

Bab 2

Tinjauan Pustaka

2.1. Pengertian Pemborosan

Pemborosan atau yang disebut muda dalam bahasa Jepang ialah segala kegiatan yang dilakukan yang tidak memberi nilai tambah. Taiichi Onho merupakan seorang eksekutif Toyota yang menggagaskan tujuh pemborosan tersebut [3, p. 2]. Menurut Gasperz dan Fontana menjelaskan bahwa ada dua jenis pemborosan, yaitu kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah tetapi kegiatan tersebut pada saat sekarang tidak bisa dihindarkan karena alasan tertentu jenis ini disebut dengan *type one waste* dan jenis *type two waste* artinya suatu kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah dan dapat dieliminasi dengan cepat. Jenis ini sering disebut pemborosan saja [4].

2.2. Jenis-Jenis Pemborosan

Untuk mengurangi pemborosan yang terjadi tentu harus diketahui pemborosan apa saja yang terjadi. Adapun ketujuh pemborosan yang digagaskan oleh Taiichi Onho sebagai berikut:

a. Produksi berlebihan

Produksi berlebihan ialah memproduksi produk yang terlalu banyak dari yang diperlukan. Produk berlebihan merupakan pemborosan yang mempunyai pengaruh serius, hal ini terjadi disebabkan karena memproduksi produk yang banyak dari jumlah yang dipesan oleh pelanggan, sehingga pemborosan ini mengakibatkan permintaan menurun dan tidak terjualnya persediaan. Dampak yang ditimbulkan ialah menumpuknya produk lama, *inventory* yang melebihi batas dan terganggunya aliran material dan informasi.

b. Menunggu

Menunggu adalah dalam hal ini berhentinya aktivitas baik mesin maupun operator. Menunggu dalam hal ini misalnya kedatangan material, informasi, alat atau pun peralatan selain pada saat mesin rusak maka terjadi aktivitas menunggu yang menyebabkan proses produksi terhenti dan jalur kerja yang tidak seimbang.

Selain itu menunggu terjadi jika operator hanya mengamati mesin yang sedang berjalan, atau material yang keluar dari satu proses tidak langsung dikerjakan ke proses selanjutnya.

c. Transportasi yang berlebih

Transportasi yang berlebih yang dimaksud ialah perpindahan produk antar proses atau kata lain produk yang ditangani secara berulang dari suatu proses ke proses selanjutnya yang tidak memberi nilai tambah. Hal ini menimbulkan terjadinya pemborosan waktu karena jarak antar gudang bahan baku ke mesin lainnya yang jauh. Umumnya transportasi yang baik ialah perpindahan yang dilakukan langsung menuju tempat atau mesin dimana produk tersebut akan digunakan secara langsung.

d. Proses yang berlebih

Proses yang berlebih merupakan proses yang tidak tepat atau tidak perlu untuk dilakukan karena tidak memberi nilai tambah pada produk yang hanya menimbulkan biaya dan waktu produksi. Proses berlebih biasanya terjadi karena desain yang tidak sesuai, alat tidak lengkap dan tidak tepat dan tidak melaksanakan prosedur yang sudah ditetapkan dengan baik. Pemborosan ini mengakibatkan terjadinya gerakan yang tidak perlu dan timbulnya produk cacat.

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

Inventory ialah simpangan tambahan yang berlebih seperti bahan baku, bahan setengah jadi, dan produk jadi yang berlebih. *Inventory* yang berlebih mengakibatkan lokasi penyimpanan yang ekstra atau lebih, selain itu berdampak pada administrasi dan biaya. Dampak lain yang diakibatkan oleh *inventory* ialah meningkatkan *lead time*. *Lead time* merupakan banyaknya waktu atau periode yang dibutuhkan untuk memproduksi suatu produk atau membeli suatu *item* [5, p.128].

f. Gerakan yang tidak perlu

Gerakan yang tidak perlu dalam hal ini ialah adanya gerakan-gerakan berlebih atau tidak dibutuhkan. Pekerja dapat terlihat sibuk namun pada kenyataannya hanya bolak-balik atau mondar-mandir mengembalikan peralatan, hal ini tentu tidak memberi nilai tambah pada produk.

g. Produk cacat (*Defect*)

Produk cacat merupakan hasil produksi yang tidak sesuai dengan yang ditargetkan, atau adanya proses pengerjaan ulang (*rework*). Dampak yang ditimbulkan dari pemborosan ini ialah adanya biaya tambahan yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk membeli material, tenaga dan waktu tambahan untuk memperbaiki atau membuat produk ganti [6].

Ketujuh jenis pemborosan tersebut tidak selalu dihubungkan dengan kegiatan yang dilakukan oleh operator, namun hal itu bisa terjadi karena faktor-faktor lain. Menurut Rawabdeh faktor- faktor penyebab ketujuh pemborosan tersebut ialah sebagai berikut:

1. Manusia

Merupakan faktor pemborosan yang terjadi karena gerakan, menunggu dan produksi yang berlebihan.

2. Mesin

Merupakan faktor pemborosan yang terjadi karena proses yang berlebihan.

3. Material

Merupakan faktor pemborosan yang terjadi karena transportasi, *inventory* dan kerusakan [7, p. 4].

Ketujuh pemborosan yang sudah didefinisikan tentu memiliki tipe kegiatan yang berbedah-bedah. Tipe kegiatan tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

a. Aktivitas yang bernilai tambah (*Value adding activity*)

Suatu aktivitas dimata pelanggan yang memberi nilai tambah. Misalnya memperbaiki mobil rusak di jalan raya. *Value adding activity* sangat mudah untuk diartikan. Tanyakan pada diri anda sebagai pelanggan apakah akan senang membayar untuk itu.

b. Aktivitas yang tidak memberi nilai tambah (*Non value adding activity*)

Aktivitas dimata pelanggan yang tidak memberi nilai tambah. Kegiatan ini jelas tidak berdampak atau sia-sia dan harus segera dihilangkan.

Contoh kegiatan yang tidak memberi nilai tambah adalah pada saat memindahkan produk dari wadah besar ke satu wadah ke wadah lainnya yang sebenarnya dapat dilakukan dengan berkeliling pabrik.

c. *Necessary non-value adding activity*

Necessary non-value adding activity adalah aktivitas diminta pelanggan yang tidak memberi nilai tambah namun diperlukan. Pemborosan jenis ini sulit untuk dihilangkan dalam jangkang waktu pendek, sehingga membutuhkan waktu yang cukup lama untuk dihilangkan. Misalnya pada saat memeriksa produk menggunakan mesin lama yang sulit dikendalikan [8].

2.3. *Value Stream Mapping*

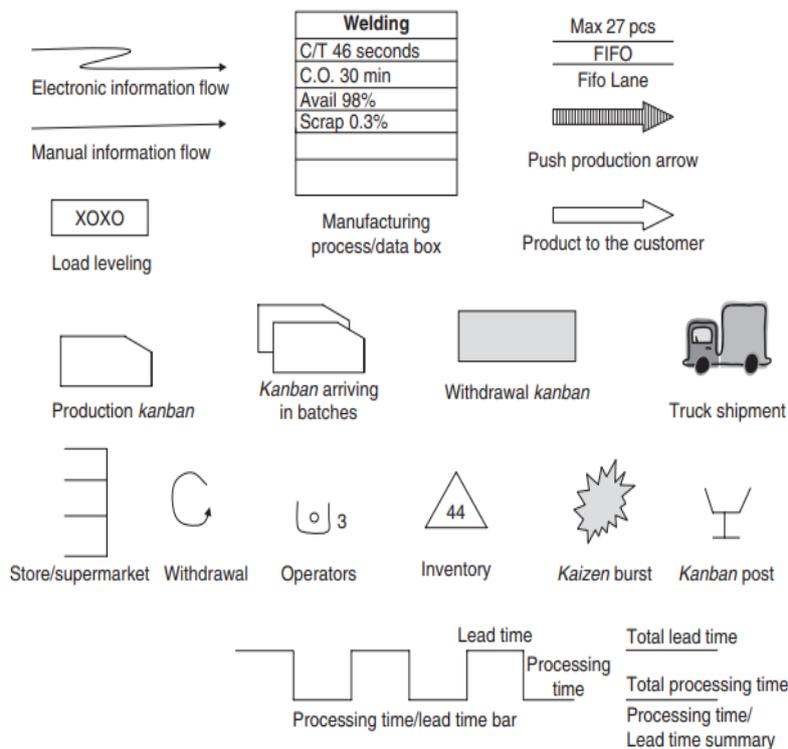
Awalnya teknik *value stream mapping* dikembangkan oleh Toyota, kemudian dipopulerkan Rother and Shook. *Value stream mapping* digunakan untuk menemukan pemborosan dalam aliran suatu produk [9]. *Value stream mapping* adalah alat efektif yang dapat digunakan pada praktik *lean manufacturing*. *Value stream mapping* menunjukkan aliran material dan informasi secara aktual atau proses produksi saat ini. Kemudian manfaat dari *value stream mapping* dibuat adalah untuk mengidentifikasi akar penyebab terjadinya pemborosan yang kemudian akan dilakukan perbaikan [10].

Value stream mapping menunjukkan proses dalam aliran normal, tetapi selain informasi yang biasanya ditemukan pada diagram aliran proses peta *value stream mapping* juga menunjukkan aliran informasi yang diperlukan untuk merencanakan dan memenuhi tuntutan pelanggan. Informasi lainnya yang dibutuhkan pada pembuatan *value stream mapping* ialah waktu siklus, persediaan yang dimiliki, waktu pergantian, operator dan mode transportasi [9, p. 147]. Manfaat utama dibuatnya *value stream mapping* ialah:

- a. Membantu perusahaan dalam membuat aliran produksi secara menyeluru dimulai dari proses pertama hingga proses akhir tidak hanya pada satu proses, sehingga dapat diketahui aliran secara keseluruhan.

- b. Pemetaan membantu perusahaan mengetahui pemborosan yang terjadi dan apa penyebab terjadinya pemborosan tersebut selama aliran produksi.
- c. Memberi penjelasan tentang proses manufaktur dalam bahasa umum.
- d. Dapat menyatukan teknik dan konsep *lean* yang dapat membantu perusahaan dalam memilih teknik dan konsep yang terbaik.
- e. Membantu perusahaan dalam merancang bagaimana menjalankan aliran secara keseluruhan pada setiap kegiatan proses, merancang *part* yang hilang dalam mengupayakan *lean manufacturing* yang diinginkan [6, p. 6].

Aliran informasi menjadi awal penggambaran VSM sebelum aliran proses. Informasi lain yang ada pada VSM adalah *cycle time*, *inventory held*, *changeover times*, dan *staffing* [9, p. 147]. Dalam membuat peta *value stream mapping* ada beberapa lambang yang digunakan. Lambang-lambang peta *value stream mapping* dapat dilihat pada gambar 2.1

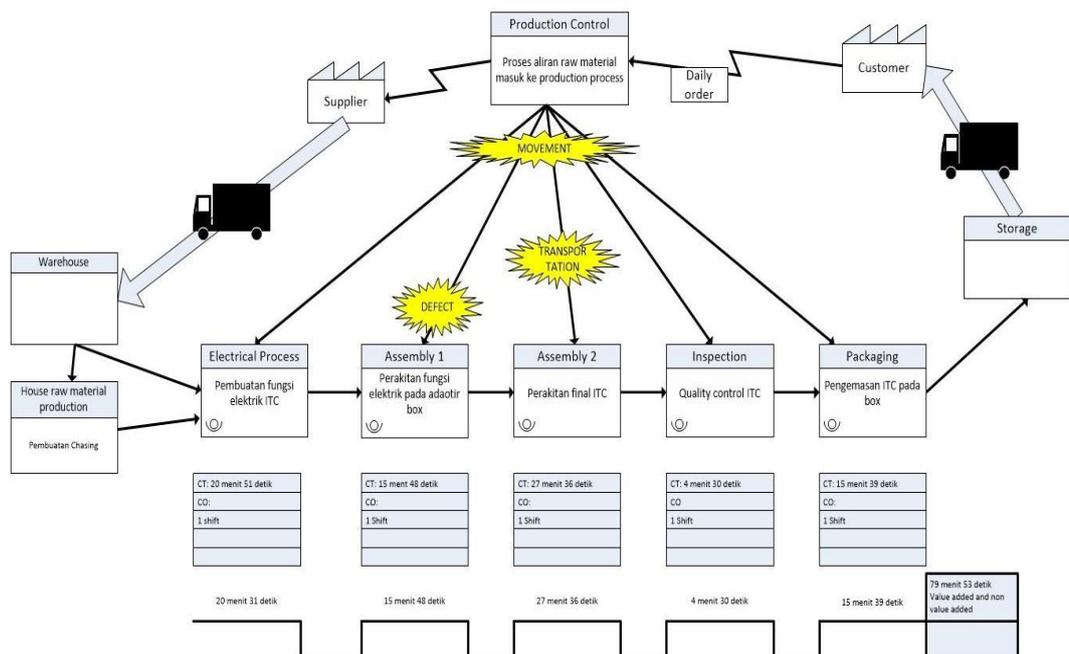


Gambar 2.1. Lambang-lambang *value stream mapping* [9, p. 148]

Adapun langkah-langkah dalam pembuatan *value stream mapping*, yaitu sebagai berikut:

- Menentukan satu produk yang dianggap utama yang akan dibuat dalam peta *value stream mapping*.
- Membuat peta pada setiap kategori proses sepanjang *value stream*, kemudian mengamati setiap bagian proses seperti level *inventory*, *cycle time*, jumlah operator *change overtime* dll. Selanjutnya data tersebut dimasukkan dalam suatu data *box* pada setiap masing-masing proses.
- Tahap selanjutnya ialah membuat peta aliran material dan aliran informasi yang dibuat berdasarkan data yang sudah diperoleh. Aliran informasi ditunjukkan dengan tanda *push* arrow yang artinya. Merepresentasikan pergerakan material dari satu proses menuju proses berikutnya.

Contoh peta *value stream mapping* dapat dilihat pada gambar 2.2.



Penerapan *Lean Manufacturing* Pada Produksi ITC Cv. Mansgroup Dengan Menggunakan *Value Stream Mapping* [11].

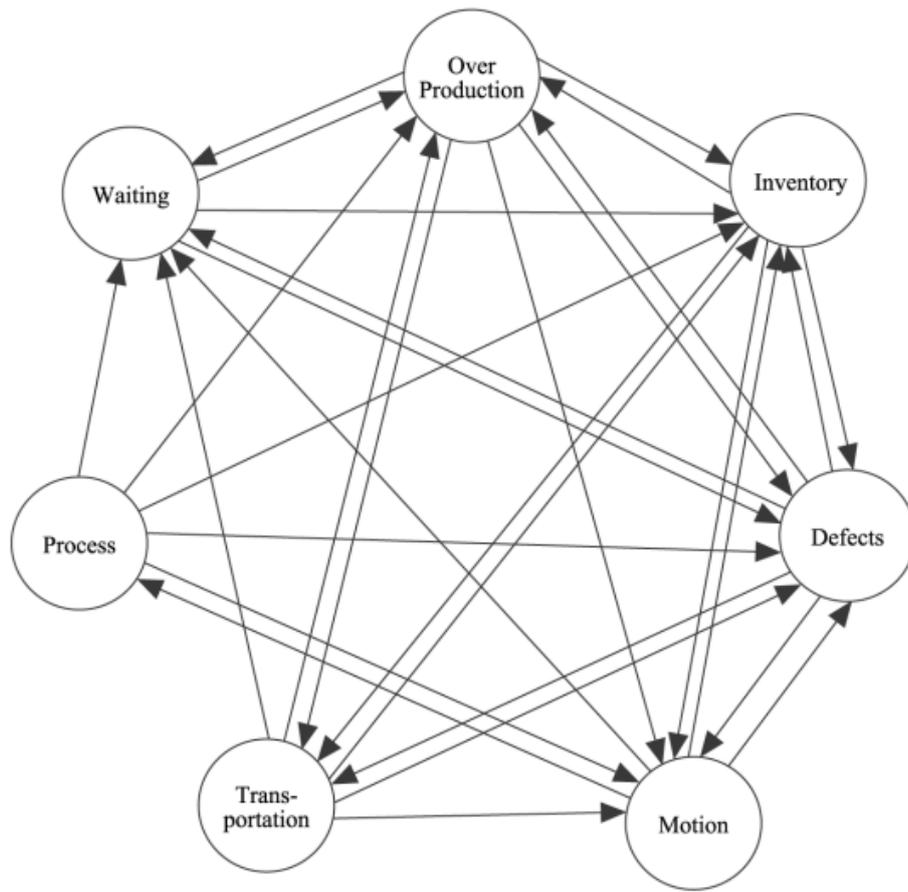
2.4. *Waste Assessment Model (WAM)*

Waste assessment model adalah penilaian pemborosan yang diusulkan dimulai dengan mengartikulasikan definisi masing-masing jenis dari tujuh pemborosan dan akibat yang ditimbulkan. Kriteria ditetapkan untuk mengukur kekuatan hubungan langsung, sehingga mengarah pada maktrik pemborosan yang mengklasifikasikan hubungan kekuatan menggunakan skala mulai dari skala lemah hingga kuat. Penilaian ini dikenal metode *waste relationship matrix*. Tahapan selanjutnya ialah menentukan tingkat pemborosan dengan menggabungkan hubungan matriks dengan hasil penilaian kuisioner yang disebut dengan metode *waste assessment questionire* [7, p. 6].

Semua jenis pemborosan saling bergantung satu sama lain dan masing-masing memiliki pengaruh terhadap yang lain. Contohnya produksi yang berlebih dianggap sebagai pemborosan paling sering karena menimbulkan jenis pemborosan lainnya. Dampak yang ditimbulkan dari pemborosan ini ialah adanya perubahan pada tenaga kerja, sehingga membuat standardisasi perusahaan menjadi sulit. Ketujuh pemborosan yang dimaksud ialah sebagai berikut:

1. O adalah *overproduction*
2. I adalah *inventory*
3. D adalah *defect*
4. M adalah *motion*
5. P adalah *process*
6. T adalah *transportation*
7. W adalah *waiting*

Setiap hubungan diberi simbol garis bawah “_”. Misalnya, O_I menunjukkan efek langsung dari *overproduction* terhadap pada *inventory*. Gambar hubungan pemborosan dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3. Hubungan antar pemborosan [7, p. 7]

Jenis hubungan dan sifat dari masing-masing pemborosan menunjukkan bahwa semua hubungan tidak memiliki bobot yang sama. Dalam menetapkan bobot pada hubungan disesuaikan dengan kebutuhan jenis pemborosan. kriteria pengukuran yang didasarkan pada hasil kuisisioner dikembangkan untuk mengukur kekuatan hubungan pemborosan. Membahas hubungan antara pemborosan sangat kompleks karena pengaruh masing-masing jenis pada yang lain dapat muncul secara langsung atau tidak langsung. Keterangan hubungan antar pemborosan dapat dilihat pada tabel 2.1. Keterangan lengkap dapat dilihat pada lampiran 1.

Tabel 2.1. Hubungan tipe pemborosan

Tipe		Hubungan	Keterangan
<i>Overproduction</i>	<i>Inventory</i>	O_I	Overproduksi membutuhkan jumlah bahan baku yang banyak serta ruang lantai yang ekstra dan dianggap sebagai bentuk permintaan yang tidak memiliki pelanggan.
	<i>Defect</i>	O_I	Ketika operator memproduksi lebih banyak produk tanpa memperhatikan kualitas produk, karena adanya bahan yang cukup untuk menggantikan produk cacat. Dianggap sebagai bentuk inventaris sementara yang tidak memiliki pelanggan
	<i>Motion</i>	O_M	<i>Overproduksi</i> menyebabkan terjadinya perilaku non-ergonomis mengarah pada metode kerja yang tidak sesuai standar dengan jumlah gerakan yang cukup besar.
	<i>Transportasi</i>	O_T	<i>Overproduksi</i> mengarah pada transportasi yang tinggi untuk mengangkut material.
	<i>Waiting</i>	O_W	Saat memproduksi lebih banyak, tetapi produk yang dipesan lama lama yang mengakibatkan pelanggan menunggu dan terjadi antrian.

Tabel 2.1. Hubungan tipe pemborosan (lanjutan)

Tipe	Hubungan	Keterangan
.....		
<i>Process</i>	<i>Overproduction</i>	P_O Untuk mengurangi biaya produksi, mesin dipaksa untuk beroperasi dengan waktu penuh dan mengakibatkan kelebihan produksi
	<i>Inventory</i>	P_I Menggabungkan operasi dalam satu sel akan menghasilkan penurunan jumlah WIP secara langsung
	<i>Defect</i>	P_D Jika mesin tidak dirawat akan menimbulkan terjadinya produk cacat
	<i>Overproduction</i>	W_O Ketika mesin menunggu karena operator menunggu proses yang lain, mesin dipaksa untuk menghasilkan produk yang lebih banyak hanya agar mesin tetap berjalan.
	<i>Inventory</i>	W_I Menunggu berarti lebih banyak barang daripada yang dibutuhkan pada titik tertentu, apakah itu pada <i>raw material</i> , <i>work in process</i> atau <i>finish good</i>
	<i>Defect</i>	W_D Barang yang menunggu dapat menyebabkan cacat karena kondisi yang tidak sesuai.

2.4.1. Waste Relationship Matrix (WRM)

Waste relationship matrix merupakan metode yang digunakan untuk mengukur kriteria yang dibuat menjadi sebuah matriks. Setiap baris menunjukkan sejauh mana efek pemborosan yang terjadi terhadap ke enam pemborosan lainnya yang diketahui berdasarkan hasil kuisioner [7, p. 10]. Kriteria pertanyaan *waste relationship matrix* dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2. Kriteria pertanyaan *waste relationship matrix*

No	Pertanyaan	Bobot
1	Apakah produksi berlebih membutuhkan ruang persediaan? a. Selalu b. Kadang-Kadang c. Jarang	4 2 1
2	Bagaimanakah hubungan antara produksi berlebih dengan ruang persediaan? a. Jika produksi berlebihan naik maka kebutuhan ruang penyimpanan naik b. Jika produksi berlebihan naik maka tidak mempengaruhi kebutuhan ruang persediaan c. Tidak tentu tergantung keadaan	2 1 0
3	Dampak dari produksi berlebih terhadap kebutuhan ruang persediaan dapat diketahui secara? a. Terlihat langsung dan jelas b. Butuh waktu agar terlihat c. Tidak terlihat	4 2 1
4	Bagaimana cara menghilangkan akibat dari produksi berlebih terhadap ruang persediaan? a. Dengan cara metode teknik b. Metode sederhana dan langsung c. Metode solusi intruksi	2 1 0
5	Dampak yang ditimbulkan produksi berlebih terhadap ruang persediaan berpengaruh pada? a. Kualitas produk b. Produktivitas c. Waktu tunggu d. Kualitas dan produktivitas e. Produktivitas dan waktu tunggu f. Kualitas dan waktu tunggu g. Kualitas, produktivitas, dan waktu tunggu	1 1 1 2 2 2 4
6	Sebesar apa dampak dari produksi berlebih terhadap kebutuhan ruang persediaan dalam mempengaruhi <i>lead time</i> ? a. Tinggi b. Menengah c. Rendah	4 2 0

Penjelasan:

1. O adalah *Overproduction*
2. I adalah *Inventory*
3. *Overproduction* merupakan salah satu dari ketujuh tipe pemborosan dan dampaknya *Inventory*

Setiap jawaban memiliki bobot yang berbeda-beda yang kemudian bobot masing-masing baris dijumlahkan agar diperoleh skor yang mewakili pengaruh dari jenis pemborosan dengan pemborosan lainnya. Skor yang sudah diperoleh kemudian akan diubah menjadi persentase untuk memberikan metrik yang lebih sederhana atau dengan kata lain untuk mengetahui apakah hubungan antar pemborosan bersifat kuat atau tidak. Hasil rekapitulasi kuisioner hubungan antar pemborosan dapat dilihat pada gambar 2.4.

Question Relationships	1		2		3		4		5		6		Score
	Ans	Wght											
O_I	a	4	a	2	a	4	A	2	f	2	a	4	18
O_D	B	2	c	0	b	2	B	1	a	1	c	0	6

Gambar 2.4. Rekapitulasi kuisioner hubungan antar pemborosan [7,p.10]

Setelah skor akhir dari setiap hubungan pemborosan diperoleh selanjutnya membuat simbol berdasarkan rentang nilai yang didapatkan. Rentang nilai tersebut dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3. Rentang nilai setiap tipe pemborosan

Rentang	Tipe hubungan	Simbol
17 s/d 20	Sangat diperlukan	A
13 s/d 16	Sangan penting	E
9 s/d 12	Penting	I
5 s/d 8	Biasa	O
1 s/d 4	Tidak penting	U

Setelah mengetahui jumlah skore dari setiap tipe hubungan pemborosan dan membuat simbol berdasarkan rentang nilai yang didapat selanjutnya membuat matriks *waste relationship matrix* yang dapat dilihat pada gambar 2.5.

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

Gambar 2.5. Matriks *waste relationship matrix* [7, p. 12]

Berdasarkan hasil matriks *waste relationship matrix* yang dapat diketahui bagaimana setiap satu jenis pemborosan berdampak pada pemborosan lainnya. Hasil *waste relationship matrix* selanjutnya akan divalidasi untuk mengetahui persentase dari setiap hubungan pemborosan yang dapat dilihat pada gambar 2.6.

F/T	O	I	D	M	T	P	W	Score	%
O	10	10	4	4	6	0	8	42	16.8
I	6	10	6	6	6	0	0	34	13.6
D	6	6	10	6	8	0	6	42	16.8
M	0	4	8	10	0	6	10	38	15.2
T	2	4	6	2	10	0	6	30	12
P	6	2	6	6	0	10	6	36	14.4
W	4	10	4	0	0	0	10	28	11.2
Score	34	46	44	34	30	16	46	250	100
%	13.6	18.4	17.6	13.6	12	6.4	18.4	100	

Gambar 2.6. *Waste matrix value* [7, p. 12]

Penjelasan:

1. Simbol A diubah menjadi 10
2. Simbol E diubah menjadi 8
3. Simbol I diubah menjadi 6
4. Simbol O diubah menjadi 4
5. Simbol U diubah menjadi 2
6. Simbol X diubah menjadi 0

2.4.2. *Waste Assessment Questionnaire (WAQ)*

Waste assesment questionnaire merupakan kuisisioner yang dikembangkan untuk menilai dan mengalokasikan pemborosan di *jobbing shop* (pekerjaan yang tidak berurutan). *Jobbing shop* umumnya tidak memproduksi produk yang sama setiap harinya. Bisnis mereka umumnya cenderung make to order. Pada *Jobbing shop* mesin-mesin disusun menjadi kelompok-kelompok tertentu sesuai dengan jenis proses pembuatannya [7, p. 14].

Kuisisioner *waste assesment questionair* terdiri dari 68 pertanyaan yang berdeda-beda yang dibuat untuk mengalokasikan pemborosan. setiap satu pertanyaan akan mewakili setiap kegiatan. Beberapa pertanyaan diberi catatan “From” yang artinya pertanyaan tersebut mewakili jenis pemborosan yang ada dan dapat mengarah ke pemborosan lainnya dan beberapa pertanyaan lainnya diberi catatan “To” yang artinya suatu pertanyaan mewakili semua jenis pemborosan yang mungkin disebabkan oleh jenis pemborosan lainnya. Pertanyaan memiliki tiga jawaban dan setiap jawaban diberi bobot 1. 0.5 dan 0. Pertanyaan tersebut dikategorikan menjadi 4, yaitu mesin, manusia, material dan metode yang dapat dilihat pada tabel 2.4 dan pertanyaan lengkap dapat dilihat pada lampiran 2.

Tabel 2.4. Pertanyaan kuesioner WAQ

Jenis Pertanyaan	Kategori Pertanyaan	Hubungan Pemborosan	Pertanyaan	Penilaian		
				1	0.5	0
<i>To Motion</i>	<i>Man</i>	B	Apakah pihak manajemen sering melakukan pemindahan operator untuk semua pekerjaan (mesin) sehingga suatu jenis pekerjaan bisa dilakukan oleh semua operator?			
<i>From Motion</i>	<i>Man</i>	B	Apakah ada penetapan standar untuk jumlah waktu dan kualitas produk yang ditargetkan dalam produksi?			
<i>From Defect</i>	<i>Man</i>	B	Apakah pengawasan saat pekerja dalam proses produksi sudah cukup?			
<i>From Motion</i>	<i>Man</i>	B	Apakah ada suatu langkah positif guna meningkatkan semangat kerja dalam proses produksi?			
<i>From Motion</i>	<i>Man</i>	B	Apakah ada pelatihan untuk pegawai baru?			
<i>From Defect</i>	<i>Man</i>	B	Apakah pekerja memiliki rasa tanggung jawab terhadap pekerjaannya?			
<i>From Proses</i>	<i>Man</i>	B	Apakah perlindungan keselamatan kerja sudah dimanfaatkan di area kerja?			
.....						
<i>From Motion</i>	<i>Method</i>	A	Apakah ada suatu kelompok yang berhubungan dengan desain, konstruksi komponen, drafting, dan bentuk lain dari standarisasi?			
<i>From Motion</i>	<i>Method</i>	B	Apakah standar kerja mempunyai tujuan yang jelas dan spesifik?			
<i>From Over Production</i>	<i>Method</i>	A	Apakah ketidakseimbangan kerja dapat diprediksi?			
<i>From Process</i>	<i>Method</i>	B	Apakah prosedur kerja yang sudah ada mampu menghilangkan pekerjaan yang tidak perlu atau berlebihan?			
<i>From Defect</i>	<i>Method</i>	B	Apakah hasil <i>quality control</i> , uji produk, dan evaluasi dilakukan dengan ilmu keteknikan?			

Penjelasan:

Simbol A artinya jawaban yang dipilih “Ya”, artinya terdapat pemborosan

Simbol B artinya jawaban yang dipilih “Tidak”, artinya terdapat pemborosan

Hasil kuisisioner yang sudah diperoleh kemudian akan diuji kebenarannya dengan tujuan untuk mendapatkan hasil dari tujuan yang ingin dicapai. Sebelum melakukan validasi, setiap tipe pertanyaan harus dihitung jumlahnya [7, p. 16]. Hasil perhitungan jumlah setiap pertanyaan dapat dilihat pada tabel 2.5.

Tabel 2.5. Jumlah pertanyaan berdasarkan tipe pemborosan

No	Jenis pertanyaan	Jumlah
1	<i>From overproduction</i>	5
2	<i>From inventory</i>	6
3	<i>From defects</i>	8
4	<i>From motion</i>	11
5	<i>From transportation</i>	4
6	<i>From process</i>	7
7	<i>From waiting</i>	8
8	<i>To defects</i>	4
9	<i>To motion</i>	9
10	<i>To transportation</i>	3
11	<i>To waiting</i>	5

Kuisisioner yang sudah dijumlahkan total pertanyaan dari setiap ketagori, selanjutnya ialah memasukkan bobot dari jenis pertanyaan ke masing-masing kategori pemborosan. Hasil bobot *waste assesment questionnaire* untuk masing-masing pemborosan dapat dilihat pada tabel 2.6.

Tabel 2.6. Bobot *waste assesment questionnaire*

Jenis Pertanyaan	Kategori Pertanyaan	O	I	D	M	T	P	W
<i>To Motion</i>	<i>Man</i>	4	6	6	10	2	6	0
<i>From Motion</i>		0	4	8	10	0	6	10
<i>From Defect</i>		6	6	10	6	8	0	6
<i>From Motion</i>		0	4	8	10	0	6	10
.....								
<i>From Defect</i>	<i>Method</i>	6	6	8	0	10	0	0
<i>From Motion</i>		0	4	8	10	0	6	10
<i>From Over Production</i>		4	10	4	0	0	0	10
<i>From Process</i>		0	4	8	10	0	6	10
<i>From Defect</i>		0	4	8	10	0	6	10

Semua bobot nilai hasil *waste assesment questionnaire* yang sudah dibuat dalam tabel selanjutnya meniadakan efek variansi akibat perbedaan jumlah dari setiap pertanyaan yang dilakukan dengan cara memasukkan jumlah pertanyaan dari setiap kategori dibagi dengan bobot hasil *waste assesment questionnaire*. Hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada tabel 2.7.

Tabel 2.7. Bobot hasil *waste assesment questionnaire* dibagi jumlah pertanyaan

Jenis Pertanyaan	Kategori Pertanyaan	Jumlah Pertanyaan	W_{ok}	W_{ik}	W_{od}	W_{om}	W_{ot}	W_{op}	W_{ow}
<i>To Motion</i>	<i>Man</i>	9	0.44	1.11	0.44	0	0	0	1.11
<i>From Motion</i>		11	0	0.36	0.73	0.91	0	0.55	0.91
<i>From Defect</i>		9	0.67	0.67	1.11	0.67	0.89	0	0.67
<i>From Motion</i>		11	0	0.36	0.73	0.91	0	0.55	0.91
.....									
<i>From Motion</i>	<i>Method</i>	11	0	0.36	0.73	0.91	0	0.55	0.91
<i>From Motion</i>		11	0	0.36	0.73	0.91	0	0.55	0.91
<i>From Over Production</i>		5	2	2	0.8	0.8	1.2	0	1.6
<i>From Process</i>		7	0.86	0.29	0.86	0.86	0	1.43	0.86
<i>From Defect</i>		9	0.75	0.75	1.25	0.75	1	1	0.75
Score (Sj)			45	70	70	49	49	21	76
Frequency (Fj)			49	68	68	54	38	25	61

Untuk menghitung score masing-masing pemborosan dapat menggunakan persamaan 2.1.

$$S_j = \sum_{k=1}^k \frac{W_{ij}}{N_i} \quad (2.1)$$

Dimana:

S_j adalah skor bobot hubungan pemborosan

K adalah range antara 1 sampai 68

W adalah pemborosan

j adalah tipe pemborosan

N_i adalah jumlah pertanyaan

frekuensi diperoleh dari tiap kelompok jenis waste dengan mengabaikan nilai nol.

Tahapan terakhir ialah memasukan hasil skor kuisisioner tiap masing masing pemborosan kedalam bobot tabel *waste assesment questionnaire* dengan cara mengalikannya format nilai akhir untuk setiap tipe pemborosan dilihat pada tabel 2.8.

Tabel 2.8. Nilai akhir untuk setiap tipe pemborosan

Jenis Pertanyaan	Kategori Pertanyaan	Hasil Kuisisioner	Bobot setiap kategori pemborosan						
			W_{ok}	W_{ik}	W_{od}	W_{om}	W_{ot}	W_{op}	W_{ow}
<i>To Motion</i>	<i>Man</i>	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>From Motion</i>		0.5	0	0.18	0.36	0.45	0	0.27	0.45
<i>From Defect</i>		0	0.33	0.33	0.55	0.33	0.44	0	0.33
<i>From Motion</i>		1	0	0	0	0	0	0	0
.....									
<i>From Motion</i>	<i>Method</i>	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>From Motion</i>		0	0	0.18	0.36	0.45	0	0	0
<i>From Over Production</i>		0.5	0	0	0	0	0	0	0
<i>From Process</i>		1	1	1	0.4	0.4	0.6	0	0.8
<i>From Defect</i>		1	0.37	0.85	0.37	0.85	0	1.42	0.85
<i>Score (Sj)</i>			12	18	25	21	16	11	24
<i>Frequency (Fj)</i>			21	35	35	34	15	19	32

Total *score* dari setiap kolom masing-masing pemborosan dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan 2.2.

$$S_j = \sum_{k=1}^k X_k \times \frac{W_{ij}}{N_i} \quad (2.2)$$

Dimana:

S_j adalah skor pemborosan

K adalah range antara 1 sampai 68

W adalah pemborosan

j adalah tipe pemborosan

N_i adalah jumlah pertanyaan

Langkah selanjutnya adalah menghitung indikator awal untuk masing-masing kategori pemborosan dengan menggunakan persamaan 2.3.

$$Y_j = \frac{S_j}{S_j} \times \frac{f_i}{F_j} \quad (2.3)$$

Dimana:

Y_j adalah indikasi untuk setiap jenis pemborosan

s_j adalah skor pemborosan setelah dikalikan dengan hasil kuesioner

S_j adalah skor bobot hubungan pemborosan

Langkah terakhir ialah menghitung nilai final pemborosan ($Y_{j\text{final}}$) dengan cara mengalikan indikator awal dengan faktor probabilitas pengaruh antar jenis waste (P_j). Nilai P_j diperoleh dengan mengalikan nilai "From" dan "To" pada WRM. Nilai ($Y_{j\text{final}}$) diperoleh dengan menggunakan persamaan 2.4.

$$Y_{j\text{final}} = Y_j \times P_j$$

Dimana:

Y_j adalah indikasi untuk setiap jenis pemborosan

P_j adalah faktor probabilitas