

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Pada bab 2 ini akan dibahas perihal penelitian terdahulu dan juga landasan teori yang dimanfaatkan bagi peneliti sebagai acuan dalam penelitian yang sedang dikerjakan saat ini

2.1. Tinjauan Pustaka

2.1.1. Penelitian Terdahulu Mengenai Tidak Tercapainya Target Produksi Yang Disebabkan Adanya Waste

Tinjauan pustaka ini terdapat beberapa penelitian terdahulu yang telah dilakukan dalam membahas mengatasi *waste* dengan metode *lean manufacturing*. Penelitian ini dilakukan oleh Ristyowati dkk. (2017) pada perusahaan manufaktur yang memproduksi sarung tangan. Permasalahan yang terjadi pada perusahaan tersebut adalah seringnya tidak mencapai pemenuhan target produksi dikarenakan terdapat pemborosan yang terjadi pada proses produksi. Maka dilakukan identifikasi *waste* bertujuan untuk dapat mencapai pemenuhan target produksi dengan menggunakan metode *Value Stream Mapping* (VSM) dan *Waste Relationship Matrix* (WRM). Hasil dari WRM tersebut berupa *waste dominan* yaitu *defect* dan *waiting*. Meminimasi *waste* dilakukan dengan tindakan perbaikan penambahan pekerja pada proses bagian penjahitan serta melakukan pengarahan pekerja dan melakukan perawatan pencegahan pada mesin yang digunakan. Aflah dkk. (2018) melakukan penelitian dengan mengidentifikasi permasalahan yang terjadi pada perusahaan industri yang memproduksi kaos kaki. Permasalahan yang ditemukan bertambahnya *lead time* sehingga mengakibatkan pesanan tidak dapat terpenuhi dan berkurangnya kepuasan konsumen. Usulan perbaikan yang dilakukan pada penelitian tersebut melakukan pengurangan *lead time* dengan mengurangi *waste* menggunakan pendekatan *lean manufacturing* sehingga dapat menunjukkan penurunan *lead time* sebanyak 34,146 %. Khannan dan Haryono (2015) juga melakukan penelitian menggunakan pendekatan *lean manufacturing* bertujuan untuk mengeliminasi pemborosan pada rantai produksi perusahaan yang memproduksi sarung tangan golf dengan menggunakan metode *Value Stream Mapping* (VSM) sehingga memperoleh penurunan *lead time* 602,205 menit menjadi 540,03 menit.

Penelitian terdahulu meminimasi *waste* dengan menggunakan pendekatan *lean manufacturing* juga dilakukan oleh Ghani dkk. (2011) mengidentifikasi *waste* yang terjadi pada rantai produksi pembuatan rak dengan *Value Stream Analysis Tool* (VALSAT) digunakan untuk mencari *waste* yang paling berpengaruh dan untuk mencari penyebabnya *waste* menggunakan RCA dan FMEA. Kemudian diperoleh hasil *waste waiting* yang paling berpengaruh pada proses produksi tersebut dengan persentase VA sebesar 26 % dan NVA 74 %. Untuk mengatasi *waste* tersebut diusulkan perbaikan pada kegiatan produksi, melakukan pelabelan alat dan manajemen penggunaan peralatan proses produksi oleh pekerja. Jakfar dkk. (2014) mengeliminasi *waste* yang ditemukan saat tahap produksi pada divisi *printing* menggunakan pendekatan *lean manufacturing* dengan metode *Value Stream Mapping* (VSM) sebagai alat untuk memudahkan proses implementasi *lean* dengan cara membantu identifikasi tahapan-tahapan *value added* di suatu aliran proses (*value stream*), dan mengeliminasi tahapan-tahapan *non-value added* lalu merancang perubahan yang efektif untuk menghilangkan *waste* tersebut, agar perusahaan dapat mengurangi biaya produksi, memperkecil *lead time* produksi yang dibutuhkan serta melakukan peningkatan *profit margin* perusahaan. Penelitian yang dilakukan oleh Ramachandran dan Kesavan (2014) pada pemasok otomotif yang memiliki permasalahan pada pengiriman yang tertunda, antrian yang panjang, dan persediaan yang berlebih, pemanfaatan yang tidak tepat dengan timbulnya permasalahan tersebut menyebabkan peningkatan pada keseluruhan biaya produksi. Untuk memecahkan permasalahan tersebut perusahaan memanfaatkan *value stream mapping* (VSM) untuk meneliti dan menghilangkan *waste*, sehingga memudahkan proses kerja, memotong waktu, mengurangi biaya dan meningkatkan kualitas dan karenanya produktivitas.

Penelitian yang dilakukan oleh (Ratlalan, dkk., 2018) mengenai Implementasi *Lean Manufacturing* untuk meminimasi limbah dalam proses kotak plastik 260 dengan menerapkan metode *Value Stream Mapping* (VSM) dan *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Permasalahan yang terjadi masih sering ditemukan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*non value added activities*) sehingga menyebabkan produksi berlebih (*overproduction*) dan mengakibatkan kerugian pada perusahaan yang timbul karena penggunaan bahan baku berlebihan yang mengakibatkan terdapat biaya penyimpanan yang tidak diperlukan. Rahman dkk. (2018) juga mengidentifikasi limbah dalam industri pembuatan pipa plastik melalui konsep *lean manufacturing*. Permasalahan dari penelitian ini adalah pengolahan

limbah yang masih berantakan karena tata letak yang buruk, waktu pengaturan yang lama, proses yang tidak mampu, metode kerja yang buruk, kurangnya pelatihan, dan perencanaan produksi yang tidak efektif. Upaya untuk mengurangi atau menghilangkan aktivitas yang tidak bernilai tambah yaitu menggunakan menerapkan konsep *lean manufacturing* untuk meningkatkan produktivitas dengan mengurangi biaya produksi. Dengan menggunakan analisis 5S untuk focus prosedur kerja standar dan juga dapat menyederhanakan lingkungan kerja, mengurangi semua limbah dan kegiatan produksi yang tidak bernilai tambah agar dapat meningkatkan kualitas, efisiensi, dan keselamatan. Penelitian yang dilakukan oleh Sharma dan Lata (2016) mengenai implementasi *lean manufacturing* pada perusahaan pabrik gandum plastik. Permasalahan yang ditemukan adalah belum memiliki aliran proses produksi yang terstruktur sehingga menimbulkan banyaknya aktivitas-aktivitas pada rantai produksi yang tak bernilai tambah, oleh sebab itu dilakukan implementasi *lean manufacturing* agar memperoleh produktivitas yang lebih besar, waktu pengiriman yang lebih singkat, biaya rendah, peningkatan kualitas, dan peningkatan pelanggan kepuasan.

Tabel 2.1. Tabel Matriks Penelitian Terdahulu Mengenai Tidak Tercapainya Target Produksi Yang Disebabkan Adanya Waste

No	Penulis (Tahun)	Judul Jurnal	Persoalan	Metode	Hasil
1	Ghani dkk. (2011)	Meminimasi waste dengan menggunakan pendekatan <i>lean manufacturing</i>	Terjadi waste pada rantai produksi pembuatan rak	RCA dan FMEA	Diperoleh hasil <i>waste waiting</i> yang paling berpengaruh pada proses produksi tersebut dengan persentase VA sebesar 26 % dan NVA 74 %. Untuk mengatasi waste tersebut diusulkan perbaikan pada kegiatan produksi, melakukan pelabelan alat dan manajemen penggunaan peralatan proses produksi oleh pekerja.
2	Khannan dan Haryono (2015)	Analisis Penerapan <i>Lean Manufacturing</i> untuk Menghilangkan Pemborosan di Lini Produksi PT Adi Satria Abadi	Pemborosan pada rantai produksi	<i>Value Stream Mapping</i> (VSM)	Hasil mengeliminasi pemborosan pada rantai produksi dengan menggunakan metode <i>Value Stream Mapping</i> (VSM) sehingga memperoleh penurunan <i>lead time</i> 602,205 menit menjadi 540,03 menit.
3	Ristyowati dkk (2017)	Minimasi Waste pada Aktivitas Proses Produksi dengan Konsep <i>Lean Manufacturing</i> di PT. <i>Sport Glove</i> Indonesia	Tidak mencapai pemenuhan target produksi dikarenakan terdapat pemborosan yang terjadi	<i>Value Stream Mapping</i> (VSM) dan <i>Waste Relationship Matrix</i> (WRM)	Hasil untuk meminimasi waste dilakukan dengan tindakan perbaikan penambahan pekerja pada proses bagian penjahitan serta melakukan pengarahan pekerja dan melakukan perawatan pencegahan pada mesin yang digunakan.

Tabel 2.1. Lanjutan

No	Penulis (Tahun)	Judul Jurnal	Persoalan	Metode	Hasil
4	Aflah dkk (2018)	Pengurangan <i>Waste</i> dengan Pendekatan <i>Lean Manufacturing</i> untuk Memperbaiki <i>Lead Time</i> di Citra Iqra Pratama	bertambahnya <i>lead time</i> sehingga mengakibatkan pesanan tidak dapat terpenuhi dan berkurangnya kepuasan konsumen	Pendekatan <i>lean manufacturing</i>	Usulan perbaikan yang dilakukan melakukan pengurangan <i>lead time</i> dengan mengurangi <i>waste</i> menggunakan pendekatan <i>lean manufacturing</i> sehingga dapat menunjukkan penurunan <i>lead time</i> sebanyak 34,146 %.
5	Sharma dan Lata (2016)	Implementasi <i>lean manufacturing</i> pada perusahaan pabrikan gandum plastik	Belum memiliki aliran proses produksi yang terstruktur sehingga menimbulkan banyaknya aktivitas-aktivitas pada lantai produksi yang tak bernilai tambah	<i>Lean manufacturing</i>	Implementasi <i>lean manufacturing</i> agar memperoleh produktivitas yang lebih besar, waktu pengiriman yang lebih singkat, biaya rendah, peningkatan kualitas, dan peningkatan pelanggan kepuasan.
6	Rahman dkk. (2018)	Mengidentifikasi limbah dalam industri pembuatan pipa plastik melalui konsep <i>lean manufacturing</i>	Pengolahan limbah yang masih berantakan karena tata letak yang buruk, metode kerja yang buruk, dan perencanaan produksi yang tidak efektif	Konsep <i>lean manufacturing</i>	Upaya untuk mengurangi atau menghilangkan aktivitas yang tidak bernilai tambah dengan untuk meningkatkan produktivitas prosedur kerja standar dan juga dapat menyederhanakan lingkungan kerja, mengurangi semua limbah.

2.1.2. Penelitian Terdahulu Mengenai Tidak Tercapainya Target Produksi Yang Disebabkan Adanya Beban Kerja

Tinjauan pustaka ini terdapat beberapa penelitian terdahulu yang telah dilakukan membahas mengenai tidak tercapainya target produksi yang disebabkan selain *waste*, yaitu adanya beban kerja. Penelitian ini dilakukan oleh Diniaty dan Muliyadi (2016) pada salah satu perusahaan yang bergerak pada bidang vulkanisir ban. Permasalahan yang terjadi adalah tidak tercapainya target produksi yang penyebabnya masalah internal pada karyawan perusahaan tersebut sehingga yang menjadi subjek penelitiannya adalah karyawan perusahaan dengan mengukur beban kerja mental dan fisik. Beban kerja fisik diukur berdasarkan *cardiovascular load* (CVL) dan beban kerja mental diukur dengan metode NASA – *Task Load Index* (NASA – TLX) bertujuan untuk mengetahui klasifikasi beban kerja fisik dan mental di rantai produksi dan penyebab dari beban kerja fisik dan mental tersebut.

Munte dkk. (2021) melakukan penelitian pada perusahaan industri yang bergerak dibidang pengolahan minyak kelapa sawit. Dengan adanya jam kerja yang berlebih, pola pergantian shift seminggu sekali, dan adanya karyawan yang izin atau absen sehingga menimbulkan beban kerja baik secara fisik maupun mental pada departemen produksi dan menyebabkan target produksi tidak tercapai. Untuk menganalisis beban kerja pada penelitian ini digunakan metode *Cardiovascular Load* (CVL) dengan hasil perhitungan metode CVL menunjukkan bahwa beban kerja fisik yang paling besar pada shift I dan shift II dirasakan oleh 8 pekerja dari Stasiun Refra 3 grup C dengan nilai % CVL sebesar 36,73 % dan 32,38 % dengan keterangan diperlukan perbaikan. Berdasarkan hasil CVL sebanyak 9 karyawan mengalami beban kerja fisik.

Penelitian mengenai analisis pengukuran beban kerja dan jumlah tenaga kerja dengan metode *Work Load Analysis* (WLA) yang dilakukan oleh Mukti dkk. (2022) di perusahaan garam. Jenis garam yang dibuat oleh perusahaan tersebut adalah garam briket dengan mesin yang dimiliki hanya mampu memproduksi 11068 pcs/minggu. Dalam mengoperasikan mesin terdapat pekerja yang harus melakukan pekerjaan ganda dan itu mempengaruhi fokus pada pekerjaan utamanya menjadi berkurang sehingga terdapat beberapa garam yang rusak saat di cetak. Untuk mengatasi permasalahan yang terjadi melakukan perhitungan kebutuhan pekerja berdasarkan beban kerja dengan menggunakan metode

Workload Analysis (WLA). Hasil perhitungan yang diperoleh dari WLA pada pengukuran kebutuhan tenaga kerja di setiap stasiun kerja terjadi perubahan jumlah tenaga kerja, 2 pekerja dengan beban kerja awal 107% dengan perhitungan *Workload Analysis* 2,14 maka kebutuhan pekerja pada proses penyelesaian menjadi 3 orang beban kerja menjadi 71%. Dari hasil usulan perbaikan maka diperoleh capaian jumlah produksi 16.464 pcs/minggu dengan keuntungan yang di dapat akan naik 43% menjadi Rp.6.076.200,00 yang awalnya Rp 4.247.889,00.



Tabel 2.2. Tabel Matriks Penelitian Terdahulu Mengenai Tidak Tercapainya Target Produksi Yang Disebabkan Adanya Beban Kerja

No	Penulis (Tahun)	Judul Jurnal	Persoalan	Metode	Hasil
1	Diniaty dan Mulyadi (2016)	Analisis Beban Kerja Fisik Dan Mental Karyawan Pada Lantai Produksi Dipt Pesona Laut Kuning	Tidak tercapainya target produksi yang penyebabnya masalah internal pada karyawan perusahaan tersebut (beban kerja fisik & mental)	<i>Cardiovascular Load (CVL)</i> dan <i>NASA – Task Load Index (NASA – TLX)</i>	Hasil pengolahan data, diperoleh beban kerja fisik yaitu terdapat 3 (tiga) orang karyawan yang perlu dilakukan perbaikan yaitu, karyawan B (38,12 %), Karyawan I (32,12%) dan Karyawan J (35,40%). Selanjutnya, klasifikasi beban kerja mental masing-masing karyawan di lantai produksi dapat diketahui karyawan yang memiliki beban kerja yang tergolong sangat tinggi sebesar 20 %, sedangkan karyawan yang memiliki beban kerja mental tergolong tinggi sebesar 40% dan karyawan yang memiliki beban kerja mental Sedang sebesar 33,33% serta karyawan yang memiliki beban kerja mental rendah sebesar 6,67%.

Tabel 2.2. Lanjutan

No	Penulis (Tahun)	Judul Jurnal	Persoalan	Metode	Hasil
2	Munte dkk. (2021)	Analisis Pengukuran Beban Kerja dengan Menggunakan Cardiovascular Load (CVL) pada PT. XYZ	Adanya jam kerja yang berlebih, pola pergantian shift seminggu sekali, dan adanya karyawan yang izin atau absen sehingga menimbulkan beban kerja baik secara fisik maupun mental pada departemen produksi dan menyebabkan target produksi tidak tercapai.	<i>Cardiovascular Load (CVL)</i>	Hasil perhitungan metode CVL menunjukkan bahwa beban kerja fisik yang paling besar pada shift I dan shift II dirasakan oleh 8 pekerja dari Stasiun Refra 3 grup C dengan nilai % CVL sebesar 36,73 % dan 32,38 % dengan keterangan diperlukan perbaikan. Berdasarkan hasil CVL sebanyak 9 karyawan mengalami beban kerja fisik.
2	Mukti dkk. (2022)	Analisis Pengukuran Beban Kerja Dan Jumlah Tenaga Kerja Dengan Metode Work Load Analysis (WLA)	Mengoperasikan mesin terdapat pekerja yang harus melakukan pekerjaan ganda dan itu mempengaruhi fokus pada pekerjaan utamanya menjadi berkurang sehingga terdapat beberapa garam yang rusak saat di cetak.	<i>Workload Analysis (WLA)</i>	Hasil pengukuran terjadi perubahan jumlah tenaga kerja, 2 pekerja dengan beban kerja awal 107% dengan perhitungan Workload Analysis 2,14 maka kebutuhan pekerja pada proses penyelesaian menjadi 3 orang beban kerja menjadi 71%. Dari hasil usulan perbaikan maka diperoleh capaian jumlah produksi 16.464 pcs/minggu dengan keuntungan yang meningkat.

2.1.3. Penelitian Saat Ini

Pencapaian peningkatan kualitas proses produksi berdasarkan penelitian terdahulu dengan menganalisis *waste* yang terdapat pada proses produksi. Maka penelitian akan menggunakan konsep pendekatan *lean manufacturing* dengan beberapa *tools* yang sudah berhasil digunakan pada penelitian terdahulu untuk setiap tahap prosesnya. Penelitian dilaksanakan di UD. Cantenan Aluminium merupakan sebuah industri yang bergerak di bidang produksi aluminium. Mengidentifikasi *waste* pada proses produksi dilakukan dengan menggunakan *Waste Relationship Matrix*. Tahap untuk mengetahui ruang lingkup aktivitas proses produksi dari awal hingga akhir memetakan *Current State Map* menggunakan *Value Stream Mapping* dan kemudian identifikasi aktivitas *Non Value Added* (NVA) dan *Necessary But Non Value Added* (NNVA) yang terdapat pada proses produksi terutama berhubungan dengan *waste* yang ditimbulkan. Tahap pengukuran dilakukan dengan mengukur parameter yang berhubungan dengan *waste* dan dibandingkan dengan target perusahaan. Ditemukan beberapa *waste* yang terjadi pada UD. Cantenan Aluminium mengakibatkan *lead time* proses produksi menjadi panjang sehingga menghambat produktivitas perusahaan yang dapat dirasakan juga oleh *customer*. Oleh karena itu, perlu adanya meminimasi *waste* dengan menghilangkan aktivitas yang tidak bernilai tambah. Tahap perbaikan dilakukan menggunakan *Future State Map*.

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Konsep Dasar Lean Manufacturing

Konsep *lean manufacturing* diperkenalkan oleh perusahaan Toyota yang diketahui sebagai industri manufaktur terbaik dunia dengan konsep *Toyota Production System* (TPS). Konsep tersebut fokus pada mengidentifikasi dan mengeliminasi pemborosan yang dikenal sebagai tujuh pemborosan (Ohno, 1968). Melalui proses yang dipetakan dengan baik dari awal sampai akhir pasti akan ditemukan sejumlah pemborosan. Pemborosan yang ditemukan bahkan akan lebih banyak dibandingkan dengan aktivitas yang bernilai tambah. Konsep dasar *lean manufacturing* dapat dirangkum dari definisi *waste*, melakukan standarisasi proses, identifikasi aliran proses, dan melakukan perbaikan berkelanjutan. Adapun metode yang dapat digunakan untuk membantu dalam mengidentifikasi dan mengurangi pemborosan dalam analisis *lean manufacturing* yaitu *value stream mapping*.

2.2.2. Jenis-jenis Waste

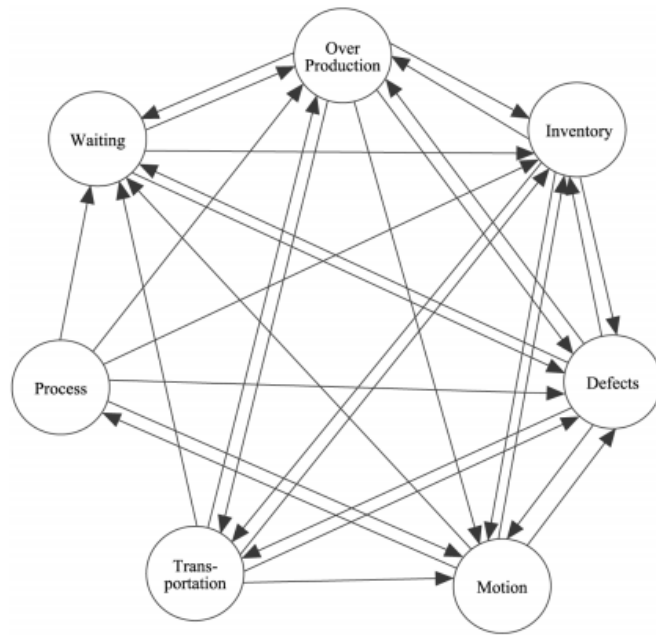
Menurut Liker (2006) berdasarkan penelitian pada perusahaan Toyota mengidentifikasi terdapat tujuh aktivitas yang tidak bernilai tambah dan kemudian di klasifikasikan menjadi tujuh pemborosan sebagai berikut:

- a. Produksi Berlebih (*overproduction*). Memproduksi produk lebih cepat dari yang dibutuhkan atau tidak sesuai pesanan konsumen, maka akan menyebabkan pemborosan seperti kelebihan tenaga yang dikeluarkan, membutuhkan tempat baru untuk penyimpanan barang dan biaya transportasi yang menjadi bertambah.
- b. Waktu menunggu (*waiting time*). Pekerja melakukan pengamatan pada mesin yang berjalan otomatis atau hanya berdiri menunggu untuk melakukan tahap proses berikutnya, sehingga menimbulkan aktivitas menganggur.
- c. Transportasi yang tidak perlu (*transportation*). Proses pemindahan barang dengan jangkauan yang jauh, menimbulkan muatan yang tidak tepat, atau memindahkan material dan barang jadi kedalam atau keluar gedung ataupun antar proses.
- d. Memproses secara berlebih (*processing*). Melakukan pemrosesan yang tidak efisien dikarenakan alat yang kurang memadai sehingga menimbulkan hasil produksi yang buruk, dengan penyebabnya menimbulkan gerakan yang tidak perlu dan hasil produksi yang diperoleh barang yang cacat.

- e. Persediaan berlebih (*inventory*). Persediaan berlebih terjadi karena diakibatkan *stock* di gudang memiliki jumlah yang berlebih atau tidak dapat memenuhi permintaan produksi sehingga mengakibatkan pemborosan.
- f. Gerakan yang tidak perlu (*motion*). Setiap gerakan pekerja yang memiliki banyak waktu yang terbuang sia-sia saat melakukan pekerjaannya, seperti mencari, meraih, atau menumpuk komponen dan alat, berjalan, dan lain sebagainya. Gerakan-gerakan tersebut dapat tidak memberikan nilai tambah bagi produk.
- g. Produk cacat (*defect*). Tahap produksi yang menghasilkan produk cacat maka dari itu, memerlukan perbaikan pada produk. Perbaikan ulang, memproduksi produk baru (pengganti), serta melakukan inspeksi. Dengan membutuhkan tambahan penanganan material, waktu pengerjaan, dan usaha.

2.2.3. Waste Relationship Matrix

Menurut Rawabdeh (2005) *Waste Relationship Matrix* merupakan matriks hubungan yang digunakan untuk menilai keterkaitan pemborosan yang terjadi dengan proses produksi. Terdapat tujuh tipe pemborosan yang dapat terjadi, produksi berlebih, menunggu, pemindahan barang, proses secara berlebih, persediaan berlebih, gerakan, dan produk cacat. Untuk menghilangkan pemborosan yang terjadi pada proses produksi dapat mempengaruhi pemborosan lainnya karena masing-masing pemborosan memiliki hubungan satu sama lain yang dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Hubungan Antar Waste (Sumber: Rawabdeh 2005)

Mengidentifikasi pemborosan dengan *Waste Relationship Matrix* dilakukan dengan mengkombinasikan hubungan antar waste dan membuat matriks dari hasil skor. Awal proses *Waste Relationship Matrix* dilakukan dengan mengajukan pertanyaan seperti pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Pertanyaan Hubungan Antar Waste

No	Pertanyaan	Pilihan jawaban	Skor
1	Apakah <i>i</i> menghasilkan <i>j</i>	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2	Bagaimanakah jenis hubungan antara <i>i</i> dan <i>j</i>	a. Jika <i>i</i> naik maka <i>j</i> naik b. Jika <i>i</i> naik maka <i>j</i> tetap c. Tidak tentu tergantung keadaan	= 2 = 1 = 0
3	Dampak terhadap <i>j</i> karena <i>i</i>	a. Tampak secara langsung & jelas b. Butuh waktu untuk muncul c. Tidak sering muncul	= 4 = 2 = 0

Tabel 2.1. Lanjutan

No	Pertanyaan	Pilihan jawaban	Skor
4	Menghilangkan dampak i terhadap j dapat dicapai dengan cara . . .	a. Metode engineering b. Sederhana dan langsung c. Solusi instruksional	= 2 = 1 = 0
5	Dampak i terhadap j terutama mempengaruhi ...	a. Kualitas produk b. Produktifitas sumber daya c. Lead time d. Kualitas dan produktifitas e. Kualitas dan lead time f. Produktifitas dan lead time g. Kualitas, produktifitas dan lead time	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6	Sebesar apa dampak i terhadap j akan meningkatkan lead time	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	= 4 = 2 = 0

Dan kemudian total nilai skor jawaban dari pertanyaan tersebut akan dikonversikan ke dalam simbol huruf *Waste Relationship Matrix*. Dengan ketentuan nilai konversi dari skor jawaban diubah ke simbol *Waste Relationship Matrix* dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Nilai Konversi Skor

Range	Jenis hubungan	Simbol
17 – 20	Absolutely necessary	A
13 – 16	Especially Important	E
9 – 12	Important	I
5 – 8	Ordinary closeness	O
1 – 4	Unimportant	U
0	No relation	X

Hasil nilai konversi skor yang telah diubah ke simbol huruf *Waste Relationship Matrix* dibuat menjadi sebuah matriks. Bagian baris pada matriks menunjukkan pemborosan yang menyebabkan terjadinya pemborosan lainnya sedangkan bagian kolom pada matriks pemborosan yang mendapatkan akibat dari pemborosan lainnya. Pengisian matriks dilakukan dengan mengisi bagian yang kosong seperti pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Hasil Konversi Simbol Huruf WRM

F/T	O	I	D	M	T	P	W
O	A					X	
I		A				X	X
D			A			X	
M	X			A	X		
T					A	X	
P					X	A	
W				X	X	X	A

Hal yang dilakukan selanjutnya adalah menghitung nilai tingkat pengaruh dari masing-masing pemborosan untuk memperoleh total nilai untuk masing-masing pemborosan. Ketentuan dari simbol huruf *Waste Relationship Matrix* yang telah dikonversikan yaitu A = 10, E = 8, I = 6, O = 4, U = 2, dan X = 0. Nilai tingkat pengaruh masing-masing pemborosan dari hasil konversi huruf *Waste Relationship Matrix* dibuat dalam bentuk matriks seperti pada tabel.. Pengisian dilakukan dengan mengisi bagian kosong pada matriks sesuai dengan hasil matriks. Menurut Rawabdeh (2005) perolehan total nilai pemborosan pada baris merupakan pemborosan yang dominan sehingga dapat mempengaruhi timbulnya pemborosan lainnya.

Tabel 2.4. Waste Matrix Value

F/T	O	I	D	M	T	P	W	Score	%
O	10					0			
I		10				0	0		
D			10			0			
M	0			10	0				
T					10	0			
P					0	10			
W				0	0	0	10		
Score									
%									-

2.2.4. Value Stream Mapping

Dengan adanya aliran proses pada rantai produksi diperlukan penggambaran menggunakan *Value Stream Mapping (VSM)* yang bertujuan untuk mengidentifikasi *waste* yang terjadi agar dapat membuat proses produksi pada dapat menjadi lebih baik. Identifikasi *waste* pada *Value Stream Mapping* yang dilakukan menggunakan pembuatan peta *Current State Map* yang adalah pemetaan gambar untuk kondisi aliran produksi saat ini dan dilanjutkan dengan pembuatan peta *Future State Map* yang adalah pemetaan gambar untuk kondisi masa depan sebagai acuan dalam usulan perbaikan pada aliran produksi pada perusahaan.

a. Langkah-langkah Pembuatan Value Stream Mapping

Berikut merupakan langkah-langkah pembuatan value stream mapping (Gaspersz, 2007) :

- i. Menentukan fokus produk yang akan dipetakan. Pemilihan produk didasarkan pada pemenuhan kriteria volume produksi yang tinggi dan biaya yang paling mahal apabila dibandingkan dengan produk yang lain, dan produk tersebut memiliki segmentasi kriteria penting bagi perusahaan berhubungan dengan minat konsumen pada produk.
- ii. Menggambarkan aliran proses dengan penggunaan simbol-simbol untuk memetakan setiap proses. Pembuatan aliran proses dimulai dari konsumen kemudian ditarik pada proses sebelumnya kemudian

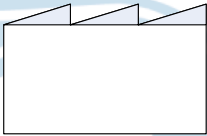
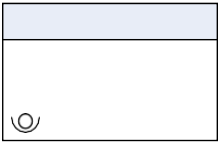
dilakukan identifikasi aktifitas yang utama dan meletakkan dalam suatu urutan.

- iii. Menambahkan aliran material dan informasi pada peta yang dibuat, tunjukkan bagaimana material mengalir dari aktivitas satu ke aktivitas lain, dokumentasikan mengenai informasi yang dikumpulkan (elektronik, manual). Dilakukan proses pengumpulan data yang diperlukan untuk setiap proses dan menghubungkan data-data tersebut. Data- data tersebut antara lain waktu *Set-Up*, waktu proses per unit, takt rate (waktu rata-rata pemenuhan permintaan pelanggan), persentase produk cacat yang terjadi, jumlah operator yang dibutuhkan, persentase *downtime* (berkaitan dengan hal yang mengakibatkan proses tidak dapat mencapai produktifitas maksimum), dan jumlah *WIP*. Data- data tersebut kemudian dimasukkan ke dalam *Value Stream Mapping* sesuai dengan aktivitas yang terjadi.



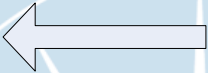




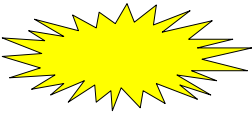
b. Simbol-simbol dalam *Value Stream Mapping*

Dalam menggambarkan *Value Stream Mapping* ada beberapa simbol yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 2.5.


Tabel 2.5. Simbol Peta *Value Stream Mapping*

No	Nama	Simbol	Fungsi
1	<i>Customer/ Supplier</i>		Melambangkan <i>supplier</i> sebagai titik awal pemetaan aliran proses, biasa diletakkan di kiri peta. <i>Customer</i> sebagai titik akhir aliran proses, biasa diletakkan di kanan peta.
2	<i>Process</i>		Melambangkan aktivitas yang sedang dikerjakan, merupakan pergerakan dari pekerja dan mesin dari suatu proses ke proses selanjutnya. Lambang lingkaran menunjukkan jumlah operator yang bekerja

Tabel 2.5. Lanjutan

No	Nama	Simbol	Fungsi
3	<i>Data Box</i>		Lambang yang berisi informasi yang dibutuhkan untuk menganalisis aliran proses. Isinya dapat berupa <i>cycle time</i> , <i>changeover time</i> , <i>lead time</i> , <i>uptime</i> , jumlah operator, ukuran <i>batch</i> produksi, waktu kerja dan sebagainya.
4	<i>Inventory</i>		Melambangkan tempat penyimpanan sementara antara dua proses.
5	<i>Shipment</i>		Melambangkan pergerakan material dari <i>supplier</i> ke gudang dan dari gudang barang jadi ke konsumen.
6	<i>Push Arrow</i>		Melambangkan pergerakan material dari suatu proses ke proses berikutnya. <i>Push</i> artinya produksi tanpa adanya kebutuhan lainnya.
7	<i>External Shipment</i>		Melambangkan pengiriman dari <i>supplier</i> ke gudang atau dari gudang bahan jadi ke konsumen dengan menggunakan kendaraan luar pabrik.
8	<i>Manual Info</i>		Melambangkan aliran informasi secara manual seperti catatan, laporan, dan lainnya dalam bentuk kertas.
9	<i>Electronic Info</i>		Melambangkan aliran informasi secara elektronik seperti internet, LAN, <i>Electronic Data Interchange</i> (EDI), intranet, dan lainnya.
10	<i>Kaizen Burst</i>		Melambangkan tempat atau area yang perlu diperbaiki.

Tabel 2.5. Lanjutan

11	<i>Timeline</i>		Melambangkan waktu dari suatu kegiatan yang memiliki nilai tambah (VA) dan yang tidak memiliki nilai tambah (NVA). Digunakan untuk menghitung total dari <i>lead time</i> dan total <i>cycle time</i> .
----	-----------------	---	---

2.2.5. Perhitungan dan Pengujian Data

Menurut Satalaksana (2006) dalam melakukan pengukuran waktu kerja, hal pertama yang perlu dilakukan adalah pengukuran pendahuluan. Pengukuran pendahuluan merupakan tahap pengambilan data waktu yang jumlah ditentukan oleh pengukur. Uji kecukupan data dilakukan untuk menentukan jumlah data setiap aktivitas kerja pembuatan tabung *Speaker* yang harus diambil oleh seorang pengukur. Metode statistik digunakan dalam pengujian data ini dengan tingkat keyakinan 95% dan tingkat ketelitian 5%. Oleh karena itu, nilai rata-rata dengan tingkat keyakinan mencapai sebesar 95% dan hasil nilai rata-rata untuk suatu aktivitas kerja memiliki penyimpangan tidak lebih dari 5%. Kemudian hasil dari pengukuran pendahuluan diuji dengan menggunakan uji keseragaman dan uji kecukupan data.

a. Uji Keseragaman

Uji keseragaman dilakukan bertujuan untuk mengetahui berdasarkan data-data yang diperoleh dari hasil pengukuran masih berada dalam batas kendali atau tidak. Jika terdapat suatu data yang berada diluar batas kendali maka data tidak dapat digunakan untuk perhitungan selanjutnya dan dihilangkan. Hal tersebut dikarenakan data yang berbeda merupakan hasil dari perubahan sistem kerja yang tidak diketahui oleh pengukur (Satalaksana, 2006). Berikut menurut Satalaksana (2006) tahapan dalam melakukan uji keseragaman data.

i. Menentukan jumlah subgrup

Jumlah subgrup dapat ditentukan dengan rumus yang dapat dilihat pada Persamaan (2.1).

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

Dengan, k adalah jumlah subgrup dan N adalah jumlah pengamatan.

- ii. Menghitung rata – rata subgrup
Rata – rata subgrup dapat dihitung dengan rumus yang ada pada Persamaan (2.2).

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

Dengan, $\bar{\bar{X}}$ adalah nilai rata – rata subgrup dalam detik dan $\sum \bar{x}_i$ adalah jumlah rata – rata subgrup dalam detik.

- iii. Menghitung standar deviasi waktu penyelesaian
Standar deviasi waktu penyelesaian dihitung dengan rumus yang ada pada Persamaan (2.3).

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

Dengan, σ adalah standar deviasi dan x_i adalah data ke-i.

- iv. Menghitung standar deviasi dari distribusi nilai rata – rata subgrup
Standar deviasi dari distribusi nilai rata – rata subgrup dapat dihitung dengan rumus yang ada pada Persamaan (2.4).

$$\sigma_{\bar{X}} = \frac{\sigma}{\sqrt{N}} \quad (2.4)$$

Dengan, $\sigma_{\bar{X}}$ adalah standar deviasi dari nilai rata – rata subgrup.

- v. Menghitung Batas Kendali Atas dan Batas Kendali Bawah
Batas kendali atas (BKA) dan Batas kendali bawah (BKB) dapat dihitung dengan rumus yang ada pada Persamaan (2.5) dan (2.6).

$$BKA = \bar{\bar{X}} + K\sigma_{\bar{X}} \quad (2.5)$$

$$BKB = \bar{\bar{X}} - K\sigma_{\bar{X}} \quad (2.6)$$

Dengan, K adalah koefisien tingkat keyakinan.

Data dapat dikatakan seragam jika nilainya masih berada di batas kendali atas (BKA) maupun batas kendali bawah (BKB).

b. Uji Kecukupan

Uji kecukupan dilakukan untuk mengetahui jumlah pengukuran yang harus dilakukan oleh pengukur (Sutalaksana, 2006). Jika terdapat jumlah pengukuran yang dilakukan pada pengukuran pendahuluan kurang dari jumlah pengukuran hasil uji kecukupan data, maka pengukur harus melakukan pengukuran tambahan. Adanya tingkat ketelitian dan tingkat keyakinan yang ditentukan berdasarkan

tujuan awal dilakukannya pengukuran waktu kerja diperlukan pada uji kecukupan data. Tingkat ketelitian merupakan maksimum penyimpangan hasil pengukuran dari waktu sebenarnya sedangkan tingkat keyakinan adalah angka yang menunjukkan keyakinan pengukur bahwa data yang diperoleh sesuai syarat ketelitian yang telah ditentukan (Sutalaksana, 2006). Uji kecukupan data dapat dilakukan dengan rumus 2.7.

$$N' = \left(\frac{\frac{K}{s} \sqrt{N(\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2}}{\sum x} \right) \quad (2.7)$$

Keterangan :

N' : Jumlah pengukuran yang diperlukan

N : Jumlah pengukuran yang telah dilakukan

K : Koefisien tingkat keyakinan

s : Tingkat ketelitian

xi : Data ke-i (detik)

2.1.1. Perhitungan Waktu Baku

Menurut Sutalaksana (2006) untuk memenuhi uji keseragaman dan uji kecukupan data tahap selanjutnya yang dilakukan adalah mengolah data waktu hingga mendapatkan waktu baku. Sebelum menghitung waktu baku, terlebih dahulu pengukur harus menghitung waktu siklus dan waktu normal.

a. Waktu Siklus

Waktu siklus merupakan waktu rata – rata selama pengukuran yang digunakan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan (Sutalaksana, 2006). Waktu siklus dapat dihitung dengan rumus 2.8.

$$Ws = \frac{\sum xi}{n} \quad (2.8)$$

Keterangan :

Ws : Waktu siklus (detik)

xi : Data ke-i (detik)

n : Jumlah pengamatan

b. Waktu Normal

Waktu normal merupakan waktu siklus yang sudah dikalikan dengan faktor penyesuaian (Sutalaksana, 2006). Perhitungan waktu normal dapat dilakukan dengan rumus 2.9.

$$Wn = Ws \times p \quad (2.9)$$

Keterangan :

Wn : Waktu normal (detik)

p : Faktor penyesuaian

Perhitungan waktu normal dilakukan untuk mendapatkan waktu siklus rata – rata yang wajar. Jika pekerja melakukan pekerjaannya secara wajar maka nilai faktor penyesuaiannya (p) sama dengan 1. Jika pekerja melakukan pekerjaannya terlalu lambat, nilai $p < 1$. Berlaku pula sebaliknya ketika pekerja melakukan pekerjaannya terlalu cepat, nilai $p > 1$ (Sutalaksana, 2006). Faktor penyesuaian dapat dilakukan dengan metode *Westinghouse*.

i. Metode *Westinghouse*

Perhitungan faktor penyesuaian dengan metode *westinghouse* dilakukan dengan memperhitungkan 4 faktor yang menentukan ketidakwajaran dan kewajaran seorang pekerja (Sutalaksana, 2006).

a. Keterampilan (*Skill*)

Keterampilan merupakan kemampuan yang dimiliki seorang pekerja yang berbeda dengan mengikuti cara kerja yang telah ditetapkan. Oleh karena itu, keterampilan tersebut dibagi ke dalam 6 bagian seperti berikut.

Super Skill : pekerja yang sangat cocok dengan pekerjaannya dalam melakukan pekerjaannya secara sangat terlatih dengan gerakan yang halus tetapi sangat cepat sehingga sulit diikuti, kadang gerakan pekerja dan gerakan mesin terlihat tidak berbeda, serta pekerja terlihat tidak melakukan gerakan berpikir dan merencana.

Excellent Skill : pekerja yang terlihat percaya diri karena cocok dengan pekerjaannya dalam melakukan pekerjaannya secara terlatih dengan baik, teliti, cepat dan tidak banyak melakukan pengukuran dan pemeriksaan, penggunaan peralatan pekerja menggunakan dengan baik, oleh karena itu hasil kualitas tetap terjaga.

Good Skill : pekerja yang melakukan pekerjaannya secara stabil dengan gerakan baik dan cepat sehingga dapat menghasilkan kualitas

yang baik, pekerja tampak bekerja dengan baik dibandingkan pekerja lainnya serta pekerja bisa memberikan petunjuk kepada pekerja lain.

Average Skill : pekerja yang tampak percaya diri dalam melakukan pekerjaannya secara cukup teliti dengan gerakan cukup terlihat tidak ragu - ragu, sehingga dapat menghasilkan kualitas yang cukup memuaskan.

Fair Skill : pekerja yang melakukan pekerjaannya secara belum cukup baik karena pekerja hanya mengenal lingkungan kerja dan peralatan secukupnya, sehingga pekerja tidak cukup percaya diri dan tidak konsisten dalam bekerja dan *outputnya* sangat rendah.

Poor Skill : pekerja yang melakukan pekerjaannya secara tidak terlatih dengan gerakan yang kaku sehingga tidak bisa melakukan mengimbangi tangan dan pikiran, pekerja tidak yakin dalam melakukan gerakan pekerjaan, serta sering melakukan kesalahan dalam bekerja.

b. Usaha (*Effort*)

Usaha merupakan penilaian pekerja yang dilihat dari kesungguhan dalam melakukan pekerjaannya. Penilaian usaha juga dibagi ke dalam 6 bagian yang berbeda seperti berikut.

Excessive Effort : kecepatan yang dilakukan pekerja sangat berlebihan, memiliki penuh keyakinan tetapi dapat membahayakan kesehatannya, serta pekerja tidak bisa mempertahankan kecepatannya dalam satu hari kerja.

Excellent Effort : kecepatan pekerja terlihat tinggi, gerakan yang dilakukan pekerja lebih ekonomis dibandingkan pekerja biasanya, pekerja banyak memberi saran tetapi juga menerima saran dengan senang, pekerja bangga akan kelebihannya, pekerja jarang melakukan gerakan yang salah, serta perpindahan gerakan pekerja tidak terlihat.

Good Effort : pekerja memiliki irama dalam bekerja, pekerja tidak memiliki waktu menganggur, pekerja perhatian dan senang dengan pekerjaannya, pekerja dapat mempertahankan kecepatannya

sepanjang hari, serta pekerja dapat memberi dan menerima saran perbaikan.

Average Effort : pekerja bekerja dengan stabil, pekerja mau menerima saran tetapi tidak melaksanakannya, pekerja melakukan *Set-Up* dengan baik, pekerja melakukan perencanaan.

Fair Effort : pekerja tidak suka menerima saran perbaikan, kadang pekerja tidak perhatian pada pekerjaan, pekerja tidak mengeluarkan tenaga dengan baik, pekerja melakukan sedikit penyimpangan dari cara kerja yang baku, alat yang dipakai pekerja kurang baik, serta pekerja terlalu hati-hati dalam bekerja.

Poor Effort : pekerja banyak membuang waktu, pekerja tidak mau menerima saran dan malas dalam bekerja, pekerja melakukan gerakan tidak perlu ketika mengambil alat dan bahan, pekerja tidak peduli dengan peralatan yang dipakai dalam bekerja, serta *Set-Up* kerjanya terlihat tidak baik.

c. Kondisi Kerja (*Condition*)

Kondisi kerja menunjukkan kondisi fisik lingkungan kerja yang digunakan untuk melakukan pekerjaan seperti suhu, kebisingan, pencahayaan, dan lain sebagainya. Kondisi kerja ini merupakan faktor yang berada diluar pekerja.

d. Konsistensi (*Consistency*)

Konsistensi akan berpengaruh pada perbedaan waktu yang dihasilkan seorang pekerja dalam melakukan pekerjaan. Jika waktu yang dihasilkan seorang pekerja relatif sama, dapat dikatakan pekerja tersebut bekerja dengan baik dan memiliki konsistensi yang baik pula. Konsistensi juga dibagi ke dalam 6 kelas yaitu *perfect*, *excellent*, *good*, *average*, *fair*, dan *poor*.

Perhitungan faktor penyesuaian menggunakan metode westinghouse dilakukan dengan rumus 2.10.

$$p = 1 + (\text{nilai faktor}) \quad (2.10)$$

Nilai faktor merupakan jumlah nilai yang telah ditentukan dari keempat faktor.

e. Waktu Baku

Waktu baku merupakan waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja normal dalam menyelesaikan suatu pekerjaan dengan memperhitungkan kelonggaran

atau *allowance* untuk pekerja (Sutalaksana, 2006). Perhitungan waktu baku dapat dilakukan dengan rumus 2.11.

$$Wb = Wn + (a \times Wn) \quad (2.11)$$

Dengan, Wb adalah waktu baku dalam detik sedangkan a adalah nilai faktor kelonggaran.

Faktor kelonggaran yang digunakan dalam perhitungan waktu baku dapat ditentukan dengan memperhatikan tiga faktor penting yaitu kelonggaran untuk kebutuhan pribadi, kelonggaran untuk menghilangkan kelelahan, dan kelonggaran untuk hambatan yang tidak terhindarkan (Sutalaksana, 2006).

