

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai landasan teori yang mendukung pembahasan dan berguna dalam menganalisis dan mengolah data. Tinjauan pustaka bersumber dari buku, jurnal ilmiah, internet, penelitian, dan sumber-sumber yang lainnya.

2.1 Penelitian Terdahulu

Sebelumnya terdapat beberapa penelitian yang serupa yaitu sebagian besar membahas masalah eliminasi *waste* dengan konsep pendekatan *Lean Manufacturing* menggunakan *tool* VSM. Penelitian-penelitian tersebut dapat dijadikan referensi dalam penelitian ini, yaitu antara lain:

1. Putri (2012) melakukan penelitian pada proses produksi susu Nandhi Murni, menggunakan *big picture mapping* untuk menggambarkan *whole stream* yang ada di perusahaan, kemudian sebagai tahapan awal untuk mengidentifikasi *waste* yang terjadi dilakukan *waste workshop* dengan melakukan penyebaran kuisioner. Setelah bobot rata-rata tiap pemborosan teridentifikasi, dilakukan pemilihan *tool* yang dianggap paling mendukung untuk mengidentifikasi lebih lanjut letak pemborosan yang terjadi pada *value stream* sistem produksi dengan menggunakan VALSAT. *Tools* yang terpilih adalah *process activity mapping*, *supply chain response matrix*, dan *demand amplification mapping*. Hasil identifikasi *waste* tertinggi pada proses produksi susu nandhi murni 1000 ml yaitu *waiting* dan *unnecessary motion*. Usulan atau rekomendasi perbaikan dilakukan dengan antara lain pembuatan SOP, metode *forecasting*, memperbaiki *layout* produksi, serta menetapkan standar kualitas pada saat proses pengaturan rasa.
2. Yulianto, Joko & Octavia (2013) melakukan penelitian di PT. X untuk Departemen A. Pada awal penelitian dilakukan pemahaman kondisi perusahaan digambarkan dalam *Big Picture Mapping*. Pemborosan diidentifikasi dengan *seven waste*, kemudian dilakukan analisa letak *waste* yang didapat dari penggambaran VSM dan dicari akar penyebab masalahnya. Berdasarkan pengolahan data didapatkan 4 *waste* tertinggi yaitu *waiting*, *defect*, *unnecessary motion*, dan *overprocessing*. Usulan perbaikan yang diberikan antara lain memasang sensor BI pada mesin *maker* (untuk mengurangi *waste motion*), melakukan *cleaning* secara regular pada *nozzle* dan

selang *spray wrapper* (untuk mengurangi *waste overprocessing*), serta memasang *roller* tambahan pada *conveyor belt* bagian bawah (untuk mengurangi *waste defect*).

3. Muharrom (2013), dalam penelitiannya pada proses produksi HC (*Hard Cover*) Folio, sebagai langkah awal penelitian digunakan metode *Value Stream Mapping* untuk menggambarkan kondisi perusahaan. Lalu selanjutnya melakukan analisa dan mencari akar-akar penyebab terjadinya *waste*. Langkah terakhir adalah melakukan upaya perbaikan terhadap *waste* yang muncul berdasarkan prioritas hasil analisis yaitu *waste* yang dominan terjadi yaitu *waste* yang akan dilakukan perbaikan yaitu *transportation*, *waiting*, dan *defect*. Untuk menyelesaikan masalah tersebut maka dilakukan usulan perbaikan dengan membuat desain pemindahan bahan setengah jadi dengan menggunakan rel dan kereta.

Secara ringkas penjelasan mengenai beberapa penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel 2.1.



Tabel 2.1 Penjelasan Ringkas Penelitian Terdahulu

Nama Peneliti	Karakteristik Penelitian			
	Judul Penelitian	Metode yang Digunakan	Obyek Penelitian	Rekomendasi Perbaikan
Aprilia R. Putri	Pendekatan <i>Lean Manufacturing</i> Menggunakan <i>Value Stream Mapping</i> pada Proses Produksi Susu Nandhi Murni	VSM, <i>waste workshop</i> , VALSAT	KUD Batu	SOP, <i>forecasting</i> , pengendalian kualitas
Joko Yulianto&Tanti Octavia	<i>Value Stream Mapping</i> sebagai Alat Identifikasi Waste pada PT. X untuk Departemen A	VSM, <i>fishbone diagram</i>	PT. X	Perbaikan desain <i>conveyor</i> , memasang sensor BI, dan pembersihan secara reguler
Muharrom	Pengembangan Metode <i>Lean Manufacture</i> untuk Investigasi Proses Produksi HC (<i>Hard Cover</i>) Folio dengan Menggunakan <i>Value Stream Mapping</i>	VSM, <i>waste workshop</i> , analisis tata letak proses	Perusahaan Kertas	Pembuatan desain pemindahan bahan setengah jadi menggunakan rel dan kereta
Penelitian ini	Pendekatan <i>Lean Manufacturing</i> untuk Mereduksi Waste Menggunakan <i>Value Stream Mapping</i>	VSM, <i>fishbone diagram</i> , SLP, <i>exponential smoothing</i>	PT. X (Pabrik Baju Koko Bordir)	Usulan <i>relayout</i> , <i>maintenance</i> yang lebih sistematis, <i>forecast</i> , penambahan fasilitas kerja

2.2 Tiga Jenis Aktivitas

Dalam setiap kegiatan proses kita mengenal tiga macam jenis aktivitas yaitu aktivitas bernilai tambah (*value added*), aktivitas tidak bernilai tambah (*non value added*), dan aktivitas tidak bernilai tambah namun dibutuhkan (*value enabler*) (Hines & Taylor, 2000).

1. *Value added activity* adalah aktivitas yang bernilai dan menghasilkan produk atau *output* yang sempurna (sesuai target dan tanpa cacat) serta secara langsung berkontribusi untuk memenuhi kepuasan pelanggan. Pelanggan hanya bersedia membayar jika mereka mendapatkan nilai tambah (*value*). Jika pelanggan merasa telah membuang uang untuk sesuatu yang tidak bernilai tambah (*non-valueable*), mereka akan beralih kepada orang lain yang menawarkan lebih banyak *value* (Hines & Taylor, 2000).

2. *Non value added activity* adalah aktivitas yang tidak bernilai tambah bagi produk dan juga tidak dibutuhkan oleh organisasi serta tidak berkontribusi dalam memenuhi kepuasan pelanggan (Hines & Taylor, 2000). Aktivitas tanpa nilai tambah atau dapat juga disebut *waste*, merupakan aktivitas yang tidak diperlukan dan tidak memberikan keuntungan yang terjadi pada proses, baik proses produksi, proses pelayanan, dan sebagainya. Ada tujuh macam *waste* atau aktifitas tanpa nilai tambah yang sering terjadi. Diantaranya adalah transportasi, waktu tunggu (*idle/waiting time*), produksi berlebih, inventori berlebih, proses berlebihan, gerakan yang tak perlu, serta *defect* (cacat). Segala aktifitas *waste* ini harus dihilangkan sehingga akan memberikan *value* yang akan menguntungkan bagi perusahaan dan pelanggan. Shigeo Shingo (1989) (dalam Vanany, 2005) berhasil merumuskan tujuh jenis *waste* yang mungkin ada di perusahaan, yaitu:
- Excessive transportation*: memindahkan suatu barang dari satu tempat ke tempat lain. Proses memindahkan barang ini pasti membutuhkan energi (biaya dan waktu) bagi organisasi. Contohnya adalah pengangkutan barang yang berlebihan di dalam satu *truck*, atau pengangkutan yang tidak efisien.
 - Unnecessary Inventory*: *inventory* sama dengan uang mati, selama barang tersebut belum diproses, tidak akan mengalir kas dari sana. Contohnya adalah persediaan *part* atau material yang berlebihan.
 - Unnecessary Motion* (gerakan): adalah gerakan-gerakan yang tidak berguna. Contohnya adalah pergerakan operator yang tidak perlu, sehingga banyak waktu terbuang untuk itu.
 - Waiting* (menunggu): menunggu adalah kegiatan yang tidak bernilai tambah. Contohnya adalah pada proses pengiriman bahan baku dari *supplier* yang membutuhkan *lead time* cukup besar, hal ini merugikan bagi perusahaan karena menunggu bahan baku yang akan diproduksi dengan waktu yang cukup lama.
 - Overproduction*: produksi yang berlebihan dapat dikategorikan sebagai pemborosan. Contohnya adalah memproduksi barang secara terus-menerus, sehingga mengakibatkan barang yang menumpuk di gudang dan mungkin barang tersebut akan usang, atau akan menjadi *inventory* yang berlebihan.
 - Inappropriate processing*: proses yang berlebihan atau yang tidak tepat yang sebenarnya tidak diperlukan dan tidak terdapat tujuan serta manfaat di dalamnya.

- g. *Defect* (cacat): adalah barang yang tidak memenuhi spesifikasi dan pastinya tidak bisa dipasarkan atau tidak bisa diterima oleh konsumen.
3. Sedangkan *necessary but non value added activity* adalah aktivitas yang termasuk dalam *non value added* yang dibutuhkan dalam sistem operasi atau peralatan, biasanya susah untuk dihilangkan dalam jangka waktu yang singkat akan tetapi mungkin untuk dieliminasi dalam jangka waktu sedang dengan merubah proses dan peralatan. Beberapa kegiatan yang termasuk dalam jenis aktivitas ini adalah transportasi (*material handling*) dan inspeksi (Hines & Taylor, 2000).

2.3 *Lean Manufacturing*

Lean didefinisikan sebagai suatu pendekatan sistemik dan sistematis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) atau aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non value-added activities*) melalui peningkatan terus-menerus (*continuous improvement*) dengan cara mengalirkan produk dan informasi menggunakan sistem tarik (*pull system*) dari pelanggan internal dan eksternal untuk mengejar keunggulan dan kesempurnaan (Gaspersz, 2006). Tujuan dari *lean* adalah untuk mengeliminasi *waste* semua proses dan memaksimalkan efisiensi proses. *Lean* berfokus pada peningkatan terus-menerus *customer value* melalui identifikasi dan eliminasi aktivitas-aktivitas tidak bernilai tambah yang merupakan pemborosan (*waste*). Dimana *waste* adalah segala aktivitas kerja yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses transformasi *input* menjadi *output* sepanjang *value stream*.

Pada dasarnya konsep *lean* adalah konsep perampingan atau efisiensi. Konsep ini dapat diterapkan pada perusahaan manufaktur maupun jasa. Konsep *lean thinking* diprakarsai oleh sistem produksi Toyota di Jepang. *Lean* dirintis oleh Taicho Ohno dan Sensei Shigeo Shingo dimana implementasi dari konsep ini didasarkan pada 5 prinsip utama (Hines & Taylor, 2000) yaitu :

1. *Specify value*
Menentukan apa yang dapat memberikan nilai dari suatu produk atau layanan dilihat dari sudut pandang konsumen bukan dari sudut pandang perusahaan.
2. *Identify whole value stream*
Mengidentifikasi tahapan-tahapan yang diperlukan, mulai dari proses desain, pemesanan, dan pembuatan produk berdasarkan keseluruhan *value stream* untuk menemukan pemborosan yang tidak memiliki nilai tambah (*non value added/waste*)

3. *Flow*

Melakukan aktivitas yang dapat menciptakan suatu nilai tanpa adanya gangguan, proses *rework*, aliran balik, aktivitas menunggu (*waiting*) ataupun sisa produksi.

4. *Pulled*

Mengetahui aktivitas-aktivitas penting yang digunakan untuk membuat apa yang diinginkan oleh konsumen.

5. *Perfection*

Berusaha mencapai kesempurnaan dengan menghilangkan *waste* (pemborosan) secara bertahap dan berkelanjutan.

Dasar pemikiran dari *lean thinking* adalah berusaha meniadakan *waste* (pemborosan) baik dalam tubuh perusahaan atau antar perusahaan. Dasar pemikiran ini merupakan hal mendasar untuk mewujudkan sebuah *value stream* yang ramping atau *lean*. Untuk dapat mengaplikasikan konsep *lean* dalam perusahaan diperlukan pemahaman akan kebutuhan konsumen dan apa yang dipentingkan oleh konsumen. Dari penggambaran *value stream* dari perusahaan akan diketahui aktivitas-aktivitas yang tidak berguna bisa dieliminasi, sehingga nantinya konsumen tidak perlu membayar suatu aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses produksi.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses *lean thinking* adalah sebagai berikut (Hines dan Taylor, 2000) :

1. *Understanding waste*

Pada langkah ini, pemborosan harus diketahui. Prinsip yang digunakan adalah pemilahan aktivitas-aktivitas menjadi tiga jenis, yaitu *value added*, *non value added*, serta *necessary but non-value added*.

2. *Setting the direction*

Pada tahap ini, ditentukan arah dan tujuan dari perbaikan. Arah berupa alat ukur keberhasilan, target keberhasilan untuk setiap alat ukur, pendefinisian proses-proses inti, serta proses yang membutuhkan pemetaan secara detail.

3. *Understanding the big picture*

Pada tahap ini keinginan konsumen, aliran fisik serta aliran informasi dari proses pemenuhan konsumen harus diketahui.

4. *Detailed mapping*

Pada tahap ini dilakukan pemetaan secara detail.

5. *Getting suppliers and customers involved*

Implementasi *lean thinking* harus melibatkan supplier dan pelanggan dalam inisiatif perbaikan.

6. *Checking the plan fits the direction and ensuring buy-in.*

Pada tahap ini, dilakukan pengecekan kesesuaian antara arah yang dituju dengan rencana awal.

Di dalam konsep *Lean Manufacturing* sendiri, terdapat beberapa metode yang dikembangkan dalam mengimplementasikan pendekatan konsep ini, antara lain:

1. Kaizen

Kaizen berarti perbaikan terus-menerus yang melibatkan setiap orang dalam organisasi dari manajemen puncak, manajer, pengawas, hingga para pekerja. Di Jepang, konsep Kaizen begitu melekat dalam benak setiap anggota organisasi bahwa Kaizen merupakan strategi yang berorientasi untuk perbaikan kepada pelanggan (Imai, 1986 (dalam Thessaloniki, 2006)).

The Kaizen Institute mendefinisikan Kaizen sebagai istilah Jepang untuk perbaikan terus-menerus yaitu berupa metode ilmiah yang menggunakan pengendalian kualitas statistik dan kerangka adaptif nilai-nilai organisasi dan keyakinan yang membuat pekerja dan manajemen berfokus pada *zero defect*. Kaizen sendiri dianggap sebagai filosofi yaitu tidak pernah merasa puas dengan apa yang dicapai sebelumnya (Barnes, 1996 (dalam Thessaloniki, 2006)).

2. 5S

5S merupakan konsep yang bertujuan untuk mengurangi pemborosan dan mengoptimalkan produktivitas dengan mengatur tempat kerja secara baik. 5S terdiri dari (United States Government-Green Supply Network, 2006):

- a. *Seiri* berarti menyortir yaitu memindahkan setiap barang yang tidak kurang bermanfaat dari tempat kerja.
- b. *Seiton* berarti menyusun yaitu mengimplikasikan bahwa segala sesuatu seharusnya mempunyai tempat yang spesifik dan selalu berada di tempatnya ketika tidak digunakan.
- c. *Seiso* berarti membersihkan tempat kerja dan peralatannya.
- d. *Seiketsu* berarti standarisasi yaitu proses membuat para pekerja terbiasa dengan melakukan 3S sebelumnya (*seiri*, *seiton*, dan *seiso*).

- e. *Shitsuke* berarti berkelanjutan yaitu menjaga 5S tetap berjalan teratur sepanjang waktu.

Filosofi 5S tersebut mendorong para pekerja untuk mengatur tempat kerja mereka dalam kondisi baik dan akhirnya dapat mengurangi pemborosan (*waste*). Implementasi dari 5S juga dapat mengurangi kebutuhan tempat untuk operasional secara signifikan.

3. *Total Productive Maintenance (TPM)*

TPM adalah konsep yang melibatkan seluruh pekerja yang bertujuan mencapai efektivitas pada seluruh sistem produksi melalui partisipasi dan kegiatan pemeliharaan yang produktif, proaktif dan terencana (Suzaki, 2001). TPM membawa pemeliharaan menjadi fokus sebagai bagian dari bisnis penting yang diperlukan dan dibutuhkan (Masruri, 1996).

Waktu berhenti (*down time*) untuk pemeliharaan dijadwalkan sebagai bagian dari hari produksi, pada beberapa kasus, sebagai bagian integral dari proses produksi. Tujuannya adalah untuk terus meminimalkan pekerjaan *emergency*/darurat dan pemeliharaan yang tidak terjadwal. Menurut Masruri (1996) komponen TPM terdiri dari tiga bagian yaitu:

- a. *Total Approach*, meliputi keterlibatan, pertanggungjawaban, dan penjagaan semua fasilitas yang dilakukan oleh semua orang dalam pelaksanaan TPM.
- b. *Productive Action*, meliputi sikap proaktif pada kondisi dan operasi dari fasilitas. Adapun proaktif dalam hal ini berarti mempunyai kepekaan terhadap fasilitas-fasilitas yang ada, serta sikap yang tidak dikendalikan oleh lingkungan tetapi mengendalikan lingkungan.
- c. *Maintenance*, meliputi peningkatan efektivitas dari fasilitas dan kesatuan operasi produksi.

4. *Value Stream Mapping*

Menurut Hines & Taylor (2000), *Value Stream Mapping* adalah proses memetakan sebuah aliran nilai secara visual untuk menganalisa situasi saat ini pada keseluruhan proses pada suatu industri sehingga aktivitas perbaikan (kemajuan) dapat dirancang secara efektif. *Value Stream Mapping* sendiri ditemukan pada tahun 1998 oleh John Shook dan Mike Rother dalam mendokumentasikan aliran material dan informasi dari suatu sistem manufaktur (Fanani, 2011).

5. Six Sigma

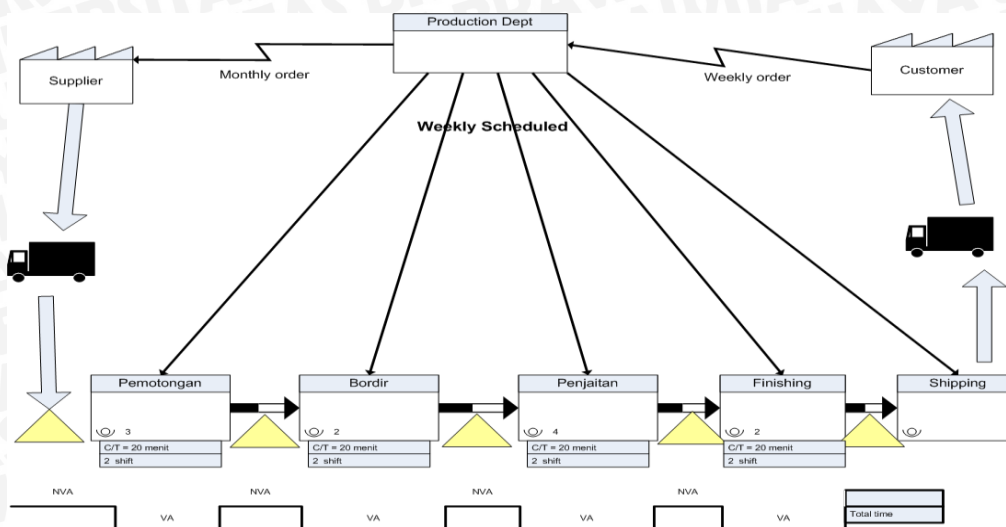
Six sigma adalah suatu besaran (*metric*) yang dapat kita terjemahkan sebagai suatu proses pengukuran dengan menggunakan *tools-tools statistic* dan teknik untuk mengurangi cacat hingga tidak lebih dari 3,4 DPMO (*Defect per Million Opportunities*) atau 99,99966 persen difokuskan untuk mencapai kepuasan pelanggan. *Six sigma* adalah suatu metodologi yang menyediakan alat-alat untuk peningkatan proses bisnis dengan tujuan untuk menurunkan variasi proses dan meningkatkan kualitas produk (Gaspersz, 2006). *Six sigma* sendiri mempunyai konsep dasar yang terdiri dari lima tahap, yaitu *Define, Measure, Analyze, Improve*, dan *Control*. *Six sigma* melakukan perbaikan terhadap masalah yang terjadi dengan fokus pada faktor penyebab masalah atau dengan kata lain *six sigma* secara efektif menyelesaikan permasalahan inti dalam kualitas produksi (Muis, 2011).

6. Cellular Manufacturing

Cellular Manufacturing adalah pendekatan yang efisien dalam mengimplementasikan prinsip dari *Group Technology Manufacturing* (GT) dimana *family part* yang serupa proses produksinya akan dikelompokkan menjadi satu sel proses bersama dengan seluruh mesin yang dibutuhkan dalam proses tersebut. Penerapan konsep *cellular manufacturing* mempunyai keuntungan tersendiri seperti mengurangi WIP diantara proses permesinan, lebih fleksibel, dan waktu tunggu yang rendah bagi *customer*. Dengan menggunakan konsep *cellular manufacturing*, *customer* yang memesan barang dengan jumlah lebih rendah dari ukuran *batch* perusahaan, tidak harus menunggu sesuai ukuran *batch* dan barang dapat dikirim segera setelah proses selesai. (Shiyas&Pillai, 2012).

2.4 Value Stream Mapping

Menurut Hines & Taylor (2000), *Value Stream Mapping* (VSM) adalah proses memetakan sebuah aliran nilai secara visual untuk menganalisa situasi saat ini pada keseluruhan proses pada suatu industri sehingga aktivitas perbaikan (kemajuan) dapat dirancang secara efektif. *Value Stream Mapping* sendiri ditemukan pada tahun 1998 oleh John Shook dan Mike Rother dalam mendokumentasikan aliran material dan informasi dari suatu sistem manufaktur (Fanani, 2011). Contoh gambar pembuatan *Value Stream Mapping* dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut ini.



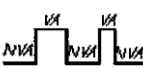
Gambar 2.1 Value stream mapping
Sumber: Jones&Womack (2002:16)

Tujuan atau penggunaan dari pemetaan ini adalah untuk mendapatkan suatu gambaran utuh berkaitan dengan waktu proses, sehingga dapat diketahui *value added* dan *non value added activity*. *Value Stream Mapping* mampu memberikan gambaran nyata yang digunakan untuk mengidentifikasi aktivitas tambahan yang tidak bernilai di dalam perusahaan. Dalam menggambarkan VSM sendiri, diperlukan beberapa simbol-simbol tertentu yang masing-masing memiliki makna sendiri. Simbol-simbol dan penggunaannya dalam VSM dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut ini.

Tabel 2.2 Simbol dalam VSM

No	Nama simbol	Gambar	Keterangan
1	Customer/supplier		Simbol tersebut menunjukkan titik awal dari aliran material bila terletak di sebelah kiri. Sedangkan jika terletak di sebelah kanan menunjukkan pengguna/akhir dari aliran material
2	Procees		Simbol tersebut menunjukkan sebuah proses, operasi, mesin atau departemen yang berada di sepanjang aliran material
3	Data Box		Simbol tersebut terletak dibawah simbol lainnya yang memuat informasi <i>cycle time</i> , <i>changeover time</i> , jumlah <i>batch</i> , dan kapasitas yang tersedia
4	Inventory		Simbol tersebut menunjukkan adanya <i>inventory</i> di antara 2 proses
5	Shipment		Simbol tersebut merepresentasikan perpindahan bahan baku dari <i>supplier</i> ke pabrik atau simbol sebagai perpindahan barang jadi dari pabrik ke <i>customer</i>

Tabel 2.2 Simbol dalam VSM (Lanjutan)

No	Nama simbol	Gambar	Keterangan
6	<i>Push arrow</i>		Simbol ini merepresentasikan aliran material dari satu proses ke proses lainnya.
7	<i>External shipment</i>		Simbol yang menunjukkan pengiriman dari <i>supplier</i> atau ke <i>customer</i> menggunakan transportasi dari luar
8	<i>Production control</i>		Simbol yang menunjukkan pusat/departemen pengendalian kualitas
9	<i>Manual info</i>		Menunjukkan aliran informasi umum secara manual
10	<i>Electronic info</i>		Menunjukkan aliran data secara elektronik misalnya melalui internet, LAN, WAN.
11	<i>Kaizen burst</i>		Menunjukkan <i>improvement</i> apa yang telah dilakukan pada proses tertentu yang digambarkan dalam <i>future state mapping</i>
12	<i>Operator</i>		Simbol yang menunjukkan jumlah kebutuhan operator
13	<i>Timeline</i>		Simbol ini menunjukkan berapa jumlah VA <i>time</i> dan NVA <i>time</i>

Sumber: Jones&Womack (2002:30)

Dalam mengaplikasikan *Value Stream Mapping*, maka diperlukan data-data antara lain data inputan jenis dan banyaknya produk, waktu tunggu, waktu proses, ukuran *batch*, *value-added time*, dan barang sisa. *Value Stream Mapping* sendiri mempunyai kelebihan dan kekurangan. Kelebihannya, VSM dapat menghubungkan langkah-langkah dalam proses manufaktur kepada komponen lainnya, seperti komponen *supply chain* (distribusi, *supplier*, dan pengendalian produksi), mengintegrasikan dan menganalisa material serta aliran informasi dalam proses manufaktur, dan menghubungkan fungsi *Production Control and Scheduling* (PCS) kepada pekerja lapangan.

Selain itu, ada beberapa kekurangan dalam menerapkan *Value Stream Mapping* yaitu gagal dalam memetakan berbagai produk yang tidak mempunyai rute serupa, gagal untuk menghubungkan tata letak pabrik dan *material handling* untuk proses dan parameter peralatan, ketidakmampuan dalam menata ruang fasilitas di dalam pabrik, dan biasanya hanya untuk produk yang tinggi volume produksinya namun varietas

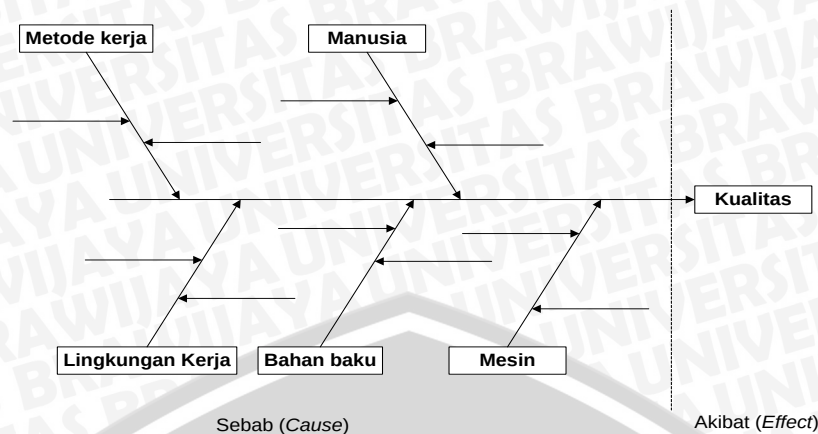
rendah (Vanany, 2005). Dalam menerapkan *Value Stream Mapping* ada beberapa langkah yang perlu diperhatikan, yaitu:

1. Identifikasi aliran nilai dari proses yang diteliti, untuk dikembangkan dan diatur batasan-batasannya.
2. Identifikasi pelayanan terhadap konsumen dengan menggunakan aliran nilai yang disebut sebagai *customer value*.
3. Lakukan pemetaan terhadap aliran tersebut, petakan setiap proses dan pesannya, berikan waktu untuk setiap operasi (*processing time*), dan tentukan waktu tunggu untuk setiap operasi (*waiting time*).
4. Amati hasil pemetaan aliran nilai tersebut dan analisa waktu menganggur.
5. Melakukan analisa lebih dalam terhadap peta aliran nilai tersebut dengan mencari solusi yaitu mereduksi pemborosan (*waste*) dan menentukan berapa lama produk tersebut dapat dihasilkan dengan waktu yang minimum.
6. Mengimplementasikan hasil yang baru sehingga diharapkan mampu mengurangi *non value added activity* dalam suatu perusahaan.

2.5 *Fishbone Diagram*

Dalam langkah menganalisis masalah perlu dilakukan analisis hubungan sebab-akibat berbagai faktor yang dipelajari untuk mengetahui faktor-faktor dominan yang perlu dikendalikan. Pada langkah analisis masalah ini metode atau *tools* yang digunakan adalah *fishbone* diagram. Diagram sebab akibat juga disebut *fishbone* diagram karena diagram ini berbentuk seperti tulang ikan. Diagram ini terdiri dari sebuah panah horizontal yang panjang dengan deskripsi masalah. Penyebab-penyebab masalah digambarkan dengan garis radial dari garis panah yang menunjukan masalah. Kegunaan dari diagram sebab akibat adalah (Wignjosoebroto, 2006):

1. Menganalisis sebab dan akibat suatu masalah.
2. Menentukan penyebab permasalahan.
3. Menyediakan tampilan yang jelas untuk mengetahui sumber-sumber variasi.



Gambar 2.2 Diagram Sebab-Akibat
Sumber: Wignjosoebroto (2006: 269)

2.6 Metode Pengukuran Kerja Langsung

Pengukuran kerja (*time study*) adalah suatu aktivitas untuk menentukan waktu yang dibutuhkan oleh seorang operator (yang memiliki ketrampilan rata-rata dan terlatih baik) dalam melaksanakan sebuah kegiatan kerja dalam kondisi dan tempo kerja yang normal (Wignjosoebroto, 2003).

Untuk mengetahui apakah suatu sistem kerja yang diterapkan sudah baik, maka diperlukan prinsip-prinsip pengukuran kerja. Salah satu pengukuran kerja adalah pengukuran waktu kerja (*time study*). Pengukuran waktu kerja bertujuan untuk mendapatkan waktu standar penyelesaian pekerjaan secara wajar, tidak terlalu cepat dan juga tidak terlalu lambat, oleh pekerja normal untuk menyelesaikan pekerjaannya dalam suatu sistem kerja yang telah berjalan dengan baik. Teknik-teknik pengukuran waktu kerja dapat dibagi menjadi dua bagian:

1. Pengukuran waktu secara langsung, dilakukan secara langsung ditempat kerja. Cara ini terbagi lagi menjadi 2 metode, yaitu:
 - a. Metode jam henti (*stop-watch method*)
 - b. Metode *sampling* pekerjaan (*work sampling method*).
2. Pengukuran waktu secara tidak langsung, dilakukan tanpa harus berada ditempat kerja, tetapi cukup dengan membaca data dari tabel-tabel atau literatur yang tersedia.

Dalam penelitian ini, pembahasan akan dilakukan dengan teknik pengukuran waktu secara langsung dengan menggunakan metode jam henti (*stop-watch time study*).

2.6.1 Metode Jam Henti (*Stop-watch Time Study*)

Pengukuran waktu dengan metode jam henti (*stop-watch time study*) menggunakan *stop watch* sebagai alat pengukur waktu yang ditunjukkan dalam penyelesaian suatu

aktivitas yang diamati (*actual time*). Waktu yang berhenti diukur dan dicatat kemudian dimodifikasikan dengan mempertimbangkan tempo kerja operator dan menambahkannya dengan kelonggaran waktu (*allowances time*) (Wignjosoebroto, 2003). Pekerjaan yang hendak diukur waktunya dibagi-bagi menjadi elemen-elemen kerja dengan batas yang jelas. *Output* dari pengukuran kerja dengan metode *stopwath time study* adalah berupa waktu standar dari masing-masing elemen kerja.

Tahapan dari perhitungan menggunakan metode *stopwatch time study* adalah sebagai berikut:

1. Uji Keseragaman Data

Menurut Wignjosoebroto (2003) uji keseragaman data perlu dilakukan terlebih dahulu sebelum data yang ada digunakan untuk menentukan banyaknya pengukuran yang seharusnya dilakukan. Uji keseragaman data dapat dilakukan secara visual maupun dengan mengaplikasikan peta kontrol. Peta kontrol adalah suatu alat yang tepat untuk menguji keseragaman data hasil pengukuran kerja (Wignjosoebroto, 2003). Pengujian keseragaman ini dilakukan dengan menentukan batas kendali atas (BKA) dan batas kendali bawah (BKB) dari data. BKA dan BKB dari grup data dapat dicari dengan formulasi sebagai berikut:

$$BKA = \bar{X} + 3\sigma \text{ dan } BKB = \bar{X} - 3\sigma \quad (2-1)$$

Keterangan:

$\bar{X}$ adalah rata-rata dari grup pengamatan

σ adalah standar deviasi data, dapat dihitung dengan rumus berikut:

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

2. Uji Kecukupan Data

Dalam proses pengukuran waktu kerja, diperlukan kegiatan pengujian terhadap data yang dikumpulkan. Kegiatan pengujian tersebut dimulai dari analisis atas jumlah data yang seharusnya dikumpulkan sampai dengan analisis atas konsistensi kerja operator. Sutalaksana,dkk (2006) menjelaskan bahwa di dalam aktifitas pengukuran kerja biasanya akan diambil tingkat ketelitian 5% dan tingkat keyakinan 95%.

Jika jumlah pengukuran yang seharusnya dilakukan lebih besar dari jumlah pengukuran yang telah dilakukan ($N' > N$), maka dilakukan pengukuran ulang dengan N lebih besar. Jika $N > N'$ berarti bahwa jumlah pengamatan yang telah dilakukan memenuhi syarat tingkat ketelitian dan tingkat keyakinan. Formula untuk uji

kecukupan data dengan tingkat ketelitian 5% dan tingkat keyakinan 95% adalah sebagai berikut:

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N (\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right]^2 \quad (2-3)$$

Keterangan:

$\sum X$ = jumlah besar data

N' = jumlah pengamatan yang harus dilakukan

N = jumlah pengamatan yang telah dilakukan

4. Menghitung waktu normal

Dalam penentuan waktu normal ini, perlu ditetapkan *performance rating* dari operator yang diamati saat bekerja apabila kondisi lingkungan kerja berubah-ubah (tidak tetap). Apabila kondisi lingkungan kerja stabil dan tetap, maka *performance rating* operator yang bekerja dianggap 100%. Metode yang digunakan untuk menentukan *performance rating* adalah *Westing House System Rating* yang secara ringkas dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 *Westing House Rating System*

Faktor	Kelas	Lambang	Penyesuaian	Faktor	Kelas	Lambang	Penyesuaian
Skill	Superskill	A1	0,15	Effort	Average	D	0
		A2	0,13		Fair	E1	-0,04
	Excellent	B1	0,11			E2	-0,08
		B2	0,08		Poor	F1	-0,12
	Good	C1	0,06			F2	-0,17
		C2	0,03	Condition	Ideal	A	0,06
	Average	D	0		Excellent	B	0,04
		E1	-0,05		Good	C	0,02
	Fair	E2	-0,1		Average	D	0
		F1	-0,16		Fair	E	-0,03
Effort	Poor	F2	-0,22		Poor	F	-0,07
				Consistency	Ideal	A	0,04
	Excessive	A1	0,3		Excellent	B	0,03
		A2	0,12		Good	C	0,01
	Excellent	B1	0,1		Average	D	0
		B2	0,08		Fair	E	-0,02
	Good	C1	0,05		Poor	F	-0,04
		C2	0,02				

Sumber: Wignjosoebroto (2003:198)

Perhitungan waktu normal menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$W_n = \text{Waktu siklus} \times \text{performance rating} \quad (2-4)$$

5. Menetapkan waktu kerja baku (standar)

Dalam menentukan waktu baku (standar) dari tiap elemen kerja, maka sebelumnya perlu untuk menentukan *allowance* (kelonggaran) guna memberikan fleksibilitas. Penentuan nilai *allowance* dapat menggunakan tabel di bawah ini.

Tabel 2.4 Nilai Allowance

Faktor	Contoh pekerjaan	Kelonggaran (%)		
		Ekivalen Beban	Pria	Wanita
Tenaga yang dikeluarkan				
1. Dapat diabaikan	Bekerja di meja, duduk	Tanpa beban	0,0 – 6,0	0,0 – 6,0
2. Sangat ringan	Bekerja di meja, berdiri	0,00 – 2,25 kg	6,0 – 7,5	6,0 – 7,5
3. Ringan	Menyekop, ringan	2,25 – 9,00 kg	7,5 – 12,0	7,5 – 16,0
4. Sedang	Mencangkul	9,00 – 18,00 kg	12,0 – 19,0	16,0 -30,0
5. Berat	Mengayun palu yang berat	18,00 – 27,00 kg	19,0 -30,0	
6. Sangat berat	Memanggul beban	27,00 – 50,00 kg	30,0 -50,0	
7. Luar biasa berat	Memanggul karung berat	Di atas 50 kg		
Sikap Kerja				
1. Duduk	Bekerja duduk, ringan	0,00 – 1,0		
2. Berdiri di atas 2 kaki	Badan tegak, ditumpu dua kaki	1,0 - 2,5		
3. Berdiri di atas 1 kaki	Satu kaki mengerjakan alat kontrol	2,5 – 4,0		
4. Berbaring	Pada bagian sisi, belakang/depan badan	2,5 - 4,0		
5. Membungkuk	Badan dibungkukkan bertumpu pada kedua kaki	4,0 -10		
Gerakan Kerja				
1. Normal	Ayunan bebas dari palu	0,0		
2. Agak terbatas	Ayunan terbatas dari palu	0,0 – 5,0		
3. Sulit	Membawa beban berat dengan satu tangan	0,0 – 5,0		
4. Pada anggota badan terbatas	Bekerja dengan tangan di atas kepala	5,0 -10,0		
5. Seluruh anggota badan terbatas	Bekerja di lorong pertambangan yang sempit	10,0 - 15,0		
Kelelahan Mata*)		Pencahayaan baik	Buruk	
1. Pandangan yang terputus-putus	Membawa alat ukur	0,0 - 6,0	0,0 - 6,0	
2. Pandangan yang hampir terus-menerus	Pekerjaan-pekerjaan yang teliti	6,0 - 7,5	6,0 - 7,5	
3. Pandangan terus-menerus dengan fokus tetap	Pemeriksaan yang sangat teliti	7,5 – 12,0	7,5 – 16,0	
4. Pandangan terus-menerus dengan fokus berubah-ubah		12,0 – 19,0	16,0 – 30,0	

Tabel 2.4 Nilai Allowance (Lanjutan)

Faktor	Contoh pekerjaan	Kelonggaran (%)	
		Pencahayaan baik	Buruk
5. Pandangan terus-menerus dengan konsentrasi tinggi dan fokus tetap		19,0 - 30,0	
6. Pandangan terus-menerus dengan konsentrasi tinggi dan fokus berubah-ubah		30,0 – 50,0	
Keadaan Suhu Tempat Kerja **)			
	Temperatur	Kelemahan Normal	Berlebihan
1. Beku	Di bawah 0	Di atas 10	Di atas 12
2. Rendah	0 -13	10 – 0	12,0 – 5
3. Sedang	13 – 22	5 – 0	8,0 – 0,0
4. Normal	22 – 28	0 – 5	0,0 – 8,0
5. Tinggi	28 – 38	5 – 40	8 – 100
6. Sangat tinggi	Di atas 38	Di atas 40	Di atas 100
Keadaan Atmosfer***)			
1. Baik	Ruang yang berventilasi baik, udara segar	0	
2. Cukup	Ventilasi kurang baik, ada bau-bauan	0,0 – 5,0	
3. Kurang baik	Ada debu beracun atau tidak tetapi banyak	5,0 – 10,0	
4. Buruk	Ada bau-bauan yang berbahaya	10,0 - 20,0	
Keadaan Lingkungan yang Baik			
1. Bersih, sehat, cerah, dengan kebisingan rendah			0,0
2. Siklus kerja berulang-ulang antara 5-10 detik			0,0 – 1,0
3. Siklus kerja berulang-ulang antara 0-5 detik			1,0 – 3,0
4. Sangat bising			0,0 - 5,0
5. Jika faktor-faktor yang berpengaruh dapat menurunkan kualitas			0,0 - 5,0
6. Terasa adanya getaran lantai			5,0 - 10,0
7. Keadaan-keadaan yang luar biasa (bunyi, kebersihan, dll)			5,0 - 15,0

Sumber: Satalaksana, dkk (2006:170-171)

*) Kontras antara warna hendaknya diperhatikan

**) Tergantung juga pada keadaan ventilasi

***) Dipengaruhi juga oleh ketinggian tempat kerja dari permukaan laut dan keadaan iklim

Catatan pelengkap: kelonggaran untuk kebutuhan pribadi bagi: Pria = 0 - 2,5% dan Wanita = 2 - 5 %

Perhitungan waktu baku dapat diperoleh menggunakan persamaan di bawah ini.

$$W_b = \text{Waktu normal} \times \frac{100\%}{100\% - \% \text{ allowance}} \quad (2-5)$$

2.7 Perencanaan Tata Letak Fasilitas

Menurut Wignjosoebroto (2009), tata letak pabrik atau fasilitas dapat didefinisikan sebagai tata cara pengaturan fasilitas-fasilitas pabrik guna menunjang kelancaran proses produksi. Pengaturan tersebut akan coba memanfaatkan luas area (*space*) untuk penempatan mesin atau fasilitas penunjang produksi lainnya, kelancaran gerakan perpindahan material, penyimpanan material (*storage*) baik yang bersifat temporer maupun permanen, personel pekerja, dan sebagainya.

Lebih lanjut, Wignjosoebroto (2009) menjelaskan bahwa pengaturan fasilitas pabrik bertujuan untuk antara lain:

1. Menaikkan *output* produksi.
2. Mengurangi waktu tunggu (*delay*).
3. Mengurangi proses pemindahan bahan (*material handling*)
4. Penghematan penggunaan areal untuk produksi, gudang, dan servis.
5. Pendaya guna yang lebih besar dari pemakaian mesin, tenaga kerja, dan/atau fasilitas produksi lainnya.
6. Mengurangi *inventory in-process* (*work in process*).
7. Mengurangi resiko bagi kesehatan dan keselamatan kerja dari operator.

Dalam perencanaan tata letak fasilitas, terdapat beberapa metode yang dapat digunakan. Adapun metode yang digunakan untuk merencanakan tata letak fasilitas ini adalah metode *Systematic Layout Planning* (SLP). SLP merupakan suatu filosofi dari perancangan *layout*, sehingga memiliki aturan langkah yang jelas dalam perancangan *layout*. Langkah-langkah dalam perencanaan SLP menurut Sritomo (2006) adalah sebagai berikut:

1. Aliran Material

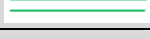
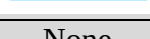
Penggambaran aliran material dalam bentuk OPC atau FPC dengan menggunakan simbol-simbol ASME. Langkah ini akan memberikan landasan pokok bagaimana tata letak fasilitas produksi sebaiknya diatur berdasarkan urutan proses pembuatan produknya. Terutama diaplikasikan pada tipe *Product Layout*. Di sini penggambaran perjalanan dari suatu area (stasiun kerja) menuju ke area yang lain dengan berdasarkan faktor volume produksi.

2. *Activity Relationship*

Menunjukkan derajat kedekatan yang dikehendaki dari departemen dan area kerja dalam sebuah pabrik. *Activity Relationship* ini menggambarkan layout dan menganalisa

hubungan antar departemen atau fasilitas kerja yang tidak bisa ditunjukkan secara kuantitatif berdasarkan analisa aliran material. Berikut adalah simbol-simbol yang digunakan pada ARC.

Tabel 2.5 Simbol-simbol *Activity Relationship Chart*

Value	Closeness	Line Code	Numerical Weight
A	<i>Absolutely Necessary</i>		16
E	<i>Especially Important</i>		8
I	<i>Important</i>		4
O	<i>Ordinary Closeness</i>		2
U	<i>Unimportant</i>	None	1
X	<i>Undesirable</i>		-80

Sumber: Wignjosoebroto (2006:96)

3. Relationship diagram

Penetapan *layout* fasilitas kerja berdasarkan aliran produk (*product flow*) dan hubungan aktivitasnya, tanpa memerhatikan luasan areanya. Langkah awal untuk menetapkan tata letak fasilitas produksi yang sebaik-baiknya berdasarkan pertimbangan kualitatif dan kuantitatif.

4. Langkah penyesuaian

Penyesuaian terhadap luas area yang dibutuhkan dan yang tersedia. Kebutuhan luas area dalam hal ini sangat dipengaruhi oleh kapasitas terpasang (jumlah mesin, peralatan, dan fasilitas produksi lainnya yang harus ditampung). *Space* yang tersedia akan sangat dipengaruhi oleh “*existing land & building*”.

5. Space Relationship Diagram

Dengan memperhatikan kebutuhan-kebutuhan akan luasan area untuk fasilitas yang ada dan juga ketersediaan luas maka SRD ini dibuat, yaitu penetapan fasilitas *layout* dengan memperhatikan ruangan.

6. Modifying consideration dan Practical Limitation

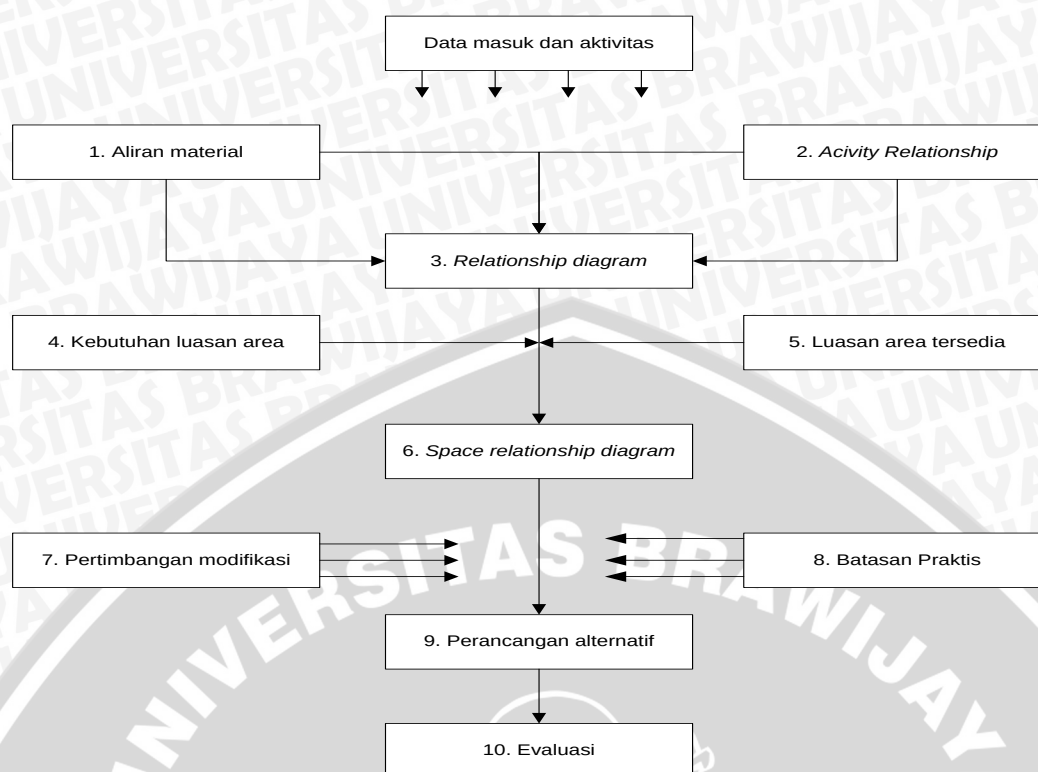
Modifikasi dengan memperhatikan bentuk bangunan, letak kolom, *material handling system*, jalan lintasan, dan lain-lain.

7. Rancangan Alternatif Layout

Membuat alternatif-alternatif *layout* yang bisa diusulkan untuk kemudian diambil alternatif terbaik berdasarkan tolak ukur yang telah ditetapkan.

8. Evaluasi

Menentukan alternatif keputusan, mengimplementasikannya, dan mengevaluasinya.



Gambar 2.3 Bagan SLP
Sumber: Wignjosoebroto (2006:88)

2.8 Maintenance

Pemeliharaan atau *maintenance* adalah suatu kombinasi dari setiap tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang dalam atau untuk memperbaikinya sampai suatu kondisi yang bisa diterima. Tujuan pemeliharaan ini antara lain: (Corder, 1988)

1. Untuk memperpanjang usia kegunaan asset yaitu setiap bagian dari suatu tempat kerja, bangunan, dan isinya.
2. Untuk menjamin ketersediaan optimum peralatan yang dipasang untuk produksi atau jasa dan mendapatkan laba investasi maksimum yang mungkin.
3. Untuk menjamin kesiapan operasional dari seluruh peralatan yang diperlukan dalam keadaan darurat setiap waktu, misalnya unit cadangan, unit pemadam kebakaran dan penyelamat, dan sebagainya.
4. Untuk menjamin keselamatan orang yang menggunakan sarana tersebut.

Menurut Corder (1988), kegiatan pemeliharaan (*maintenance*) di bagi menjadi dua yaitu pemeliharaan terencana dan tidak terencana. Pemeliharaan tidak terencana merupakan pemeliharaan dimana perlu segera dilaksanakan tindakan untuk mencegah akibat yang serius misalnya hilangnya produksi, kerusakan besar pada peralatan, atau untuk alasan keselamatan kerja, biasanya disebut sebagai *emergency maintenance*. Sedangkan pemeliharaan terencana adalah pemeliharaan yang diorganisir dan dilakukan

dengan pemikiran ke masa depan, pengendalian dan pencatatan sesuai dengan rencana yang telah ditentukan sebelumnya. Pemeliharaan terencana terdiri dari:

1. *Preventive maintenance*, adalah pemeliharaan yang dilakukan pada selang waktu yang telah ditentukan sebelumnya atau terhadap kriteria lain yang diuraikan dan dimaksudkan untuk mengurangi kemungkinan bagian-bagian lain tidak memenuhi kondisi yang bisa diterima. *Preventive maintenance* mencakup dua kegiatan yaitu *routine maintenance* dan *periodic maintenance*.
 - a. *Routine maintenance* adalah aktivitas pemeliharaan yang berkaitan dengan pembersihan dan aktivitas rutin yang dilakukan oleh operator mesin.
 - b. *Periodic maintenance* adalah aktivitas pemeliharaan pencegahan yang skalanya lebih besar dari *routine maintenance* dan dilakukan oleh bagian pemeliharaan karena membutuhkan lebih banyak waktu dan biasanya dilakukan dengan jadwal tertentu.
2. *Corrective maintenance* adalah pemeliharaan yang dilakukan untuk memperbaiki suatu bagian (termasuk penyetelan dan reparasi) yang telah terhenti untuk memenuhi suatu kondisi yang bisa diterima.
3. *Predictive maintenance* adalah pemeliharaan berupa teknik penggantian komponen pada waktu yang sudah ditentukan sebelum terjadi kerusakan dengan menggunakan analisa secara fisik terhadap komponen mesin-mesin tersebut.

2.9 Forecasting

Peramalan atau *forecasting* merupakan metode untuk memprediksi masa depan sebagai tahap awal dalam perencanaan produksi. Metode peramalan dapat diklasifikasikan atas dua kelompok besar yaitu metode kualitatif dan kuantitatif (Sinulingga, 2009).

1. Metode Kualitatif

Metode kualitatif didasarkan pada pertimbangan akal sehat dan pengalaman dan digunakan apabila data kuantitatif tentang permintaan masa lalu tidak tersedia atau akurasi tidak memadai (Sinulingga, 2009).

- a. Keputusan Manajemen, merupakan metode yang paling umum digunakan dalam memperkirakan besarnya permintaan produk untuk jangka panjang. Sekelompok anggota eksekutif dari bagian *marketing*, *engineering*, dan *manufacturing* bertemu dan berdiskusi tentang isu-isu yang terkait dengan perusahaan dan melakukan perkiraan ke depan tentang besarnya permintaan sehubungan dengan isu-isu yang

di bahas. Tetapi kesulitan akan timbul apabila salah satu atau lebih dalam kelompok tersebut cukup dominan yang membuat anggota lainnya menjadi kurang berperan memberikan pendapat (Sinulingga, 2009).

- b. Teknik Delphi, untuk menghindari kemungkinan munculnya pihak yang dominan maka para pakar ini tidak dipertemukan satu sama lain. Mereka secara terpisah diminta memberikan pendapat masing-masing terhadap sejumlah hal yang diajukan sebagai pertanyaan. Jawaban dari setiap anggota panel dianalisa, dan dihitung rata-ratanya lalu kepada panelis yang memberikan jawaban yang mempunyai deviasi tinggi diminta untuk memberikan alasan (Sinulingga, 2009).
- c. Gabungan pendapat tenaga penjual, para penjual yang berada di depan memahami benar perilaku para pembeli. Apabila mereka diberi kesempatan menyampaikan pendapat sesuai dengan pengalaman masing-masing dan pendapat mereka digabung secara bersama akan diperoleh hasil peramalan yang cukup terpercaya, tetapi faktor subjektivitas masih menjadi kendala (Sinulingga, 2009).
- d. Riset pasar, adalah pengumpulan data secara sistematis dan analisis terhadap fakta-fakta yang berhubungan dengan pemasaran yang biasanya digunakan untuk meramalkan produk baru. Salah satu bentuknya adalah survei pelanggan di mana informasi mengenai preferensi pelanggan dicari dengan media kuisioner (Sinulingga, 2009).
- e. Kurva siklus daur hidup, sering dikembangkan untuk produk-produk baru. Pada kurva ini permintaan pada awal periode cukup rendah, kemudian bertumbuh pada kecepatan tertentu dan kemudian menurun pada saat pasar telah memasuki fase kejenuhan dan kemudian mendatar (Sinulingga, 2009).

2. Metode Kuantitatif

Peramalan berdasarkan metode kuantitatif mempunyai asumsi bahwa data permintaan masa lalu dari produk yang diramalkan mempunyai pola yang diperkirakan masih berlanjut ke masa yang akan datang.

- a. Analisis *Time Series*, adalah serangkaian observasi terhadap suatu variabel tertentu yang dilakukan secara diskrit. Analisis *time series* mengasumsikan bahwa *time series* dapat didekomposisi ke dalam sejumlah faktor terkait dan kemudian masing-masing komponen diidentifikasi. Faktor-faktor terkait yang dimaksud pada umumnya adalah trend, siklus, musiman, dan residu atau random (Sinulingga, 2009).

- b. Metode penghalusan ekponensial (*exponential smoothing*), metode ini digunakan umumnya pada perkiraan potensi penjualan produk-produk secara individu dan untuk produk yang bersifat trend juga musiman. Data yang lebih kini diberi bobot lebih besar dibandingkan dengan data sebelumnya. Asumsi yang digunakan ialah data yang lebih kini selalu mempunyai pengaruh yang lebih kuat terhadap hasil peramalan (Sinulingga, 2009). Formulasi untuk metode *exponential smoothing* ada pada persamaan 2-6.

$$F_{n+1} = \alpha Y_n + (1 - \alpha)F_n \quad (2-6)$$

Keterangan:

F_{n+1} = hasil peramalan pada periode $n + 1$

F_n = hasil peramalan untuk periode sebelumnya

α = konstanta penghalusan di mana $0 \leq \alpha \leq 1$

Y_n = nilai permintaan aktual untuk periode sebelumnya

- c. Metode *Winter's Exponential Smoothing*

Metode *winters* adalah metode yang dapat menangani faktor musiman dan tren secara langsung. Metode ini merupakan metode yang sering dipilih untuk menangani data permintaan yang mengantuk baik variasi musiman maupun unsur trend. Metode ini didasarkan atas tiga persamaan pemulusan dengan tiga parameter, yaitu satu untuk unsur stasioner, satu untuk trend, dan satu untuk musiman. Ketiga komponen diatas secara konyitu diperbarui menggunakan konstanta *smoothing* yang diterapkan pada data terbaru dan estimasi yang paling akhir (Makridakis, 1995). Rumus perhitungan untuk metode *Winter's* adalah sebagai berikut:

$$S_t = \alpha \frac{X_t}{I_{t-L}} + (1 - \alpha)(S_{t-1} + b_{t-1}) \quad (\text{keseluruhan}) \quad (2-7)$$

$$b_t = \gamma(S_t - S_{t-1}) + (1 - \gamma)b_{t-1} \quad (\text{trend}) \quad (2-8)$$

$$I_t = \beta \frac{X_t}{S} + (1 - \beta)I_{t-L} \quad (\text{musiman}) \quad (2-9)$$

$$F_{t+m} = (S_t + b_t.m)I_{t-L+m} \quad (\text{peramalan}) \quad (2-10)$$

dimana :

L = panjang musiman

b = komponen trend

I = faktor penyesuaian musiman

F_{t+m} = ramalan untuk n periode kedepan

2.10 Desain Stasiun Kerja yang Ergonomis

Menurut Santoso (2010), desain stasiun kerja sangat penting sebagai tindakan preventif agar tenaga kerja tidak sakit dan kondisi kerja tidak buruk, sehingga produktivitas meningkat. Setiap pembuatan stasiun kerja harus disesuaikan dengan tenaga kerja dan tugasnya sehingga dalam kondisi aman, nyaman, menyenangkan, dan efisiensi. Poin-poin penting dalam desain stasiun kerja akan dijelaskan sebagai berikut:

1. Desain stasiun kerja untuk kerja posisi duduk

Petunjuk untuk posisi duduk secara ergonomik antara lain yaitu:

- Tenaga kerja membutuhkan tempat duduk yang dapat leluasa untuk dibuat gerak tidak tertekan dan tidak terlalu longgar.
- Posisi duduk yang baik adalah secara individu, tidak terasa tegang sejak mulai kerja hingga akhir kerja.
- Kursi dan meja harus didesain sedemikian, lutut harus dapat masuk di bawah permukaan meja ketika duduk. Juga terdapat sandaran siku dan tangan pada kursi.
- Pinggang harus ditahan oleh sandaran kursi, hal ini sebagai sandaran relaksasi.

2. Desain stasiun kerja untuk kerja posisi berdiri

Ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan ketika mendesain stasiun kerja posisi berdiri yaitu tinggi siku tenaga kerja, tipe performen kerja, ukuran produk yang dikerjakan, alat dan peralatan yang digunakan. Berikut adalah beberapa petunjuk untuk bekerja posisi berdiri:

- Jika suatu pekerjaan memang harus dikerjakan dengan posisi berdiri, maka pastikan bahwa kondisi kursi baik dan secara interval sesekali harus duduk.
- Saat berdiri, pastikan lengan dan tangan tidak terlalu membuka ke atas, dan pastikan bahwa posisi berdiri tegak (tubuh belakang tidak miring).
- Permukaan tempat benda yang dikerjakan sebaiknya *adjustable* disesuaikan dengan tinggi pendeknya pekerja.
- Bila permukaan tempat benda kerja tidak dapat distel disesuaikan dengan pekerja, maka beban kerja akan meningkat.
- Posisi berdiri dengan kaki bisa istirahat (relaksasi) maka akan membantu mengurangi keregangan pada tubuh belakang dan posisi berdirinya akan tetap tegak.

- f. Seharusnya lantai tempat berpijak kaki tenaga kerja yang bekerja pada posisi berdiri tidak keras, tidak licin, dan bersih.
- g. Saat kerja pada posisi berdiri, ruang gerak kaki dan lutut harus dalam posisi longgar.
- h. Agar tidak terjadi sesuatu gunakan batas aman jarak benda kerja dengan tubuh antara 8 – 12 inci (20 – 30 cm).

Sedangkan untuk ukuran (dimensi) kursi akan disesuaikan dengan acuan prototipe kursi yang berhasil dikembangkan oleh para ahli ergonomi salah satunya adalah duncan chair yang berhasil dikembangkan oleh Duncan, seorang ahli ergonomi dari Australia dan berikut adalah spesifikasi detailnya:

Tabel 2.6 Spesifikasi Prototipe Kursi Duncan

Feature	Duncan Chair
Seat Height (Adjustable)	37-46
Seat width	46
Seat length	38
Backrest bottom height	50-125
Backrest/seat angle	85°-115°
Feet, number, and base diameter	5,5

Sumber: Nurmianto, Eko (2008:119)