

Bab 2

Landasan Teori

2.1. Proses Produksi

Setiap perusahaan dapat mengetahui tingkat kinerja agar dapat mengetahui sejauh mana efektifitas dan efisiensi sistem produksi yang dijalankan, ini mengakibatkan produksi barang yang memiliki mutu yang baik dan memenuhi harapan dari pelanggan. Peningkatan kualitas produk tentunya akan memberikan jaminan kepada konsumen bahwa perusahaan mampu memberikan pelayanan yang terbaik dalam memenuhi permintaan konsumen. Dalam industri manufaktur, Isu limbah industri sering muncul sebagai konsekuensi dari aktivitas produksi, baik yang timbul secara alami maupun akibat tindakan operator selama proses manufaktur. [4]. Perbaikan proses dilakukan tidak hanya di dalam perusahaan atau proses produksi saja. Namun adanya interkoneksi antara hulu ke hilir atau bisa dimulai dari supplier ke distributor bahkan sampai ke pengguna terakhir [5].

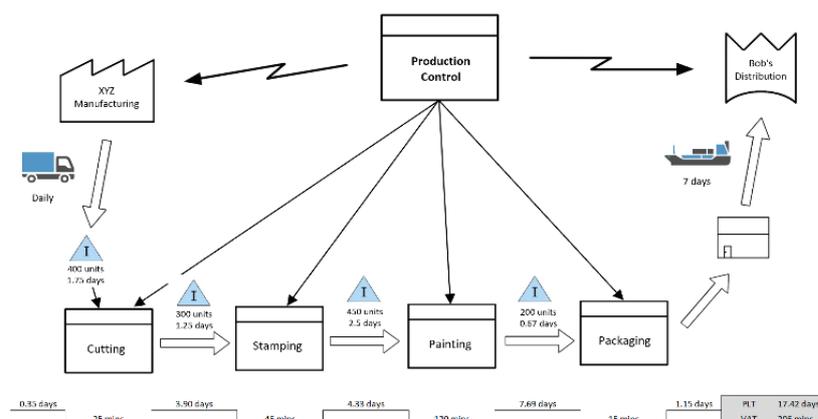
2.2. *Lean Manufacturing*

Salah satu ide yang dapat diterapkan untuk mengurangi pemborosan adalah konsep *Lean Manufacturing* [6]. *Lean* adalah pendekatan yang diadopsi oleh perusahaan dengan maksud meminimasi bahkan menghilangkan kegiatan yang tidak memberikan nilai pada produk (pemborosan), dengan tujuan meningkatkan nilai produk yang diterima oleh konsumen.[7]. *Lean manufacturing* yang berasal dari negara sakura yaitu Jepang yang Berkaitan dengan suatu pendekatan yang dirancang untuk mengurangi pemborosan dalam rangkaian kegiatan produksi. Asalnya, konsep ini terinspirasi oleh sistem produksi Toyota. Fokus utamanya adalah menghilangkan segala jenis pemborosan dalam sistem produksi agar proses tersebut berjalan dengan optimal dan efisien. Prinsip utamanya adalah mengurangi pemborosan guna memastikan bahwa sistem produksi beroperasi dengan efisiensi dan efektivitas yang optimal [8]. Prinsip *lean* berkaitan dengan mengenali serta menghapus kegiatan yang tidak berkontribusi pada peningkatan nilai produk (*non-*

value adding activities) dalam perencanaan dan proses produksi di sektor manufaktur [9]. Metode *lean manufacturing* merupakan metode yang pas. Dengan kemampuannya untuk mengenali, mengukur, menganalisa, dan memberikan solusi permasalahan untuk peningkatan kinerja secara menyeluruh dan jelas, hal ini berkontribusi pada peningkatan efisiensi sistem dan proses produksi. [10].

2.3. Value Stream Mapping (VSM)

Definisi VSM (*Value Stream Mapping*) adalah rangkaian aktivitas di mana terdapat Tindakan berpotensi menambah nilai dan tindakan yang tidak memberikan nilai tambah menjadi penting guna mengarahkan perjalanan produk melalui berbagai tahap utama, dimulai dari tahap bahan baku hingga tahap distribusi akhir. VSM (*Value Stream Mapping*) digunakan untuk menggambarkan keseluruhan jalannya suatu proses, mulai dari tahap bahan mentah hingga tahap produk siap dipasarkan, yang mencakup bagaimana informasi dan bahan bergerak di dalamnya. Untuk membuat VSM, data yang diperlukan mencakup bagaimana produksi berjalan, bagaimana informasi mengalir, dan berapa lama waktu yang dihabiskan setiap aktivitas selama proses berlangsung. Dengan menggunakan informasi yang dihasilkan dari VSM, area-area yang mengalami pemborosan atau *waste* pada proses produksi dapat teridentifikasi [11]. Berikut visualisasi dari VSM apa ditemukan dalam gambar 2.1. dibawah ini:



Gambar 2.1. Contoh VSM Dilantai Produksi
Sumber: *Project Engineer*

2.4. Jenis-Jenis *Waste*

Salah satu prinsip *Lean Manufacturing* adalah mengerjakan sesuatu dengan benar sejak awal dan meminimalkan serta menghilangkan pemborosan. Pada proses produksi tidak lepas dari pemborosan yang muncul dengan beberapa faktor yaitu manusia, metode dan mesin. Pada pemborosan tersebut tentunya menimbulkan kerugian bagi perusahaan. Pemborosan mengancam kinerja perusahaan sehingga pengurangan pemborosan yang terjadi selama proses produksi menjadikan perusahaan lebih kompetitif dan efisien [4]. Jika pemborosan dapat dikurangi, uang yang dihemat akan tetap berada dalam bisnis dan akan meningkatkan keuntungan bisnis tersebut. Faktanya, untuk setiap pound yang dihemat dalam pemborosan, laba akan bertambah satu pound. Itu adalah alat yang ampuh untuk bisnis yang ingin meningkatkan profitabilitasnya. Jenis pemborosan lain yang lebih sulit dilihat, tidak kalah mahalannya dengan bisnis. Dalam sistem *lean manufacturing*, ada tujuh jenis pemborosan yang telah diidentifikasi. Sebuah pabrik dapat dikatakan beroperasi dengan standar yang tinggi jika semua sumber limbah tersebut telah diminimalkan. Berikut penjelasan mengenai jenis-jenis pemborosan yang terdapat pada lantai produksi sebagai berikut:

2.4.1. *Over production* (Over produksi)

Produksi berlebih termasuk bentuk pemborosan yang signifikan karena bisa mengacaukan berjalannya aliran produk bahkan layanan, serta cenderung merusak kualitas dan efisiensi. Kelebihan produksi juga berisiko menyebabkan penumpukan persediaan yang berlebihan serta waktu penyimpanan yang lebih lama. Dampaknya adalah kesulitan dalam mendeteksi cacat secara dini, produk yang dapat mengalami kerusakan, dan meningkatnya tekanan proses kerja. Selain itu, kelebihan produksi menyebabkan persediaan barang pada gudang cepat habis dan tidak terkontrol.[12] Over produksi dalam industri makanan tidak jarang dan dapat dilihat diberbagai perusahaan. Seringkali kelebihan produksi dibenarkan, karena kelebihan tersebut dapat dikategorikan ke dalam persediaan dan digunakan untuk pesanan besok. Kelebihan stok harus diberi label dan dimasukkan ke dalam catatan stok. Itu harus dihitung dan disimpan

di gudang. Besok harus dihitung lagi dan jumlahnya dikomunikasikan ke bagian perencanaan. Semua tugas tambahan ini memiliki biaya yang terkait dengannya. Alasan kelebihan produksi mungkin memiliki solusi di dalam pabrik, dengan penghitungan dan kontrol stok yang lebih baik, atau mungkin memiliki solusi dalam rantai pasokan yang lebih luas dengan peramalan yang lebih baik. ramalannya sangat buruk dan akibatnya pabrik makanan memiliki stok di gudang pengiriman ketika pesanan telah dipenuhi. Stok yang sudah selesai diharapkan dapat dijual dengan harga penuh terhadap pesanan hari berikutnya, tetapi seringkali tidak demikian. Dampak dari kelebihan produksi menyebabkan kenaikan biaya [13].

2.4.2. *Inventory (Persediaan)*

Persediaan berada di area terkait dan berkaitan dengan stok yang dapat menumpuk diseluruh pabrik makanan. Persediaan dapat berupa stok bahan baku dan kemasan dan juga dapat berupa produk sebagian jadi, menggunakan kelebihan stok untuk menutupi kekurangan lainnya membebani bisnis, dalam hal ruang yang dibutuhkan dan biaya penyimpanan stok. Menyimpan stok berlebihan di mana pun dalam bisnis, apakah itu paket biskuit di gudang pengiriman atau kartrid printer cadangan di lemari alat tulis, menghabiskan ruang dan mengikat uang yang dapat digunakan untuk keperluan lain. Ada juga bahaya bahwa kebutuhan akan barang itu bisa hilang dan barang itu tidak akan pernah dibutuhkan dan harus dibuang. Pemborosan dalam seluruh inventaris ini sulit dilihat, tetapi ada. Pengelolaan stok dan pekerjaan yang sedang berjalan adalah tugas yang rumit dan jika metode dapat dikembangkan untuk mengurangi persediaan sambil mempertahankan kinerja, pabrik akan lebih efisien dan biaya lebih rendah. Perusahaan yang dijalankan dengan stok minimum di semua bagian bisnis dan metode lain ditemukan untuk mencegah kekurangan stok menjadi masalah. Misalnya, untuk bahan baku, stok dapat dijaga tetap rendah dengan aman jika pemasok bahan tersebut dapat merespons dengan cepat permintaan dari Anda untuk pengiriman tambahan. Stok produk akhir dapat dikurangi jika pabrik Anda mampu memproduksi setiap produk

setiap hari tanpa berdampak pada kinerja. Solusi untuk masalah inventaris terletak pada fleksibilitas dan daya tanggap pabrik Anda dan pemasoknya. Stok produk akhir dapat dikurangi jika pabrik Anda mampu memproduksi setiap produk setiap hari tanpa berdampak pada kinerja. Solusi untuk masalah inventaris terletak pada fleksibilitas dan daya tanggap pabrik Anda dan pemasoknya. Stok produk akhir dapat dikurangi jika pabrik Anda mampu memproduksi setiap produk setiap hari tanpa berdampak pada kinerja. Solusi untuk masalah inventaris terletak pada fleksibilitas dan daya tanggap pabrik Anda dan pemasoknya [13]. Menyimpan persediaan secara berlebihan cenderung memperpanjang waktu yang diperlukan, masalah terhalangi untuk diidentifikasi secara cepat, dan menghabiskan ruang yang seharusnya bisa digunakan. Akibatnya, masalah dapat tersembunyi di balik stok barang yang terlalu banyak. Untuk memperbaiki masalah ini hanya dapat dicapai dengan mengurangi persediaan. Di samping itu, keberadaan ketersediaan barang yang tidak dibutuhkan dapat menyebabkan terjadinya biaya penyimpanan yang signifikan sehingga mengurangi daya saing organisasi atau nilai yang ada dalam aliran di mana persediaan tersebut tersedia. [12].

2.4.3. Defect (Cacat)

Cacat adalah hasil dari kelalaian yang terjadi selama tahapan produksi, isu yang terkait dengan kualitas produk atau hasil yang kurang memuaskan dari pengiriman baik barang maupun jasa. *Cacat* termasuk kegagalan internal yang menyebabkan harus mengulangi kerjaan, dan penundaan serta faktor gagal dari eksternal meliputi perbaikan, biaya garansi [14]. Ketika sebuah produk dibuat dengan kesalahan kualitas kritis, itu membentuk sejumlah besar pemborosan, beberapa di antaranya terlihat jelas, tetapi ada juga pemborosan tersembunyi di dalam setiap produk yang ditolak. Bukan hanya bahan yang digunakan untuk membuat dan mengemas produk, tetapi juga waktu pembuatan, tenaga dan biaya pemborosan. Sangat penting di perusahaan khususnya manufaktur untuk menjaga kualitas agar terjamin di setiap langkah proses dan kontrol proses memastikan bahwa produk yang mencapai akhir proses dapat diterima dan

memenuhi spesifikasi. Jika selama proses kesalahan kritis terdeteksi, produk harus ditolak pada saat itu untuk mencegah produk yang rusak memiliki nilai lebih yang ditambahkan padanya [13]. Pengurangan *waste* dalam industri adalah topik favorit untuk proyek, terlebih pada perusahaan dibidang makanan, karena semua orang menyadari bahwa bahan makanan di bagian belakang pabrik sangat mahal. Produk makanan yang diproduksi dan dikemas sepenuhnya memiliki nilai penjualan. Lonjakan penuh setiap produk meninggalkan dapat memiliki nilai dan semuanya harus dilakukan untuk mengurangi pemborosan. Pengurangan produk yang ditolak karena cacat memiliki insentif tambahan bagi mereka yang melaksanakan proyek pengurangan *waste*. Setiap produk cacat yang dihemat dalam sebuah proyek adalah laba ekstra hari itu. Ini adalah area yang jelas di mana kinerja manufaktur berdampak langsung pada biaya bisnis. Sebuah pabrik makanan yang beroperasi dengan tingkat limbah yang lebih rendah dari para pesaingnya akan berada dalam posisi yang sangat kuat.

2.4.4. *Motion* (Pergerakan)

Motion merupakan jenis pemborosan gerakan. Dimana tangan, orang, dan jarak operasi menjadi penyebab utama pemborosan. *Motion* sering kali terjadi akibat adanya aktivitas yang sebenarnya tidak perlu dilakukan, seperti memindahkan barang untuk membawa material lain, proses pencarian bahan atau peralatan yang disimpan namun sulit ditemukan, dan terutama karena penempatan bahan di lokasi yang tidak sesuai, adalah situasi yang sering terjadi. Untuk mengurangi gerakan di pabrik, dimulai dari tata letak proses produksi yang lebih baik dan menerapkan *ergonomic* ke setiap *workstation*. Pastikan juga bahwa semua alat ada di satu tempat yang dibutuhkan. Gerakan operator harus diminimalkan karena menimbulkan efek kelelahan pada operator. Contohnya seorang operator di pabrik makanan, biasanya, bekerja dalam shift delapan jam dengan mungkin satu jam istirahat. Menjelang akhir shift, tingkat kelelahan akan meningkat. Penilaian dan motivasi akan terganggu dan operator tidak akan mampu menjaga kecepatan kerja. Sebagai akibat dari kelelahan shift akhir

ini, mungkin ada masalah kinerja di lini dan biaya akan meningkat akibat kesalahan operator atau produk yang cacat.[13] Gerakan yang tidak memperhatikan ergonomi produksi, di mana para operator harus melakukan peregangan, membungkuk, dan mengangkat dalam situasi yang sebenarnya bisa dihindari, merupakan tindakan yang tidak perlu. Keadaan semacam ini menyebabkan pemborosan usaha, mengakibatkan kelelahan pada karyawan, dan cenderung merusak produktivitas serta seringkali menimbulkan masalah dalam hal kualitas produk [12].

2.4.5. *Transportation* (Transportasi)

Transportation merupakan jenis pemborosan yang melibatkan manusia, material, dan pengiriman. *Transportation* pada perusahaan terjadi saat aktivitas memindahkan sesuatu namun tidak menambah nilai apapun untuk produksinya. Hal ini bisa berupa perpindahan barang maupun aktivitas manusia. Perusahaan terus merubah aliran produksi untuk mengimbangi setiap perubahan dalam memenuhi permintaan pelanggan dan konsumen dan akibatnya sering dilakukan modifikasi pada alur aslinya. Dalam waktu singkat pergerakan material dan manusia tidak lagi logis dan sangat boros. Akan ada biaya yang terkait dengan pergerakan dalam hal energi. Aliran material proses produksi yang sangat berpengaruh. Semakin jauh jarak antar *workstation* maka semakin besar juga pemborosan *transportation* yang dilakukan. Biaya yang terkait dengan transportasi yang berlebihan sudah jelas. Akan ada biaya yang terkait dengan pergerakan dalam hal energi. Paling murah, ini akan menjadi energi listrik untuk menggerakkan konveyor dan paling mahal, itu akan menjadi orang yang menarik truk yang berisi palet material. Untuk mengurangi biaya transportasi di perusahaan, perlu melihat jarak tempuh dan biayanya. Cara termudah untuk mengurangi biaya transportasi adalah dengan mengurangi jarak antar mesin.[13]

2.4.6. *Unnecessary Process* (Proses tidak perlu)

Proses tidak perlu merupakan ketidaktepatan dalam pemrosesan terjadi ketika solusi yang terlalu rumit diterapkan pada prosedur sederhana. Contohnya adalah menggunakan mesin besar yang kurang fleksibel daripada beberapa mesin kecil yang lebih fleksibel. Kebijakan yang terlalu kompleks cenderung mengurangi rasa memiliki bagi karyawan, dan bahkan mendorong mereka untuk meningkatkan produksi agar dapat mengatasi investasi besar yang telah dikeluarkan untuk mesin yang rumit tersebut. Pendekatan semacam itu mendorong terbentuknya susunan yang tidak efisien, yang pada akhirnya menyebabkan peningkatan dalam pergerakan barang dan kurangnya komunikasi yang efektif. Karenanya, ketidaktepatan dalam pemrosesan juga dapat terjadi saat mesin digunakan tanpa langkah-langkah pengamanan yang memadai, seperti penerapan metode poka-yoke, sehingga berpotensi menghasilkan produk berkualitas rendah [12].

2.4.7. *Waiting* (Menunggu)

Menunggu merupakan jenis pemborosan yang menghambat waktu produksi. Apabila waktu dimanfaatkan dengan kurang efisien, maka akan timbul pemborosan akibat menunggu. Dalam konteks lingkungan pabrik, situasi pemborosan terjadi saat terjadi henti pada aliran barang atau proses produksi sedang berlangsung. Dampak dari pemborosan ini memengaruhi baik kualitas barang maupun efisiensi kerja para pekerja, di mana keduanya harus menghabiskan waktu secara tidak produktif akibat menunggu [12]. Menunggu juga menghabiskan waktu antara menyelesaikan satu operasi dan memulai operasi berikutnya tidak produktif dan menghasilkan limbah dalam jumlah besar. Sepanjang waktu tidak ada produk yang dibuat adalah waktu yang terbuang sia-sia. Lebih buruk lagi, waktu yang tidak produktif juga merupakan pemborosan semua sumber daya yang harus dibayar. Listrik untuk lampu terbuang sia-sia, upah dan gaji para pekerja dan manajer terbuang sia-sia. Ada sejumlah besar alasan mengapa lini produksi menganggur dan tidak menghasilkan produk. Diantaranya yaitu adanya pergantian mesin untuk

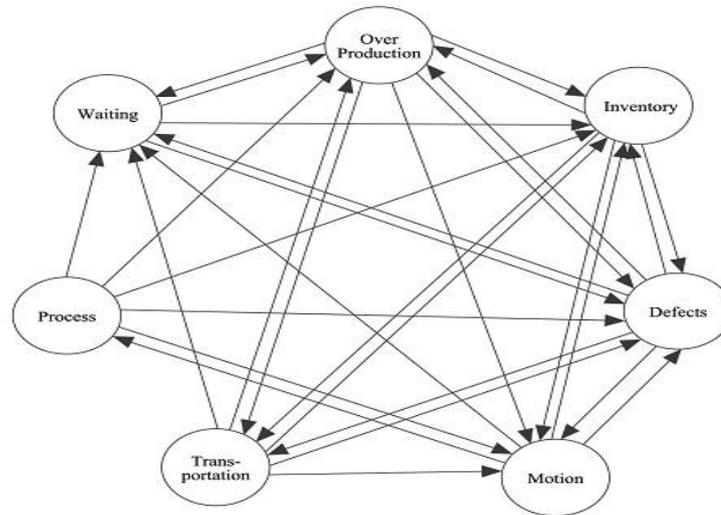
menyesuaikan produk dari biasanya, adanya kerusakan disaat jam produksi sehingga menghambat dan harus menunggu untuk perbaikan, kurangnya material untuk menunggu *supply* dari pemasok. Sama halnya dengan kejadian saat menunggu untuk menyelesaikan satu operasi dan operasi berikutnya akan dimulai jika operasi sebelumnya telah selesai maka waktu terbuang sehingga tidak produktif dan menghasilkan pemborosan dalam jumlah besar [13].

2.5. Waste Assessment Model (WAM)

Model WAM digunakan sebagai alat untuk menjadikan lebih mudah dan sederhana proses pengidentifikasian masalah-masalah yang terkait dengan pemborosan. WAM bersumber dari sebuah artikel dalam "*International Journal of Operations & Production Management*" yang diterbitkan pada tahun 2005, yang ditulis oleh Ibrahim A. Rawabdeh dengan judul "*A Model for the Assessment of Waste in Job Shop Environments*". Didalam model WAM terdapat beberapa penyusunan penyelesaian menggunakan *Seven Waste Relationship (SWR)*, *Waste Relationship Matrix (WRM)* dan *Waste Assessment Questionnaire (WAQ)* [3].

2.5.1. Seven Waste Relationship (SWR)

Segala bentuk pemborosan saling terkait dan memengaruhi satu sama lain. Kompleksitas hubungan antar berbagai jenis pemborosan (*waste*) timbul karena dampak yang saling memengaruhi antara jenis-jenis pemborosan tersebut, mau langsung atau tidak semuanya saling berhubungan. Dalam rangka mengatasi hal ini, Rawabdeh telah mengembangkan suatu kerangka kerja untuk mengevaluasi sejauh mana suatu jenis limbah memengaruhi jenis limbah lainnya. Setiap jenis limbah direpresentasikan dengan singkatan huruf (O: *Over Production*, I: *Inventory*, D: *Defect*, M: *Motion*, P: *Process*, T: *Transportation*, W: *Waiting*), dan interaksi antar jenis limbah dicontohkan dengan menggunakan tanda garis bawah "-". Panduan arah hubungan antara tujuh jenis limbah ini dapat dilihat dalam gambar 2.2. di bawah ini.



Gambar 2.2 Hubungan keterkaitan tujuh waste

Sumber: Rawabdeh (2005: hal 805)

Gambar diatas menunjukkan antar keterkaitan hubungan Jenis pemborosan O, D, dan T memiliki dampak pada semua bentuk pemborosan kecuali pemborosan tipe P. Sementara itu, pemborosan tipe P mempengaruhi semua jenis pemborosan kecuali pemborosan tipe T. Pola yang serupa berlaku untuk jenis-jenis pemborosan berikutnya, hingga pemborosan tipe W hanya mempengaruhi pemborosan tipe O, I, dan D. [15].

2.5.1.1. Keterangan Nilai Konversi

Nilai konversi yaitu proses mengubah total hasil dari setiap jenis hubungan *waste* kedalam simbol dengan ketentuan berdasarkan ngutip jurnal Rawabdeh “*A model for the assessment of waste in job shop environments*”. Keterangan nilai konversi bisa ditinjau pada tabel 2.1. dibawah ini:

Tabel 2.1. Tabel Keterangan Nilai Konversi

Range	Jenis hubungan	Simbol
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: hal 805)

Keterangan:

A = *Absolutely necessary*, untuk rentang total 17-20. Artinya kondisi hubungan dikategorikan sangat diperlukan.

E = *Especially Important*, untuk rentang total 13-16. Artinya, kondisi hubungan dikategorikan terutama penting.

I = *Important*, untuk rentang total 9-12. Artinya kondisi hubungan dikategorikan penting.

O = *Ordinary closeness*, untuk rentang total 5-8. Artinya kondisi hubungan kedekatan biasa.

U = *Unimportant*, untuk rentang total 1-4. Artinya kondisi hubungan tidak penting.

No relation, untuk skor 0. Artinya tidak memiliki hubungan.

2.5.1.2. Keterkaitan antar *Waste*

Pada *seven waste* ini pengisian kuesioner yang terdiri dari 31 jenis hubungan dan setiap hubungan memiliki 6 pertanyaan beserta opsi jawaban yang memiliki bobot berbeda beda. Skor yang dihasilkan berfungsi untuk mengetahui tingkat keterkaitan berdasarkan total skor yang diberikan oleh setiap responden. Contoh tabel keterkaitan antar *waste* dapat dilihat pada tabel 2.2. dibawah ini:

Tabel 2. 2. Contoh tabel keterkaitan antar *Waste*

No	Jenis Hubungan	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Total Skor	Tingkat Keterkaitan
----	----------------	----	----	----	----	----	----	------------	---------------------

Sumber: Rawabdeh (2005: hal 805)

2.5.2. *Waste Relationship Matrix (WRM)*

Waste Relationship Matrix (WRM) yaitu penyusunan matrix sebagai langkah berikutnya dalam mengaplikasikan *Waste Assessment Model (WAM)*. Dalam WRM, langkahnya melibatkan konversi hasil dari hubungan tujuh jenis pemborosan menjadi representasi dalam bentuk huruf, kemudian diorganisasikan ke dalam suatu matriks yang menggambarkan interkoneksinya.[6]. Matriks hubungan limbah (*Waste Relationship Matrix*

2.5.3. *Waste Assessment Questionnaire (WAQ)*

Kuesioner Penilaian Pemborosan (*Waste Assessment Questionnaire/WAQ*) digunakan untuk mengidentifikasi berbagai jenis pemborosan yang terjadi dan menghitung proporsi persentase dari setiap jenis pemborosan tersebut. Kuisisioner *assesment* terdapat 68 pertanyaan dalam kuesioner tersebut. Setiap pertanyaan dalam kuesioner mewakili suatu kegiatan, keadaan, atau perilaku yang kemungkinan timbulnya pemborosan dilantai produksi. Dalam proses pembentukan kuesioner ini terdapat catatan bahwa setiap pertanyaan dikaitkan dengan jenis pemborosan tertentu serta diberikan bobot khusus. Pada perhitungan WAQ ini memiliki beberapa langkah yaitu:

- a. Menghitung jumlah pertanyaan, lalu dikategorikan berdasarkan jenisnya serta total jumlah pertanyaan yang masuk kedalam kategori tersebut. Beberapa pertanyaan diberi label "From," yang mengindikasikan bahwa pertanyaan tersebut mengidentifikasi jenis pemborosan yang ada saat ini, yang mungkin memicu kemunculan jenis pemborosan lain berdasarkan Matriks Hubungan Pemborosan (WRM). Sedangkan, pertanyaan lainnya diberi label "To," yang artinya pertanyaan tersebut menjelaskan bagaimana setiap jenis pemborosan yang ada saat ini dapat dipengaruhi oleh jenis pemborosan lainnya. Setiap pertanyaan memiliki tiga opsi jawaban dengan bobot masing-masing 1, 0,5, atau 0 (nol).
- b. Pemberian bobot setiap pertanyaan kuesioner berdasarkan WRM. Hasil dari WRM yang berupa angka dalam matrix kemudian diuraikan dengan jenis pertanyaan serta jenis *wastenya*.

Contoh tabel bobot awal pertanyaan dapat dilihat pada tabel 2.5 dibawah ini:

Tabel 2.5. Contoh tabel bobot awal pertanyaan

No	Aspek Pertanyaan	Jenis Pertanyaan (i)	Bobot Awal Tiap Jenis <i>Waste</i>						
			O	I	D	M	T	P	W

Sumber: Rawabdeh (2005: hal 805)

- c. Menghitung jumlah pada skor dan frekuensinya berdasarkan nilai N_i . Berikut merupakan contoh tabel yang dapat dilihat pada tabel 2.6 dibawah ini:

Tabel 2.6. Contoh tabel perhitungan jumlah skor

No	Aspek Pertanyaan	Jenis Pertanyaan (i)	Ni	BOBOT AWAL UNTUK TIAP JENIS <i>WASTE</i> ($W_{j,k}$)						
				Wo,k	Wi,k	Wd,k	Wm,k	Wt,k	Wp,k	Ww,k

Sumber: Rawabdeh (2005: hal 805)

- d. Menghitung total skor (S_j) dan Frekuensi (F_j) untuk mengetahui skor akhir berdasarkan rata-rata dari jawaban kuesioner WAQ. Contoh tabel dapat dtinjau pada tabel 2.7 dibawah ini:

Tabel 2.7. Contoh tabel total skor (S_j) dan frekuensi (F_j) berdasarkan bobot WAQ

No	Aspek Pertanyaan	Jenis Pertanyaan (i)	Rata-rata	BOBOT AWAL UNTUK TIAP JENIS <i>WASTE</i> ($W_{j,k}$)						
				Wo,k	Wi,k	Wd,k	Wm,k	Wt,k	Wp,k	Ww,k

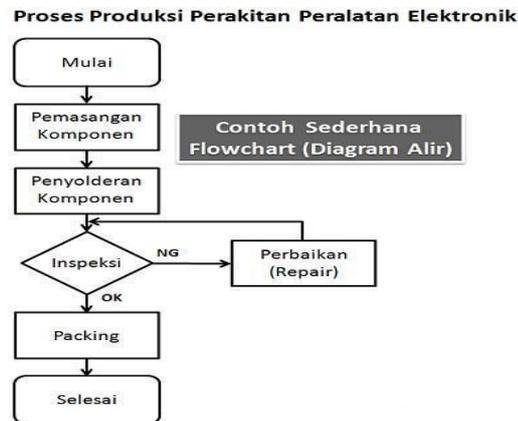
Sumber: Rawabdeh (2005: hal 805)

- e. Tahap terakhir yaitu Mengalkulasi nilai awal dari setiap indikator pemborosan (Y_j), menentukan faktor pemborosan akhir (Y_j final), dan menyertakan probabilitas pengaruh antara berbagai pemborosan (P_j) untuk mengidentifikasi peringkat dari masing-masing pemborosan.[3]

2.6. Seven Tools

Seven tools merupakan metode atau ketujuh jenis alat yang biasanya digunakan untuk memecahkan masalah. Pada masalah yang berhubungan dengan *Lean Manufacturing* ini, digunakanlah *value stream mapping* untuk memetakan alur produksi dan waktu proses, untuk penyajian hasil persentasenya menggunakan diagram pareto serta mengidentifikasinya menggunakan *fishbone* dan 5W+1H.

Berikut merupakan gambar contoh *flowchart* pada gambar 2.4. dibawah ini:

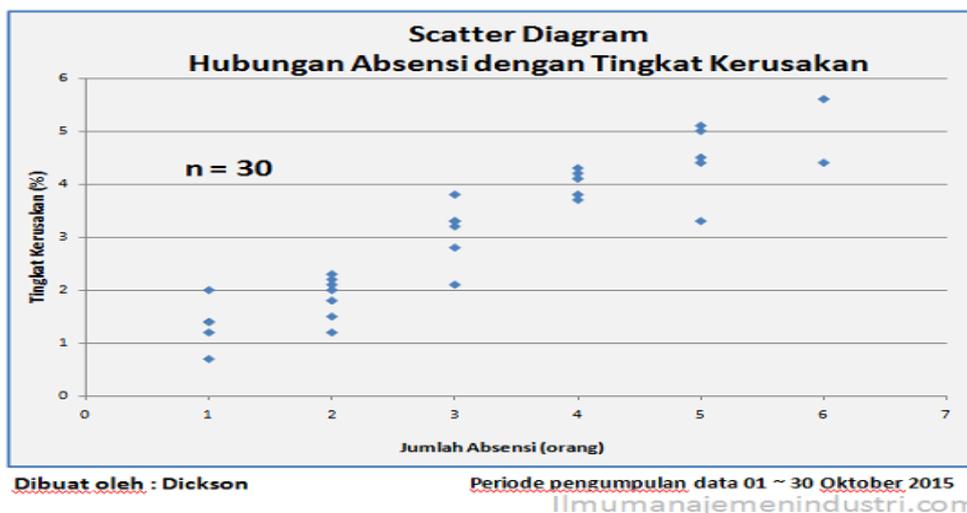


Gambar 2. 4 Contoh *Flowchart*

Sumber: yasarwicaksono

2.6.3. *Scatter Diagram*

Untuk mengetahui korelasi dua variabel X dan Y pada produksi. Oleh karena itu dilakukan analisa scatter. Ini terdiri dari merencanakan serangkaian poin mewakili beberapa pengamatan pada grafik di mana satu variabel berada pada sumbu X dan variabel lainnya berada pada sumbu Y. Berikut merupakan contoh *scatter diagram* pada gambar 2.4. dibawah ini:

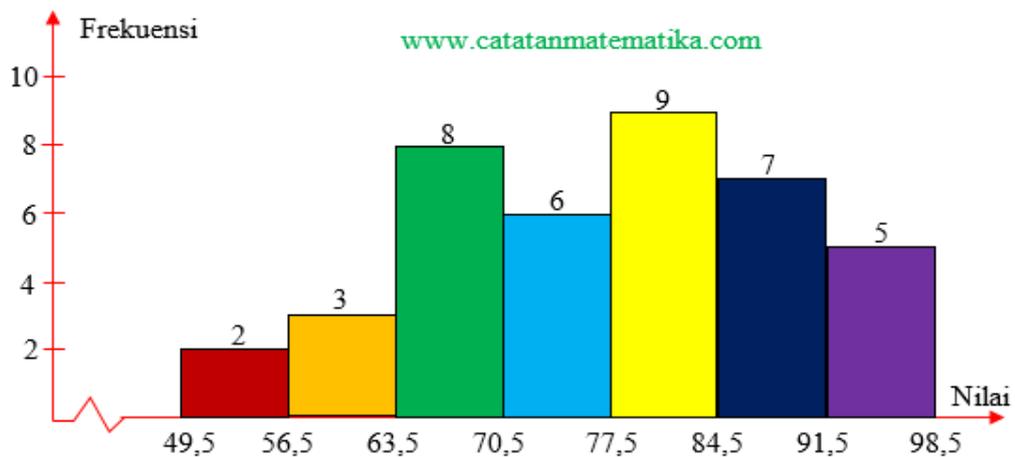


Gambar 2.5. Contoh *Scatter diagram*

Sumber: Ilmu manajemenindustri.com

2.6.4. Diagram Histogram

Diagram yang memuat data yang dikumpulkan pada *check sheet* untuk diolah ke dalam bentuk diagram batang untuk mengetahui jenis atau variasi pada data tersebut. Berikut merupakan contoh *histogram* pada gambar 2.6. dibawah ini:

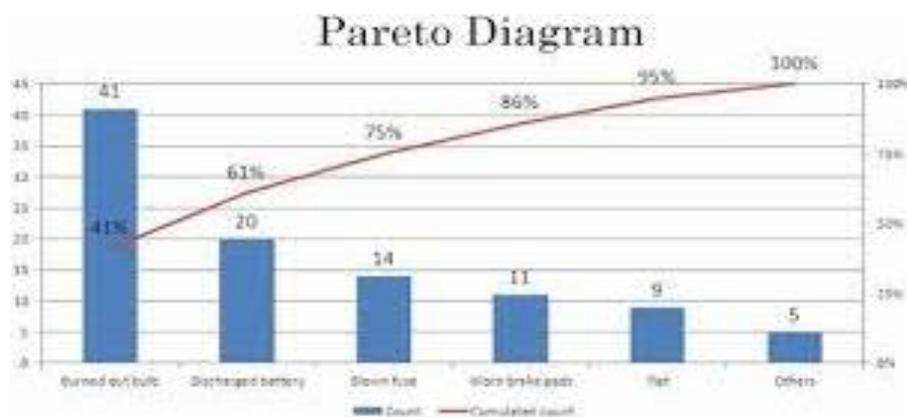


Gambar 2.6. Contoh Histogram

Sumber: catatanmatematika.com

2.6.5. Diagram pareto

Diagram pareto yaitu diagram berbentuk bar yang memetakan faktor-faktor penyebab dari sebuah masalah, kemudian pemecahan masalah haruslah berfokus atau memprioritaskan 80% penyebab mayoritas/dominan terlebih dahulu [16]. Berikut merupakan contoh diagram pareto pada gambar 2.7. dibawah ini:

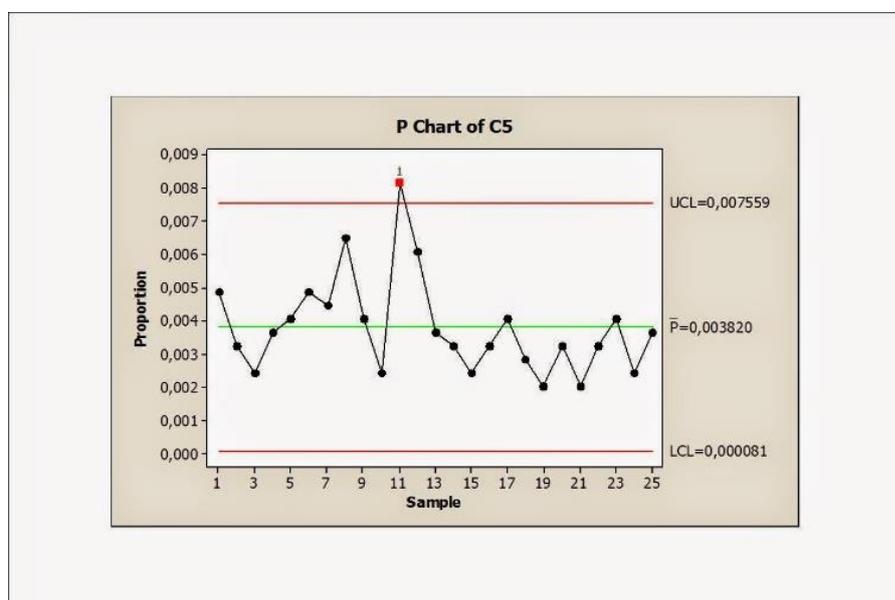


Gambar 2.7. Contoh Diagram Pareto

Sumber: mgtlogistik

2.6.6. Peta Kendali

Data yang digunakan adalah data dengan atribut-atribut khusus, yang mana peta kendali P (*p-Chart*) digunakan untuk menganalisisnya. Data ini diplotkan dalam urutan waktu. Peta kendali ini memiliki tiga garis horizontal yang penting, yaitu: Garis pusat, yang menggambarkan nilai tengah atau rata-rata dari karakteristik kualitas yang sedang diamati dan diplotkan dalam peta kendali tersebut. Berikut merupakan contoh peta kendali pada gambar 2.8. dibawah ini:



Gambar 2.8. Contoh Peta Kendali

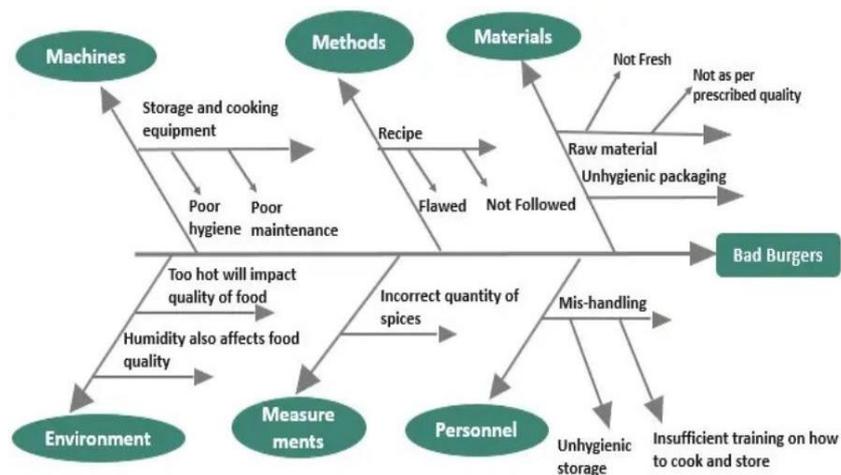
Sumber: Hevate 2014

2.6.7. Diagram *Fishbone*

Diagram fishbone biasa disebut diagram tulang ikan yaitu sebuah skema yang pada prinsipnya berperan serta digunakan untuk menganalisis atau mengenali akar penyebab dari suatu permasalahan. Diagram ini memberikan pendekatan sistematis dalam memahami hubungan sebab dan akibat, serta kontribusi terhadap suatu hasil atau dampak tertentu. Oleh karena fungsinya yang demikian, diagram fishbone juga dikenal sebagai diagram sebab-akibat. [17]. *Fishbone* diagram adalah metode pengidentifikasian yang digunakan untuk menggambarkan korelasi antara faktor pemicu dan akibat yang dihasilkan dalam

jenis penyebab yang telah ditentukan, yaitu *material* (bahan baku), *machines* (mesin), *manpower* (tenaga kerja), *methods* (metode), dan *environments* (lingkungan). Langkah-langkah dalam membuat diagram *Fishbone*:

- a) Membuat kerangka diagram *fishbone* kemudian menentukan aspek penyebab kecelakaan disetiap duri pada diagram *fishbone* (manusia, material, mesin, metode, lingkungan, pengukuran).
- b) Setelah itu memasukkan kecelakaan apa yang terjadi pada bagian kepala diagram *fishbone* untuk dilakukan identifikasi penyebab.
- c) Mencari penyebab untuk masing-masing aspek penyebab masalah. Penyebab ini di tempatkan pada duri ikan.
- d) Langkah selanjutnya adalah menggambarkan dalam diagram *fishbone* berdasarkan penyebab yang sudah diketahui dan dianalisa [18]. Berikut merupakan contoh *fishbone* pada gambar 2.9. dibawah ini:



Gambar 2.9. Contoh *Fishbone*

Sumber: Inmarketing2018

2.7. Analisis 5W+1H

Teknik 5W+1H ini ditemukan dan dikembangkan oleh salah satu pendiri Toyota Production Corporation (TPC), yaitu Sakichi Toyoda. Metode ini adalah pendekatan yang mudah dan praktis, namun sangat efektif dalam mengidentifikasi akar masalah atau penyebab utama dalam suatu situasi, sehingga memungkinkan untuk menemukan solusi yang tepat. [17].

Konsep dasar 5W+1H digunakan untuk mengumpulkan informasi melalui penggunaan kalimat tanya. Kalimat-kalimat tanya ini dirancang untuk mencari informasi dengan cakupan yang luas, dikenal sebagai 5W+1H, yang meliputi pertanyaan tentang "what" (apa), "when" (kapan), "who" (siapa), "where" (di mana), "why" (mengapa), dan "how" (bagaimana). Dari data ini, mendapatkan pembaruan terhadap elemen-elemen yang perlu ditingkatkan, yang akan menjadi fokus utama untuk dilakukan perbaikan [19].

Berikut merupakan contoh 5W+1H pada gambar 2.10. dibawah ini:

Judul Artikel : Sinabung Meletus Lontarkan Abu Setinggi 4.2 Km Dan Luncurkan Awan Panas Se jauh 4,5 Km
 Publikasi : www.bnpb.go.id (02 August 2017 16:20 WIB)

Analisis 5W1H			
No	Pertanyaan	Jawaban	
1	What (Apa)	Apakah yang dibahas dalam artikel tersebut? Apa dampak yang ditimbulkan oleh meletusnya Gunung Sinabung ?	Artikel tersebut membahas mengenai bencana meletusnya Gunung Sinabung Pada artikel dijelaskan bahwa meletusnya gunung sinabung melontarkan abu dan awan panas yang menyebabkan ribuan penduduk terdampak langsung dari hujan abu vulkanik akibat letusan Gunung Sinabung
	2	When (Kapan)	Kapan bencana meletusnya Gunung Sinabung terjadi ?
3	Where (Dimana)	Dimana bencana tersebut terjadi?	Bencana terjadi di Gunung Sinabung, Kabupaten Karo, Provinsi Sumatera Utara
		Mengapa bencana meletusnya Gunung Sinabung bisa terjadi?	Gunung Sinabung meletus karena terjadinya erupsi. (DIAN INI APA ISIIIN)

Gambar 2.10. Contoh 5W+1H

Sumber: www.bnpb.go.id