

## Bab II

### Tinjauan Pustaka

#### 2.1 *Lean Manufacturing*

Konsep *Lean* sendiri awalnya muncul pada perusahaan Jepang, salah satunya adalah perusahaan Toyota yang dikenal dengan *Toyota Production System* (TPS). Menurut Wilson (2010) *Lean* dapat digunakan dengan proses yang berjalan seperti penggunaan bahan atau *material* yang lebih sedikit, membutuhkan investasi lebih sedikit, menggunakan lebih sedikit inventaris, menggunakan lebih sedikit ruang, serta menggunakan lebih sedikit pekerja. Konsep *Lean* dapat digunakan pada beberapa bidang, salah satunya dapat digunakan di bidang manufaktur yang disebut *Lean Manufacturing*.

*Lean Manufacturing* adalah upaya untuk menghilangkan pemborosan (*waste*) yang terjadi pada suatu perusahaan industri serta meningkatkan nilai tambah (*value added*) barang dan jasa agar memberikan nilai kepada pelanggan (Gaspersz, 2002). Ada beberapa hal yang mendasari untuk melakukan konsep tersebut agar mencapai tujuan yang diinginkan. Tujuan dari konsep *Lean Manufacturing* adalah menemukan dan mengurangi adanya pemborosan yang terjadi pada proses *value stream* untuk memaksimalkan hasil produksi.

#### 2.2 Jenis Pemborosan (*Waste*)

Pemborosan (*waste*) merupakan kegiatan yang memberikan nilai tambah dalam proses *input* dan *output* pada setiap *value stream* yang perlu dihilangkan untuk meningkatnya *customer value*. Fokus pendekatan ini adalah bertujuan untuk mengurangi biaya melalui penghapusan aktivitas non-nilai tambah melalui penerapan filosofi manajemen. Menurut Liker dan Meier (2006), pemborosan atau *waste* dalam pendekatan *lean* dibagi menjadi 8 yaitu:

1. *Overproduction*, merupakan suatu proses yang dimana memproduksi barang lebih awal atau dalam jumlah lebih banyak dari yang dibutuhkan oleh pelanggan.

2. *Waiting (time on hand)*, merupakan kegiatan dimana pekerja melakukan sesuatu aktivitas menunggu. Biasanya pekerja melakukan aktivitas tersebut dikarenakan menunggu pemrosesan berikutnya, pasokan, suku cadang, dan lain-lain.
3. *Transportation* atau *conveyance*, merupakan memindahkan *Work in Process (WIP)* atau memindahkan bahan, suku cadang, atau barang jadi dari satu tempat ke tempat lain dalam suatu proses.
4. *Overprocessing* atau *incorrect processing*, merupakan pengambilan langkah yang tidak diperlukan untuk memproses bagian-bagian tersebut. Pemrosesan yang tidak efisien dikarenakan alat dan desain produk ternyata buruk dan menyebabkan gerakan yang seharusnya tidak perlu justru menghasilkan produk cacat.
5. *Excess inventory*, merupakan adanya bahan baku atau WIP yang berlebihan menyebabkan waktu tunggu yang lebih lama, terjadinya keusangan atau rusaknya barang, bertambahnya biaya transportasi, ketidakseimbangan produksi, serta keterlambatan pengiriman dari pemasok.
6. *Unnecessary movement*, adalah setiap gerakan yang perlu dilakukan pekerja selama jalannya pekerjaan selain menambah nilai seperti meraih, mencari, atau menumpuk bagian, dan lain-lain yang merupakan suatu pemborosan.
7. *Defects*, merupakan produksi suku cadang atau barang yang rusak.
8. *Unused employee creativity*, merupakan kehilangan waktu, ide, ketrampilan, dan kesempatan belajar karena tidak adanya melibatkan atau mendengarkan pekerja.

### **2.3 Metode yang Digunakan dalam *Lean Manufacturing***

Ada beberapa metode yang dapat digunakan sesuai kebutuhan dan tujuan yang ingin dicapai serta kemungkinan yang dapat diterapkan pada perusahaan. Pada pembahasan ini, metode yang digunakan adalah *Value Stream Mapping*, dan *Failure Mode and Effects Analysis*.

### 2.3.1 Value Stream Mapping (VSM)

Ada beberapa hal untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan dari dasar *lean production*. Hal yang mengidentifikasi tersebut dibagi menjadi 3 bagian, yaitu pekerjaan yang menambahkan nilai, pekerjaan insidental, dan pekerjaan yang tidak memiliki nilai tambah. Dari identifikasi tersebut menjadi dasar adanya metode *value stream mapping*. *Value stream* adalah tindakan menambah nilai tambah maupun bukan yang saat ini diperlukan untuk membawa produk melalui aliran utama untuk setiap produknya. Menurut Rother dan Shook (2003), *Value Stream Mapping* adalah sebuah alat yang dapat membantu untuk mengerti alur dari material dan informasi produk untuk melewati *value stream*.

Tujuan VSM ini adalah untuk membantu memahami dimana kondisi saat ini, keadaan mendatang, dan dapat merencanakan rencana implementasi, yang dimana dapat menciptakan tampilan tinggi pada efisiensi total. Secara visual ada tiga aliran, yaitu aliran material, aliran produk, dan aliran informasi. Tiga aliran tersebut nantinya akan mengidentifikasi alat perbaikan yang berlaku. Salah satu contohnya dalam praktiknya, ada perusahaan yang telah berhasil menerapkan *lean production* dengan membuktikan bahwa VSM dapat menghilangkan 50% proses atau langkah pemborosan, mempersingkat waktu siklus sebesar 30%, mengurangi variasi dari 30% menjadi 5%, dan meningkatkan kualitas produk secara signifikan (Chen & Meng, 2010).

Menurut Sheth dkk. (2014) VSM memiliki tiga tipe yaitu:

1. *Process level VSM*

Dalam prosesnya ada material dan informasi yang berjalan pada jalur produksi tertentu.

2. *Factory level or door-to-door VSM*

Pada level ini material dan informasi mengalir didalan empat dinding pabrik.

3. *Extended level VSM*

Memfokuskan arus material dan informasi dari beberapa perusahaan.

Ada dua langkah dalam penyusunan atau pemetaan VSM, yaitu:

1. Menggambarkan *Current State Map* dengan melakukan pengamatan disetiap *value stream* dengan proses yang tepat serta proses yang sedang berlangsung.
2. Pembuatan *Future Satet Map* sebagai usulan rancangan perbaikan dari *Current State Map* yang ada.

### 2.3.1.1 *Current State Map*

*Current State Map* merupakan peta untuk memetakan kondisi perusahaan dengan menggunakan simbol-simbol yang sudah ada. *Current state map* memiliki empat aktivitas pengelompokan yang terdiri dari *value added* (VA), *non value added* (NVA), dan *necessary but non value added* (NBVA).

Mengambil data-data tersebut perlu dilakukan pengamatan mendetail di lapangan. Sepanjang proses aktual *value stream* memiliki proses *lead time*, *cycle time*, *changover time*, *uptime*, *EPE* (ukuran batch produksi), jumlah operator dan waktu kerja, level *inventory*, dan lain-lain perlu didokumentasi atau dicatat Nantinya akan dimasukkan dalam *data box* untuk masing-masing prosesnya. Untuk pembuatan *data box*, ada perhitungan yang diperlukan, antara lain adalah sebagai berikut:

#### 1. *Cycle Time* (C/T)

*Cycle time* (C/T) adalah ukuran penting yang menyatakan waktu untuk menyelesaikan seluruh elemen/kegiatan kerja dalam membuat satu part sebelum mengulangi membuat part berikutnya. Selain *cycle time* ukuran penting lainnya adalah *Value-creating time* (VCT) dan *Lead Time* (L/T). *Value-creating time* (VCT) dinyatakan bahwa waktu keseluruhan elemen kerja dapat mentransformasikan suatu produk dengan cara dibayar oleh konsumen. *Lead time* (L/T) dinyatakan bahwa waktu yang perlu dibutuhkan untuk seluruh proses satu *value stream*, dimulai dari awal hingga akhir proses. Biasanya dinyatakan sebagai berikut:  $VCT < C/T < L/T$ .

#### 2. *Change-over Time* (C/O)

Merupakan waktu yang diperlukan untuk mengubah posisi dari memproduksi satu jenis produk menjadi memproduksi produk lainnya.

### 3. Uptime

Dinyatakan sebagai kapasitas mesin untuk mengerjakan satu proses. Biasanya kapasitas mesin bersifat *on-demand machine uptime*, yang dimana informasi mesin tersebut tetap.

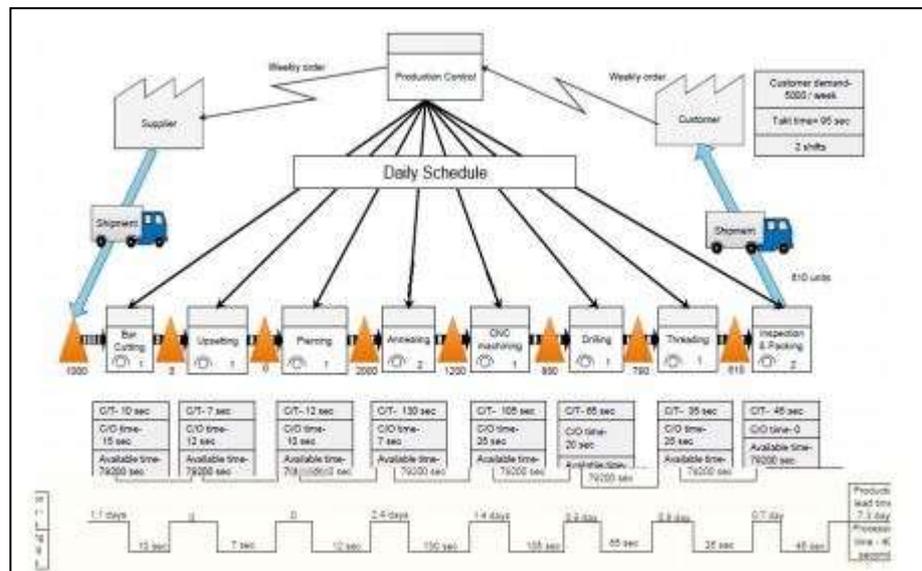
### 4. Jumlah Operator

Menyatakan jumlah orang atau pekerja yang dibutuhkan dalam melakukan suatu proses.

### 5. Work Time (Waktu Kerja)

Waktu kerja pada suatu proses dikurangi dengan waktu istirahat (*break*), waktu rapat (*meeting*), dan waktu membersihkan area kerja (*cleanup times*).

Salah satu contoh *current state map* dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 *Current state value stream map* (Saraswat dkk., 2015)

#### 2.3.1.2 *Future State Map*

*Future state map* merupakan hasil rancangan perbaikan dari *current state map*. Langkah ini adalah langkah terakhir dalam *value stream mapping*. Tujuan *future state map* adalah untuk mengetahui dengan jelas asal sumber pemborosan dan membantu membuat area proses perbaikan yang nyata. Berkat inilah *future state map* dapat mampu menggambarkan perubahan aliran proses serta menunjukkan bagaimana kinerja dari proses yang akan ditingkatkan

berdasarkan rancangan transformasi *lean*. *Takt time* menunjukkan berapa jumlah produk dalam satu proses produksi. Ada beberapa langkah atau petunjuk untuk membuat *Future state map*, yaitu (Rother & Shook, 2003)

1. Menentukan *Takt Time*

*Takt time* merupakan hasil dari produksi dalam satu hari berdasarkan rata-rata harian penjualan produk untuk memenuhi kebutuhan konsumen. *Takt time* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Takt Time (TT)} = \frac{\text{available work time per day}}{\text{customer demand per day}} \quad (2.1)$$

2. Menentukan *Continuous Flow* (Aliran yang Kontinu)

*Continuous Flow* merupakan proses produksi suatu produk dalam satu waktu, yang dimana setiap produk dengan segera melewati satu proses ke proses lainnya tanpa adanya stagnasi di antara proses tersebut.

3. Mengontrol produksi saat aliran kontinu (*Continuous Flow*) tidak sampai tahap *upstream*

Beberapa area dalam *value stream* dimana *continuous flow* tidak memungkinkan untuk diimplementasikan sementara perlu adanya pengelompokan. Ada beberapa alasan yang bisa menyebabkan hal ini, diantaranya adalah proses yang dirancang untuk dilakukannya operasi dalam waktu siklus yang sangat cepat, kemudian ada proses dimana memiliki tempat atau letak yang jauh sehingga pengiriman produk menjadi tidak realistis, dan beberapa proses memiliki banyak *lead time*. Biasanya pengendalian produksi melalui supermarket berbasis *pull system*, yaitu biasanya perlu diletakkan di area yang *continuous flow*-nya terganggu, serta juga pada proses yang sifatnya *upstream* yang masih harus diterapkan dalam satu ukuran batch. Dikarenakan supermarket merupakan bagian dari proses *supply*, maka perlu adanya *pull system*.

4. Pemilihan *Pacemaker Process*

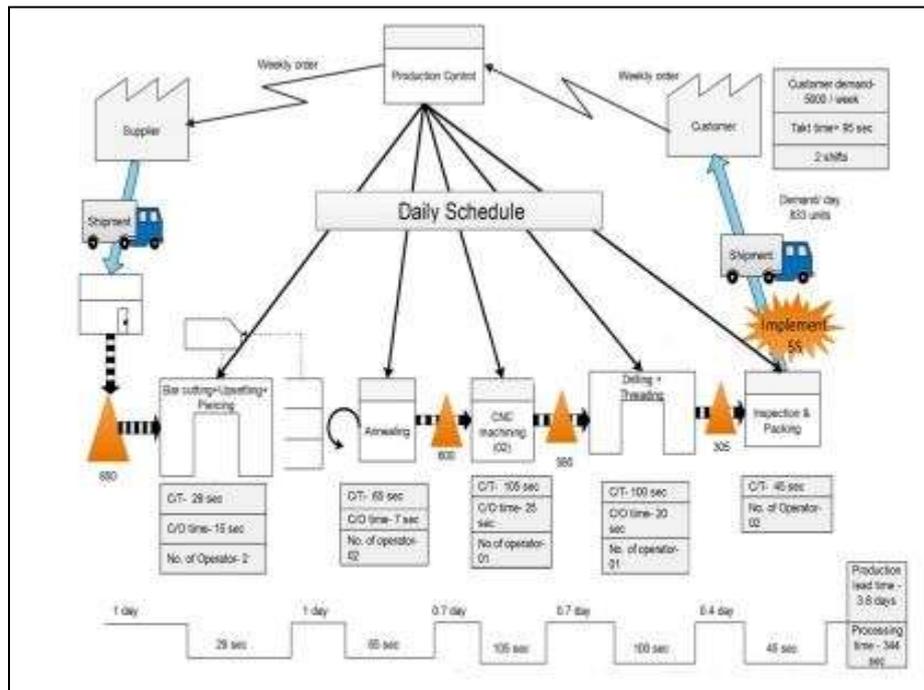
Pada tahap ini setelah menggunakan *supermarket pull system*, dibutuhkan point penjadwalan dalam *value stream* yang dibuat secara

*door-to-door*, yaitu disebut dengan *pacemaker process* (proses utama).

5. Membangun level produksi yang konsisten

Volume kerja yang berubah menyebabkan munculnya *overtime* (waktu lembur) yang tidak menentu hingga menyebabkan tambahan beban di mesin, orang, dan *supermarket*.

Salah satu contoh dari *Future State Map* bisa dilihat pada Gambar 2.2

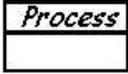
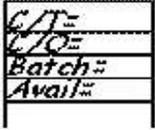
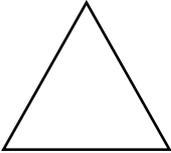
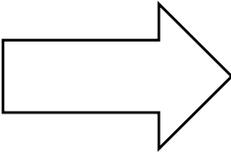


Gambar 2.2 Future state map (Saraswat dkk., 2015)

2.3.1.3 Simbol VSM

Simbol *value stream map* merupakan sebuah symbol yang digunakan sebagai menunjukkan atau merepresentasikan mengenai aliran informasi, material, penyimpanan dan beberapa teknik perbaikan. Beberapa hal informasi yang digambarkan dari VSM, yaitu berupa aktivitas penjadwalan, *forecasting*, dan informasi yang mempengaruhi proses produksi. Menurut Rother dan Shook (2003), *value stream mapping* memiliki beberapa simbol yang dikelompokkan menjadi tiga kategori yaitu proses (Tabel 2.1), material (Tabel 2.2), dan informasi (Tabel 2.3) sebagai berikut:

Tabel 2.1 Simbol proses *value stream mapping* (Rother & Shook, 2003)

Simbol	Keterangan
 Customer/Supplier	Digunakan untuk memberikan informasi berupa tentang customer dan supplier
 Dedicated Process	Digunakan sebagai memberikan informasi mengenai proses, operasi, mesin atau departemen yang dilalui
 Shared Process	Digunakan untuk melambangkan proses operasi, departemen, serta pusat kerja yang digunakan bersamaan dengan <i>value stream</i>
 Data Box	Simbol untuk menulis data-data yang telah teridentifikasi.
 Inventory	Menggambarkan informasi mengenai adanya barang
 Shipments	Melambangkan sebagai aliran perpindahan material dari satu ke tempat lainnya

---

Simbol	Keterangan
--------	------------

---

Tabel 2.2  
Material Value  
Mapping  
Shook, 2003)

Simbol  
Stream  
(Rother &



Push Arrow

Digunakan untuk menggambarkan arah perpindahan material dari satu proses ke proses selanjutnya



Fifo Line

Menggambarkan aktivitas inventori yang menerapkan first in first out



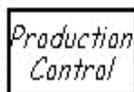
Safety Stock

Memberikan informasi tentang kondisi safety stock



External Shipment

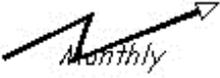
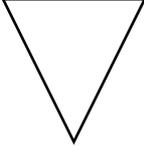
Memberikan informasi tentang pengiriman dari supplier atau pengiriman kepada konsumen menggunakan transportasi eksternal



Production Control

Memberikan informasi penjadwalan produksi yang berasal dari departemen control operasi

Tabel 2.3 Simbol Informasi *Value Stream Mapping* (Rother & Shook, 2003)

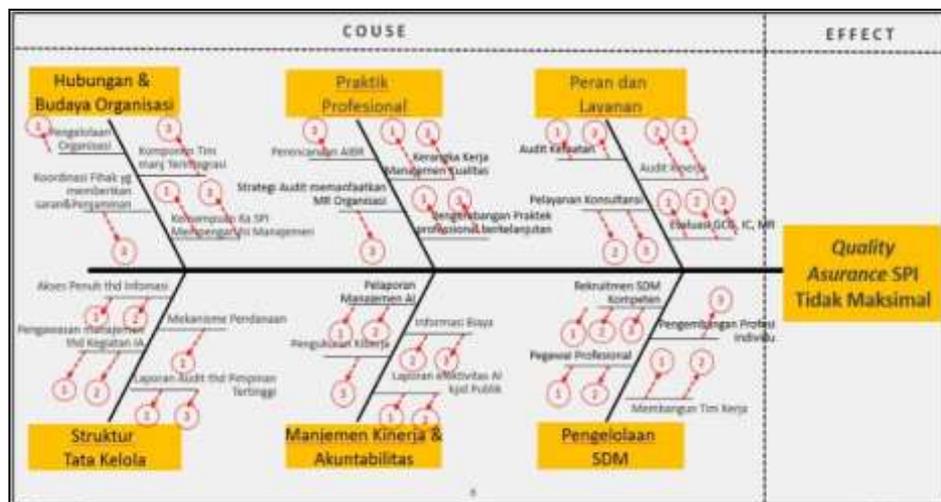
Simbol	Keterangan
 Manual Info	Memberikan informasi mengenai aliran yang bergerak secara manual dalam bentuk laporan
 Electronic Info	Memberikan gambaran aliran informasi yang bergerak secara elektronik dalam bentuk sistem
 Signal <i>Kanban</i>	Memberikan informasi aktivitas <i>Kanban</i> untuk memberi tanda <i>changeover</i>
 <i>Kanban Post</i>	Digunakan untuk menandakan tempat

### 2.3.2 Diagram Sebab Akibat (*Cause and Effect Diagram*)

Diagram sebab akibat (*cause and effect diagram*) dikenal juga dengan sebutan diagram tulang ikan (*fishbone diagram*) memiliki tujuan untuk memperlihatkan faktor-faktor yang berpengaruh pada kualitas. Diagram sebab akibat ini pertama kali diperkenalkan oleh Profesor Kaoru Ishikawa pada tahun 1943. Untuk mengetahui dan mengidentifikasi penyebab masalah kinerja, ada empat langkah menggunakan diagram sebab akibat (Nurrohman, 2013):

1. Menentukan penyebab permasalahan atau akibatnya, kemudian tulis dalam kotak yang menggambarkan kepala ikan yang berada diujung utama.
2. Menentukan kelompok dari faktor penyebab utama yang memungkinkan menjadi penyebab permasalahan tersebut dan tulis pada masing-masing pada kotak yang berada cabang.
3. Setiap cabang dalam diagram, tulis faktor penyebab terjadinya dengan lebih rinci. Faktor tersebut bisa menjadi penyebab masalah yang dianalisis. Faktor penyebab ini berupa ranting yang bisa dijabarkan bila diperlukan.
4. Melakukan analisa dengan membandingkan data atau keadaan. Pada setiap faktor dalam hubungannya dengan akibat dapat diketahui penyebab utama terjadinya masalah mutu yang diamati.

Salah satu contoh dari *Future State Map* bisa dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 2.3 Diagram *Fishbone* (Hanta dkk., 2020)

### 2.3.3 Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)

*Failure Mode and Effects Analysis* merupakan teknik yang digunakan untuk mengidentifikasi dan menghilangkan potensi kegagalan untuk meningkatkan kewaspadaan terhadap resiko kegagalan produksi yang akan timbul. Saat melakukan dengan metode FMEA dan mendapatkan *risk potensial*

*number* tertinggi akan menjadi acuan sebagai prioritas perbaikan. Ada beberapa langkah untuk mengidentifikasi menggunakan FMEA:

1. Mengidentifikasi semua kemungkinan kegagalan yang menyebabkan kegagalan sistem atau produk melalui *brainstorming*.
2. Melakukan analisis penyebab kegagalan dengan mempertimbangkan faktor resiko, yaitu diantaranya kejadian kejadian (O), tingkat keparahan (S), dan deteksi (D)

Tujuan dari FMEA adalah untuk memperbaiki adanya permasalahan utama yang terjadi pada setiap tahapan dari proses produksi dan mencegah adanya kegagalan pada produk sampai pada tangan konsumen. Secara keseluruhan, menentukan prioritas nomor kegagalan (RPN) berdasarkan tindakan korektifnya, dengan menggunakan rumus berikut (Rah dkk., 2016):

$$RPN = S \times O \times D \quad (2.2)$$

Dimana:

- O = kejadian  
S = tingkat keparahan  
D = deteksi

Penentuan RPN yang terdiri dari *severity* (S), *occurance* (O), dan *detection* (D) merupakan tahapan dari FMEA. Berikut penentuan secara umumnya menurut Pamungkas, I dkk. (2019) adalah:

1. Penentuan Nilai *Severity* (S)

*Severity* atau tingkat keparahan adalah tingkatan angka untuk menunjukkan keseriusan efek dari mode kegagalan. *Severity* dapat dinilai dari angka 1 sampai 10, di mana angka 1 menunjukkan keseriusan rendah dan angka 10 menunjukkan tingkat keseriusan tinggi atau sangat beresiko. Berikut tabel penilaian *severity*.

Tabel 2.4 Penentuan Nilai *Severity*

<b>Tingkat Keparahan</b>	<b>Tingkat Keparahan Dampak</b>	<b>Peringkat</b>
Berbahaya tanpa peringatan	Kegagalan tidak diketahui oleh peringatan	10
Berbahaya dengan peringatan	Kegagalan didahului oleh peringatan	9
Sangat tinggi	Produk tidak dapat dioperasikan	8
Tinggi	Produk dapat dioperasikan tetapi sebagian item tambahan (fungsi sekunder) tidak dapat berfungsi	7
Sedang	Produk dapat dioperasikan dengan tingkat kinerja yang sedikit berkurang	6
Rendah	Produk dapat dioperasikan dengan tingkat kinerja yang sedikit berkurang	5
Sangat rendah	Cacat disadari oleh pelanggan (>75%)	4
Minor	Cacat disadari oleh pelanggan (50%)	3
Sangat Minor	Cacat disadari oleh	2

	pelanggan (>25%)	
Tidak ada	Tidak memiliki pengaruh	1

2. Penentuan Nilai Kejadian (*Occurance*)

Kejadian (*occurrence*) adalah penilaian dengan tingkatan di mana adanya sebuah sebab kerusakan secara mekanis yang biasanya terjadi pada peralatan. Berikut tabel penilaian *occurance*:

Tabel 2.5 Penentuan Nilai Kejadian (*Occurance*)

Probabilitas Kejadian Resiko	Deskripsi	Peringkat
Sangat Tinggi	Sering terjadi	10
		9
Tinggi	Terjadi berulang	8
		7
		6
Sedang	Jarang terjadi	5
		4
Rendah	Sangat kecil terjadi	3
Rendah	Sangat kecil terjadi	2
Sangat rendah	Hampir tidak pernah terjadi	1

3. Penentuan Nilai Deteksi (*detection*)

Adalah tingkatan penilaian yang sama halnya dengan *severity* dan *occurance*. Penilaian ini penting dalam menemukan penyebab mekanis yang menimbulkan kerusakan serta tindakan perbaikan selanjutnya.

Tabel 2.6 Penentuan Nilai Deteksi (*Detection*)

<b>Deteksi</b>	<b>Kemungkinan Deteksi</b>	<b>Peringkat</b>
Hampir tidak mungkin	Pengontrol tidak dapat mendeteksi kegagalan	10
Sangat jarang	Sangat jauh kemungkinan pengontrol akan menemukan potensi kegagalan	9
Jarang	Jarang kemungkinan pengontrol untuk mendeteksi kegagalan rendah	8
Sangat rendah	Kemungkinan pengontrol untuk mendeteksi kegagalan sangat rendah	7
Rendah	Kemungkinan pengontrol untuk mendeteksi kegagalan rendah	6
Sedang	Kemungkinan pengontrol untuk mendeteksi kegagalan sedang	5

Tabel 2.6 Penentuan Nilai Deteksi (*Detection*) (Lanjutan)

<b>Deteksi</b>	<b>Kemungkinan Deteksi</b>	<b>Peringkat</b>
Agak tinggi	Kemungkinan pengontrol untuk mendeteksi agak tinggi	4
Hampir pasti	Kegagalan dalam proses tidak dapat terjadi karena telah dicegah melalui desain solusi	1

## 2.5 Penelitian Terdahulu

Penelitian yang menjadi bahan referensi dari penelitian ini adalah Tugas Akhir dari Hidayat (2014) dengan judul “Penerapan *Lean Manufacturing* dengan Metode VSM dan FMEA untuk Mengurangi Waste pada Produk Plywood”. Tujuan penelitian tersebut adalah menggunakan *value stream mapping* dan *failure mode and effects analysis* untuk mengidentifikasi dan menganalisis jenis waste, serta memberikan perbaikan berdasarkan nilai RPN tertinggi. Pada *current state mapping*, memiliki persentase *value added time* sebesar 7,76% dari total waktu keseluruhan produksi yaitu 3298,92 menit. Saat penentuan FMEA, memiliki nilai *detection* 7 dan pada analisa *future state map* RPN 42 dan *lead time* setelah penelitian adalah 3176,115. Persamaan dari penelitian ini adalah sama-sama menggunakan metode VSM dan FMEA untuk menentukan pemborosan dari perusahaan. Perbedaan penelitian adalah bahan baku yang digunakan adalah *Plywood* atau bahan bakunya adalah kayu sedangkan penelitian ini menggunakan bahan baku biji plastik. Pada proses produksi pada penelitian pendahulu terdapat 10 proses produksi, sedangkan

pada penelitian ini terdapat 6 proses produksi. Penelitian tersebut dilakukan pada perusahaan besar yang memiliki sistem *mass production*, sedangkan pada penelitian ini dilakukan pada perusahaan yang masih melakukan produksi secara pesanan serta belum memiliki pendataan yang baik.

Penelitian selanjutnya adalah Jurnal dari Khannan dan Haryono (2015) dengan judul “Analisis Penerapan *Lean Manufacturing* untuk Menghilangkan Pemborosan di Lini Produksi PT Abadi”. Tujuan penelitian adalah Mengidentifikasi dan mengurangi pemborosan pada aktivitas perusahaan, serta menghitung *lead time* dan *throughput* pada proses produksi. Pada penelitian tersebut mendapatkan hasil *lead time* pada *current condition* 602,25 dan *future condition* adalah 540,03. Untuk *throughput* produksi mendapatkan hasil *lead time* pada *current condition* 1322 dan *future condition* adalah 1399. Persamaan dari penelitian adalah sama-sama menggunakan metode VSM untuk mengidentifikasi pemborosan pada lini produksi. Perbedaan penelitian tersebut dengan penelitian ini adalah penelitian tersebut menghitung *throughput* serta menggunakan metode *Waste Assessment Model* (WAM).

Penelitian terakhir sebagai referensi adalah Jurnal Optimasi Sistem Industri dari Adrianto dan Kholil (2015) dengan judul “Analisis Penerapan *Lean Production Process* Untuk Mengurangi *Lead Time Process* Perawatan *Engine* (Studi Kasus PT. GMF Aeroasia)”. Penelitian tersebut memiliki tujuan yaitu mengidentifikasi dan mengetahui faktor penyebab pemborosan, serta memberikan rekomendasi terhadap pengurangan waste. Melalui *Seven Waste Concept*, diidentifikasi bahwa pada *waiting* memiliki bobot sebesar 0,38 yang diikuti *defect* sebesar 0,23, *unnecessary inventory* sebesar 0,15, *excessive transportation* 0,09, *inappropriate processing* sebesar 0,08, dan *unnecessary motion* sebesar 0,07. Persamaan penelitian adalah sama-sama menggunakan metode FMEA dan VSM untuk mengetahui pemborosan produksi. Perbedaan penelitian adalah pada penelitian tersebut menggunakan metode *Root Cause Analyst*.