

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka adalah kegiatan peninjauan kembali (*review*) suatu pustaka yang memiliki kaitan yang relevan dengan topik penelitian yang diambil. Tinjauan pustaka berisi ringkasan penelitian sebelumnya mengenai topik yang diambil. *Literature review* atau tinjauan pustaka pada penelitian sebelumnya memiliki persamaan dengan penelitian yang diangkat. Penelitian dari Guntoro dan Adhiana (2019) dan Alfiansyah dan Kurniati (2018) diperoleh identifikasi pemborosan menggunakan *Waste Assessment Model* (WAM) selama proses produksi dan penyimpanan produk. Penelitian Putri dkk., (2017) dan Setiawan (2021) didapatkan kesimpulan dalam identifikasi *waste* selama proses produksi berlangsung menggunakan *Waste Assessment Model* namun yang membedakan pada penelitian sebelumnya adanya analisis faktor penyebab menggunakan diagram *fishbone* atau 5W+1H.

Persamaan penelitian Satria (2018) dan Winati dkk., (2017) didapatkan kesimpulan melakukan identifikasi *waste* untuk meminimalkan pemborosan selama proses produksi berlangsung. Terdapat perbedaan pada analisa faktor penyebab menggunakan VALSAT dengan pendekatan *fuzzy*. Penelitian Rinawati dkk. (2013) diperoleh identifikasi limbah dari proses produksi yang menyamakan dengan penelitian terkait yaitu analisa proses produksi menggunakan *Value Stream Mapping* (VSM). Pada penelitian Nurhayati (2018) didapatkan strategi peningkatan produktivitas namun tidak dilakukan analisis hanya strategi untuk mencapai target produktivitas produksi. Pada penelitian Zahraee dkk. (2020) yang membedakan pada analisis usulan perbaikannya dengan menggunakan simulasi komputer yaitu arena dengan tujuan mencapai produktivitas yang diinginkan tanpa mengetahui apa *waste* mempengaruhi produktivitas tersebut, sehingga dalam usulannya hanya memberikan penambahan operator mesin, dan mesin untuk meningkatkan produktivitasnya. Pada penelitian Mutiasari dan Pratama (2017) yang membedakan hanya usulan perbaikan waktu yang

available untuk memproduksi mainan kayu tidak adanya analisis usulan perbaikan, untuk yang menyamakan yaitu penggunaan metode *Value Stream Mapping*. Pada penelitian ini tujuannya hampir sama yaitu *waste* apa saja yang ada selama proses produksi berlangsung, dan bagaimana alternative perbaikannya, yang membedakan terletak pada rumusan masalah dimana permasalahannya melihat pada tingginya produk *return*. Tabel 2.1 menunjukkan penjabaran singkat mengenai literatur review yang digunakan:

Tabel 2.1 *Literatur Review*

No	Penulis	Tahun	Judul	Metode										
				WAM	VSM	RCA	FMEA	<i>Six Sigma</i>	OPC	FTA	<i>Fishbone</i>	5W+1H	<i>Fuzzy AHP</i>	JIT
1	Rizky Cahyo Guntoro; Tigas Putri Adhiana	2019	Identifikasi <i>Waste</i> menggunakan Metode <i>Waste Assessment Model</i>	V										
2	Reza Alfiansyah, Nani Kurnnianti	2018	Identifikasi <i>Waste</i> dengan Metode <i>Waste Assessment Model</i> dalam Penerapan Lean Manufacturing untuk Perbaikan Proses Produksi (Studi Kasus pada Proses	V	V	V	V		V					

Tabel 2.1 merupakan *literature review* yang menunjukkan secara singkat mengenai penelitian sebelumnya sebagai pembandingan pada penelitian yang diangkat, dapat dilihat yang membedakan penelitian sebelumnya dengan penelitian yang ini yaitu terletak pada hasil yang berbeda dimana untuk setiap keadaan pada lokasi atau subjeknya berbeda, sehingga usulan yang nantinya diberikan untuk kedepannya akan berbeda.

2.2 Dasar Teori

2.2.1. Produktivitas

Produktivitas memiliki arti yang berbeda pada penggunaannya, disesuaikan dengan kebutuhan pemakai. Secara umum produktivitas adalah hubungan antara keluaran dari (barang maupun jasa) dengan masukan (tenaga kerja, bahan baku, serta uang) (Ardiansyah, 2016). Produktivitas sebagai perbandingan antara hasil dapat diraih, melalui keseluruhan daya, faktor produksi, atau jumlah barang maupun jasa yang dihasilkan seseorang, kelompok, ataupun pegawai pada periode waktu tertentu (Safitri & Gilang, 2020). Produktivitas dijelaskan sebagai suatu kegiatan perorangan maupun kelompok yang tujuannya mendapatkan hasil dari waktu dan usaha yang sudah dikerjakan, dengan menghasilkan produk baik barang maupun jasa.

2.2.2. *Lean Manufacturing*

Lean merupakan suatu alat yang dapat membantu dalam meminimalisir *waste* suatu produk, waktu, biaya dan lain sebagainya. *Lean* berasal dari industri manufaktur jepang. Dalam prinsip *lean* menjelaskan untuk mengurangi pemborosan dapat menggunakan beberapa metode diantaranya, 5S, kanban, *Value Stream Mapping* serta *poka-yoke*. *Lean manufacturing* adalah sistem produksi dengan menggunakan energi dan menghasilkan *waste* yang sedikit jumlahnya untuk memenuhi apa yang menjadi keinginan konsumen. *Lean Manufacturing* bertujuan mengeliminasi atau meminimumkan nilai *waste Non Value Added (NVA) activity* pada suatu proses produksi hingga setiap aktivitas sepanjang *value stream* hingga

mampu menghasilkan *Value Added* (VA) (Pradana, 2019). Terdapat lima prinsip dasar dalam lean sebagai berikut:

1. Melakukan identifikasi nilai produk yang mengarah pada konsumen. Produk memiliki kualitas barang atau jasa yang baik, dengan kualitas pelayanan baik dan harga terjangkau.
2. Melakukan identifikasi dengan memetakan proses dengan *value stream proses mapping* untuk setiap produk baik barang maupun jasa.
3. Menghapus aktivitas yang tidak memberi nilai tambah dan mengurangi semuanya jenis pemborosan untuk semua aktivitas dalam aliran produksi.
4. Mengelola aliran bahan baku, produk, informasi dengan baik dan efisien selama proses *value stream* menggunakan sistem tarik.
5. Konsisten dalam mencari berbagai alat dan teknik perbaikan untuk mencapai peningkatan yang berkelanjutan

Dalam penerapan *lean manufacturing* terdapat beberapa manfaat sebagai berikut:

1. Meminimumkan waktu siklus (*lead time*).
2. Meningkatkan produktivitas.
3. Meminimalisir *Work In Process* (WIP)
4. Meningkatkan mutu produk.
5. Memanfaatkan ruangan dengan baik dengan meminimumkan atau jarang membuat pemborosan pada area lokasi terkait.

2.2.3. Pemborosan (*Waste*)

Waste atau pemborosan adalah segala kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah pada hasil produk akhir. Hal tersebut dapat berupa *inventory* yang berlebih, aktivitas produksi yang tidak diperlukan, adanya scrap berlebih, pengerjaan ulang dan transportasi. Menurut Jay dan Barry (2005) pemborosan atau *waste* sering ditemukan pada proses bisnis pada pabrik diantaranya produk *defect*, *overproduction*, pemborosan waktu dan lain

sebagainya (Darmawan, 2021). Sehingga pabrik melakukan eliminasi untuk meminimalisir terjadinya pemborosan pada proses produksi.

2.2.4. Seven Waste

Seven waste merupakan perhitungan keterkaitan dengan bidang pemborosan yang datanya didapatkan dengan melakukan diskusi dan wawancara pada pihak terkait pada suatu proses atau sistem produksi. Langkah yang dilakukan adalah dengan mengambil nilai skor setiap pertanyaan yang ditotal kemudian menentukan tingkat keterkaitan. Terdapat tujuh macam pada *waste* yang sering terjadi selama proses produksi, diantaranya sebagai berikut:

2.2.4.1 Produksi berlebih (*overproduction*)

Produksi berlebih merupakan produksi produk melebihi kapasitas yang diinginkan, sehingga mengganggu aliran bahan dan pemrosesan berikutnya serta akumulasi penyebab persediaan. *Overproduction* memberikan akibat pada peningkatan anggaran produksi, sementara tidak memberikan nilai tambah pada hasil kerja. Diperlukan usaha lebih seperti penanganan komponen dan transportasi. Dampak pada *overproduction* menyebabkan produk *defect* bertambah, maka diperlukan jumlah mesin ekstra, tempat ekstra untuk menyimpan persediaan, tenaga ekstra untuk memonitor inventaris, isi ulang dokumen, dan lain sebagainya.

2.2.4.2 Waktu tunggu (*waiting*)

Waktu tunggu merupakan waktu ketika aliran produk tidak berjalan atau belum menjalani proses. Terjadinya *waiting* dapat terjadi karena ketidak terampilan dari pekerja, informasi, dan proses produk cukup lama. Penggunaan waktu tidak efisien dapat menyebabkan gangguan pada aliran proses dan kemungkinan perpanjangan waktu tunggu Produksi.

2.2.4.3 Transportasi (*transportation*)

Perputaran yang tidak merupakan pemborosan sebab tidak memberikan nilai tambah. Perputaran material, suku cadang, dan produk dari satu tempat ke tempat lain dapat menimbulkan pemborosan pergerakan, dan dapat menyebabkan kerusakan barang selama pengiriman atau perpindahan.

2.2.4.4 Proses berlebihan (*overprocessing*)

Proses yang tidak diinginkan, tidak menambah biaya dan waktu produksi. Pemborosan ini disebabkan oleh manajemen tata kelola peletakan mesin dan perkakas, serta desain produk yang buruk dapat mengakibatkan proses menjadi tidak efisien.

2.2.4.5 Persediaan tidak perlu (*unnecessary inventory*)

Persediaan yang tidak diperlukan dapat disenyebabkan karena terlalu banyak bahan baku produk, sehingga waktu pengiriman dan waktu tunggu menjadi lama. Hal tersebut dapat menimbulkan biaya penyimpanan besar, maka perlu mengurangi aliran nilai, barang rusak atau cacat, lamanya waktu penyiapan.

2.2.4.6 Gerakan tidak perlu (*unnecessary motion*)

Gerakan yang tidak perlu meningkatkan waktu pemrosesan dan tidak memberikan nilai tambah pada produk. Sehingga beberapa tindakan yang tidak perlu dilakukan operator karena tidak menambah nilai produk sebaiknya dihilangkan.

2.2.4.7 Produk cacat (*defect*)

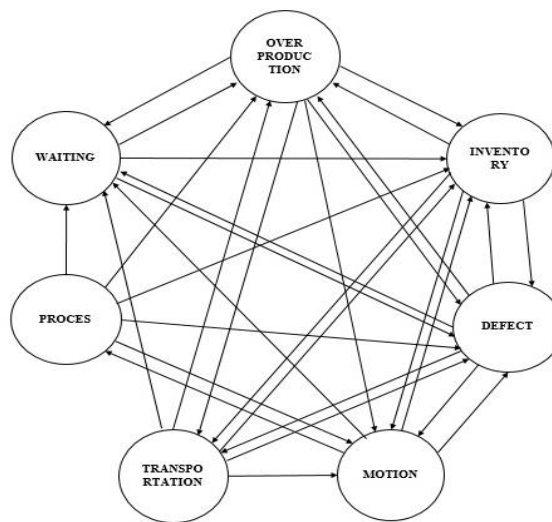
Produk cacat dapat menyebabkan menurunnya produktivitas produk, serta menimbulkan kerugian. Sehingga diperlukannya perbaikan atau penggantian material yang baru. Hal ini dapat mempengaruhi waktu proses lainnya, maka diperlukannya analisis lebih mengenai faktor penyebab.

2.2.5. Waste Assessment Model (WAM)

Waste Assessment Model (WAM) merupakan model yang dikembangkan untuk mempermudah pencarian dan identifikasi *waste*, guna menghilangkan pemborosan. *Waste assessment model* memiliki kelebihan seperti matrik sederhana yang mencakup banyak hal dengan menggunakan kuesioner untuk mendapatkan hasil yang akurat dalam melakukan identifikasi hubungan antara *waste* dan penyebab pemborosan (Rawabdeh, 2005). Proses identifikasinya WAM terbagi menjadi tiga langkah, diantaranya sebagai berikut:

2.2.5.1. Hubungan Antar *Waste*

Waste dapat memberikan pengaruh terhadap produksi lainnya. Hubungan antar *waste* memiliki keterikatan intens karena pengaruh dari setiap *waste* dapat dilihat secara langsung atau tidak langsung. Jenis hubungan maupun karakter setiap jenis *waste* menunjukkan bahwa semua hubungan tidak memiliki skor nilai yang sama Gambar 2.1 merupakan gambar hubungan antar *waste* (Rawabdeh, 2005).



Gambar 2.1 Hubungan Antar *Waste*

Sumber: (Rawabdeh, 2005)

Pada Gambar 2.1 menunjukkan arah hubungan antar *waste* yang saling berkaitan. Terdapat 31 hubungan antar *waste*, setiap jenis *waste*

disingkat menggunakan huruf, (O: *Overproduction*, I: *Inventory*, D: *Defect*, M: *Motion*, T: *Transportation*, P: *Process*, W: *Waiting*). Tabel 2.2 merupakan penjelasan hubungan antar *waste* sebagai berikut:

Tabel 2.2 Hubungan Antar *Waste*

No	Jenis Hubungan	Keterangan Jenis Hubungan
1	O_I (<i>Overproduction_Inventory</i>)	Produksi berlebih membutuhkan banyak bahan baku sehingga adanya stok bahan baku pada gudang. Hal tersebut menyebabkan <i>work in process</i> yang menghabiskan ruang serta mempertimbangkan kondisi sementara ketika tidak adanya konsumen yang memesan dapat terjadi penumpukan di gudang.
2	O_D (<i>Overproduction_Defect</i>)	Operator yang memproduksi produk berlebih, adanya timbul rasa khawatir pada kualitas produk.
3	O_M (<i>Overproduction_Motion</i>)	Produksi yang berlebih memberikan pengaruh kebiasaan non ergonomi. Hal tersebut mempengaruhi metode standar dengan banyaknya kerugian gerakan non ergonomi.
4	O_T (<i>Overproduction_Transportation</i>)	Produksi berlebih mempengaruhi upaya pada transportasi, dengan menyongkong jumlah bahan melimpah.
5	O_W (<i>Overproduction_Waiting</i>)	Produksi yang berlebih berpengaruh pada proses yang membutuhkan waktu lebih lama sehingga pemesanan produk berikutnya menunggu lebih lama lagi.

No	Jenis Hubungan	Keterangan Jenis Hubungan
6	I_O <i>(Inventory_Overproduction)</i>	Ketersediaan bahan baku yang tinggi dapat meningkatkan pekerja untuk bekerja lebih lama dan meningkatkan profitabilitas.
7	I_D <i>(Inventory_Defect)</i>	Peningkatan <i>inventory</i> dapat meningkatkan produk cacat karena kurangnya konsentrasi pada saat mengerjakan dan tidak sesuai dengan kondisi saat di gudang.
8	I_M <i>(Inventory_Motion)</i>	Meningkatnya <i>inventory</i> menghabiskan waktu pada saat mencari, menyeleksi, menjangkau serta berpindah.
9	I_T <i>(Inventory_Transportation)</i>	Peningkatan <i>inventory</i> menghambat jalur transportasi (jalan antar ruang) sehingga kegiatan produksi membutuhkan banyak waktu untuk transportasi.
10	D_O <i>(Defect_Overproduction)</i>	Produksi berlebih menimbulkan perilaku pada operator untuk mengatasi masalah kekurangan bahan karena adanya bahan baku maupun produk akhir yang cacat.
11	D_I <i>(Defect_Inventory)</i>	Memproduksi bahan setengah jadi menimbulkan <i>rework</i> yang dapat meningkatkan <i>inventory</i> karena <i>work in process</i> .
12	D_M <i>(Defect_Motion)</i>	Produk cacat meningkatkan waktu dalam mencari, menyeleksi serta menginspeksi produk setengah jadi.

No	Jenis Hubungan	Keterangan Jenis Hubungan
13	D_T <i>(Defect_Transportation)</i>	Adanya perpindahan produk setengah jadi yang cacat ke stasiun kerja yang sebelumnya, menyebabkan terjadinya pemborosan pada transportasi.
14	D_W <i>(Defect_Waiting)</i>	Adanya proses <i>rework</i> menyebabkan proses selanjutnya menunggu.
15	M_I <i>(Motion_Inventory)</i>	Metode kerja yang tidak sesuai dengan standar menyebabkan peningkatan pada <i>Work In Process</i> .
16	M_D <i>(Motion_Defect)</i>	Tidak adanya pelatihan dan standarisasi dapat meningkatkan jumlah produk cacat.
17	M_P <i>(Motion_Process)</i>	Pekerjaan yang tidak terstandarisasi mengakibatkan pemborosan pada proses produksi meningkat, karena kurangnya pemahaman kapasitas yang tersedia.
18	M_W <i>(Motion_Waiting)</i>	Ketika tidak mengikuti standar yang telah ditetapkan, akan banyak waktu yang dibuang untuk berpindah, menggenggam, mencari, sehingga waktu tunggu antar stasiun kerja semakin meningkat.
19	T_O <i>(Transportation_Overproduction)</i>	Produk yang diproduksi melebihi dari kapasitas, berpotensi meningkatkan perpindahan
20	T_I <i>(Transportation_Inventory)</i>	Ketidaksesuaian <i>Material Handling Equipment</i> (MHE) menyebabkan <i>Work In Process</i> yang mempengaruhi proses selanjutnya.

No	Jenis Hubungan	Keterangan Jenis Hubungan
20	T_I <i>(Transportation_Inventory)</i>	Ketidaksiesuaian <i>Material Handling Equipment</i> (MHE) menyebabkan <i>Work In Process</i> yang mempengaruhi proses selanjutnya.
21	T_D <i>(Transportation_Defect)</i>	MHE berperan menentukan pemborosan pada proses transportasi. MHE yang tidak sesuai membahayakan produk dan berakibat pada kecacatan.
22	T_M <i>(Transportation_Motion)</i>	Ketika <i>item</i> diangkut kemana saja. Ini berarti ada peluang terjadi pemborosan pergerakan.
23	T_W <i>(Transportation_Waiting)</i>	Apabila MHE tidak mencukupi, maka <i>item</i> akan menganggur dan menunggu menjelang dipindahkan.
24	P_O <i>(Process_Overproduction)</i>	Untuk meminimalisir biaya operasi per waktu, mesin akan beroperasi secara penuh, sehingga menghasilkan produksi berlebih.
25	P_I <i>(Process_Inventory)</i>	Kombinasi operasi dalam satu <i>line production</i> akan menambah hasil secara langsung dan mengurangi jumlah pekerjaan dalam proses karena menghilangkan <i>buffer</i> .
26	P_D <i>(Process_Defect)</i>	Mesin yang tidak dirawat sesuai dengan standar, berakibat pada hasil produk cacat.

No	Jenis Hubungan	Keterangan Jenis Hubungan
27	P_M <i>(Process_Motion)</i>	Pada proses produksi yang minim training, berakibat pada pemborosan pada waktu dan pergerakan manusia
28	P_W <i>(Process_Waiting)</i>	Teknologi yang digunakan tidak sesuai proses, maka pada <i>setup time</i> dan <i>repetitive down time</i> akan menambah waktu tunggu.
29	W_O <i>(Witing_Overproduction)</i>	Ketika mesin menunggu bahan baku dari <i>supplier</i> yang memasok konsumen lain, suatu saat mesin akan dipaksa memproduksi lebih untuk menjaga proses dapat berjalan.
30	W_I <i>(Witing_Inventory)</i>	Pada proses menunggu berarti banyak <i>item</i> yang dibutuhkan pada proses produksi, baik bahan baku, produk setengah jadi maupun produk jadi.
31	W_D <i>(Witing_Defect)</i>	<i>Item</i> yang melalui proses menunggu dapat memungkinkan terjadi cacat pada kondisi yang tidak sesuai.

Terdapat 31 hubungan antar *waste* yang telah didefinisikan oleh Rawabdeh, dapat dilihat pada Tabel 2.2. Proses menghitung kekuatan dari hubungan antar *waste*, dikembangkanlah suatu kriteria pengukuran berdasarkan pada kuesioner. Perhitungan keterkaitan antar *waste* dapat dilakukan dengan cara berdiskusi dengan pihak perusahaan dan penyebaran kuesioner dengan menggunakan kriteria pemberian nilai (skor) yang dikembangkan (Rawabdeh, 2005). Dapat dilihat pada Tabel 2.3 merupakan daftar kriteria pertanyaan berdasarkan keterkaitan antar *waste* sebagai berikut:

Tabel 2.3 Contoh Kriteria Pertanyaan Antar *Waste*

No	Pertanyaan	Pilih Jawaban	Keterangan nilai skor
1	Apakah <i>overproduction</i> mengakibatkan atau menghasilkan <i>inventory</i>	a. Selalu	4
		b. Kadang-kadang	2
		c. Jarang	0
2	Bagaimana hubungan antara <i>overproduction</i> dengan <i>inventory</i>	a. Jika <i>overproduction</i> naik maka <i>inventory</i> naik	2
		b. Jika <i>overproduction</i> naik maka <i>inventory</i> tetap	1
		c. Tidak menentu, tergantung pada keadaan	0
3	Dampak <i>inventory</i> dikarenakan <i>overproduction</i>	a. Terlihat secara langsung dan jelas.	4
		b. Butuh waktu untuk melihat	2
		c. Tidak terlihat	0
4	Menghilangkan efek <i>overproduction</i> terhadap <i>inventory</i> dapat dicapai dengan metode rekayasa	a. Metode <i>engineering</i>	2
		b. Sederhana serta langsung	1
		c. Solusi interaksional	0
5	Dampak <i>inventory</i> dikarenakan oleh <i>overproduction</i> berpengaruh pada kepada	a. Kualitas produk saja	1
		b. Produktivitas sumber dayanya saja.	1
		c. <i>Lead time</i> saja	1
		d. Kualitas pada produktivitas	2
		e. Kualitas serta <i>lead time</i>	2
		f. Kualitas, produktivitas, dan <i>lead time</i> .	4
6	Sebesar apa dampak pada <i>overproduction</i> terhadap <i>inventory</i> dalam meningkatkan <i>inventory</i>	a. Sangat tinggi	4
		b. Sedang	2
		c. Rendah	0

Sumber: (Rawabdeh, 2005)

Pada Tabel 2.3 merupakan kriteria pertanyaan terkait *waste*, yang kemudian diajukan pertanyaan untuk masing-masing hubungan antar *waste*. Setiap jawaban memiliki nilai skor yang berbeda, dan didapatkan total skor diperoleh dari enam pertanyaan pada masing-masing hubungan

antar *waste*. Nilai total tersebut dikonversikan kedalam tabel konversi. Tabel 2.4 merupakan nilai konversi hubungan antar *waste*.

Tabel 2.4 Nilai Konversi Hubungan Antar *Waste*

<i>Range</i>	<i>Type of relationship</i>	<i>Symbol</i>
17-20	<i>Absolutely Necessary</i>	A
13-16	<i>Especially Important</i>	E
9-12	<i>Important</i>	I
5-8	<i>Ordinary Closeness</i>	O
1-4	<i>Unimportant</i>	U
0	<i>No relation</i>	X

Sumber: (Rawabdeh, 2005)

Tabel 2.4 merupakan konversi nilai hubungan antar *waste*, nilai total yang didapatkan pada setiap pertanyaan kemudian dikonversikan untuk dilanjutkan pada proses *Waste Relationship Matrix (WRM)*

2.2.5.2. *Waste Relationship Matrix (WRM)*

Waste relationship matrix (WRM) merupakan kriteria pengukuran *waste* dengan menggunakan matriks, terdiri pada baris dan kolom yang disusun untuk menganalisa kriteria pengukuran hubungan antar *waste*. Setiap kolom menunjukkan sejauh mana jenis *waste* dipengaruhi oleh jenis *waste* lainnya (Rawabdeh, 2005). *Waste relationship matrix* berfungsi mengetahui hubungan antar *waste* yang ada pada proses produksi, kemudian dikonversikan dalam bentuk *matrix* (Satria, 2018). Tabel 2.5 berikut merupakan contoh *Waste Relationship Matrix (WRM)*:

Tabel 2.5 Contoh *Waste Relationship Matrix (WRM)*

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

F/T	O	I	D	M	T	P	W
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

Pada Tabel 2.5 Contoh *Waste Relationship Matrix (WRM)* dilihat keterangan nilai “A” pada diagonal *matrix* dikarenakan setiap jenis *waste* tersebut memiliki hubungan yang pokok dengan *waste* itu sendiri. Simbol *matrix* kemudian dikonversikan kedalam bentuk angka, dengan nilai konversi untuk setiap simbolnya A=10, E=8, I=6, O=4, U=2, X=0. Hasil dari perhitungan kemudian dijumlah dan dapat diketahui nilai pengaruh dalam satuan persen (%).

Tabel 2.6 Contoh *Waste Relationship Matrix (WRM)*

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	

Tabel 2.6 merupakan contoh hasil *WRM* yang nilai total pertanyaannya sudah dikonversikan dalam bentuk angka, sehingga diketahui hubungan antar *waste* yang memiliki skor tertinggi.

2.2.5.3. Waste Assessment Questionnaire (WAQ)

Waste Assessment Questionnaire (WAQ) dikembangkan untuk mengalokasikan *waste* yang terjadi pada proses produksi. Pada *Waste assessment questionnaire* terdiri dari 68 pertanyaan yang berbeda yang memiliki tujuan untuk memperbaiki *waste*. Pada setiap poin kuesioner mewakili aktivitas, kondisi, dan perilaku yang dapat mengarah pada jenis *waste* tertentu. Pertanyaan dalam kuesioner mencakup 4 kelompok yaitu *man*, *machine*, *material*, dan *method*. Beberapa pertanyaan pada kuesioner yang tandai dengan “*form*”, bermakna bahwa pertanyaan tersebut mewakili *waste* yang dapat menyebabkan *waste* yang lainnya, yang mengacu pada *waste relationship matrix*. Pertanyaan lainnya pada kuesioner ditandai dengan “*To*”, bermakna bahwa pertanyaan mewakili semua jenis *waste* yang ada disebabkan oleh jenis *waste* lainnya. Setiap pertanyaan diberi skor: 1, 0.5 atau 0 (Rawabdeh, 2005).

Tabel 2.7 Jumlah Pertanyaan WAQ

No	Jenins Pertanyaan	Total (Ni)
1	<i>From Overproduction</i>	3
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
Jumlah Pertanyaan		68

Sumber: (Rawabdeh, 2005)

Tabel 2.7 menunjukkan banyaknya kriteria pertanyaan pada WAQ. Setiap pertanyaan pada kuesioner dibagi menjadi beberapa jenis kelompok. Tabel 2.8 merupakan pertanyaan yang dibagi menjadi beberapa jenis kelompok.

Tabel 2.8 Pengelompokan Pertanyaan WAQ

No	Kelompok Pertanyaan	Jenis Pertanyaan
1	<i>Man</i>	<i>To Motion</i>
2		<i>From Motion</i>
3		<i>From Defect</i>
4		<i>From Motion</i>
5		<i>From Motion</i>
6		<i>From Defect</i>
7		<i>From Process</i>
8	<i>Material</i>	<i>To Waiting</i>
9		<i>From Waiting</i>
10		<i>From Transportation</i>
11		<i>From Inventory</i>
12		<i>From Inventory</i>

Sumber: (Rawabdeh, 2005)

Tabel 2.8 pengelompokan pertanyaan WAQ kelompok pertanyaan tersebut berdasarkan jawaban berfungsi untuk mengembangkan model kuesioner. Hasil kuesioner kemudian diolah dengan algoritma, terdiri dari beberapa langkah yang dikembangkan untuk menilai dan memberi urutan ranking pada *waste*.

2.2.6. Value stream mapping (VSM)




Value stream mapping (VSM) merupakan suatu alat ukur yang digunakan untuk merubah suatu proses dengan tujuan mendapatkan kondisi *lean manufacturing* yaitu meminimalisir pemborosan pada proses manufaktur (Goriwondo dkk., 2011). *Value Stream Mapping* adalah sebuah diagram


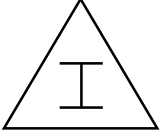
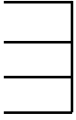


sederhana yang menggambarkan setiap langkah pada suatu proses Sarkar (2008) atau tahapan yang terlibat dalam suatu aliran material atau suatu informasi yang dibutuhkan dari proses awal produk dipesan hingga produk tersebut sudah siap dikirim ke konsumen (Azizah, 2014). Menurut Fernando (2021) *Value stream mapping* digunakan untuk mengidentifikasi dan melakukan eliminasi semua jenis limbah sepanjang aliran nilai, sehingga memungkinkan perusahaan dalam memetakan aliran proses dalam membantu mengidentifikasi faktor:


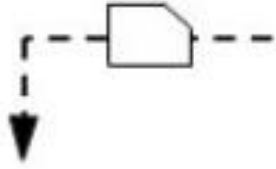
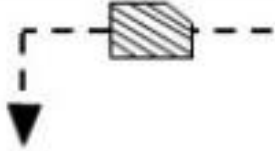
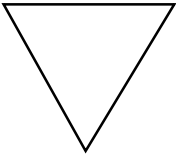

- a. Nilai tambah waktu (waktu yang dibutuhkan dalam proses produksi produk akhir).
- b. Waktu nilai tambah (waktu yang diambil merupakan waktu yang tidak melakukan kontribusi pada produk akhir).
- c. Waktu siklus (waktu yang digunakan untuk mengerjakan suatu proses).
- d. *Changeover time* (waktu yang diperlukan dalam mengubah *tools* dan pemrograman).


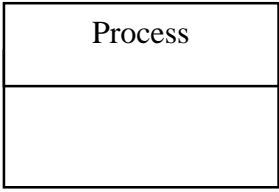
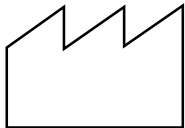
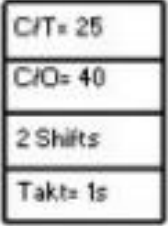
Value stream mapping (VSM) dapat dikatakan sebagai alat yang dapat digunakan perusahaan dalam membantu memvisualisasikan seluruh proses produksi, yang diwakilkan oleh material dan informasi. Dapat didefinisikan *value stream mapping* merupakan sebagian kumpulan seluruh nilai tambah aktivitas serta *Non-Value Added* yang berfungsi untuk membawa produk atau sekelompok produk dengan menggunakan sumberdaya yang sama melalui proses arus utama dari bahan baku sampai produk jadi ke konsumen akhir (Pratama, 2020). Pembuatan VSM terdapat beberapa simbol yang digunakan, dasar simbol pada VSM dikombinasikan dengan simbol *flowchart* dan bentuk unik, tujuannya untuk memvisualisasikan berbagai tugas dan fungsi pada peta aliran proses Nash dan Poling (2008). Tabel 2.9 merupakan simbol-simbol yang digunakan dalam pembuatan *Value Stream Mapping*:

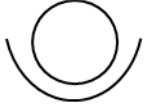
Tabel 2.9 Simbol-Simbol *Value Stream Mapping*

No.	Nama	Simbol	Deskripsi
1.	<i>Material Flow (Push System)</i>		Menunjukkan pergerakan bahan baku atau komponen yang didorong oleh proses produksi daripada diminta oleh pelanggan. (menggunakan <i>Push</i> sistem)
2.	<i>Material Flow (Pull System)</i>		Menunjukkan pergerakan bahan baku atau komponen yang didorong oleh proses produksi daripada diminta oleh pelanggan. (menggunakan <i>Pull</i> sistem).
3.	FIFO		Menunjukkan bahwa produk perlu diambil dan dikirim berdasarkan <i>first-in, first-out</i> (FIFO): item yang lama tersisa dalam bacc merupakan yang pertama yang

No.	Nama	Simbol	Deskripsi
			bergerak pada proses produksi.
4.	<i>Truck Shippment</i>		Menunjukkan pergerakan material dengan menggunakan truk untuk menunjukkan frekuensi pengiriman di dalam peta.
5.	<i>Inventory</i>		Menunjukkan jumlah dan waktu persediaan.
6.	<i>Storage (supermarket)</i>		Menampilkan semua produk yang ada pada area penyimpanan, dapat mencatat <i>level</i> minimum dan maksimum dalam setiap baris lokasi.
7.	<i>Manual Information Flow</i>		Menunjukkan informasi yang ditransfer dengan manual.
8.	<i>Electronic Information Flow</i>		Menunjukkan informasi yang ditransfer dengan

No.	Nama	Simbol	Deskripsi
			menggunakan komputer.
9.	<i>Information Type</i>		Menunjukkan jenis informasi yang dikomunikasikan.
10.	<i>Production Kanban</i>		Digunakan untuk memulai produksi barang tertentu. (digunakan hanya untuk sistem kanban).
11.	<i>Withdraw Kanban</i>		Digunakan untuk mendapatkan item dari area penyimpanan (hanya untuk sistem kanban).
12.	<i>Signal Kanban</i>		Digunakan untuk memulai operasi <i>bacth</i> (digunakan hanya untuk sistem kanban).
13.	<i>Kanban Card Post</i>		Menunjukkan penggunaan lokasi kotak surat fisik (digunakan hanya

No.	Nama	Simbol	Deskripsi
			untuk sistem kanban).
14.	<i>Load Leveling Box</i>		Digunakan pada sistem kanban untuk menunjukkan produksi berlebih.
15.	<i>Departement or Manufacturing Process</i>		Bagian atas ikon menunjukkan departemen dari proses yang dipetakan. Bagian bawah ikon menunjukkan sumber saya informasi, atau teknik <i>lean-enterprice</i> yang relevan.
16.	<i>Outside Source (customer)</i>		Pelanggan dan pemasok.
17.	<i>Data Box</i>		Tempat untuk data seperti ketersediaan mesin. Jumlah variasi produk, waktu pengganti produk , apakah suku cadang dijalankan

No.	Nama	Simbol	Deskripsi
			(harian, mingguan, bulanan), waktu siklus kapasitas proses, efisiensi peralatan, apakah A dapat membatasi operasi.
18.	<i>People</i>		Menunjukkan jumlah karyawan yang dibutuhkan untuk melakukan operasi.

Sumber: (MacInnes, 2002)

Menurut Minakashi dkk. (2010) Dalam VSM terbagi menjadi dua tipe yang dapat membantu dalam proses perbaikan nyata siklus produksi, diantaranya sebagai berikut:

2.2.6.1. *Current state mapping*

Current state mapping adalah kondisi *value stream* pada saat ini, dimana digunakan untuk mengidentifikasi pemborosan yang terjadi dengan tujuan memberikan perbaikan serta meningkatkan produktivitas produksi pada perusahaan. Sehingga *current state mapping* adalah gambaran dari proses produksi yang berlangsung dalam perusahaan meliputi aliran informasi dan material. *Current state mapping* diperlukan pada langkah awal dalam melakukan identifikasi *waste* yang terjadi pada aliran proses produksi (Hidayat dkk., 2014). Dalam proses untuk membuat *Current state mapping* dibutuhkan dalam pelaksanaan prosesnya Mutiasari dan Pratama (2017), data yang diperlukan yaitu:

1. Alur informasi
2. Siklus proses produksi

3. Waktu siklus proses produksi
4. *Available Time*
5. Jarak transportasi/ jarak antar mesin
6. Jumlah *inventory*

2.2.6.2. *Future state value*

Future state value mapping adalah gambaran *value stream* yang digunakan di masa mendatang dan sudah melalui perbaikan dari identifikasi sebelumnya menggunakan *current state value mapping*. Indikator pengukuran *value stream mapping* dijelaskan secara detail, sebagai berikut:

1. FTT (*First Time Through*) merupakan persentase unit yang sudah diproses sempurna dan sesuai dengan standar pada saat pertama memulai produksi (tanpa *scrap*, *Rerun*, *repair* atau *returned retest*).
2. BTS (*Build To Schedule*) merupakan pembuatan jadwal untuk mengetahui eksekusi rencana pembuatan produk.
3. DTD (*Dock To Dock*) adalah waktu dari unloading raw material hingga penyelesaian produk jadi siap kirim.
4. OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) yaitu mengukur ketersediaan, efisien serta kualitas dari suatu peralatan juga batasan kapasitas utilitas peralatan operasi.
5. *Value rate ratio* merupakan nilai persentase dari seluruh kegiatan selama proses yang berkaitan dengan *Value Added*.

Buku Hines dan Rich, 1997 menjelaskan konteks internal pada manufaktur, terdapat 3 jenis operasi Pratama (2020) yang dilakukan diantaranya sebagai berikut:

1. *Non-Value Added* (NVA) merupakan limbah murni yaitu aktivitas yang tidak perlu dilakukan dalam suatu proses produksi sehingga perlu dihilangkan sepenuhnya. Misal waktu tunggu, penumpukan produk setengah proses dan proses yang dilakukan secara berulang.

2. *Necessary but Non-Value Added* (NNVA) adalah suatu operasi yang diperlukan pada prosedur saat ini namun aktivitasnya tidak memberikan nilai tambah pada suatu produk. Misalnya aktivitas berjalan dengan jarak yang jauh mengambil barang, memindahkan alat dari satu pekerja ke pekerja yang lainnya.
3. *Value Added* (VA) merupakan suatu aktivitas yang memberikan nilai tambah pada proses barang mentah maupun setengah jadi. Misalnya melibatkan kegiatan dengan proses urutan yang berdekatan seperti sub-perakitan komponen, penempatan bahan baku dan pekerjaan pengecatan tubuh.