

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Lean Manufacturing**

*Lean* dapat didefinisikan sebagai suatu upaya pendekatan untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*), atau aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non-value added*) dalam suatu operasi (untuk bidang jasa), yang berkaitan langsung dengan pelanggan (Gasperz, 2007). Terdapat 5 prinsip yang mendasari penerapan sistem *lean* (Gasperz, 2006) yaitu:

1. Mengidentifikasi nilai produk (barang dan/atau jasa) berdasarkan perspektif pelanggan, yang mana dalam hal ini pelanggan membutuhkan produk berkualitas, harga terjangkau, dan pengiriman yang tepat waktu.
2. Mengidentifikasi *value stream mapping* (pemetaan proses pada *value stream*) dari awal informasi di terima hingga produk siap didistribusikan (barang dan/atau jasa).
3. Menghilangkan pemborosan yang tidak bernilai tambah dari semua aktivitas sepanjang proses *value stream*.
4. Mengorganisasikan agar material, informasi, dan produk mengalir dengan lancar dan efisien sepanjang proses *value stream* dengan menggunakan sistem tarik (*pull system*).
5. Terus-menerus mencari berbagai cara untuk mencapai keunggulan.

##### **2.1.1 Konsep Dasar Waste**

*Waste* dapat didefinisikan sebagai segala aktivitas kerja yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses transformasi *input* menjadi *output* sepanjang *value stream mapping*.

Berikut ini penjelasan mengenai tipe-tipe *waste* menurut Gaspersz (2011):

1. Produksi yang berlebih (*Over Production*)  
*Over Production* (produksi berlebih) adalah memproduksi terlalu banyak, akan berakibat *inventory* berlebih.
2. Menunggu (*Waiting*)

*Waiting* (menunggu) adalah semua hal yang membuat aktivitas terhenti, baik pada mesin maupun pekerja sehingga menimbulkan pemborosan. Dapat berupa proses menunggu kedatangan material, informasi, peralatan dan perlengkapan sedangkan pekerja hanya mengamati mesin yang sedang berjalan, atau material yang keluar dari satu proses dan tidak langsung dikerjakan di proses berikutnya.

3. Transportasi yang berlebih (*Transportation*)

Transportasi adalah perpindahan produk antar proses merupakan kegiatan yang tidak menambah nilai, dapat berupa pemborosan waktu karena jarak gudang atau bahan baku dari mesin satu ke mesin lainnya yang terlampau jauh. Transportasi yang efisien adalah perpindahan yang dilakukan langsung menuju tempat dimana produk tersebut dapat langsung digunakan.

4. Proses yang berlebih (*Over Processing*)

*Over Processing* (proses yang tidak tepat) adalah melakukan proses atau aktivitas yang tidak perlu dan tidak memberi nilai tambah pada produk hanya menambah biaya dan waktu produksi. Pemborosan ini menyebabkan timbulnya *unnecessary motion* dan memproduksi produk cacat, ketidaksesuaian proses atau metode operasi produksi yang diakibatkan oleh penggunaan *tool* yang tidak sesuai dengan fungsinya.

5. Persediaan yang tidak perlu (*Unncessary Inventory*)

*Inventory* adalah simpanan cadangan yang berlebih. *Inventory* dapat berupa bahan baku, *work in process*, dan produk jadi yang berlebih, adanya *inventory* berlebih membutuhkan perlakuan ekstra yang seharusnya bisa diminimalkan, seperti lokasi penyimpanan, administrasi, dan biaya. Dampak lain dari *inventory* adalah meningkatnya *lead time*.

6. Gerakan yang tidak perlu (*Unncessary Motion*)

*Unncessary Motion* adalah dapat berupa gerakan-gerakan yang berlebih atau tidak diperlukan. Operator dapat terlihat sibuk padahal ia hanya mondar-mandir mengembalikan peralatan dan tidak memberi nilai tambah pada produk atau operator dalam keadaan membungkuk.

7. Produk cacat (*Defect*)

*Defect* (produk cacat) adalah hasil produksi yang tidak sesuai dengan harapan, adanya proses pengerjaan ulang (*rework*) dan klaim dari pelanggan. Merupakan pemborosan karena perusahaan harus mengeluarkan biaya, material, tenaga dan waktu ekstra untuk memperbaiki atau membuat produk pengganti.

## 2.2 Populasi Dan Sampel

Metode yang digunakan untuk menentukan jumlah sampel adalah menggunakan rumus slovin (Sevilla *et.al*, 2007) dengan persamaan sebagai berikut:

$$n = \frac{N}{1 + ne^2} \quad (2.1)$$

Dimana:

$n$  = Jumlah sampel

$N$  = Jumlah populasi

$e$  = Batas toleransi kesalahan (*error tolerance*)

## 2.3 Waste Assessment Model

*Waste Assessment Model* merupakan suatu model yang dikembangkan untuk menyederhanakan pencarian dari permasalahan *waste* dan mengidentifikasi untuk mengeliminasi *waste* (Rawabdeh, 2005).

### 2.3.1 Seven Waste Relationship

Setiap *waste* memiliki hubungan satu sama lain, dimana hubungan ini disebabkan oleh pengaruh tiap *waste* dapat muncul secara langsung maupun tidak langsung. Berikut ini tabel penjelasan keterkaitan antar *waste* (Rawabdeh, 2005):

Tabel 2. 1 Jenis Hubungan Antar 7 Waste

Hubungan	Penjelasan
O_I	Produksi yang berlebih membutuhkan jumlah bahan baku yang besar yang menyebabkan persediaan dari bahan baku dan bahan setengah jadi memakan banyak ruang, dan dianggap sebagai persediaan sementara yang tidak ada pelanggan yang mungkin untuk membelinya
O_D	Saat operator memproduksi lebih, pemikiran mereka terhadap kualitas akan berkurang, karena operator berpikir ada cukup banyak material dapat digantikan untuk material yang cacat
O_M	Produksi yang berlebih menuntun terhadap tingkah laku yang tidak ergonomis, yang mana perilaku tersebut tidak sesuai dengan standar kerja
O_T	Produksi yang berlebih menuntun perpindahan yang lebih sering berdasarkan aliran material yang berlebih

Tabel 2. 1 Jenis Hubungan Antar 7 Waste (Lanjutan)

Hubungan	Penjelasan
O_W	Saat memproduksi lebih, sumber daya akan digunakan lebih lama lagi, demikian juga pelanggan akan menunggu lebih lama dan antrian menjadi lebih banyak
I_O	Semakin banyak material yang disimpan dapat mendorong pekerja untuk bekerja lebih dengan tujuan untuk meningkatkan keuntungan perusahaan
I_D	Meningkatkan persediaan (bahan baku, bahan setengah jadi, dan produk jadi) akan meningkatkan kemungkinan terjadinya cacat hingga kurangnya perhatian dan kondisi yang tidak cocok
I_M	Meningkatkan persediaan juga akan meningkatkan waktu pencarian, pemilihan, pengambilan, pemindahan, dan penanganan
I_T	Meningkatkan persediaan kadang-kadang akan mengganggu, menjadikan waktu kegiatan produksi melebihi waktu transportasi
D_O	Perilaku produksi yang berlebih muncul untuk mengatasi kekurangan <i>part</i> bahkan kecacatan
D_I	Produksi <i>part</i> yang cacat dibutuhkan pengerjaan ulang yang berarti meningkatnya jumlah barang setengah jadi sebagai wujud dari persediaan
D_M	Produksi cacat dapat meningkatkan waktu pencarian, pemilihan, pemeriksaan
D_T	Memindahkan <i>part</i> yang cacat ke stasiun pengerjaan ulang akan meningkatkan keseringan transportasi (kembali arah) atau dengan kata lain transportasi yang boros
D_W	Pengerjaan ulang akan membutuhkan tempat kerja sehingga <i>part</i> yang baru akan menunggu untuk diproses
M_I	Metode kerja yang tidak sesuai berstandar akan menjadikan jumlah barang setengah jadi

M_D	Kurang terlatihnya dan standarisasi berarti persentase dari kecacatan akan meningkat
M_P	Saat pekerjaan tidak dilakukan berdasarkan standar, pemborosan proses akan meningkat hingga tersedianya jumlah teknologi yang dibutuhkan
M_W	Saat standar tidak diatur, akan banyak memakan waktu untuk pencarian, pengambilan, pemindahan, perakitan, yang hasilnya akan meningkatkan waktu tunggu <i>part</i>
T_O	Barang yang diproduksi dari lebih yang dibutuhkan berdasarkan kapasitas sistem pengangkutan sehingga meminimasi ongkos pemindahan tiap unit
T_I	Tidak cukupnya jumlah <i>material handling equipment</i> menjadikan persediaan yang berlebihan yang dapat mempengaruhi proses lain
T_D	<i>Material handling equipment</i> digunakan berdasarkan fungsi dalam pemborosan transportasi. Tidak cocoknya peralatan <i>material handling</i> kadang kala dapat menyebabkan kerusakan yang akhirnya dapat menjadi produk cacat
T_M	Saat barang ditransportasi kemanapun artinya semakin tinggi kemungkinan dari pemborosan pergerakan

Tabel 2. 1 Jenis Hubungan Antar 7 Waste (Lanjutan)

Hubungan	Penjelasan
T_W	Jika peralatan <i>material handling</i> tidak cukup berarti barang akan menyebabkan <i>idle</i> atau menunggu untuk dipindahkan
P_O	Agar ongkos dapat dikurangi untuk waktu operasi tiap mesinnya, mesin dipaksa untuk beroperasi sepenuhnya pada jam operasi yang akhirnya mengakibatkan produksi berlebih
P_I	Menggabungkan operasi pada satu lini akan menghasilkan secara langsung untuk mengurangi jumlah barang setengah jadi dikarenakan untuk menghilangkan <i>buffer/penyangga</i>
P_D	Jika mesin tidak diperbaiki dengan benar maka barang cacat akan Terjadi
P_M	Teknologi yang baru dari beberapa proses dengan kurangnya pelatihan akan menciptakan pemborosan pergerakan
P_W	Saat penggunaan teknologi yang tidak sesuai, waktu pengaturan dan penghentian yang berulang akan mengakibatkan waktu tunggu yang lebih lama
W_O	Saat sebuah mesin menunggu karena pemasok sedang melayani pelanggan lain, mesin tersebut akan dipaksa untuk memproduksi lebih
W_I	Menunggu berarti ada banyak barang yang dibutuhkan pada suatu titik, apakah itu bahan baku, barang setengah jadi, atau barang jadi
W_D	Menunggu barang mungkin menyebabkan kecacatan selama berada dikondisi yang tidak cocok

Sumber : (Rawabdeh, 2005)

Hubungan antar jenis *waste* memiliki bobot yang berbeda-beda. Maka dibutuhkan

penilaian untuk mengetahui bobot dari setiap pola yang terjadi diantara *waste* tersebut. Untuk menghitung *waste relationship* dikembangkan suatu pengukuran dengan kuesioner. Hubungan antara *waste* yang satu dengan yang lainnya dapat disimbolkan dengan menggunakan huruf pertama pada tiap *waste* (Rawabdeh, 2005).

Tabel 2.2 Daftar pembobotan *Seven Waste Relationship*

No	Pertanyaan	Pilihan jawaban	skor
1	Apakah <i>i</i> menghasilkan <i>j</i>	a. Selalu	4
		b. Kadang-kadang	2
		c. Jarang	0
2	Bagaimana jenis hubungan antara <i>i</i> dan <i>j</i>	a. Jika <i>i</i> naik maka <i>j</i> naik	2
		b. Jika <i>i</i> naik maka <i>j</i> tetap	1
		c. Tidak tentu tergantung keadaan	0
3	Dampak terhadap <i>j</i> karena <i>i</i>	a. Tampak secara langsung dan jelas	4
		b. Butuh waktu untuk muncul	2
		c. Tidak sering muncul	0
4	Menghilangkan dampak <i>i</i> terhadap <i>j</i> dapat dicapai dengan cara	a. Metode engineering	2
		b. Sederhana dan langsung	1
		c. solusi instruksional	0
5	Dampak <i>i</i> terhadap <i>j</i> terutama mempengaruhi	a. Kualitas produk	1
		b. Produktifitas	1
		c. Lead time	1
		d. Kualitas dan produkstifitas	2
		e. Kualitas dan lead time	2
		f. produktifitas dan lead time	2
		g. Kualitas, produktifitas dan lead time	4
6	Sebesar apa dampak <i>i</i> terhadap <i>j</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi	4
		b. Sedang	2
		c. Rendah	0

Sumber: (Rawabdeh, 2005)

Keenam pertanyaan dari tabel 2.2 akan dilakukan hubungan antara *waste*, meliputi aktivitas dan kondisi yang dapat mengakibatkan *waste*.

### 2.3.2 *Waste Relationship Matrix*

Analisa hubungan pemborosan dilakukan dengan pengukuran *Waste Relationship Matrix*. Matrix ini terdiri dari baris dan kolom. Setiap baris memiliki pengaruh terhadap keenam tipe *waste*. Sedangkan setiap kolom menunjukkan *waste* yang dipengaruhi *waste* lainnya. Diagonal matriks menunjukkan nilai hubungan yang tertinggi seperti pada tabel 2.3. Hal tersebut berakibat dari *waste* yang ditemukan mempunyai hubungan yang besar (Rawbdeh, 2005).

Tabel 2.3 *Waste Relationship Matrix*

<b>F/T</b>	<b>O</b>	<b>I</b>	<b>D</b>	<b>M</b>	<b>T</b>	<b>P</b>	<b>W</b>
<b>O</b>	A	O	O	O	I	X	E
<b>I</b>	I	A	U	O	I	X	X
<b>D</b>	I	I	A	U	E	X	I
<b>M</b>	X	O	O	A	X	I	A
<b>T</b>	U	O	I	U	A	X	I
<b>P</b>	I	U	I	I	X	A	I
<b>W</b>	O	A	O	X	X	X	A

Sumber (Rawabdeh, 2005)

Tabel 2. 4 Konversi Rentang Skors Keterkaitan Antar *Waste*

<b>Range</b>	<b>Jenis Hubungan</b>	<b>Simbol</b>
17-20	Absolutely Necessary	A
13-16	Especially Important	E
9-12	Important	I
5-8	Ordinary Closeness	O
1-4	Unimportant	U

Sumber: (Rawabdeh, 2005)

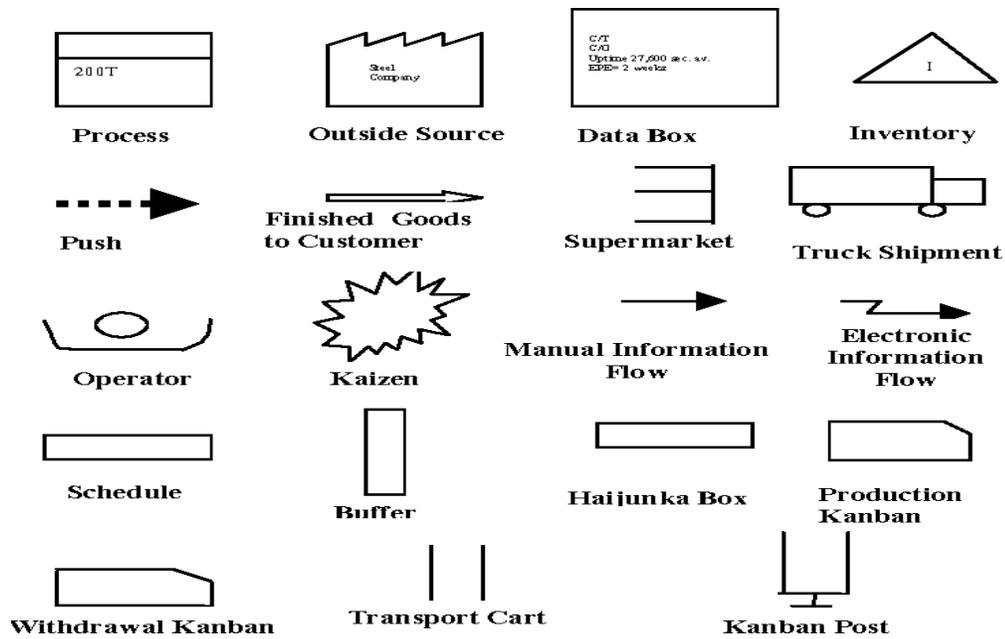
## 2.4 Tools Yang Digunakan

### 2.4.1 *Value Stream Mapping* (VSM)

*Value Stream Mapping* adalah *tools* atau suatu alat yang digunakan sebagai langkah awal untuk melakukan proses perubahan dan menghasilkan kondisi *lean manufacturing* (Goriwondo et al, 2011). *Value stream mapping* merupakan suatu metode untuk melakukan *mapping* yang berkaitan dengan aliran produk dan aliran informasi mulai dari *supplier*, produsen dan konsumen dalam suatu gambar yang meliputi semua proses dalam suatu sistem. (Hinnes dan Rich, 1997).

Simbol-simbol yang digunakan dalam *Value stream mapping* adalah sebagai berikut

:



Gambar 2.1 Value stream mapping icons

Sumber : (Rather Shook, 1999)

suatu *tool* yang diadopsi dari sistem produksi toyota yang dapat digunakan untuk menggambarkan suatu sistem secara keseluruhan beserta aliran nilai (*value stream*) yang terdapat dalam perusahaan dimana *tool* ini diharapkan mampu memberikan gambaran dan pemahaman secara umum dari sistem produksi perusahaan.

#### Perhitungan *Process Cycle Efficiency*

Efisiensi siklus proses adalah suatu cara yang dilakukan untuk mengukur tingkat keefisienan, karena dengan menggunakan perhitungan ini dapat diketahui bagaimana persentasi antara waktu proses terhadap waktu keseluruhan produksi. (Gasperz, 2011).

Rumus untuk menghitung efisiensi siklus proses adalah:

$$Process\ Cycle\ Efficiency = \frac{Value\ added\ time}{Total\ lead\ time} \quad (2.2)$$

Keterangan :

*Value added time* : waktu proses yang memberikan nilai tambah

Total *lead time* : waktu keseluruhan proses produksi

### 2.4.2 Value Stream Analysis Tools (VALSAT)

*Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) merupakan *tools* untuk memetakan secara detail *waste* pada aliran nilai yang fokus pada *value adding process*. Masing-masing *tools* mempunyai kemampuan bobot *low, medium, high* sesuai ketentuan peringkatnya sekaligus menunjukkan skor yang dapat mengindikasikan sedikit atau besarnya pengaruh pemborosan pada *mapping* yang dipilih. VALSAT merupakan *tool* yang dikembangkan oleh (Hines dan Rich, 1997) untuk mempermudah pemahaman terhadap *value stream* yang ada dan mempermudah untuk membuat perbaikan berkenaan dengan *waste* yang terdapat di dalam *value stream*. VALSAT merupakan sebuah pendekatan yang digunakan dengan melakukan pembobotan *waste-waste*, kemudian dari pembobotan tersebut dilakukan pemilihan terhadap *tool* dengan menggunakan matrik.

Tabel 2.5 VALSAT (*Value Stream Analysis Tools*)

<i>Waste / Structure</i>	<i>Process Activity Mapping</i>	<i>Supply Chain Response Matrix</i>	<i>Product Variety Funnel</i>	<i>Quality Filter Mapping</i>	<i>Demand Amplification Mapping</i>	<i>Decision Point Analysis</i>	<i>Physical Structure</i>
<i>Transportation</i>	H						L
<i>Waiting</i>	H	H	L		M	M	
<i>Over Production</i>	L	M		L	M	M	
<i>Defect</i>	L			H			
<i>Unnecessary Inventory</i>	M	H	M		H	M	L
<i>Unnecessary Motion</i>	H	L					
<i>Unappropriate processing</i>	H		M	L		L	

Sumber : (Peter Hines and Nick Rich, 2008)

Keterangan Tabel 2.1 :

H (*High Correlation and Usefulness*) → faktor pengalinya adalah 9

M (*Medium Correlation and Usefulness*) → faktor pengalinya adalah 3

L (*Low Correlation and Usefulness*) → faktor pengalinya adalah 1

Terdapat 7 (tujuh) detail *mapping tools* yang mempunyai kemampuan dan manfaat masing-masing untuk memetakan *waste* yaitu:

### 1. *Process Activity Mapping*

Merupakan pendekatan yang biasa dipergunakan pada aktivitas-aktivitas di lantai produksi. Konsep dasar dari *tool* ini adalah untuk memetakan setiap tahap aktivitas yang terjadi mulai dari operasi, transportasi, inspeksi, *delay*, dan *storage*, kemudian mengelompokkan ke dalam tiap-tiap 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 apakah suatu proses dapat diatur kembali menjadi menjadi lebih efisien, mengidentifikasi perbaikan aliran penambahan nilai.

### 2. *Supply Chain Response Matrix*

Merupakan grafik yang menggambarkan hubungan antara *inventory* dengan *lead time* pada jalur distribusi, sehingga dapat diketahui adanya peningkatan maupun penurunan tingkat persediaan dan waktu distribusi pada tiap area dalam *supply chain*. Tujuannya untuk memperbaiki dan mempertahankan tingkat pelayanan pada setiap jalur distribusi dengan biaya rendah.

### 3. *Production Variety Funnel*

Merupakan pemetaan visual yang mencoba memetakan jumlah variasi produk di tiap tahapan proses manufaktur. *Tool* ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi titik dimana sebuah produk *generic* diproses menjadi beberapa produk yang spesifik. Selain itu, *tools* ini juga dapat digunakan untuk menunjukkan area *bottleneck* pada desain proses. Dari fungsi-fungsi tersebut, selanjutnya dapat digunakan untuk merencanakan perbaikan kebijakan *inventory* (apakah dalam bentuk bahan baku, produk setengah jadi, atau produk jadi.)

#### 4. *Quality Filter Mapping*

Merupakan *tool* yang digunakan untuk mengidentifikasi letak permasalahan cacat kualitas pada rantai suplai yang ada. *Tools* ini mampu menggambarkan tipe-tipe cacat kualitas yang berbeda, yaitu sebagai berikut:

##### a. *Product defect*

Cacat fisik produk yang lolos ke *customer* karena tidak berhasil diseleksi pada saat proses inspeksi.

##### b. *Scrap defect*

Sering disebut juga sebagai *internal defect*, dimana cacat ini masih berada dalam internal perusahaan dan berhasil diseleksi pada saat proses inspeksi.

##### c. *Service defect*

Permasalahan yang dirasakan *customer* berkaitan dengan cacat kualitas pelayanan. Seperti halnya ketidaktepatan waktu pengiriman (terlambat atau terlalu cepat). Selain itu dapat disebabkan karena dokumentasi, kesalahan proses *packing* maupun *labelling*, kesalahan jumlah (*quantity*), dan permasalahan faktur.

#### 5. *Demand Amplification Mapping*

Peta yang digunakan untuk memvisualisasikan perubahan *demand* di sepanjang rantai suplai. *Demand* yang ditransmisikan disepanjang rantai suplai melalui rangkaian kebijakan *order* dan *inventory* akan mengalami variasi semakin meningkat dalam setiap pergerakannya. Dari informasi tersebut dapat digunakan dalam pengambilan keputusan dan analisa lebih lanjut baik untuk mengantisipasi adanya perubahan permintaan, *manage* fluktuasi, serta evaluasi kebijakan *inventory*.

#### 6. *Decision Point Analysis*

Menunjukkan berbagai pilihan sistem produksi yang berbeda, dengan menjualkan antara *lead time* masing-masing pilihan dengan tingkat *inventory* yang diperlukan untuk meng-cover selama proses *lead time*.

## 7. *Physical Structure*

Merupakan sebuah *tools* yang digunakan untuk memahami kondisi rantai suplai di level produksi. Hal ini diperlukan untuk memahami kondisi industri itu bagaimana operasinya, dan dalam mengarahkan perhatian pada area yang mungkin belum mendapatkan perhatian yang cukup untuk pengembangan.

*Tool* ini juga dapat mengidentifikasi apakah suatu rangkaian proses dapat dibuat lebih efisien dan mengidentifikasi bagian – bagian mana dari proses yang ada dapat dilakukan perbaikan. Perbaikan proses dapat dilakukan dengan cara mengeliminasi aktivitas yang tidak perlu, membuatnya lebih sederhana atau dengan cara mengkombinasikan antar proses jika memungkinkan sehingga proses produksi dapat berjalan lebih efisien.

### 2.4.3 *PAM (Process Activity Mapping)*

*Process Activity Mapping* digunakan untuk mengetahui secara detail dari kegiatan yang termasuk *value added* ( *VA* ), *Non Value Added* ( *NVA*), dan *Necessary but Non Value Added* ( *NNVA*). Peta ini mampu mengidentifikasi adanya pemborosan pada *value stream* dan mengoptimalisasi proses agar lebih efisien dan efektif dengan cara simplifikasi, kombinasi ataupun eliminasi. Tujuan dari pemetaan ini adalah untuk membantu memahami aliran proses, mengidentifikasi adanya pemborosan, mengidentifikasi apakah suatu proses dapat diatur kembali menjadi menjadi lebih efisien, mengidentifikasi perbaikan aliran penambahan nilai.

#### 2.4.3.1 *Macam-macam Aktivitas*

Salah satu proses penting dalam pendekatan *lean* adalah identifikasi aktivitas mana yang memberikan nilai tambah dan aktivitas mana yang tidak memberikan nilai tambah. Dalam pendekatan *lean* dibedakan menjadi tiga macam aktivitas, yaitu:

### 1. *Value Adding Activity*

Sesuatu yang memiliki nilai tambah bisa dilihat dari proses, langkah maupun kegiatan yang memberikan kepuasan terhadap pelanggan. Aktivitas yang memang memberikan nilai tambah dari sudut pandang *customer* pada suatu material atau produk yang diproses. Aktivitas untuk memproses *raw material* atau semi *finished product*. Contohnya adalah pada pembuatan produk pakaian. Elemen-elemen yang bisa dikatakan bernilai seperti elemen menjahit kerah baju, karena baju tidak terbuat jika tidak dijahit, proses *sub assembly*, *painting body work*.

### 2. *Non-Value Adding Activity*

Segala aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah dari sudut pandang *customer*. Aktivitas ini disebut sebagai *waste* yang harus segera dihilangkan atau direduksi. Contoh dalam proses produksi pakaian, perusahaan sudah menetapkan standart kerja atau prosedur, perusahaan tidak membutuhkan proses penandaan terhadap material sebelum diproduksi atau dijahit. Karena karyawan tidak percaya diri terhadap apa yang dikerjakan lalu karyawan melakukan proses penandaan bagian-bagian yang akan dikerjakan dan akan menimbulkan penambahan elemen kerja dalam proses tersebut yaitu penandaan terhadap material, maka elemen penandaan tersebut dikategorikan sebagai sesuatu yang tidak memiliki nilai tambah atau NVA. Contoh lainnya *waiting time*, *double handling*, *work in process (WIP)*.

### 3. *Necessary Non-Value Adding Activity*

Aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, tetapi diperlukan untuk proses yang ada. Misalnya, kegiatan memindahkan material, memindahkan material dari satu tangan ke tangan yang lain. Kegiatan ini tidak memberikan nilai tambah namun sulit untuk dihilangkan kecuali dengan melakukan perubahan prosedur, membuat standar aktivitas yang baru, perombakan secara keseluruhan pada *layout* produksi, dan lain-lain. Demikian juga pada kegiatan transportasi dan penyimpanan, kedua kegiatan ini juga tidak memberikan nilai tambah namun seringkali harus dilakukan.

## **2.5 Failure Mode Effect Analysis (FMEA)**

FMEA adalah suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan (*failure modes*). Suatu mode kegagalan yaitu berupa kecacatan/kegagalan dalam desain, yang berada di luar batas spesifikasi yang ditetapkan, atau perubahan dari produk yang menyebabkan terganggunya fungsi dari produk itu. Dengan menerapkan FMEA diharapkan mode kegagalan akan menurun, sehingga akan meningkatkan keandalan dari produk dan kepuasan dari pelanggan. Terdapat tiga tipe utama penggunaan FMEA yaitu FMEA system, FMEA desain dan FMEA proses. FMEA system digunakan untuk menganalisa keseluruhan sistem atau sub sistem pada saat penyusunan konsep di fase desain. FMEA desain akan membantu menghilangkan kegagalan yang terkait dengan desain, misalnya kegagalan karena proses yang tidak tepat, material yang tidak sesuai, dan lain-lain. FMEA proses akan menghilangkan kegagalan yang disebabkan oleh perubahan dalam variabel proses, misalnya kondisi diluar batas spesifikasi yang ditetapkan seperti ukuran yang tidak tepat, tekstur dan warna yang tidak sesuai, ketebalan yang tidak tepat dan lain-lain.

FMEA secara harfiah adalah:

1. *Failure*: Prediksi kesalahan atau cacat
2. *Mode*: Penentuan mode kesalahan
3. *Effect*: Identifikasi pengaruh tiap komponen terhadap kesalahan
4. *Analysis*: Tindakan perbaikan berdasarkan hasil evaluasi terhadap penyebab

FMEA akan memastikan produk memenuhi persyaratan yang ditetapkan dan kebutuhan pelanggan (Kamble & Quazi, 2014).

### **Langkah-langkah Penerapan FMEA**

1. Peninjauan proses

Peninjauan dilakukan untuk menganalisis kesalahan terhadap proses yang dilakukan

2. *Brainstorming* berbagai bentuk kemungkinan kesalahan atau kegagalan proses

Proses *brainstorming* ini bertujuan memperoleh satu daftar kemungkinan kegagalan yang terjadi, misalnya penyebab kesalahan seperti manusia, mesin/peralatan, material, metode kerja, dan lingkungan kerja. Dilakukan pengelompokan untuk mempermudah proses analisis untuk mengetahui dampak suatu kesalahan.

3. Membuat daftar dampak tiap-tiap kesalahan

Setelah diketahui semua daftar kesalahan yang mungkin terjadi maka proses berikutnya menyusun dampak dari masing-masing kesalahan.

4. Menilai tingkat dampak keparahan (*severity*) kesalahan

Penilaian terhadap tingkat dampak adalah perkiraan besarnya dampak negatif yang diakibatkan apabila kesalahan terjadi. Penilaian dilakukan berdasarkan perkiraan.

5. Menilai tingkat kemungkinan terjadinya (*occurrence*) kesalahan

Apabila tersedia cukup data maka dapat dihitung frekuensi kemungkinan terjadinya kesalahan, bila tidak tersedia maka digunakan estimasi yang didasarkan pendapat ahli.

6. Menilai tingkat kemungkinan (*detection*) dari tiap kesalahan

Penilaian yang diberikan menunjukkan seberapa jauh dapat mendeteksi kemungkinan terjadinya kesalahan atau timbulnya dampak. Hal ini dapat diukur dengan indikator terhadap hal tersebut.

7. Hitung tingkat prioritas risiko (RPN) dari masing-masing kesalahan

Nilai prioritas risiko (RPN) merupakan angka perkalian dari :

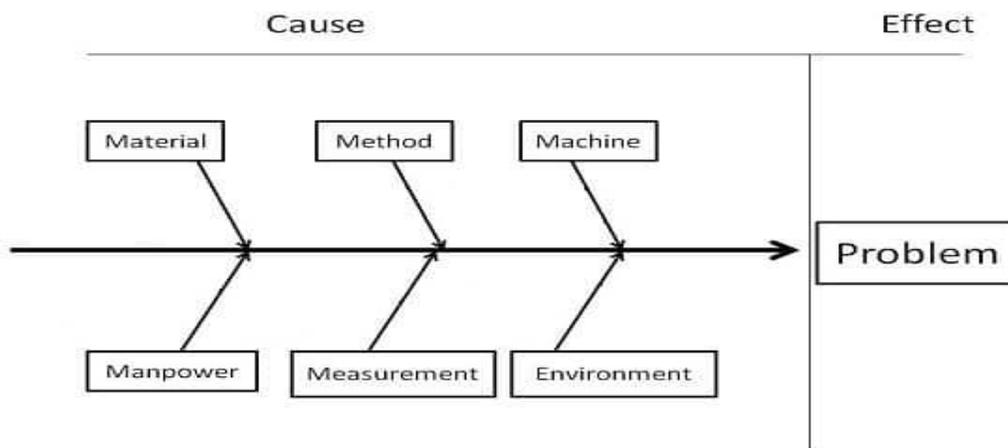
$$RPN = S \times O \times D \quad (2.3)$$

## 2.6 Fishbone Diagram

*Fishbone* diagram atau diagram sebab-akibat dibuat oleh **Kaoru Ishikawa**. Menurut nasution (2005:108), diagram sebab-akibat adalah suatu pendekatan terstruktur yang digunakan untuk melakukan suatu analisis lebih terperinci dalam menemukan penyebab-penyebab suatu masalah, ketidaksesuaian yang ada. Tujuan utama dari *fishbone* diagram adalah untuk mencari solusi untuk menentukan penyebab untuk setiap kategori dan mencari solusi untuk menyelesaikannya.

Pada dasarnya diagram sebab-akibat dapat dipergunakan untuk kebutuhan-kebutuhan berikut:

1. Mengidentifikasi akar penyebab dari suatu masalah.
2. Menemukan ide-ide solusi suatu masalah.
3. Membantu penyelidikan atau pencarian fakta lebih lanjut.
4. Mengidentifikasi tindakan bagaimana untuk menciptakan hasil yang diinginkan.



Gambar 2.2 Diagram *Fishbone*

(Sumber : Kaoru Ishikawa)

## 2.3 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.6 Penelitian Terdahulu

Judul Jurnal	Penelitian Terdahulu	Metode waste			
		VALSAT	Fishbone diagram	Waste Assessment Model	FMEA
Implementasi <i>Lean Manufacturing</i> Untuk Peningkatan Produktivitas (Studi Kasus Pada Pt. Ekamas Fortuna Malang)	Fanani, dkk, (2011)	✓			
Minimasi <i>waste</i> pada aktivitas proses produksi dengan konsep <i>Lean Manufacturing</i> (Studi Kasus Di PT. <i>Sport Glove</i> Indonesia)	Ristyowati, dkk, (2017)	✓	✓		
Identifikasi pemborosan <i>waste</i> pada bagian <i>stamping</i> melalui penerapan <i>lean manufacturing</i> pada PT. X	Eddy, (2017)	✓			
Pendekatan <i>Lean manufacturing</i> untuk meningkatkan efisiensi dalam proses produksi dengan menggunakan <i>value stream mapping</i> pada CV. Indospice	Mantiri, E, A, dkk, 2017	✓			
Minimasi <i>waste</i> untuk Perbaikan produksi kantong kemasan dengan pendekatan <i>Lean Manufacturing</i>	Setiyawan, dkk, (2013)	✓			✓
Pengurangan <i>waste</i> menggunakan pendekatan <i>Lean Manufacturing</i> di PT. XYZ	Jakhfar, dkk, (2014)	✓			

Judul jurnal	Penelitian terdahulu	Metode waste			
		VALSAT	<i>Fishbone diagram</i>	Waste Assessment model	FMEA
Analisis penerapan <i>Lean Manufacturing</i> untuk menghilangkan pemborosan di lini produksi PT. Adi Satria Abadi	Khannan, dkk, (2013)	✓		✓	
Identifikasi <i>waste</i> dengan metode <i>Waste Assessment</i> model dalam penerapan <i>Lean Manufacturing</i> untuk perbaikan proses produksi (Studi kasus pada proses produksi sarung tangan)	Alfiansyah, dkk, (2018)	✓		✓	✓
Identifikasi <i>waste</i> di PT. Bridgestone Tire Indonesia menggunakan pendekatan <i>Lean Manufacturing</i>	Prabowo, dkk, (2012)	✓			✓
Analisa <i>Risk</i> penyebab <i>waste</i> menggunakan penerapan <i>Lean Manufscturing</i> dalam proses produksi di PT. Indokretek	Penelitian, (2019)	✓	✓	✓	✓

Sumber: Hasil pengamatan peneliti

Pada Tabel 2.6 Peta Posisi Penelitian dijelaskan bahwa penelitian terdahulu yang menggunakan 4 macam metode yaitu *VALSAT*, *Fishbone diagram*, *Waste Assessment Model*, *FMEA*. Perbedaan penelitian sekarang dengan penelitian terdahulu yaitu pada penelitian sebelumnya lebih banyak menggunakan metode *VALSAT* saja, dalam penelitian ini menggunakan ke empat metode untuk mencegah penyebab suatu kegagalan dalam proses produksi.