

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Industri Manufaktur

Industri adalah kelompok perusahaan yang menghasilkan dan menjual barang sejenis atau jasa sejenis. Manufaktur berasal dari kata manufacture yang berarti membuat dengan tangan (manual) atau dengan mesin sehingga menghasilkan sesuatu barang. Perusahaan manufaktur itu sendiri meliputi persediaan bahan baku untuk diproduksi, persediaan barang dalam proses dan persediaan barang jadi (Kieso,2002).

Industri manufaktur merupakan kegiatan ekonomi yang luas maka jumlah dan macam industri berbeda-beda untuk tiap negara atau daerah. Pada umumnya, makin maju tingkat perkembangan perindustrian di suatu negara atau daerah, makin banyak jumlah dan macam industri, dan makin kompleks pula sifat kegiatan dan usaha tersebut. Cara penggolongan atau pengklasifikasian industri pun berbeda-beda. Tetapi pada dasarnya, pengklasifikasian industri didasarkan pada kriteria yaitu berdasarkan bahan baku, tenaga kerja, pangsa pasar, modal, atau jenis teknologi yang digunakan.

Selain faktor-faktor tersebut, perkembangan dan pertumbuhan ekonomi suatu negara juga turut menentukan keanekaragaman industri negara tersebut, semakin besar dan kompleks kebutuhan masyarakat yang harus dipenuhi, maka semakin beranekaragam jenis industrinya. Penggolongan yang paling universal ialah berdasarkan International Standard of Industrial Classification (ISIC). Penggolongan menurut ISIC ini didasarkan atas pendekatan kelompok komoditas, yang secara garis besar dibedakan kepada sembilan golongan sebagaimana tercantum di bawah ini (Dumairy, 1996) :

1. Industri makanan, minuman dan tembakau.
2. Industri tekstil, pakaian jadi dan kulit.
3. Industri kayu dan barang dari kayu, termasuk perabot rumah tangga.
4. Industri kertas dan barang dari kertas, percetakan dan penerbitan.
5. Industri kimia dan barang dari kimia, minyak bumi, batu bara, karet dan plastik.
6. Industri barang galian bukan logam, kecuali minyak bumi dan batu bara.
7. Industri logam dasar.
8. Industri barang dari logam, mesin dan peralatannya.
9. Industri pengolahan lainnya.

2.2 Pendekatan *Lean Manufacturing*

Menurut Gaspersz (2007) dalam bukunya yang berjudul *The Executive Guide To Implementing Lean Six Sigma* mengatakan *lean* adalah suatu upaya yang dilakukan oleh perusahaan ataupun organisasi yang secara terus menerus untuk menghilangkan *waste (waste)* dan meningkatkan nilai tambah (*value added*) produk (barang atau jasa) agar memberikan nilai tambah kepada pelanggan (*customer value*). Tujuan dari *lean* itu sendiri yaitu meningkatkan terus menerus *customer value* melalui peningkatan terus menerus rasio antara nilai tambah terhadap *waste (the value-to-waste ratio)*.

Lean manufacturing adalah suatu upaya terus-menerus untuk menghilangkan *waste (waste)* dan meningkatkan nilai tambah (*value added*) produk (barang/jasa) agar memberikan nilai kepada pelanggan (*customer value*). Selain itu terdapat pula definisi lain dari *lean* yaitu suatu pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan *waste (waste)* atau kegiatan-kegiatan tidak bernilai tambah (*non value added activity*) melalui peningkatan terus menerus radikal dengan cara mengalirkan produk (*material, work in process, output*) dan informasi menggunakan sistem tarik (*pull system*) dari pelanggan internal dan eksternal untuk mengejar keunggulan dan kesempurnaan (Gaspersz, 2007)

Menurut George (2002) Selain memahami definisi dari *lean manufacturing* diketahui pula bahwa *lean* mempunyai beberapa tujuan, antara lain:

1. Mengeliminasi *waste* yang terjadi dalam bentuk waktu, usaha dan material pada saat melakukan proses produksi.
2. Memproduksi produk sesuai pesanan konsumen
3. Mengurangi biaya seiring dengan meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan.

Gaspersz (2007) menyebutkan beberapa prinsip yang mendasari pandangan untuk penerapan sistem *lean*, yaitu:

1. Mengidentifikasi nilai produk berdasarkan pada pandangan dari para pelanggan, di mana pelanggan menginginkan produk (barang atau jasa) dengan kualitas yang superior, harga kompetitif dan pengiriman yang tepat waktu. Perusahaan harus berpikir melalui sudut pandang pelanggan dalam melakukan desain produk, proses produksinya serta pemasarannya.
2. Membuat dan melakukan identifikasi terhadap aliran proses produk sehingga kegiatan yang dilakukan dalam memproses produk dapat diamati secara detail. Umumnya banyak perusahaan tidak melakukan pembuatan aliran proses produk

melainkan membuat aliran proses bisnis atau aliran proses kerja sehingga tidak dapat dijadikan pertimbangan apakah memberikan nilai tambah kepada produk yang dibuat.

3. Menghilangkan *waste* yang tidak bernilai tambah dari semua aktivitas yang terdapat dalam proses *value stream* tersebut dengan menganalisa *value stream* yang telah dibuat.
4. Mengorganisasikan agar material, informasi dan produk mengalir dengan lancar dan efisien sepanjang proses *value stream* dengan menggunakan sistem tarik (*pull system*).
5. Secara terus-menerus dan berkesinambungan melakukan peningkatan dan perbaikan dengan cara mencari teknik-teknik dan alat peningkatan agar mencapai keunggulan dan peningkatan terus-menerus.

Adapun teknik-teknik yang ada dalam *Lean manufacturing* adalah:

- *Value stream mapping*

Penggambaran alur proses mulai dari awal hingga akhir secara sederhana dengan menunjukkan bagian-bagian terkait dan aliran material serta aliran informasi. *Value stream mapping* ini untuk mengetahui besarnya *lead time* yang diperbaiki dengan konsep *lean environment*.

- *Takt time*

Kata “*takt*” berasal dari bahasa Jerman, yang merupakan istilah teknis untuk “*regular beat*”. Prinsip *takt time* didapat dari aliran material yang konstan dalam lini produksi (idealnya menggunakan *one piece flow*). *Takt time* didefinisikan sebagai waktu yang harus dilewati antara penyelesaian dua (2) unit yang berurutan dalam memenuhi permintaan, dimana produk diproduksi dalam kecepatan yang konstan selama waktu produksi. Keuntungan menggunakan suatu aliran yang berdasarkan *takt time* adalah Bergeraknya produk secara langsung dari proses satu ke proses yang lainnya dengan waktu tunggu yang kecil. Yang berarti *takt time* adalah jumlah waktu produksi yang tersedia dibagi dengan rasio permintaan pelanggan.

- *One Piece Flow*

Pengetahuan setiap aliran bagian mulai dari hulu hingga hilir dari suatu proses dimana di dalamnya terdapat satu lini atau jalur proses.

- *Pull System*

Sistem produksi dimana jumlah produksinya bergantung pada jumlah permintaan dari pelanggan, sehingga tidak terjadi kelebihan produksi maupun penumpukkan terhadap produk. *Pull system* ini sangat fleksibel dalam pengambilan keputusan secara lokal.

- *Single Minute Exchange of Dies* (SMED) atau *Setup Reduction*

Salah satu metode dari *lean production* untuk mengurangi terjadinya *waste* dalam proses manufaktur. Ini menghasilkan cara yang lebih efisien dan cepat untuk mengubah proses manufaktur yang berjalan untuk produk sekarang menjadi berjalan untuk produk selanjutnya. SMED bertujuan untuk mengurangi waktu *setup*.

- *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Pengukuran yang memfokuskan pada seberapa efektif operasi manufaktur digunakan. OEE biasanya digunakan sebagai *Key Performance Index* (KPI) untuk mengukur tingkat keberhasilan dari usaha *lean manufacturing*.

- *Flow Velocity*

Mengetahui kecepatan aliran material dan proses. Dengan demikian *lead time* dapat mendukung *takt time* secara tepat.

- Produktifitas

Peningkatan produktivitas dilakukan dengan melakukan perbaikan terhadap proses kerja, penambahan *tools* kerja, dan perbaikan lainnya. Produktifitas berperan terhadap tingkat atau jumlah produksi yang dapat dihasilkan.

- Tata letak Fasilitas

Pengaturan tata letak fasilitas yang baik akan membuat proses yang ada menjadi lebih mudah, sehingga *waste* yang terjadi dapat dihilangkan.

- Standar Kerja

Pembuatan standar kerja untuk setiap proses yang akan dilakukan tiap operator berupa standar operasi kerja atau standar prosedur operasi. Standar kerja ini untuk menyeragamkan proses kerja dan mencegah terjadinya kesalahan.

- *Jidoka* atau Pencegahan *Defect*

Kemampuan untuk mengetahui atau merasakan terjadi *malfunction* pada suatu mesin. Proses ini mencegah terjadinya produk cacat, menghilangkan terjadinya kelebihan produksi, memfokuskan pada pemahaman terhadap masalah yang terjadi, dan memastikan untuk mencegah hal itu terjadi.

- *Total Productive Maintenance (TPM)*
Penggunaan TPM ini bertujuan untuk pengurangan terhadap *maintenance* dan pencegahan terhadap kerusakan sehingga secara proaktif dapat mencegah kecelakaan, kerusakan, kesalahan, dan kerugian.
- *Line Balancing*
Penyeimbangan lini kerja dilakukan untuk mencegah terjadinya *over-loading* pada satu stasiun kerja dan juga untuk mencegah terjadinya *bottleneck*.
- *Handling Reduction*
Mengurangi penanganan terhadap material yang ada, dengan cara menerapkan sistem Kanban dan JIT sehingga dapat meminimalisasi *inventory*.
- *Sustainment of Gains*
Mempertahankan hasil yang telah dicapai dengan tetap melakukan perbaikan secara berkelanjutan hingga mendapatkan proses yang terbaik.
- *Right-Sized Equipment*
Penggunaan alat-alat kerja yang sesuai ukuran dengan kebutuhan dan proses kerja
- *Poka Yoke*
Suatu metode atau *tool* untuk mengidentifikasi terjadinya kesalahan proses yang mungkin terjadi dan melakukan pencegahan terhadap kesalahan tersebut.

2.3 Kaizen

Penjelasan mengenai *Kaizen* menurut Liker (2006) dijelaskan sebagai filosofi total yang mendorong kesempurnaan dan mengarahkan *Toyota Production System* dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu, *Kaizen* merupakan suatu kajian yang berfokus dalam mengontrol kualitas dan mengajarkan kepada setiap orang untuk bekerja secara efektif dalam kelompok-kelompok kecil untuk mampu memecahkan masalah, mendokumentasikan, meningkatkan proses, mengumpulkan, menganalisis data dan manajemen sendiri dalam sebuah kelompok.

Inti dari konsep kaizen adalah proses yang dilakukan untuk penyempurnaan secara berkelanjutan yang melibatkan setiap orang baik manajer maupun karyawan. Dalam penerapan kajian ini terdapat beberapa cakupan penerapan konsep kaizen

meliputi dari orientasi pelanggan, pengendalian mutu terpadu semua diperlihatkan oleh Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Payung Kaizen

Sumber : Imai (1986)

Berdasarkan informasi dalam Gambar 2.1 dapat diketahui bahwa dalam proses penerapan konsep Kaizen dapat dilakukan dengan berbagai pendekatan dan semua pendekatan tersebut berorientasi untuk mencapai tujuan memperoleh proses yang lebih baik lagi dengan tetap menjaga standar dan hasil perbaikan yang telah dilakukan.

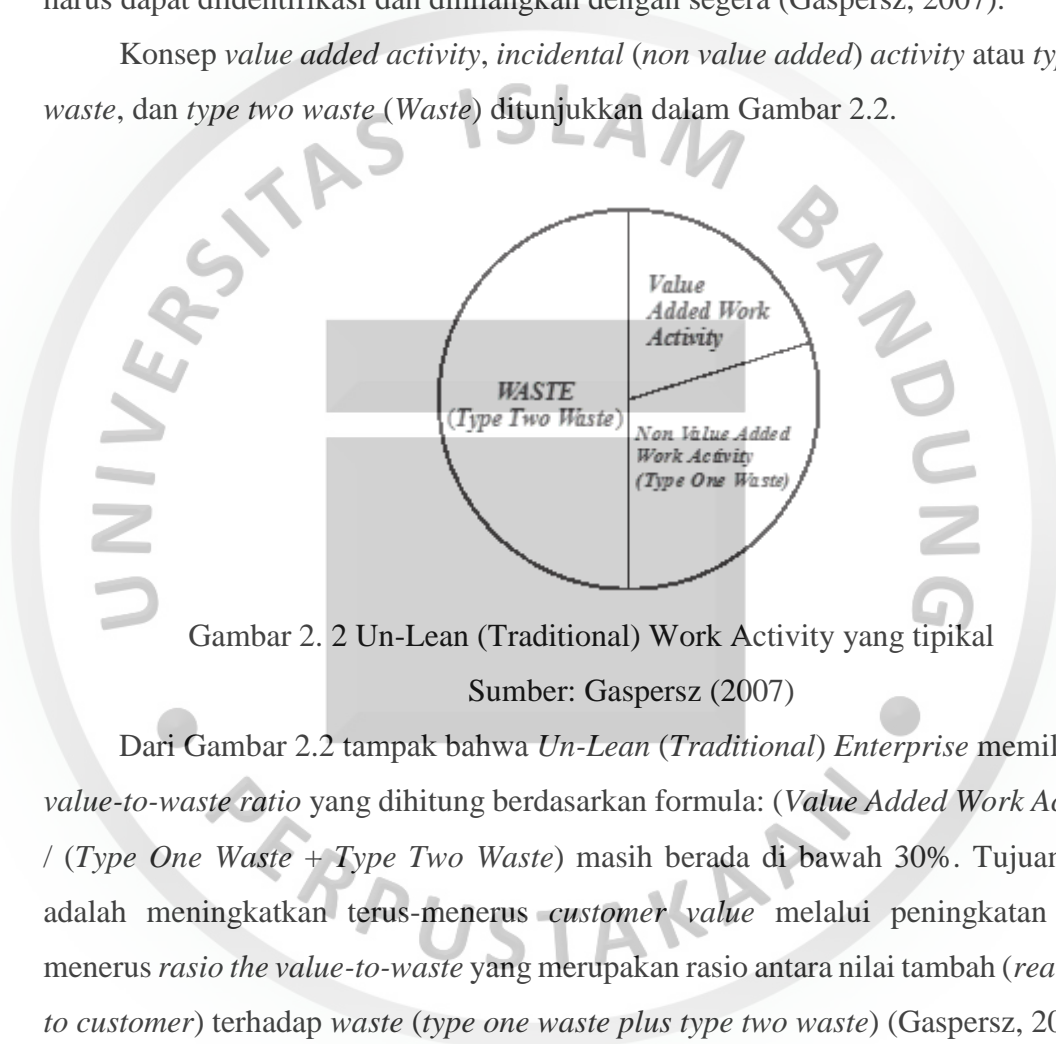
2.4 Jenis-Jenis Waste

Pada dasarnya dikenal dua kategori utama *waste (waste)*, yaitu *Type One Waste* dan *Type Two Waste*. *Type One Waste* adalah aktivitas kerja yang tidak menciptakan nilai tambah dalam proses transformasi *input* menjadi *output* sepanjang *value stream*, namun aktivitas itu pada saat sekarang tidak dapat dihindarkan karena berbagai alasan. Misalnya, aktivitas inspeksi dan penyortiran dari perspektif *lean* merupakan aktivitas tidak bernilai tambah sehingga merupakan *waste*, namun pada saat sekarang kita masih membutuhkan inspeksi dan penyortiran karena mesin dan peralatan yang digunakan sudah tua dan tingkat keandalannya berkurang. Demikian pula, pengawasan terhadap orang, misalnya, merupakan aktivitas tidak bernilai tambah berdasarkan perspektif *Lean*, namun pada saat sekarang kita masih harus melakukannya, karena orang tersebut baru saja direkrut oleh perusahaan sehingga belum berpengalaman. Dalam konteks ini, aktivitas, inspeksi, penyortiran, dan pengawasan dikategorikan sebagai *Type One Waste*. Dalam jangka panjang *Type One Waste* harus dapat dihilangkan atau

dikurangi. *Type One Waste* ini sering disebut sebagai *Incidental Activity* atau *Incidental Work* yang termasuk ke dalam aktivitas tidak bernilai tambah (*non-value-added work or activity*) (Gaspersz, 2007).

Type Two Waste merupakan aktivitas yang tidak menciptakan nilai tambah dan dapat dihilangkan dengan segera. Misalnya, menghasilkan produk cacat (*defect*) atau melakukan kesalahan (*error*) yang harus dapat dihilangkan dengan segera. *Type Two Waste* ini sering disebut sebagai *waste* saja, karena benar-benar merupakan *waste* yang harus dapat diidentifikasi dan dihilangkan dengan segera (Gaspersz, 2007).

Konsep *value added activity*, *incidental (non value added) activity* atau *type one waste*, dan *type two waste (Waste)* ditunjukkan dalam Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Un-Lean (Traditional) Work Activity yang tipikal

Sumber: Gaspersz (2007)

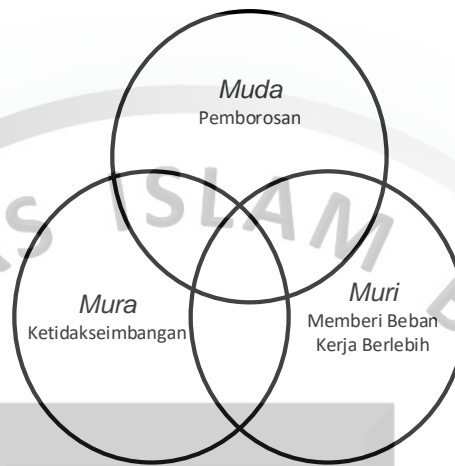
Dari Gambar 2.2 tampak bahwa *Un-Lean (Traditional) Enterprise* memiliki *the value-to-waste ratio* yang dihitung berdasarkan formula: $(\text{Value Added Work Activity}) / (\text{Type One Waste} + \text{Type Two Waste})$ masih berada di bawah 30%. Tujuan *Lean* adalah meningkatkan terus-menerus *customer value* melalui peningkatan terus-menerus *rasio the value-to-waste* yang merupakan rasio antara nilai tambah (*real value to customer*) terhadap *waste (type one waste plus type two waste)* (Gaspersz, 2007).

Selain itu Toyota telah mengidentifikasi 7 (tujuh) jenis aktivitas utama yang tidak memiliki nilai tambah dalam bisnis atau proses manufaktur. Disamping itu ada delapan *waste* (Liker dan Meier, 2006) yaitu sebagai berikut:

1. **Produksi berlebih (*overproduction*)**. Memproduksi sesuatu lebih awal atau dalam jumlah yang lebih besar daripada yang dibutuhkan oleh pelanggan. Memproduksi lebih awal atau lebih banyak dari yang dibutuhkan menciptakan

- waste* lain seperti biaya kelebihan tenaga kerja, penyimpanan, dan transportasi karena persediaan berlebih. Persediaan dapat berupa fisik atau antrean informasi.
2. **(Waktu) Menunggu.** Para pekerja hanya mengamati mesin otomatis yang sedang berjalan atau berdiri menunggu langkah proses selanjutnya, alat, pasokan komponen selanjutnya, dan lain sebagainya atau menganggur saja karena kehabisan material, keterlambatan proses, mesin rusak, dan bottleneck (sumbatan) kapasitas.
 3. **Transportasi atau pengangkutan yang tidak perlu.** Memindahkan barang dalam proses (*work in process/WIP*) dari satu tempat ke tempat lain pada suatu proses, bahkan jika hanya dalam jarak yang dekat, atau memindahkan material, komponen, atau barang jadi ke dalam atau ke luar gudang penyimpanan atau dari satu proses ke proses lain.
 4. **Pemrosesan secara berlebih atau pemrosesan secara keliru.** Melakukan langkah yang tidak diperlukan untuk memproses komponen. Melaksanakan pemrosesan yang tidak efisien karena alat yang buruk dan rancangan produk yang buruk, menyebabkan gerakan yang tidak perlu dan memproduksi barang cacat. *Waste* terjadi ketika membuat produk yang memiliki kualitas lebih tinggi daripada yang diperlukan.
 5. **Persediaan berlebih.** Kelebihan material, barang dalam proses, atau barang jadi menyebabkan *lead time* yang panjang, barang kadaluwarsa, barang rusak, peningkatan biaya pengangkutan dan penyimpanan, dan keterlambatan. Persediaan berlebih juga menyembunyikan masalah seperti ketidakseimbangan produksi, keterlambatan pengiriman dari pemasok, produk cacat, mesin rusak, dan waktu *setup* yang panjang.
 6. **Gerakan yang tidak perlu.** Setiap gerakan yang dilakukan karyawan yang mubazir saat melakukan pekerjaannya, seperti mencari, meraih, atau menumpuk komponen, alat dan lain sebagainya. Berjalan juga merupakan *waste*.
 7. **Produk cacat.** memproduksi komponen cacat atau yang memerlukan perbaikan. Perbaikan atau pengerjaan ulang, scrap, memproduksi barang pengganti, dan inspeksi berarti tambahan penanganan, waktu, dan upaya yang sia-sia.
 8. **Kreativitas karyawan yang tidak dimanfaatkan.** Kehilangan waktu, gagasan, ketrampilan, peningkatan, dan kesempatan belajar karena tidak melibatkan atau mendengarkan karyawan.

Para manajer dan karyawan Toyota menggunakan istilah bahasa Jepang *muda* bila mereka berbicara tentang *waste* dan menghilangkan muda menjadi fokus dari sebagian besar upaya *Lean Manufacturing*. Namun ada dua M lain yang sama pentingnya untuk membuat *Lean Manufacturing* berjalan, dan ketiga M tersebut saling mengisi berbagai sistem produksi. Dokumen *Toyota Way* berkenaan dengan “Menghilangkan *Muda, Muri, Mura*” (Gambar 2.3).



Gambar 2. 3 Tiga M

Sumber: Liker (2004)

Ketiga M tersebut yang dijelaskan Liker (2004) dalam bukunya adalah:

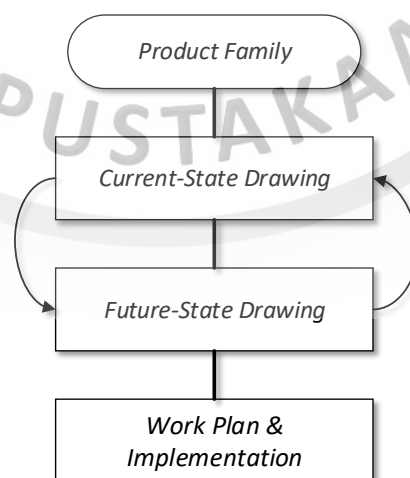
- *Muda-Tidak menambah nilai.* Ini adalah aktivitas yang tidak berguna yang memperpanjang *lead time*, menimbulkan gerakan tambahan untuk memperoleh komponen atau peralatan, menciptakan kelebihan persediaan, atau berakibat pada berbagai jenis waktu tunggu.
- *Muri-Memberi beban berlebih kepada orang atau peralatan.* Dari sudut pandang tertentu, hal ini merupakan ujung yang bersebrangan dari spectrum muda. Muri adalah memanfaatkan mesin atau orang di luar batas kemampuannya. Membebani orang secara berlebih menimbulkan masalah dalam keselamatan kerja dan kualitas. Membebani peralatan secara berlebih menyebabkan kerusakan dan produk cacat.
- *Mura-Ketidakeimbangan.* Anda dapat memandaghal ini sebagai kesimpulan dari kedua M lainnya. Di sistem produksi yang normal, kadang-kadang terdapat lebih banyak pekerjaan disbanding dengan yang dapat ditangani oleh orang atau mesin yang ada, dan saat yang lain hanya ada sedikit pekerjaan. Ketidakeimbangan diakibatkan oleh jadwal produksi yang tidak teratur atau volume produksi yang berfluktuasi karena masalah internal, seperti kerusakan

mesin atau kekurangan komponen atau produk cacat. *Muda* merupakan akibat dari *Mura*. Ketidakseimbangan tingkat produksi berarti perlu memiliki peralatan, material, dan orang untuk melakukan tingkat produksi yang tertinggi-bahkan bila permintaan rata-ratanya jauh lebih rendah dari itu.

2.5 Value Stream Mapping (VSM)

Value Stream Mapping (VSM) adalah salah satu teknik *Lean* yang biasa digunakan untuk menganalisis aliran material dan informasi saat ini, yang dibutuhkan untuk membawa produk atau jasa hingga sampai ke konsumen. *Value Stream Mapping* (VSM) ini berasal dari perusahaan Toyota dan teknik ini juga sering disebut sebagai *Material and Information Flow Mapping*. Peta ini mencakup proses, alur material dan informasi dari satu famili produk tertentu dan membantu mengidentifikasi *waste* dalam sistem (Liker, 2004).

Manfaat dari pemetaan *value stream* lebih dari sekedar alat yang baik untuk membuat gambaran yang menyoroti *waste*, walaupun hal tersebut jelas bermanfaat. Melakukan pemetaan *value stream* merupakan filosofi mengenai bagaimana melakukan peningkatan. Peta juga menyediakan sebuah “bahasa” sehingga semua orang mempunyai visi yang sama. Seperti peta jalan, alat pemetaan *value stream* menunjukkan jalan yang akan ditempuh, tetapi peta ini menyebutkan secara mendetail apa yang akan ditemukan selama dalam perjalanan (Liker dan Meier, 2006). Gambar 2.4 menunjukkan tahapan dari pemetaan nilai pada *Value Stream Mapping* (VSM).



Gambar 2. 4 Tahapan Value Stream Mapping (VSM)

Sumber: Rother dan Shook (1999)

2.5.1 *Current State Map*

Pembuatan *current state map* dilakukan untuk memetakan kondisi di lantai pabrik saat ini, sehingga dapat mengidentifikasi *waste* apa saja yang terjadi dilantai pabrik atau aliran proses produksi. Berikut merupakan tahap pembuatan *current state map* menurut (Rother dan Shook, 1999).

1. Penentuan *Family Product* yang akan dijadikan sebagai *Model Line*.

Tahap ini merupakan tahap awal dalam menggambar *Current State Map*. Setelah mengetahui konsep yang benar tentang *Lean*, maka pada tahap ini perlu ditentukan produk yang akan dijadikan model *line* sebagai target perbaikannya. Tujuan pemilihan *model-line* adalah agar penggambaran sistem fokus pada satu produk saja yang bisa dianggap sebagai acuan dan representasi dari sistem produksi yang ada. Mengidentifikasi suatu *family product* dapat dilakukan baik dengan menggunakan produk dan matriks proses untuk mengklasifikasikan langkah proses yang sama untuk produk yang berbeda..

2. Penentuan *Value Stream Manager*

Untuk melihat *value-stream* suatu produk secara keseluruhan tentunya perusahaan perlu dilihat sebagai satu kesatuan yang utuh, sehingga batasan-batasan organisasi dalam perusahaan perlu diterobos. Untuk setiap pembuatan data box, maka ukuran-ukuran yang diperlukan antara lain:

1) *Cycle Time (C/T)*

Cycle time (C/T) merupakan salah satu ukuran penting yang dibutuhkan dalam kegiatan *Lean* selain *Value-creating time (VCT)* dan *Lead time (L/T)*. *Cycle time* menyatakan waktu yang dibutuhkan oleh satu operator untuk menyelesaikan seluruh elemen/kegiatan kerja dalam membuat satu *part* sebelum mengulangi kegiatan untuk membuat *part* berikutnya

2) *Change-over Time (C/O)*

Menyatakan waktu yang dibutuhkan untuk merubah posisi (*switch*) dari memproduksi satu jenis produk menjadi produk yang lainnya. Dalam hal ini biasanya *changeover time* menyatakan waktu untuk memindahkan dari posisi kiri menjadi posisi kanan dalam pembuatan satu produk simetris.

3) *Uptime*

Menyatakan kapasitas mesin yang digunakan dalam mengerjakan satu proses. Kapasitas mesin bersifat *on-demand machine uptime*. Artinya informasi mesin ini tetap.


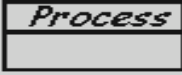

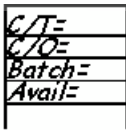
4) Jumlah Operator

Menyatakan jumlah orang yang dibutuhkan saat untuk satu proses.



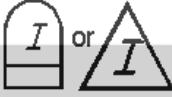
5) Waktu Kerja

Waktu kerja yang dibutuhkan untuk tiap *shift* pada suatu proses sesudah dikurangi dengan waktu istirahat (*break*), waktu rapat (*meeting*), dan waktu membersihkan area kerja (*cleanup times*). Lambang-lambang yang biasa digunakan dalam penggambaran aliran proses VSM pada tahap ini dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Lambang-lambang dalam Penggambaran Aliran Proses VSM

No	Nama	Lambang	Fungsi
1	Customer / <i>supplier</i>		Merepresentasikan <i>Supplier</i> bila diletakkan di kiri atas, yakni sebagai titik awal yang umum digunakan dalam penggambaran aliran material. Sementara gambar akan merepresentasikan <i>Customer</i> bila ditempatkan di kanan atas, biasanya sebagai titik akhir aliran material.
2	<i>Dedicated Process</i>		Menyatakan proses, operasi, mesin atau departemen yang melalui aliran material. Secara khusus, untuk menghindari pemetaan setiap langkah proses yang tidak diinginkan, maka lambang ini biasanya merepresentasikan satu departemen dengan aliran internal yang kontinu.
3	<i>Shared Process</i>		Menyatakan operasi proses, departemen atau stasiun kerja dengan <i>family-family</i> yang saling berbagi dalam <i>value stream</i> . Perkiraan jumlah operator yang dibutuhkan dalam <i>Value Stream</i> dipetakan, bukan sejumlah operator yang dibutuhkan untuk memproduksi seluruh produk.
4	<i>Data Box</i>	 Data Box	Lambang ini memiliki lambang-lambang didalamnya yang menyatakan informasi / data yang dibutuhkan untuk menganalisis dan mengamati system.

Lanjutan Tabel 2. 1 Lambang-lambang dalam Penggambaran Aliran Proses VSM

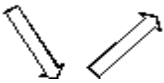
No	Nama	Lambang	Fungsi
5	<i>Operator</i>		Lambang ini merepresentasikan operator. Lambang ini menunjukkan jumlah operator yang dibutuhkan dalam proses.
6	<i>Work Cell</i>		Mengindikasikan banyak proses yang terintegrasi dalam sel-sel kerja manufaktur, seperti sel-sel yang biasa memproses <i>family</i> terbatas dari produk yang sama atau produk tunggal. Produk berpindah dari satu langkah proses ke langkah proses lain dalam berbagai <i>batch</i> yang kecil atau bagian-bagian tunggal.
7	<i>Inventory</i>		Menunjukkan keberadaan suatu <i>inventory</i> diantara dua proses. Jika terdapat lebih dari satu akumulasi <i>inventory</i> , gunakan satu lambang untuk masing-masing <i>inventory</i> .

(Sumber: Rother, M & Shook, J, 1999)



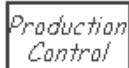



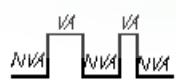
3. Pembuatan Peta Aliran Material dan Informasi Keseluruhan Pabrik

Kesatuan peta alur *value-stream* juga mencakup aliran material yang harus ada dalam peta. Selain aliran material, maka yang tak kalah pentingnya dalam peta *value-stream* adalah aliran informasi yang juga mencakup aliran yang ditunjukkan dengan ikon *push arrow*. Penggambaran *shipments* dan *lead-time bar* dari bahan mentah hingga produk jadi (*finished good*) yang telah berada di *shipping-end* untuk dikirim ke konsumen. Dengan demikian peta *Current State Map* telah lengkap. Pada tahapan ini, maka gambar yang telah dibuat pada tahap sebelumnya, disempurnakan dengan lambang-lambang yang dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Lambang yang Melengkapi Peta Keseluruhan

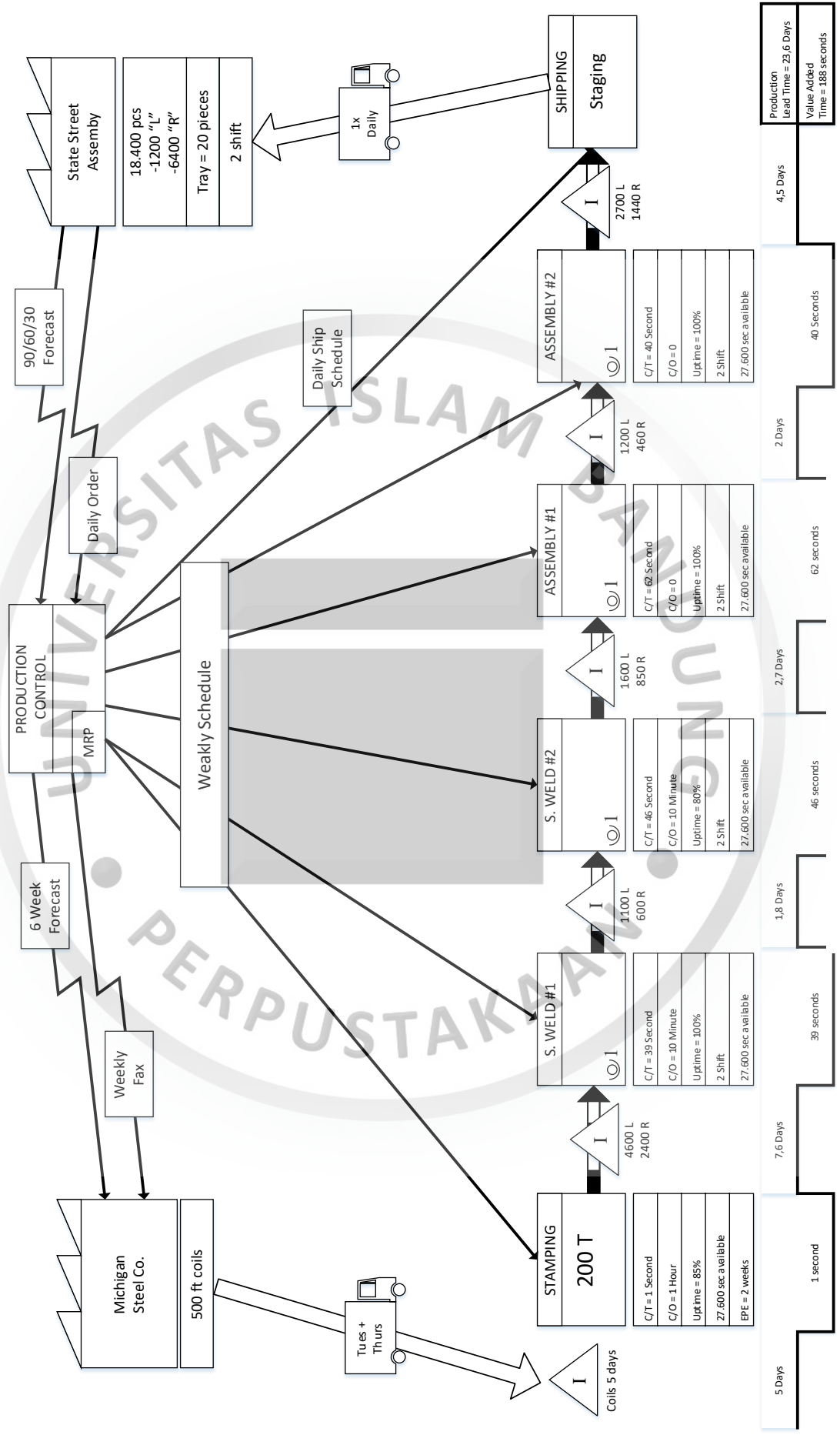
No.	Nama	Lambang	Fungsi
1	<i>Shipments</i>		Merepresentasikan pergerakan <i>raw material</i> dari <i>supplier</i> hingga menuju gudang penyimpanan akhir di pabrik. Atau pergerakan daribproduk akhir di gudang penyimpanan pabrik hingga sampai ke konsumen.

Lanjutan Tabel 2. 2 Lambang yang Melengkapi Peta Keseluruhan

No.	Nama	Lambang	Fungsi
2	<i>Push Arrows</i>		Merepresentasikan pergerakan material dari memiliki arti bahwa proses dapat memproduksi sesuatu tanpa memandang kebutuhan cepat dari proses yang bersifat <i>downstream</i> .
3	<i>External Shipments</i>		Lambang ini berarti pengiriman yang dilakukan dari <i>supplier</i> ke konsumen atau pabrik ke konsumen dengan menggunakan pengangkutan eksternal (di luar pabrik).
4	<i>Production Control</i>		Merepresentasikan penjadwalan produksi utama atau departemen pengontrolan, orang atau operasi.
5	<i>Manual Info</i>		Gambar anak panah yang lurus dan tipis menunjukkan aliran informasi umum yang bisa diperoleh melalui catatan, laporan ataupun percakapan. Jumlah dan jenis catatan lain bisa jadi relevan
6	<i>Electronic Info</i>		Merepresentasikan aliran elektronik seperti melalui: <i>Electronic Data Interchange</i> (EDI), internet, intranet, LANs (<i>Local Area Network</i>), WANS (<i>Wide Area Network</i>). Melalui anak panah ini, maka dapat diindikasikan
7	<i>Other</i>		Menyatakan informasi atau hal lain yang penting.
8	<i>Timeline</i>		Menunjukkan waktu yang memberikan nilai tambah (<i>cycle times</i>) dan waktu yang tidak memberikan nilai tambah (waktu menunggu). Gunakan lambang ini untuk menghitung <i>Lead Time</i> dan <i>Total Cycle Time</i> .

(Sumber: Rother, M & Shook, J, 1999)

Contoh *Value Stream Mapping* tahap *current state map* ditunjukkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2. 5 Contoh VSM Current State

(Sumber: Rother, M & Shook, J, 1999)

2.5.2 Future State Map

Future State Map ini diperoleh berdasarkan analisis dari *Current State Map* yang telah dibuat sebelumnya dan dengan menerapkan *tool* yang sesuai untuk digunakan. Petunjuk untuk pembuatan *Future State Map* (Rother dan Shook, 1999) adalah :

1. Penentuan *Takt Time*

Takt time menyatakan seberapa sering seharusnya perusahaan memproduksi satu *part* atau produk dalam sehari berdasarkan rata-rata harian penjualan produk agar dapat memenuhi kebutuhan konsumen. *Takt time* dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Customer demand rate per day} = \left[\frac{\text{Output}}{\text{Uptime} (1-\text{Scrap})} \right] \dots \dots \dots (\text{II-1})$$

$$\text{Takt Time (TT)} = \frac{\text{Available work time per day}}{\text{Customer demand per day}} \dots \dots \dots (\text{II-2})$$

Takt time digunakan untuk menyelaraskan langkah produksi dengan langkah penjualan sebagai suatu proses utama. *Takt time* merupakan nilai petunjuk berapa jumlah produk dalam satu proses harus diproduksi.

2. Mengembangkan Aliran yang Kontinyu (*Continuous Flow*) di tempat yang memungkinkan.

Continuous flow menunjukkan proses untuk memproduksi suatu produk dalam satu waktu, dimana setiap item dengan segera melewati satu proses ke proses berikutnya tanpa adanya stagnasi (juga tidak terdapat berbagai *waste*) diantara proses tersebut. Contoh stasiun kerja sebelum dan sesudah menerapkan *continuous flow*. Ikon pemetaan yang digunakan secara sederhana untuk menunjukkan *continuous flow* adalah *process box*. Dalam menggambarkan future state, setiap process box sebaiknya mendeskripsikan suatu area aliran. Jadi jika dalam suatu future state terdapat lebih banyak *continuous flow*, maka dua atau lebih process box yang terdapat dalam *current-state* akan dikombinasikan menjadi satu box dalam *future state map*.

3. Membangun level produksi yang konsisten

Volume kerja yang berubah besar menyebabkan munculnya *overtime* (waktu lembur) yang tidak menentu yang menyebabkan tambahan beban di mesin, orang dan supermarket. Dengan demikian perlu dibuat satu level produksi perintis yang dapat menangani aliran produksi yang bisa diprediksi, yang dapat membantu mengatasi masalah dan memungkinkan pengambilan tindakan perbaikan yang cepat.

2.6 Perhitungan *Matrix Lean*

Efisiensi siklus proses adalah suatu cara dengan melakukan pengukuran untuk melihat ke-efisienan suatu pabrik, karena dengan menggunakan metrik ini dapat dilihat bagaimana persentasi antara waktu proses terhadap waktu keseluruhan produksi yang dilakukan oleh pabrik. Suatu proses dapat dikatakan *Lean* jika nilai PCE > 30% (Gasperz, 2011).

Rumus untuk menghitung efisiensi siklus proses adalah:

$$\text{Process Cycle Efficiency} = \frac{\text{Value Added Time}}{\text{Total Lead Time}} \times 100\% \dots\dots\dots(\text{II-3})$$

Value-added time adalah waktu melakukan proses yang memberikan nilai tambah kepada produk sedangkan total *lead time* adalah waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses dari awal sampai akhir yaitu ketika barang dipesan sampai dengan barang dikirim kepada pelanggan (Gasperz, 2011). *Lead time* adalah berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk memberikan produk atau jasa kepada pelanggan sejak permintaan diterima. Memahami apa yang menyebabkan *lead time* menjadi panjang yang berarti terdapat proses yang berjalan dengan lambat, akan sangat memudahkan pada saat menganalisa keadaan perusahaan dan memikirkan solusi yang tepat untuk diterapkan (Gasperz, 2011).

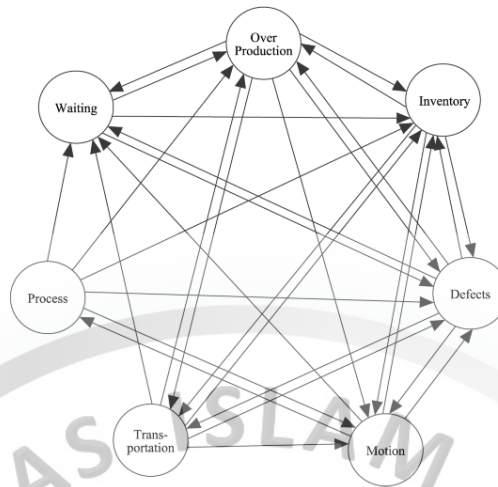
2.7 Konsep *Waste Assessment Model (WAM)*

Waste Assessment Model (WAM) merupakan suatu model yang digunakan untuk menyederhanakan pencarian dari permasalahan *waste* dan mengidentifikasi akar penyebab *waste*, dimulai dengan mengartikulasikan definisi dari setiap jenis *waste*. Kriteria dibuat untuk mengukur kekuatan hubungan langsung antar *waste*, sehingga mengarah pada penciptaan matriks *waste* dengan menggunakan metode *Waste Relationship Matrix (WRM)*. Selanjutnya, kuesioner penilaian diperkenalkan dengan menggunakan metode *Waste Assessment Questionnaire (WAQ)* untuk memberi peringkat *waste* dengan menggabungkan matriks hubungan dan hasil kuesioner penilaian (Rawabdeh, 2005).

2.7.1 *Waste Relationship*

Semua jenis *waste* saling bergantung dan memiliki pengaruh satu sama lain secara simultan. Pengaruh tersebut muncul secara langsung maupun tidak langsung. Misalnya, overproduksi adalah dianggap sebagai limbah paling serius karena menimbulkan jenis limbah lainnya (Rawabdeh, 2005). Pengaruh antar *waste* tersebut digambarkan pada Gambar

2.5. Keseluruhan hubungan mempengaruhi ini berjumlah 31 hubungan jenis *waste* i mempengaruhi jenis *waste* j (i_j).



Gambar 2. 6 Hubungan Antar *Waste*

Sumber : (Rawabdeh, 2005)

Berbagai jenis hubungan dan sifat masing-masing tipe menunjukkan bahwa semua hubungan ini tidak memiliki bobot yang sama. Kebutuhan untuk menetapkan bobot hubungan dibenarkan oleh kebutuhan untuk mengetahui jenis *waste* mana yang lebih banyak memberi pengaruh. Kriteria pengukuran kekuatan hubungan *waste* dapat diukur dari hasil kuesioner. Tabel 2.2 menunjukkan kriteria pengukuran yang berupa enam pertanyaan dan setiap jawaban memiliki bobot yang spesifik. Hasil pembobotan dihitung dalam tabulasi dengan contoh pada Tabel 2.3.

Berdasarkan hasil perhitungan pada tabel tersebut didapatkan skor keterkaitan antar *waste* yang kemudian dikonversikan kedalam simbol pada Tabel 2.4 rentang skor berdasarkan metode yang disarankan untuk mengevaluasi kekuatan hubungan limbah, ditemukan antara (1) dan (20), dan dibagi menjadi lima interval yang sama, masing-masing menunjukkan tingkat kekuatan hubungan. Hasil konversi ini selanjutnya akan digunakan dalam pembuatan *Waste Relationship Matrix* (WRM).

Tabel 2. 3 Kriteria untuk Pembobotan Kekuatan *Waste Relationship*

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

Sumber : (Rawabdeh, 2005)

Tabel 2. 4 Contoh Tabulasi Perhitungan Keterkaitan Antar *Waste*

	Pertanyaan	Bobot
1	Apakah i mengakibatkan j?	
	Selalu	4
	Kadang-kadang	2
	Jarang	1
2	Apakah tipe keterkaitan antara i dan j?	
	Jika i naik, maka j naik	2
	Jika i naik, j pada level konstan	1
	Acak, tidak tergantung kondisi	0
3	Dampak j dikarenakan oleh i:	
	Terlihat langsung dan jelas	4
	Butuh waktu agar terlihat	2
	Tidak terlihat	0
4	Mengeleminasi akibat i pada j dicapai melalui:	
	Metode teknik	2
	Sederhana dan langsung	1
	Solusi dan instruksi	0
5	Dampak j dikarenakan oleh i, berpengaruh kepada:	
	Kualitas produk	1
	Produktivitas sumber daya	1
	Lead time	1
	Kualitas dan produktivitas	2
	Produktivitas dan lead time	2
	Kualitas dan lead time	2
	Kualitas, produktivitas, dan lead time	4
6	Pada tingkatan apa dampak i pada j meningkat lead time manufaktur	
	Tingkatan tinggi	4
	Tingkatan menengah	2
	Tingkatan rendah	0

Sumber : (Rawabdeh, 2005)

Tabel 2. 5 Konversi Rentang Skor Keterkaitan Antar *Waste*

Range	Type of relationship	Symbol
17 to 20	Absolutely necessary	A
13 to 16	Especially important	E
9 to 12	Important	I
5 to 8	Ordinary closeness	O
1 to 4	Unimportant	U

Sumber : (Rawabdeh, 2005)

2.7.2 Waste Relationship Matrix (WRM)

Analisa pengukuran kriteria hubungan antar *waste* dilakukan dengan menggunakan WRM. WRM merupakan matrix yang terdiri dari baris dan kolom. Setiap baris menunjukkan pengaruh tiap *waste* terhadap ketujuh tipe *waste* lainnya. Sedangkan setiap kolom menunjukkan *waste* yang dipengaruhi oleh *waste* lainnya. Diagonal matriks menunjukkan nilai hubungan yang tertinggi seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.3, dan setiap simbol matriks memiliki *range* nilai tertentu seperti pada Tabel 2.4. Hal tersebut mengindikasikan bahwa setiap *waste* memiliki hubungan yang besar dengan dirinya sendiri (Rawbdeh, 2005)

Tabel 2. 6 Matrix WRM

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

Sumber : (Rawabdeh, 2005)

Pembobotan dari setiap baris atau kolom dihitung untuk mendapatkan skor untuk menggambarkan efek dari *waste* yang satu dengan yang lainnya. *Score* ini diubah menjadi persentase untuk memberikan matrik yang lebih sederhana, seperti yang diilustrasikan pada contoh *matrix value* WRM Tabel 2.7. Tipe hubungan dalam WRM ini kemudian dikuantifikasi kedalam skala angka. Rawabdeh menggunakan skala 10 dan ditentukan bahwa A=10, E=8, I=6, O=4, U=2, dan X=0.

Tabel 2. 7 Contoh Waste Matrix Values

From/To	O	I	D	M	T	P	W	Skore	%
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	12,0
P	6	2	6	6	0	10	6	36	14,4
W	4	10	4	0	0	0	10	28	11,2
Skor	34	46	44	34	30	16	46	<u>250</u>	<u>100</u>
%	13,6	18,4	17,6	13,6	12,0	6,4	18,4	<u>100</u>	

Based on A : 10, E : 8, I : 6, O : 4, U : 2, and X : 0

Sumber : (Rawabdeh, 2005)

2.8 Value Stream Mapping Tools (VALSAT)

Pada prinsipnya, value stream analysis tool digunakan sebagai alat bantu untuk memetakan secara detail aliran nilai (value stream) yang berfokus pada value adding process. Detail mapping ini kemudian dapat digunakan untuk menemukan penyebab *waste* yang terjadi (Hines dan Rich, 1997)

Terdapat 7 macam detail mapping tools yang paling umum digunakan, yaitu :

1) *Process Activity Mapping*

Process activity mapping merupakan sebuah *tool* yang digunakan untuk menggambarkan proses produksi secara detail dari tiap-tiap aktivitas yang dilakukan dalam proses produksi tersebut. Dari penggambaran peta ini diharapkan dapat diidentifikasi persentase aktivitas yang tergolong *value added* dan *non value added*. Dalam tool ini aktivitas dikategorikan dalam beberapa kategori seperti: *operation*, *transport*, *inspection*, *storage* dan *delay*.

2) *Supply Chain Response Matrix*

Tool ini digunakan untuk mengevaluasi persediaan dan *lead time* sehingga meningkatkan tingkat pelayanan pada jalur distribusi yang dilakukan dengan biaya yang lebih rendah.

3) *Production Variety Funnel*

Identifikasi titik dimana sebuah produk diproses menjadi beberapa produk yang spesifik. *Tool* ini dapat digunakan untuk membantu menentukan target perbaikan, pengurangan *inventory* dan membuat perubahan untuk proses dari produk.

4) *Quality Filter Mapping*

Mengidentifikasi tiga tipe defects, yaitu : *product defect* (cacat fisik produk yang lolos ke customer), *service defect* (permasalahan yang dirasakan customer berkaitan dengan cacat kualitas pelayanan), dan *internal defect* (cacat masih berada dalam internal perusahaan, sehingga berhasil diseleksi dalam tahap inspeksi).

5) *Demand Amplification Mapping*

Merupakan diagram yang menggambarkan bagaimana *demand* berubah-ubah sepanjang jalur *supply chain* dalam interval waktu tertentu.

6) *Decision Point Analysis*

Merupakan *tool* yang digunakan untuk menentukan titik dimana aktual *demand* dilakukan dengan sistem *pull* sebagai dasar untuk membuat *forecast*.

7) *Physical Structure*

Mengetahui sistem operasi suatu *supply chain* tertentu pada level industri. Pendekatan ini dilakukan untuk mengidentifikasi adanya aktifitas-aktifitas yang berlangsung dalam suatu proses produksi, yaitu: *non value adding*, *necessary but non-value adding*, dan *value adding*.

Pemakaian dari 7 tool diatas didasarkan pada pemilihan yang tepat berdasarkan kondisi perusahaan itu sendiri. Agar lebih mudah maka dapat dilakukan berdasarkan sistem boot. Matrix dari tujuh VALSAT dapat dilihat pada tabel 2.5.

Tabel 2. 8 Matrix Seleksi Untuk Tujuh VALSAT

WASTE	MAPPING TOOL						
	Process Activity Mapping	Supply Chain Responses Matrix	Production Variety Funnel	Quaity Filter Mapping	Demand Amplification Mapping	Deciission Point Analysis	Physical Structure
Overproduction	L	M		L	M	M	
Waiting	H	H	L		M	M	
Transportation	H						L
Excess Processing	H		M	L		L	
Unnecessary Inventory	M	H	M		H	M	L
Unnecessary Motion	H	L					
Defect	L			H			

Sumber : Hines and Taylor, 2000

Catatan :

H : High Corelation Use Fillness dengan Faktor Pengalinya = 9

M : Medium Corelation Use Fillness dengan Faktor Pengalinya = 3

L : Low Corelation Use Fillness dengan Faktor Pengalinya = 1

Perhitungan bobot dilakukan dengan mengkalikan bobot jenis *waste* dengan korelasi tingkat penyelesaian suatu alat dalam matriks VALSAT terhadap beberapa *waste*. Nilai korelasi ditunjukkan dengan tiga skala, yaitu H (high correlation and usefulness) faktor pengalinya 9, M (medium correlation usefulness) faktor pengalinya 3, L (low correlation usefulness) faktor pengalinya 1. Dalam pemilihan lebih dari tool akan lebih berguna dalam mereduksi *waste* yang ada di perusahaan (Hines and Taylor, 2000).

2.9 Diagram Sebab Akibat (*Fish Bone / Ishikawa*)

Diagram sebab akibat yang dikenal pula dengan diagram *Fishbone* diperkenalkan pertama kali oleh Prof. Kouru Ishikawa (Tokyo University) pada tahun 1943 untuk menjelaskan pada sekelompok insinyur di Kawasaki *Steel Works* tentang bagaimana

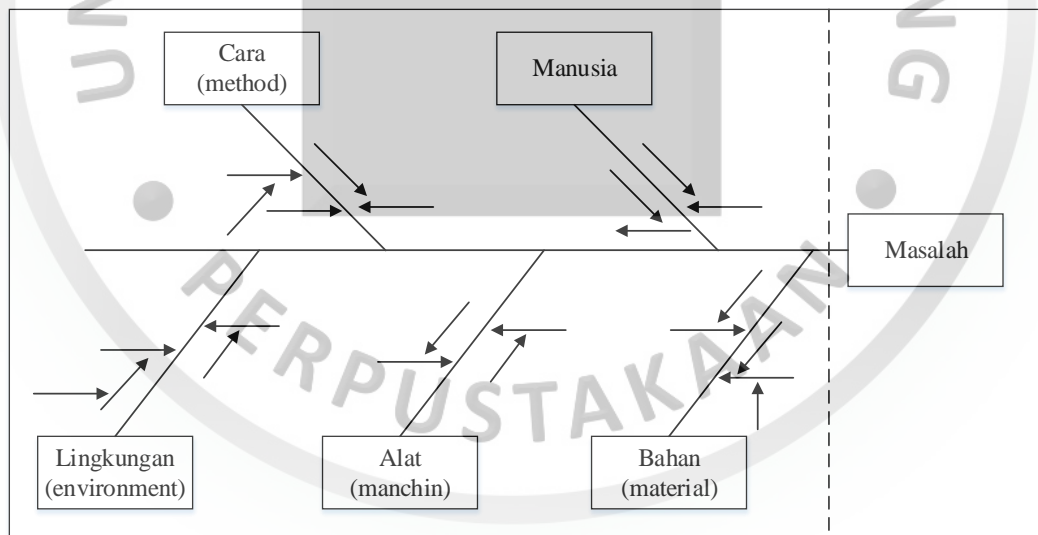
berbagai faktor-faktor pekerjaan dapat diatur dan dihubungkan. Kadang-kadang diagram ini disebut pula dengan diagram Ishikawa untuk menghormati nama dari penemunya (Wignjosoebroto, 2006).

Pembuatan diagram ini bertujuan untuk mencari faktor-faktor yang mungkin menjadi penyebab dari suatu masalah atau penyimpangan. Dengan diketahui hubungan antara sebab dan akibat dari suatu masalah, maka tindakan pemecahan masalah akan mudah ditentukan (Kuswardi dan Mutiara, E, 2004).

Pencarian faktor-faktor penyebab terjadinya penyimpangan kualitas hasil kerja, maka orang akan selalu mendapatkan bahwa ada 5 (lima) faktor penyebab utama yang signifikan yang perlu diperhatikan, yaitu (Wignjosoebroto, 2006).

1. Manusia (*man*)
2. Metode kerja (*work method*)
3. Mesin atau peralatan kerja lainnya (*machine or equipment*)
4. Bahan-bahan baku (*raw*)
5. Lingkungan kerja (*work environment*)

Berikut ini adalah contoh dari diagram *Fishbone* yang digambarkan pada Gambar 2.6 mengenai diagram sebab akibat (*Fishbone*).



Gambar 2. 7 Diagram Sebab Akibat

Sumber: Kuswardi dan Mutiara, 2004

Diagram sebab akibat ini sangat bermanfaat untuk mencari faktor-faktor penyebab sedetail-detailnya (*uncountable*) dan mencari hubungannya dengan penyimpangan kualitas kerja yang ditimbulkannya. Untuk ini langkah-langkah dasar yang harus dilakukan di dalam membuat diagram sebab akibat dapat diuraikan sebagai berikut (Wignjosoebroto, 2006):

1. Tetapkan karakteristik kualitas yang akan dianalisis. *Quality characteristics* adalah kondisi yang ingin diperbaiki dan dikendalikan. Usahakan adanya tolak ukur yang jelas dari permasalahan tersebut sehingga perbandingan sebelum dan sesudah perbaikan dapat dilakukan. Gambarkan panah dengan kotak di ujung kanannya dan tuliskan masalah atau sesuatu yang akan diperbaiki atau diamati di dalam kotak tersebut.
2. Tulis faktor-faktor penyebab utama (*main causes*) yang diperkirakan merupakan sumber terjadinya penyimpangan atau yang mempunyai akibat pada permasalahan yang ada tersebut. Faktor-faktor penyebab ini biasanya akan berkisar pada faktor 4M + 1E. Gambarkan anak panah (*cabang-cabang*) yang menunjukkan faktor-faktor penyebab ini mengarah pada panah utama.
3. Cari lebih lanjut faktor-faktor yang lebih terperinci yang secara nyata berpengaruh atau mempunyai akibat pada faktor-faktor penyebab utama tersebut. Tuliskan detail faktor tersebut di kiri kanan gambar panah cabang faktor-faktor utama dan buatlah anak panah (*ranting*) menuju ke arah panah cabang tersebut.
4. Check! Apakah semua items yang berkaitan dengan karakteristik kualitas *output* benar-benar kita cantumkan dalam diagram?
5. Carilah faktor-faktor penyebab yang paling dominan! Dari diagram yang sudah lengkap, dibuat pada langkah 3 dicari faktor-faktor penyebab yang dominan secara berurutan dengan menggunakan diagram pareto. Apabila kesulitan di dalam menetapkan urutan ini, maka pilihlah faktor-faktor penyebab dominan tadi dengan jalan *voting* atau pemilihan suara terbanyak, selanjutnya tuliskan urutan tersebut dalam diagram yang ada.