain sebagainya
- Kemudian yang terpenting adalah memberikan tanda mark “none” pada kasus yang tidak ada rekomendasi untuk digunakan di masa mendatang dari dokumen FMEA

12. *Responsibilities and Completion Dates*

Tanggung jawab individu/*group* untuk tindakan rekomendasi dan tanggal penyelesaian target dimasukkan juga.

13. *Actions Taken*

Penjelasan singkat dari langkah tindakan yang akan diambil setelah dilakukan tindakan yang sebenarnya oleh tim.

2.8 Penelitian Terdahulu

Dasar atau acuan yang berupa teori-teori atau temuan-temuan melalui hasil penelitian sebelumnya merupakan hal yang sangat perlu dan dapat dijadikan sebagai data pendukung. Salah satu data pendukung yang menurut peneliti perlu dijadikan bagian tersendiri adalah penelitian terdahulu yang relevan dengan permasalahan yang sedang dibahas dalam penelitian ini.

Hernadewita dkk (2017) meneliti “Penerapan *Value Stream Mapping* Pada Industri *Part* Dan Komponen *Automotive*”. Tujuan penelitian mengusulkan perbaikan pada proses produksi *engine* pada proses sub *head cylinder* dengan

metode *value stream mapping*. Dengan hasil penelitian pada *current state value stream mapping* (CSVSM) proses produksi *engine model 1WD* memiliki *lead time* yang panjang yaitu 1.201,81 detik, perbedaan waktu antar proses yang cukup jauh menyebabkan aliran material menjadi tidak lancar. Usulan perbaikan yang dilakukan untuk mengurangi pemborosan pada proses produksi *engine model 1WD*. Peningkatan produktivitas yang terjadi sebesar 7,77% dari 68,71% menjadi 76,48%.

Fahriza Nurul Azizah (2017) meneliti “ Penerapan *Lean Manufacturing* Dengan Pendekatan *Value Stream Mapping*: Studi Kasus Perusahaan Perakitan Kaca Mobil “. Tujuan penelitian mengidentifikasi aktivitas pemborosan yang tidak memberi nilai tambah di dalam proses produksi, mengukur seberapa besar pengaruh pemborosan terhadap kinerja produksi, memberikan solusi tindakan perbaikan terbaik yang dapat diambil untuk membuat aliran produksi mengalir lancar dengan menghilangkan pemborosan di dalamnya. Dengan hasil penelitian teridentifikasi bahwa telah terjadi perbaikan *Production Lead Time* dari 28,46 detik menjadi 24,21 detik atau turun sebanyak 15% serta peningkatan pada *VA process* dari 25,6 detik menjadi 22 detik dan *NVA* sebesar 2,86 detik menjadi 2,21 detik sehingga diperoleh peningkatan kinerja sebesar 1 %.

Ferdian Elvis Tiarso dkk (2015) meneliti “ Upaya Pengurangan *Waste* Di Bagian *Pre Spinning* Dengan Pendekatan *Lean Manufacturing* (Studi Kasus di PT XYZ) “. Tujuan penelitian untuk mengurangi *waste* dibagian *Pre Spinning*. Dengan hasil penelitian menunjukkan total *non value added time* dalam aliran nilai di bagian *Pre Spinning* adalah 43,426 menit. Pembobotan dengan AHP menghasilkan 3 tipe *waste* yang memiliki tingkat kepentingan tertinggi yaitu *waiting*, *defect*, dan *excessive transportation*. Usulan rekomendasi perbaikan antara lain menambah jumlah mesin *Carding*, meningkatkan kapasitas *hand truck*, penambahan operator sementara, penghapusan proses pembungkusan *Lap*, dan tambahan waktu *maintenance*.