

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Jurnal dan referensi diperlukan untuk menunjang penelitian dalam pemahaman konsep penelitian. Jurnal dan referensi yang diacu tidak hanya dalam negeri namun juga beberapa dari luar negeri.

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Konsep *lean manufacturing* pertama kali diperkenalkan oleh Taiichi Ohno dari perusahaan Toyota. VSM muncul dari hasil pengembangan konsep *lean manufacturing*, di Toyota VSM biasa dikenal dengan *Material and Information Flow Mapping*. Oleh Toyota digunakan untuk menggambarkan kondisi awal dan kondisi baru, atau *ideal state* pada proses implementasi pengembangan perusahaan Rother & Shook (1999).

Penggunaan VSM sebagai alat untuk mengidentifikasi pemborosan, umumnya digunakan dalam memetakan 1 lini produksi supaya lebih detail dalam melakukan perbaikan sistem perusahaan. Yulianto & Octavia (2013) meneliti salah satu departemen pada perusahaan rokok menggunakan konsep *lean manufacturing* untuk mengurangi *waste* dan proses yang tidak memberikan nilai tambah pada suatu departemen perusahaan. VSM dimanfaatkan untuk mengidentifikasi *value added activities* dan *non value added activities*. Ada 9 aktivitas yang akan di analisis menggunakan peta VSM, hasil dari analisis ditemukan ada 5 *waste* (*motion, over processing, defect, inventory, dan waiting*). Hasil perbaikan dilakukan perbandingan *lead time* antara peta *current state* dan peta *future state*, diketahui bahwa *lead time* mengalami penurunan sebesar 80% dari peta *current state*.

Alat VSM dapat digunakan untuk non produksi misal seperti bidang desain, *procurement*, pengembangan produk dan lainnya. Wang et al. (2011) menggunakan VSM sebagai alat untuk mengevaluasi keseluruhan *engineering process* dalam memenuhi permintaan pelanggan dengan tepat waktu, baik *non manufacturing* dan *manufacturing*. Kemudian, mengidentifikasi masalah yang mayor untuk dilakukan perbaikan. Penentuan masalah mayor dengan melihat *takt time* dari *engineering process*. Hasil dari perbaikan *lead time* berkurang menjadi 14.7 hari.

Valentine et al. (2013) mengurangi pemborosan pada perusahaan pengolahan kopi. Identifikasi pemborosan menggunakan 7 waste, dilanjutkan analisis akar penyebab masalah menggunakan alat *root cause analysis*. Matriks penilaian risiko digunakan sebagai alat pemilihan aktivitas pemborosan yang akan dilakukan perbaikan. Terdapat 5 waste yang ditemukan yaitu *unnecessary motion, inappropriate processing, defect, overproduction, dan unnecessary inventory*. Rekomendasi perbaikan yang diberikan dengan memperbaiki penataan tata letak produksi, membuat kontrak perjanjian, dan melakukan perencanaan produksi dengan cermat.

Penelitian sekarang akan melakukan upaya reduksi aktivitas pemborosan dengan menggambarkan kondisi perusahaan sekarang, mengidentifikasi aktivitas pemborosan, dan menganalisis akar penyebab aktivitas pemborosan. Hasil dari analisis penyebab akar permasalahan akan diberikan rancangan perbaikan dan prosedur untuk dapat diimplementasi ke dalam kondisi perusahaan yang akan datang.

Pembuatan standar prosedur menjadi penting dalam penelitian karena membantu perusahaan menyatukan tujuan dengan pekerja, mengenai kesamaan menghasilkan produk berkualitas, sistem kerja baik dan metode kerja yang benar. Menurut Atmoko (2008) Prosedur Operasional Standar menjadi acuan dan pedoman dalam melaksanakan tugas pekerjaan.

## **2.2. Dasar Teori**

### **2.2.1. Lean Manufacturing**

Konsep *lean manufacturing* merupakan konsep pengurangan aktivitas pemborosan dan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah pada perusahaan. Metode ini dikembangkan oleh Taichii Ohno, eliminasi 3Mu yakni *Muda (waste), Mura (inconsistency), dan Muri (irrationality)*. Tujuan utama melakukan eliminasi 3Mu untuk membuat keseimbangan dimana kapasitas dan beban adalah sama. Banyak cara untuk mengatasi pemborosan dalam beberapa kategori: 5MQS *waste, production factor waste, dan 7 waste* Hirano (2009).

### **2.2.2. Metode Pengukuran Waktu Jam Henti**

Metode pengukuran kerja adalah metode yang digunakan untuk mengetahui standar melakukan aktivitas kerja. Salah satu metode pengukuran kerja adalah metode pengukuran waktu (*time study*) menggunakan jam henti. Pengukuran

waktu dilakukan dengan cara mengamati kegiatan pekerja dan mencatat waktu kerja dalam satu siklus kerja. Pengambilan data waktu memiliki batasan jumlah pengamatan yang diperlukan, untuk mengetahui berapa kali harus melakukan pengukuran.

Tahap pengukuran pendahuluan menentukan jumlah subgroup dari data pengukuran yang sudah terambil, Menghitung rata-rata dari harga rata-rata tiap subgroup, menentukan standar deviasi, dan Menghitung standar deviasi dari distribusi harga rata-rata subgroup. Kemudian menentukan batas kendali atas dan batas kendali bawah. Pengukuran lanjutan pertama dengan melakukan uji keseragaman data yaitu data yang diambil dinyatakan tidak keluar dari batas kendali atas dan batas kendali bawah data untuk dilakukan perhitungan, apabila data tidak seragam (diluar kendali), maka data dibuang. Kedua, uji kecukupan data yakni data yang diambil dianggap cukup untuk mewakili dilakukan pengukuran secara objektif, apabila belum mencukupi dilakukan pengukuran sampai data dianggap cukup. Terakhir, menentukan *cycle time/waktu* siklus (CT) yaitu waktu antar penyelesaian aktivitas kerja dalam satu siklus proses kerja. Data waktu siklus (CT) akan digunakan sebagai input data waktu dalam pemetaan VSM. Langkah menentukan waktu siklus (CT) dengan menghitung waktu normal dan waktu baku atau biasa disebut waktu standar. Menghitung waktu normal dan waktu standard perlu menambahkan tingkat kelonggaran dan penyesuaian. Metode Westinghouse digunakan dalam menentukan faktor penyesuaian ditampilkan pada Tabel 2.1 Penyesuaian menurut *Westinghouse*:

**Tabel 2.1 Penyesuaian menurut *Westinghouse***

Faktor	Kelas	Lambang	Penyesuaian
Ketrampilan	Superskill	A1	+0.15
		A2	+0.13
	Excellent	B1	+0.11
		B2	+0.08
	Good	C1	+0.06
		C2	+0.03
	Average	D	0.00
	Fair	E1	-0.05
		E2	-0.10
	Poor	F1	-0.16
		F2	-0.22

**Tabel 2.1 lanjutan**

Faktor	Kelas	Lambang	Penyesuaian
Usaha	Excessive	A1	+0.13
		A2	+0.12
	Excellent	B1	+0.10
		B2	+0.08
	Good	C1	+0.05
		C2	+0.02
	Average	D	0.00
	Fair	E1	-0.04
		E2	-0.08
	Poor	F1	-0.12
		F2	-0.17
	Kondisi Kerja	Ideal	A
Excellent		B	+0.04
Good		C	+0.02
Average		D	0.00
Fair		E	-0.03
Poor		F	-0.07
Konsistensi	Perfect	A	+0.04
	Excellent	B	+0.03
	Good	C	+0.01
	Average	D	0.00
	Fair	E	-0.02
	Poor	F	-0.04

**Tabel 2.2 Tabel Faktor Kelonggaran**

Faktor	Ekivalen Beban	Kelonggaran (%)	
		Pria	Wanita
<b>A. Tenaga yang dikeluarkan</b>			
1. Dapat diabaikan	Tanpa beban	0,0-6,0	0,0-6,0
2. Sangat ringan	0,00-2,25 kg	6,0-7,5	6,0-7,5
3. Ringan	2,25-9,00	7,5-12,0	7,5-16,0
4. Sedang	9,00-18,00	12,0-19,0	16,0-30,0
5. Berat	18,00-27,00	19,0-30,0	
6. Sangat berat	27,00-50,00	30,0-50,0	
7. Luar biasa berat	Di atas 50 kg		
<b>B. Sikap Kerja</b>			
1. Duduk		0,00-1,0	
2. Berdiri di atas dua kaki		1,0-2,5	
3. Berdiri di atas satu kaki		2,5-4,0	
4. Berbaring		2,5-4,0	
5. Membungkuk		4,0-10,0	

Tabel 2.2 lanjutan

Faktor	Ekivalen Beban	Kelonggaran (%)	
<b>C. Gerakan kerja</b>			
1. Normal		0	
2. Agak terbatas		0-5	
3. Sulit		0-5	
4. Pada anggota-anggota badan terbatas		5-10	
5. Seluruh anggota badan terbatas		10-15	
<b>D. Kelelahan mata *)</b>		<u>Pencahayaannya baik</u>	<u>Pencahayaannya buruk</u>
1. Pandangan yang terputus-putus		0,0-6,0	0,0-6,0
2. Pandangan yang hampir terus-menerus		6,0-7,5	6,0-7,5
3. Pandangan terus-menerus dengan fokus tetap.		7,5-12,0	7,5-16,0
4. Pandangan terus-menerus dengan fokus berubah-ubah.		12,0-19,0	16,0-30,0
5. Pandangan terus-menerus dengan konsentrasi tinggi dan fokus tetap.		19,0-30,0	
6. Pandangan terus-menerus dengan konsentrasi tinggi dan fokus berubah-ubah.		30,0-50,0	
<b>E. Keadaan suhu tempat kerja **)</b>		<u>Kelelahan normal</u>	<u>Berlebihan</u>
1. Beku	Di bawah 0	Di atas 10	Di atas 12
2. Rendah	0-13	10-0	12-5
3. Sedang	13-22	5-0	8-0
4. Normal	22-28	0-5	0-8
5. Tinggi	28-38	5-40	8-100
6. Sangat tinggi	Di atas 38	Di atas 40	Di atas 100
<b>F. Keadaan atmosfer ***)</b>			
1. Baik		0	
2. Cukup		0-5	
3. Kurang baik		5-10	
4. Buruk		10-20	
<b>G. Keadaan lingkungan yang baik</b>			
1. Bersih, sehat, cerah dengan kebisingan rendah.		0	
2. Siklus kerja berulang-ulang antara 5-10 detik.		0-1	
3. Siklus kerja berulang-ulang antara 0-5 detik.		1-3	
4. Sangat bising.		0-5	
5. Jika faktor-faktor yang berpengaruh dapat menurunkan kualitas.		0-5	
6. Terasa adanya getaran lantai.		5-10	
7. Keadaan-keadaan yang luar biasa.		5-15	

Catatan:

\*) Kontras antara warna hendaknya diperhatikan.

\*\*\*) Dipengaruhi juga oleh ketinggian tempat kerja dari permukaan laut dan keadaan iklim.

Kelonggaran kebutuhan pribadi: pria = 0-2,5%; wanita = 2-5%

Menurut Sutalaksana et al. (2006) tingkat ketelitian dan tingkat keyakinan adalah pencerminan tingkat kepastian yang diinginkan oleh pengukur setelah

memutuskan tidak akan melakukan pengukuran yang sangat banyak. Tingkat ketelitian menunjukkan penyimpangan maksimum hasil pengukuran dari waktu penyelesaian sebenarnya. Tingkat keyakinan menunjukkan besarnya keyakinan pengukur bahwa hasil yang diperoleh memenuhi syarat ketelitian. Pengaruh tingkat ketelitian dan tingkat keyakinan terhadap jumlah pengukuran, jika semakin tinggi tingkat ketelitian dan semakin besar tingkat keyakinan maka semakin banyak pengukuran yang dilakukan. Formula untuk menghitung data hasil pengukuran dijabarkan sebagai berikut Satalaksana et al. (2006) :

1. Menentukan jumlah subgroup

$$k = 1 + 3,3 \log N \quad (2.1)$$

Keterangan :

k = jumlah subgroup yang terbentuk

N = jumlah pengukuran

2. Menghitung rata-rata dari harga rata-rata tiap subgroup

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum X_i}{k} \quad (2.2)$$

Keterangan :

$X_i$  = harga rata-rata dari subgroup ke-i (detik)

$\bar{\bar{x}}$  = rata-rata dari harga rata-rata tiap subgroup (detik)

3. Menentukan standar deviasi

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{\bar{x}})^2}{N-1}} \quad (2.3)$$

Keterangan :

$\sigma$  = standar deviasi waktu

$X_i$  = waktu ke -i (menit)

$\bar{\bar{x}}$  = rata-rata dari harga rata-rata tiap subgroup (detik)

N = jumlah pengukuran

4. Menghitung standar deviasi dari distribusi harga rata-rata subgroup

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (2.4)$$

Keterangan :

$\sigma_{\bar{x}}$  = standar deviasi dari distribusi harga rata-rata subgroup

$\sigma$  = standar deviasi waktu

n = banyaknya data pada setiap subgroup

5. Menentukan Batas Kendali Atas (BKA) dan Batas Kendali Bawah (BKB)

$$BKA = \bar{\bar{x}} + 3\sigma_{\bar{x}} \quad (2.5)$$

$$BKB = \bar{\bar{x}} - 3\sigma_{\bar{x}} \quad (2.6)$$

Keterangan :

BKA = Batas Kendali Atas (detik)

BKB = Batas Kendali Bawah (detik)

$\bar{\bar{x}}$  = rata-rata dari harga rata-rata tiap subgroup (detik)

$\sigma_{\bar{x}}$  = standar deviasi dari distribusi harga rata-rata subgroup

6. Uji kecukupan data

$$N' = \left[ \frac{k/s \sqrt{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right]^2 \quad (2.7)$$

Keterangan :

N' = jumlah pengukuran yang dibutuhkan

N = jumlah pengukuran yang sudah dilakukan

K = tingkat keyakinan

s = tingkat ketelitian

$X_i$  = data ke -i

7. Perhitungan waktu siklus rata-rata

$$W_s = \frac{\sum X_i}{N} \quad (2.8)$$

Keterangan :

$W_s$  = waktu siklus rata-rata

$X_i$  = data yang telah diukur

N = jumlah pengukuran yang telah dilakukan

8. Perhitungan waktu normal

$$W_n = W_s \times P \quad (2.9)$$

Keterangan :

$W_n$  = waktu normal

$W_s$  = waktu siklus rata-rata

P = faktor penyesuaian

9. Perhitungan waktu baku

$$W_b = W_n (1+\alpha) \quad (2.10)$$

Keterangan :

Wb = waktu baku

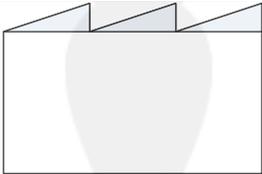
Wn = waktu normal

$\alpha$  = *allowance factor*/ faktor kelonggaran

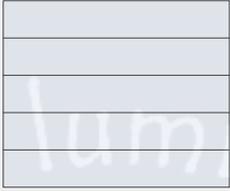
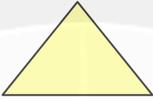
### 2.2.3. Value Stream Map

Menurut Rother & Shook (1999) *Value stream map* (VSM) adalah alat untuk memvisualisasikan aktivitas yang terjadi pada perusahaan dengan memetakan aliran produksi dan aliran informasi. VSM merupakan hasil dari pengembangan konsep *lean manufacturing*. VSM digunakan untuk membantu mengidentifikasi aktivitas yang memberikan nilai tambah (*value added*) maupun aktivitas tidak bernilai tambah (*non value added*). Menurut Rother & Shook (1999) *value added* adalah waktu melakukan elemen pekerjaan dimana membentuk produk yang pelanggan bersedia untuk membayar. Menurut Hirano (2009) dalam perusahaan segala hal yang berdaya guna sama dengan *value adding*, semua yang termasuk *not add values* akan membentuk *waste*, *waste* adalah proses yang tidak melakukan apapun. Tidak hanya digunakan sebagai alat untuk mengidentifikasi pemborosan, namun dapat menghasilkan usulan perbaikan dengan mengurangi maupun menghilangkan aktivitas pemborosan yang terjadi dalam perusahaan. Ada 2 pemetaan aliran pada VSM yaitu *upstream* merupakan aliran informasi permintaan yang diterima dari *customer* dan *downstream* adalah aliran material sampai pada *customer*. Simbol- simbol yang digunakan dalam menggambarkan VSM ditampilkan pada Tabel 2.3 Simbol *Value Stream Mapping* Rother & Shook (1999):

**Tabel 2.3 Simbol Value Stream Mapping**

Nama	Bentuk	Keterangan
Customer/supplier		Menggambarkan customer dan supplier.
<i>Production control</i>		Menggambarkan kendali dalam sebuah proses.

Tabel 2.3 lanjutan

Nama	Bentuk	Keterangan
<i>Process box</i>		Menggambarkan kondisi proses/aktivitas dalam peta.
<i>Data table</i>		Digunakan untuk memberikan informasi tambahan.
<i>Inventory</i>		Menggambarkan tempat atau area penyimpanan.
<i>Information flow</i>		Menggambarkan petunjuk arah informasi dalam peta.
<i>Electronic information</i>		Menggambarkan proses atau informasi yang terjadi menggunakan media elektronik.
<i>Shipment arrow</i>		Menggambarkan arah <i>shipment</i> .
<i>Push arrow</i>		Menunjukkan arah proses yang terjadi
<i>Timeline segment</i>		Menggambarkan waktu yang dibutuhkan pada suatu aktivitas serta menunjukkan aktivitas bernilai tambah dan tidak bernilai tambah.

Proses persiapan penggambaran VSM dengan mulai melakukan pemetaan proses terlebih dahulu. Hal tersebut dilakukan supaya diketahui alur informasi dan alur proses yang dilewati material saat proses produksi. Tahap persiapan selanjutnya membuat dokumen SIPOC, dokumen ini berupa diagram dipergunakan untuk membantu mengidentifikasi pihak yang terkait, langkah atau aktivitas, maupun proses utama dalam proses bisnis perusahaan. SIPOC merupakan singkatan dari elemen yang diidentifikasi yaitu *supplier*, *input*, *process*, *output*, dan *customer*. Kemudian, menentukan *family product*, hal ini untuk membatasi produk yang akan diteliti sehingga saat melakukan penggambaran tidak perlu menjelaskan semua produk yang dihasilkan oleh

perusahaan. Langkah terakhir menentukan *value stream manager* untuk membantu menggambarkan kondisi perusahaan. Setelah ke-empat tahap selesai maka dilanjutkan membuat peta VSM. Data yang terdapat dalam *value stream map* beragam, contoh data yang dituliskan dalam pemetaan adalah *lead time*, waktu siklus tiap proses, lama waktu penyimpanan, jumlah mesin dan jumlah pekerja.

#### **2.2.4. Wastology**

Menurut Hirano (2009) metode JIT adalah total elimination *waste*, namun harus ada satu kesepakatan mengenai arti pemborosan (*waste*) terlebih dahulu. Konsep dari metode JIT membantu konsep *lean* dalam mengidentifikasi aktivitas pemborosan. Bentuk pemborosan adalah segala sesuatu yang tidak berguna dan tidak memberikan kontribusi pada keuntungan perusahaan. Pemborosan hal yang sulit terlihat umumnya tidak berada hanya di satu tempat. Menurut Hirano (2009) pemborosan adalah aktivitas dimana tidak melakukan ataupun melewati proses apapun dan tidak juga membawa nilai tambah. Berikut daftar pemborosan yang umum terjadi dalam perusahaan:

- a. Manufaktur: waktu menunggu, tidak ada ruang untuk meletakkan suatu barang, produk yang dihasilkan cacat.
- b. *Conveyance*: penggunaan *material handling* tidak optimum.
- c. Inspeksi: terlalu banyak *complain* mengenai kualitas produk, mengurangi jumlah produk cacat
- d. Peralatan: melakukan penambahan mesin dengan harapan produk yang dihasilkan juga meningkat, mesin mengalami kerusakan kemudian harus menunggu hingga tim perbaikan mesin datang
- e. Kontrol/Manajemen: tidak adanya ramalan permintaan untuk periode berikutnya, keterlambatan pengantaran produk.

Cara mengatasi masalah pemborosan dengan melihat sumber atau akar dari permasalahan, sehingga mudah mendapatkan solusi perbaikan untuk menghilangkan masalah pemborosan. Terdapat beberapa cara untuk mengategorikan pemborosan dengan lebih mendalam yaitu 5MQS *waste*,

*production factor waste*, dan *7 waste*. Cara 5MQS dengan membagi kelompok pemborosan yang terjadi berdasarkan *Man, Material, Machine, Method, Management, Quality* dan *Safety*. Cara *production factor waste* dengan melakukan pengamatan terhadap aliran barang. Metode *7 waste* dengan mengidentifikasi pemborosan yang terjadi dikelompokkan dalam 7 tipe pemborosan. Ketujuh pemborosan adalah *overproduction, inventory, conveyance, defect production, overprocessing, motion, dan waiting*. Ketujuh jenis pemborosan dijelaskan sebagai berikut:

- a. *Overproduction waste*: pemborosan terjadi ketika produksi dalam jumlah yang tidak tepat, dengan waktu yang tidak tepat, dan tidak tepat dengan kebutuhan konsumen. Pemborosan berdampak pada daya simpan dan persediaan.
- b. *Inventory waste* adalah jenis pemborosan yang terjadi pada stok digudang. Stok tidak hanya berupa produk, melainkan juga material bahan baku, suku cadang dan kebutuhan produksi lainnya.
- c. *Conveyance waste* adalah jenis pemborosan yang terjadi pada aktivitas pemindahan yang tidak bernilai tambah dan berkaitan dengan *material handling* serta tata letak yang buruk.
- d. *Defect production waste* adalah jenis pemborosan akibat adanya produk yang cacat. Kejadian produk yang dihasilkan cacat tidak hanya di lantai produksi melainkan dapat terjadi kesalahan pada proses inspeksi. Jenis pemborosan ini dipengaruhi oleh kinerja dari pekerja, sehingga keterampilan dari pekerja harus tinggi.
- e. *Process related waste* adalah jenis pemborosan dilihat dari performansi kerja.
- f. *Operation related waste* adalah jenis pemborosan berkaitan dengan pergerakan, yakni pergerakan yang tidak memberikan nilai tambah. Contoh, gerakan dari pekerja terlalu berlebih yaitu terlalu jauh dalam menjangkau segala kebutuhan dalam bekerja.
- g. *Idle time waste* adalah jenis pemborosan mengenai waktu yang dihabiskan untuk melakukan suatu aktivitas. Contoh waktu yang tidak memberikan nilai tambah adalah waktu menunggu. Faktor yang berpengaruh pada pemborosan ini yaitu pekerja, mesin, unit yang dikerjakan dan perpindahan material.

Setelah mengelompokkan pemborosan, langkah selanjutnya menganalisis akar penyebab dari aktivitas pemborosan menggunakan diagram *fishbone*. Diagram *fishbone* membantu menemukan akar penyebab terjadinya pemborosan. Penggambaran diagram *fishbone* pada bagian kepala atau bagian paling kanan dari diagram merupakan permasalahan mendasar. Bagian duri pada diagram menunjukkan penyebab dari permasalahan. Hasil analisis diagram *fishbone* membantu mencari alternatif solusi perbaikan mengatasi pemborosan.

#### **2.2.5. Value Added (VA) dan Non Value Added Activity (NVA)**

*Value added activity* adalah aktivitas yang berpengaruh pada produk. Proses mengubah suatu bahan menjadi sebuah produk. Contoh proses *assembly* perusahaan *furniture*. *Non value added activity* adalah aktivitas yang tidak melakukan apapun. Tidak memberi nilai tambah pada produk, contoh waktu menunggu, muncul produk cacat, dan stok berlebih.