

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Waste merupakan segala sesuatu aktivitas yang menggunakan sumber daya dan tidak menghasilkan nilai tambah. Oleh karena itu Gazpers (2007) menggunakan metode *lean* atau suatu upaya yang berkelanjutan untuk menghilangkan pemborosan, memberikan peningkatan nilai tambah produk dan memberikan nilai tambah terhadap pelanggan.

Irawan dan Putra (2021) melakukan penelitian tentang identifikasi *waste* yang terjadi pada aliran produksi. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui *waste* kritis dari keseluruhan yang berpengaruh paling dominan pada alur produksi dan akar penyebabnya. Demikian juga Ahmad dan Aditya (2007) melakukan identifikasi faktor-faktor penyebab pemborosan *waste* pada produksi kemasan botol, penelitian ini juga berfokus pada minimasi *waste* dan peningkatan efisiensi dan efektivitas sehingga dapat menaikkan *income* perusahaan.

Pengurangan *waste* produksi juga dilakukan oleh Putro (2014) dalam penelitiannya tentang minimasi *waste* pada *spare part* dengan tujuan untuk memenuhi target produksi dengan cara menganalisis penyebab keterlambatan proses pembuatan produk. Metode yang dipakai adalah DMAIC sehingga mendapati hasil *waste* yang paling krusial. Pada proses identifikasi akan dibandingkan antara waktu standar dan waktu proses kerja sebenarnya. Hasil Critical To Quality (CTQ) ditemukan *waste* yang paling kritis adalah *waste delay*. Setelah dianalisis dapat dilakukan fase perbaikan atau *Improve* untuk memperbaiki kekurangan-kekurangan yang menyebabkan keterlambatan target produksi.

Beberapa *tools* yang dapat dilakukan untuk minimasi *waste* diantaranya *Value Stream Mapping (VSM)* seperti penelitian yang dilakukan oleh Setiyawan dkk (2013) untuk melakukan pengurangan *waste* pada produk kantong plastik, tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mempersingkat *lead time* produksi, mengurangi biaya produksi dan meningkatkan produktivitas. *VSM* sendiri merupakan sebuah *tools* yang didalamnya terdapat seluruh aktivitas dengan berbagai kegiatan yang memberikan nilai tambah maupun yang tidak memiliki nilai tambah untuk membawa produk melewati aliran produksi. Hartati dkk (2017) juga menggunakan *Value Stream Mapping (VSM)* dalam mereduksi *waste* pada industri

kayu. Hasil yang diperoleh terdapat beberapa masalah yang terjadi yaitu pada *waste processing, defect* dan *motion*.

Metode lain yang dapat digunakan adalah *Waste Assessment Model (WAM)*, Alfiansyah dan Kurniati (2018) melakukan penelitian tentang identifikasi *waste* menggunakan *Waste Assessment Model* untuk mereduksi *waste* yang timbul akibat dari pemborosan proses produksi pada objek pembuatan sarung tangan. Tujuan dari penelitian ini adalah memberikan deskripsi proses produksi pembuatan, identifikasi akar permasalahan *waste* kritis serta menghasilkan rekomendasi perbaikan pembuatan sarung tangan. Ferdinant dkk (2017) juga melakukan penelitian tentang WAM pada produk pipa besi, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui *waste* paling dominan dan memberikan usulan perbaikan. Hasil yang didapat dari perhitungan adalah 27% untuk *waste defect* yang paling dominan dan usulan perbaikan yang diberikan supaya mengurangi *defects* adalah melakukan *maintenance* mesin secara rutin setiap hari sebelum pemakaian, *contolling* mesin saat pemakaian maupun setelah selesai pemakaian. Oleh karena itu dibutuhkan pelatihan pada operator untuk meningkatkan ilmu dan pengetahuan tentang alat, mesin maupun *maintenance* mesin.

2.2. Dasar Teori

2.2.1 Kualitas

Kualitas merupakan tolok ukur baik atau buruknya sesuatu, derajat dan mutu. Kotler dan Keller (2012) beranggapan bahwa kualitas produk merupakan suatu kemampuan produk dalam menjalankan kemampuan fungsinya, adapun kriteria yang dimaksud adalah keandalan, daya tahan, ketelitian dan daya tahan. Putri dan Prasetio (2016) juga menanggapi bahwa kualitas terus berevolusi setiap waktu beriringan dengan jalannya pertumbuhan dan kedewasaan profesi. Oleh karena itu dibutuhkan usaha untuk menjaga keseimbangan kualitas tersebut, Ahyari (2000) menyebutkan bahwa pengendalian kualitas merupakan usaha preventif dan dilaksanakan sebelum kualitas produk mengalami kerusakan.

2.2.1. DMAIC

DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve* dan *Control*) adalah salah satu metode perbaikan kualitas dan termasuk bagian dari six sigma. Montgomery (2009) mengatakan bahwa salah satu metode six sigma untuk melakukan identifikasi akar penyebab permasalahan mengenai kualitas adalah DMAIC. Berikut ini merupakan *tools* dan tahapan dari DMAIC

a. *Define*

Tahapan *define* memiliki tujuan untuk melakukan identifikasi masalah dan melakukan validasi mengenai tujuan dalam peluang perbaikan, Adapun salah satu *tools* yang bisa digunakan dalam tahapan ini adalah SIPOC. SIPOC sendiri merupakan peta proses yang mengidentifikasi elemen utama suatu proses yang terdiri dari *supplier, input, process, output* dan *consumer*.

b. *Measure*

Measure atau sering juga disebut pengukuran bertujuan untuk menetapkan tingkat akurasi data, menetapkan standar kinerja kemampuan proses. Data merupakan elemen yang sangat penting dalam tahapan ini, pengumpulan dan pengolahan data harus disajikan dalam input maupun output. Data tersebut dapat disajikan dalam beberapa *tools* diantaranya *trend chart*, diagram pareto, histogram

c. *Analyze*

Dalam tahapan *analyze* adalah melakukan pembahasan analisis sehingga menentukan akar dan penyebab dari suatu masalah sehingga berhubungan dengan kualitas. Peta control, *failure modes and effects analysis* (FMEA) merupakan contoh *tools* yang bisa digunakan dalam tahapan ini

d. *Improve*

Tahapan *improve* berfokus pada pemahaman identifikasi pada fase analisis, sehingga bertujuan untuk melakukan pemilihan solusi perbaikan dan evaluasi. *Improve* juga berarti sebagai pengendali untuk menghilangkan penyebab masalah sehingga mencapai kinerja maksimal. *Tools* yang dapat digunakan dalam tahapan ini adalah *flowchart, hipotesis test, ANOVA*

e. *Control*

Tahapan terakhir adalah *control* atau pengendalian. Tujuan dari *control* adalah mempertahankan keuntungan sehingga dapat mengembangkan dan melakukan evaluasi hasil dari proses perbaikan. Dalam tahapan ini juga menjamin cacat produk tidak terjadi lagi. *Control chart* merupakan *tools* yang dapat digunakan sebagai diagram kontrol

2.2.2. Lean

Lean merupakan sebuah upaya yang bersifat *continyu* untuk menghilangkan pemborosan (*waste*), memberikan nilai tambah (*vallue added*) produk, dan juga memberikan nilai kepada pelanggan (Gaspersz, 2007). Thomas (2007) juga menyebutkan bahwa tujuan dari *lean* adalah untuk mengurangi pemborosan dan memberikan nilai tambah pada sistem produksi sehingga kinerja sistem dapat

menjadi lebih baik. Secara umum terdapat 7 macam *waste* yang dikenal dengan TIMWOOD yang dapat dilihat pada Gambar 2.1, berikut merupakan penjelasan dari *waste* tersebut:

a. *Transportation*

Transportation dapat diartikan sebagai perpindahan suatu produk atau *work in process (WIP)* dari tempat satu ke tempat lainnya, termasuk juga perpindahan dengan jarak pendek. Transportasi dikatakan sebagai *waste* karena terdapat biaya, dan tidak memberikan nilai tambah. Biaya yang dimaksudkan adalah biaya pekerja atau biaya mesin yang melakukan pemindahan produk atau barang

b. *Inventory*

Persediaan atau *Inventory* merupakan *waste* akibat penyimpanan barang berlebih. Termasuk persediaan bahan baku, produk WIP maupun barang jadi akan berdampak pada bertambahnya *lead time*, kemungkinan kerusakan produk. Kelebihan *inventory* juga akan menimbulkan permasalahan seperti *delay* dan ketidakseimbangan produksi.

c. *Motion*

Gerakan yang berlebihan dan Gerakan yang tidak diperlukan juga termasuk dalam *waste*. Gerakan atau *motion* yang dimaksud ialah gerakan yang ada keterkaitannya dengan ergonomi dan kesehatan kerja dalam suatu sistem produksi yang tidak memberikan nilai tambah sehingga dapat membuat *lead time* menjadi lebih lama

d. *Waiting*

Menunggu dapat dikatakan sebagai *waste* karena para pekerja yang hanya mengamati mesin yang sedang beroperasi, menunggu material datang ataupun proses sebelum/sesudah yang belum selesai tidak memberikan nilai tambah. Mereka tidak menggunakan waktu untuk melakukan *value adding activity*

e. *Overproduction*

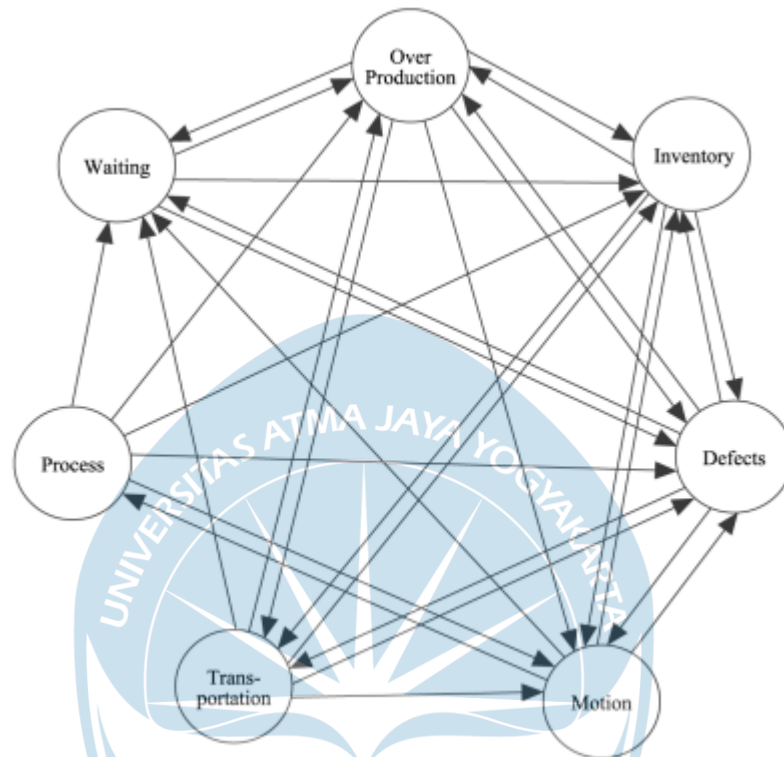
Pemborosan yang disebabkan oleh produksi berlebihan. Produk yang dibuat melebihi dari apa yang dibutuhkan, pemborosan akan muncul dan terjadi pada biaya tenaga kerja, *inventory*, dan biaya transportasi.

f. *Overprocessing*

Overprocessing terjadi ketika urutan kerja atau metode kerja yang digunakan tidak terlalu baik atau fleksibel. *Waste* ini juga disebabkan oleh penggunaan *tools* yang tidak sesuai ataupun kesalahan prosedur/sistem operasi, desain produk yang kurang baik dan berpotensi sebagai *defect*

g. Defects

Akibat dari *defect* adalah *scrap* atau *rework* yang dikategorikan sebagai biaya. Biaya-biaya tersebut antara lain pemrosesan ulang, inspeksi ulang ataupun penjadwalan ulang terhadap proses produksi.

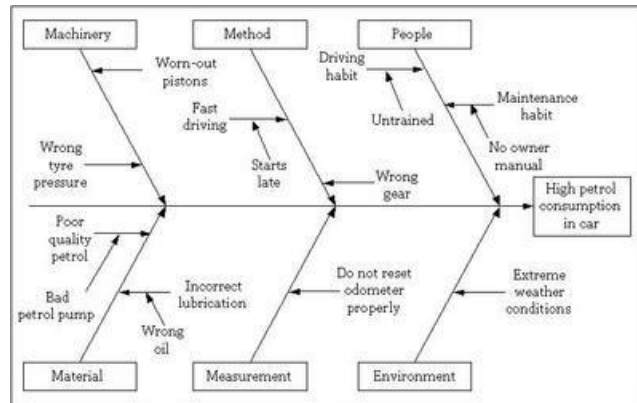


Gambar 2.1. Hubungan 7 Waste

2.2.3 Seven Tools

a. Fishbone

Diagram *Fishbone* atau *cause effect diagram* merupakan suatu diagram yang bertujuan untuk identifikasi masalah kualitas berdasarkan proses bisnis yang ada, diagram ini berbentuk seperti tulang ikan (Neyestani, 2017). Diagram ini merupakan salah satu alat untuk memecahkan masalah dengan melakukan analisis secara sistematis seluruh penyebab potensial. Nasution (2005) dalam penelitiannya mengatakan bahwa diagram sebab akibat merupakan pendekatan terstruktur untuk melakukan analisis yang lebih dalam dan rinci dalam menemukan penyebab masalah-masalah, ketidaksesuaian, dan kesenjangan yang terjadi. Gambar 2.2 merupakan contoh diagram *fishbone* yang menunjukkan sebab akibat dari konsumsi penggunaan tinggi bahan bakar pada sebuah kendaraan, kemudian terdapat faktor-faktor penyebab dari beberapa aspek seperti metode, manusia, material, mesin dan lingkungan.



Gambar 2.2. Diagram Fishbone

b. Checksheet

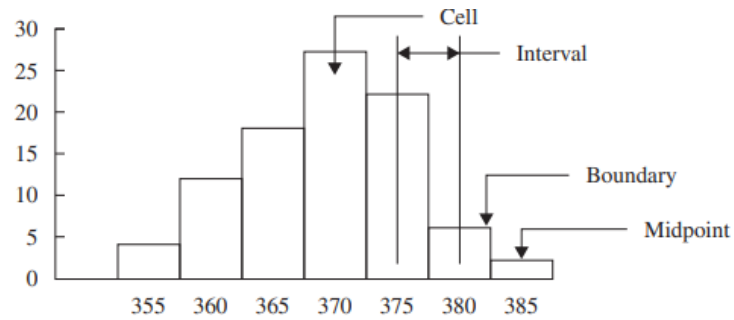
Checksheet adalah lembar pemeriksaan yang digunakan untuk pengumpulan data atau informasi yang dituliskan dalam bentuk tabel. Tujuan dari penggunaan lembar periksa ini adalah untuk memastikan bahwa data yang dikumpulkan secara akurat dan tepat. *Checksheet* juga dapat digunakan sebagai parameter frekuensi permasalahan dari suatu aktivitas atau proses sehingga lebih mudah untuk melakukan perbaikan. Gambar 2.3 dibawah merupakan contoh *checksheet*

CHECK SHEET		
Product: Bicycle 32	Number inspected: 2217	
Nonconformity type	Check	Total
Blister		21
Light spray		38
Drips		22
Overspray		11
Runs		47
Others		5
	Total	144
Number Nonconforming		113

Gambar 2.3. Checksheet

c. Histogram

Histogram digunakan sebagai alat untuk penentuan variasi distribusi atau frekuensi dalam suatu pengukuran. Di dalam histogram juga menunjukkan bentuk populasi dan juga apakah ada selisih dari data. Contoh histogram dapat dilihat pada gambar 2.4

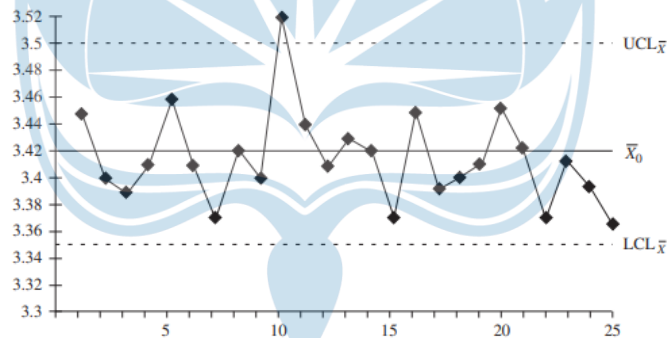


Gambar 2.4. Histogram

d. Control Chart

Peta kendali merupakan alat untuk memonitor ataupun melakukan evaluasi apakah suatu aktivitas dapat diterima atau tidak. Manfaat dari peta kendali antara lain memantau suatu proses agar stabil, menentukan *capability process*, dan juga mengevaluasi proses performansi. Gambar 2.5 merupakan contoh *control chart*. Terdapat batas-batas kendali yang dapat digunakan dalam control charts:

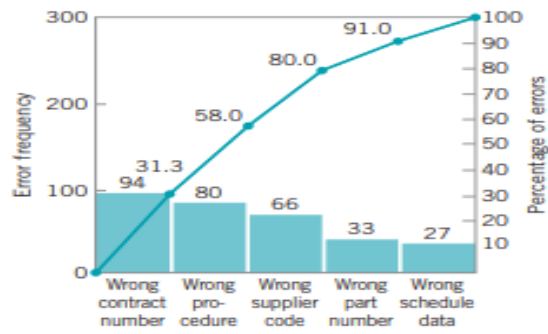
1. UCL/Upper Control Limit
2. Central Line
3. LCL/Lower Control Limit



Gambar 2.5. Control Chart

e. Pareto Diagram

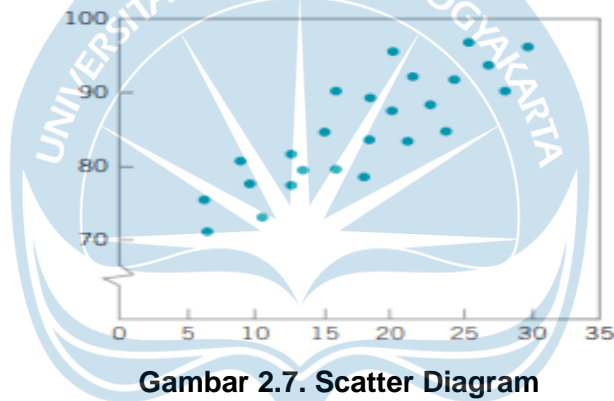
Diagram Pareto pertama kali diperkenalkan oleh Alfredo Pareto. Pareto Chart merupakan sebuah diagram yang berbentuk grafik dan menunjukkan masalah berdasarkan ranking urutan klasifikasi data. Diagram ini juga berfungsi sebagai alat identifikasi masalah utama untuk peningkatan kualitas. Gambar diagram pareto dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6. Pareto Chart

f. Scatter diagram

Scatter diagram adalah grafik yang menunjukkan pola hubungan dan korelasi antara 2 variabel. Diagram ini digunakan untuk pengujian kekuatan hubungan antar *variable* apakah sejalan atau berlawanan. Contoh Gambar 2.7 merupakan gambar *scatter diagram*.



Gambar 2.7. Scatter Diagram

g. Diagram alir

Diagram alir atau sering disebut *flowchart* merupakan penggambaran sistem dalam bentuk kotak dan garis penghubung dan bertujuan untuk menampilkan aliran data ataupun operasi dalam suatu sistem (Mardy,2014). Diagram ini menunjukkan secara jelas bagaimana melaksanakan kegiatan secara sistematis.

2.2.4. Waste Assesment Model (WAM)

Waste Assesment Model adalah suatu model yang mengidentifikasi pemborosan *waste* sehingga nantinya dapat segera dilakukan minimasi *waste* (Rawabdeh, 2005). WAM juga berfungsi sebagai tolok ukur antara hubungan dan dampak *waste* yang saling berkaitan. Tujuh jenis *waste* yang ada saling berkaitan dan mempengaruhi aliran produksi, sehingga model ini cukup memberikan analisis yang efektif untuk *eliminasi* *waste*. Hubungan kriteria pemborosan *waste* dapat diukur menggunakan metode *Waste Relationship Matrix*.(WRM) dan setelah itu menggunakan hasil dari *Waste Assesment Questionnaire* (WAQ)

a. *Waste Relationship Matrix* (WRM)

Waste Relationship Matrix merupakan sebuah matriks yang bertujuan untuk melakukan analisis kriteria pengukuran. Baris dari bagian matriks ini menunjukkan pengaruh *waste* tertentu terhadap keenam *waste* lainnya, untuk bagian kolom menunjukkan *waste* yang dipengaruhi *waste* lainnya. Masing-masing hubungan antar jenis *waste* dapat didapatkan dari pertanyaan pada Tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1. Hubungan Jenis Waste

No	Hubungan	Penjelasan
1	O_I	Produksi yang berlebih akan membutuhkan <i>raw material</i> dalam skala besar sehingga membuat persediaan bahan baku dan menghasilkan banyak barang yang akan menghabiskan <i>space</i> .
2	O_D	Ketika pekerja melakukan produksi lebih banyak, maka fokus tentang kualitas akan berkurang dikarenakan adanya material yang cukup untuk menggantikan produk yang cacat
3	O_M	Produksi berlebih menyebabkan tentang aktivitas gerakan yang tidak ergonomis dan mengarah pada metode kerja yang tidak standar karena terdapat kesalahan dalam.
4	O_T	Produksi yang berlebih akan membuat perpindahan barang yang lebih tinggi karena mengikuti aliran dari
5	O_W	Produksi berlebih akan membuat sumber daya akan disimpan dalam waktu yang cukup lama, sehingga proses dan material akan menunggu dan mendapati antrean yang panjang
6	I_O	Tingkat bahan baku yang tinggi dalam sebuah proses produksi akan membuat para pekerja untuk bekerja lebih untuk mencapai keuntungan perusahaan yang lebih
7	I_D	Peningkatan bahan baku (WIP, material, dan <i>finished good</i>) akan berpeluang meningkatkan kecacatan karena perhatian yang kurang dalam suatu penyimpanan
8	I_M	Meningkatnya persediaan bahan baku akan membuat waktu untuk memilih, mencari, memindahkan semakin tinggi
9	I_T	Persediaan yang tinggi dapat menyebabkan Lorong atau <i>aisle</i> menjadi terhalang sehingga menyebabkan aktivitas proses produksi memakan waktu dalam proses pemindahan
10	D_O	Sikap/perilaku produksi yang berlebih muncul untuk mengatasi produk yang cacat

Tabel 2.1. Lanjutan

No	Hubungan	Penjelasan
11	D_I	Produksi pembuatan produk cacat yang dikerjakan ulang akan meningkatkan WIP dalam bentuk persediaan
12	D_M	Melakukan produksi produk cacat akan membutuhkan waktu untuk mencari, memilih, pemeriksaan dan pengerjaan kembali membutuhkan kemampuan yang berlebih
13	D_T	Melakukan pemindahan produk cacat menuju stasiun kerja pengerjaan ulang akan membuat transportasi atau (aliran balik) dan dikategorikan dalam transportasi yang boros
14	D_W	Pengerjaan kembali suatu produk akan mengakibatkan proses setelahnya mengalami aktivitas menunggu
15	M_I	Metode kerja yang tidak standar membuat jumlah WIP menjadi semakin tinggi
16	M_D	Pelatihan yang kurang dan standarisasi akan membuat persentasi <i>defect</i> meningkat
17	M_P	Ketika pekerja tidak standar, akan terjadi pemborosan proses yang meningkat karena pemahaman tentang teknologi dan peralatan yang kurang
18	M_W	Standar yang tidak ditetapkan maka akan membuat waktu untuk mencari, mengenggam, memindahkan dan perakitan akan meningkat serta waktu tunggu akan meningkat
19	T_O	Produk yang diproduksi berlebih akan dari yang dibutuhkan biasanya sehingga meminimalkan biaya pemindahan per unit
20	T_I	Ketidakcukupan jumlah material handling akan menyebabkan persediaan berlebih sehingga berdampak pada proses lainnya
21	T_D	Material handling equipment memiliki peran dalam proses pemindahan produk sehingga mempengaruhi produk cacat dikarenakan peralatan yang tidak sesuai
22	T_M	Produk yang dipindahkan menuju stasiun kerja lainnya akan menyebabkan persentase gerak yang lebih banyak dalam aktivitas pencarian dan penanganan produk atau material.
23	T_W	Apabila <i>material handling equipment</i> tidak tercukupi, membuat barang yang menunggu untuk dilakukan proses pemindahan
24	P_O	Untuk mengurangi biaya operasi produk, maka dilakukan proses yang <i>continuously</i> sehingga nantinya akan membuat terjadinya kelebihan produk
25	P_I	Penggabungan operasi dalam satu <i>area</i> akan membuat penurunan jumlah WIP secara langsung karena membuat hilangnya ketidakpastian sistem persediaan
26	P_D	Tidak adanya perawatan untuk permesinan maka akan mendorong produk cacat semakin tinggi
27	P_M	Teknologi terbaru dari suatu proses namun kurangnya pelatihan akan menyebabkan aktivitas Gerakan yang
28	P_W	Ketika teknologi digunakan tidak sesuai, maka waktu <i>setup</i> dan waktu henti akan menciptakan waktu tunggu yang tinggi
29	W_O	Mesin yang menunggu, berpotensi untuk dipaksa menghasilkan produk lebih banyak agar mesin tersebut terus berjalan
30	W_I	Proses menunggu dapat diartikan sebagai banyak <i>item</i> yang tidak lagi dibutuhkan pada suatu kondisi baik itu bahan baku, WIP maupun produk jadi
31	W_D	Produk yang menunggu dapat meningkatkan potesi cacat produk karena suatu kondisi yang tidak sesuai

No.	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1.	Apakah <i>i</i> mengakibatkan atau menghasilkan <i>j</i>	a. Selalu	4
		b. Kadang-kadang	2
		c. Jarang	0
2.	Bagaimanakah hubungan antara <i>i</i> dan <i>j</i>	a. Jika <i>i</i> naik, maka <i>j</i> naik	2
		b. Jika <i>i</i> naik, maka <i>j</i> tetap	1
		c. Tidak tentu, tergantung keadaan	0
3.	Dampak <i>j</i> dikarenakan <i>i</i>	a. Tampak secara langsung & jelas	4
		b. Butuh waktu untuk terlihat	2
		c. Tidak terlihat	0
4.	Menghilangkan akibat <i>i</i> terhadap <i>j</i> dapat dicapai dengan cara...	a. Metode <i>engineering</i>	2
		b. Sederhana dan langsung	1
		c. Solusi instruksional	0
5.	Dampak <i>j</i> dikarenakan oleh <i>i</i> berpengaruh kepada...	a. Kualitas produk	1
		b. Produktivitas sumber daya	1
		c. <i>Lead time</i>	1
		d. Kualitas dan produktivitas	2
		e. Kualitas dan <i>lead time</i>	2
		f. Produktivitas dan <i>lead time</i>	2
		g. Kualitas, produktivitas, dan <i>lead time</i>	4
6.	Sebesar apa dampak <i>i</i> terhadap <i>j</i> akan meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi	4
		b. Sedang	2
		c. Rendah	0

Gambar 2.8. Daftar Pertanyaan WRM

Pertanyaan pada gambar 2.8 diatas akan ditujukan kepada masing-masing hubungan waste sehingga didapat 186 pertanyaan, didapat dari 31 hubungan waste dikali 6 pertanyaan. Skor yang didapat dari enam pertanyaan untuk tiap hubungan kemudian dijumlahkan sehingga mendapatkan nilai total hubungan. Nilai total ini akan dikonversikan menjadi bentuk symbol seperti pada gambar 2.19 dibawah ini.

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

Gambar 2.9. Simbol Jenis Hubungan

Perhitungan hasil konversi akan dipakai untuk melakukan perhitungan tingkat pengaruh dari masing-masing jenis waste menuju jenis waste lainnya menjadi tabel *waste matrix value* dimana angka dari WRM akan dikonversi menjadi A = 10, E = 8, I = 6, O = 4, U = 2, dan X = 0. Hasil dari perhitungan ini akan dijumlahkan sehingga mendapatkan tingkat pengaruhnya yang dituliskan dalam bentuk persen (%)

b. *Waste Assesment Questionnaire (WAQ)*

Rawabdeh (2005) mengatakan bahwa *Waste Assesment Questionnaire* merupakan kuesioner yang dikembangkan untuk distribusi *waste* yang terjadi pada bagian lini produksi dengan sistem *jobshop* dan cenderung memiliki sistem *make to order*. Kuesioner ini terdiri dari sejumlah 68 pertanyaan yang berbeda menjabarkan aktivitas, kondisi pekerjaan dan tingkah laku yang berpotensi menghasilkan *waste*. Pertanyaan terdiri dari bagian “from” yang berarti jenis *waste* yang dapat memicu terjadinya *waste* lain, sedangkan bagian “to” berarti menjelaskan tiap jenis *waste* dapat muncul karena dipengaruhi oleh faktor *waste* lainnya.

Skor untuk jawaban dibagi menjadi 3 bagian, jawaban “Ya” mendapat poin 1, untuk jawaban “sedang” mendapat poin 0,5 dan poin 0 untuk jawaban “tidak”. Terdapat 8 langkah perhitungan nilai skor *waste*, yaitu sebagai berikut:

- i. Melakukan pengelompokan atau klasifikasi dan menghitung jumlah pertanyaan sejumlah masing-masing *waste*
- ii. Memasukkan bobot untuk masing-masing pertanyaan berdasarkan *Waste Relationship Matrix*
- iii. Menghilangkan variasi jumlah pertanyaan dengan cara membagi tiap bobot (dalam satu baris) dengan jumlah pertanyaan yang sesuai dengan klasifikasi
- iv. Menghitung jumlah total *score* tiap jenis *waste* dan frekuensi munculnya nilai untuk setiap kolom *waste* dengan mengabaikan nilai nol

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

- v. Memasukkan nilai dari hasil kuesioner (1, 0.5, atau 0) dalam tiap bobot nilai dengan cara mengalikannya
- vi. Menghitung total skor untuk setiap nilai bobot pada kolom *waste* dan frekuensi pada nilai bobot pada kolom *waste* dengan mengabaikan nilai nol

$$W_{j,k} = \sum_{k=1}^K x_k \times \frac{W_{j,k}}{N_i} \quad (2.2)$$

- vii. Melakukan perhitungan angka pada indikator awal untuk tiap jenis *waste* (Yj)

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

- viii. Menghitung nilai final waste faktor ($Y_{j\text{final}}$) dengan memasukkan faktor probabilitas pengaruh antar jenis waste (P_j) berdasarkan total “from” dan “to” pada *Waste Relationship Matrix*

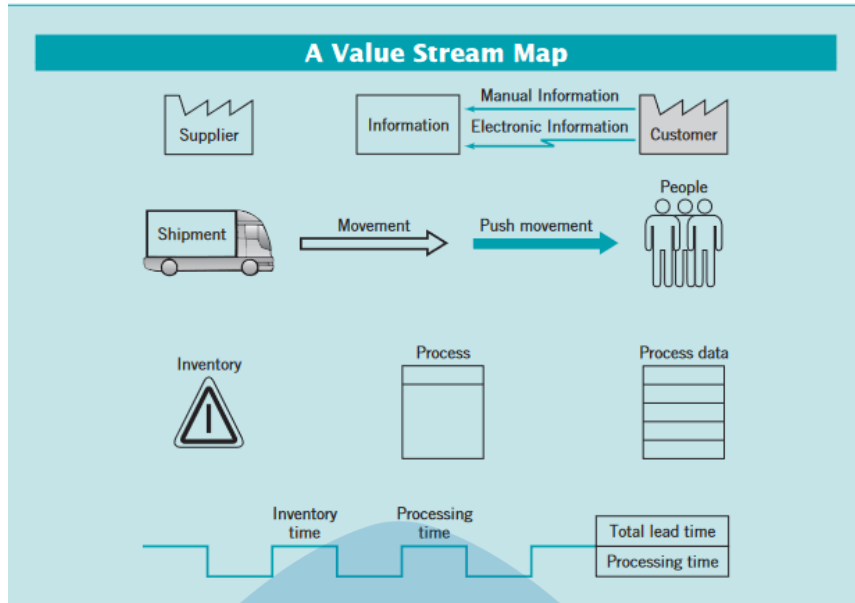
$$Y_{j\text{ final}} = Y_j \times P_j \quad (2.4)$$

Keterangan:

- N_i = Jumlah pertanyaan yang dikelompokkan
 k = nomor pertanyaan (antara 1- 68)
 j = jenis waste
 s_j = Skor tiap kolom pada jenis waste
 S_j = Skor tiap kolom pada waste berdasarkan WAQ
 f_j = Frekuensi untuk tiap jenis waste
 F_j = Frekuensi untuk tiap jenis waste berdasarkan jawaban WAQ
 Y_j = Indikator awal tiap jenis waste
 P_j = Probabilitas pengaruh antar jenis waste
 $Y_{j\text{final}}$ = Hasil Akhir

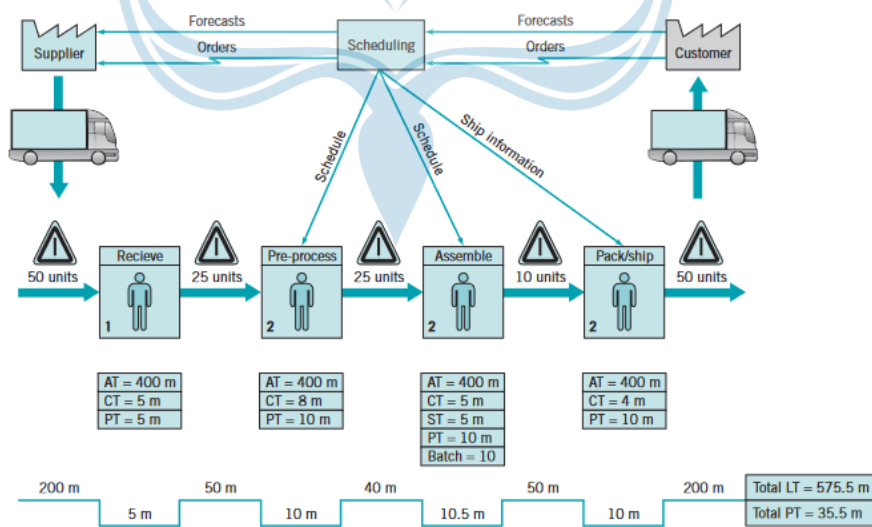
2.2.5. Value Stream Mapping

Value Stream Mapping merupakan sebuah *tools* untuk melihat aliran material dan juga informasi dalam suatu proses. Peta ini mirip dengan *flowchart* atau diagram alir, namun menggabungkan beberapa informasi lain tentang kegiatan yang terjadi pada setiap langkah dalam proses informasi dan juga informasi yang dihasilkan (Montgomery, 2009). VSM dibuat berdasarkan simbol-simbol tertentu seperti pada Gambar 2.10, berikut ini adalah simbol yang digunakan dalam Value Stream Mapping



Gambar 2.10. Simbol Value Stream Mapping

Tujuan dari penggunaan Value Stream Mapping (VSM) juga dapat digunakan untuk melakukan identifikasi aktivitas yang *value added* maupun yang *non-value added*, sehingga dapat memudahkan mengetahui akar permasalahan pada suatu proses produksi. Contoh gambar Value Stream Mapping dapat dilihat pada gambar 2.11.



Gambar 2.11. Value Stream Mapping

2.2.6. Pengujian Data

Pengujian data dilakukan agar kenormalan *variable* yang diteliti terdistribusi normal atau tidak.

A. Uji Keseragaman Data

Proses analisis keseragaman data didapatkan dengan menggunakan control dari pengamatan yang sudah diperoleh. Berikut ini adalah Langkah-langkah untuk melakukan keseragaman data:

- a. Melakukan perhitungan jumlah *sub-group*

$$k = 1 + 3,33 \text{ Log } N \quad (2.5)$$

- b. Menghitung rata-rata dari tiap *sub-group*

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} \quad (2.6)$$

- c. Menghitung rata rata dari keseluruhan *sub-group*

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum \bar{X}_i}{n} \quad (2.7)$$

- d. Menghitung standard deviasi

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N-1}} \quad (2.8)$$

- e. Menghitung standard deviasi dari rata-rata *sub-group*

$$\sigma_{\bar{X}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (2.9)$$

- f. Melakukan perhitungan batas kendali

$$BKA = \bar{\bar{X}} + K\sigma_{\bar{X}} \quad (2.10)$$

$$BKB = \bar{\bar{X}} - K\sigma_{\bar{X}} \quad (2.11)$$

Keterangan :

k = Jumlah *sub-group*

N = Jumlah pengamatan

\bar{X} = Rata rata per *sub-group*

$\bar{\bar{X}}$ = Rata rata keseluruhan *sub-group*

n = Banyaknya *sample* tiap *sub-group*

σ = standar deviasi

$\sigma_{\bar{X}}$ = standar deviasi seluruh *sub-group*

BKA = Batas Kendali Atas

BKB = Batas Kendali Bawah

B. Uji Kecukupan data

Uji kecukupan data merupakan proses pengujian data yang bertujuan untuk mengetahui apakah data yang diambil sudah cukup atau belum. Uji ini menggunakan tingkat ketelitian 10% dan tingkat kepercayaan 95%. Derajat ketelitian ini berfungsi sebagai arahan untuk menunjukkan penyimpangan maksimum dari sebuah pengukuran. Adapapun persamaan dari uji kecukupan data dapat dilihat dibawah ini:

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right]^2 \quad (2.12)$$

Dimana

- N' = Jumlah pengukuran yang dibutuhkan
- N = Jumlah pengukuran yang dilakukan
- K = Tingkat keyakinan
- S = Tingkat ketelitian
- X_i = Data

2.2.7. Standard Operating Procedure (SOP)

Ekotama (2015) menyebutkan bahwa SOP atau Standard Operating Procedure adalah suatu sistem yang dibuat untuk memudahkan, merapikan dan menertibkan pekerjaan. Di dalam sistem ini berisikan urutan proses pekerjaan dari awal sampai akhir. Sedangkan menurut Insani (2010), SOP merupakan dokumen-dokumen instruksi kerja yang ditampilkan dalam bentuk tulisan tertulis mengenai proses-proses penyelenggaraan administrasi kantor ataupun kegiatan kerja yang menggambarkan tahapan melakukan pekerjaan tersebut, waktu dan tempat aktivitas pekerjaan yang dilakukan, serta pekerja yang ikut andil dalam pekerjaan tersebut. Berikut ini adalah manfaat dari *standard operating procedure*

- a. Sebagai standardisasi pegawai dalam menyelesaikan pekerjaan tugasnya
- b. Mengurangi tingkat kelalaian dan kesalahan yang mungkin dilakukan pekerja dalam melakukan tugas
- c. Meningkatkan efisiensi dan efektivitas pelaksanaan tugas dan tanggung jawab individual pegawai dan departemen
- d. Pekerja menjadi tidak bergantung pada intervensi atasan dan lebih mandiri

- e. Menciptakan ukuran standar sebuah kinerja dalam menyelesaikan rangkaian suatu tugas pekerjaan untuk perbaikan dan evaluasi kerja
- f. Sebagai acuan untuk berlatih para pekerja baru, sehingga para pekerja baru akan lebih terbantu dalam melaksanakan tugas secara tepat dan cepat
- g. Memberikan informasi tentang kualifikasi kompetensi yang harus dikuasai oleh para pekerja
- h. Dapat digunakan untuk melakukan penelusuran terhadap kesalahan prosedural yang dilakukan pekerja

1.2.8. PDCA

PDCA merupakan sebuah metode yang dapat digunakan untuk melakukan evaluasi untuk melakukan *control* serta meningkatkan proses atau produk. Metode ini diawali pada tahun 1920 oleh Walter Shewhart. Metode PDCA berfokus pada perbaikan berkelanjutan dalam manajemen kualitas sehingga saling berhubungan antar satu dengan yang lainnya. Terdiri dari 4 tahapan dimulai dari tahap *plan*, tahapan ini berisikan perencanaan atau identifikasi dari suatu permasalahan setelah itu melakukan rencana untuk perbaikan yang akan dilakukan. Tahapan selanjutnya adalah *do* atau melakukan implementasi tentang perbaikan yang sudah direncanakan sebelumnya. Proses selanjutnya adalah *check*, tahapan ini berfungsi untuk mengukur tingkat keberhasilan dari perbaikan yang dilakukan sehingga tujuan bisa tercapai. Pada tahap ini juga dilakukan evaluasi tentang hasil rancangan sebelumnya. Tahapan terakhir adalah tahap *action* atau tindak lanjut tentang proses perbaikan. Tahapan ini dilakukan *standarisasi* hasil perbaikan sehingga dapat meminimalisir kesalahan pada nantinya. Metode PDCA memiliki beberapa manfaat diantaranya :

- a. Membantu melakukan suatu perbaikan sistem kerja
- b. Melakukan pengendalian tentang permasalahan yang ada
- c. Mempersingkat aktivitas atau proses kerja
- d. Melakukan minimasi *waste* pada lingkungan kerja