Bab 2
Tinjauan Pustaka

2.1. Definisi Perawatan

Perawatan adalah suatu konsepsi dari semua aktivitas yang diperlukan untuk menjaga atau mempertahankan kualitas mesin atau peralatan agar tetap dapat berfungsi dengan baik seperti dalam kondisi sebelumnya. (Supandi, 1990:5).

Perawatan juga didefinisikan sebagai suatu kegiatan merawat fasilitas dan menempatkannya pada kondisi siap pakai sesuai dengan kebutuhan. Dengan kata lain perawatan merupakan aktivitas dalam rangka mengupayakan fasilitas produksi berada pada kondisi/kemampuan produksi yang dikehendaki. Perawatan merupakan suatu fungsi utama dalam suatu unit organisasi/usaha/industri. Fungsi lainnya diantaranya adalah pemasaran, keuangan, produksi dan sumber daya manusia. Fungsi perawatan harus dijalankan dengan baik, karena fasilitas-fasilitas yang diperlukan dalam organisasi dapat terjaga kondisinya. (M. Agus Mustofa, 1997:7).

Masalah perawatan mempunyai kaitan yang sangat erat dengan tindakan pencegahan kerusakan (*preventive*) dan perbaikan kerusakan (*corrective*). Tindakan tersebut dapat berupa:

1. *Inspection* (Pemeriksaan)

   Yaitu tindakan yang ditujukan terhadap sistem atau mesin untuk mengetahui apakah sistem berada pada kondisi yang diinginkan.
2. *Service* (Servis)

   Yaitu tindakan yang bertujuan untuk menjaga kondisi suatu sistem yang biasanya telah diatur dalam buku petunjuk pemakaian sistem.
3. *Replacement* (Pergantian Komponen)

   Yaitu tindakan pergantian komponen yang dianggap rusak atau tidak memenuhi kondisi yang diinginkan. Tindakan penggantian ini mungkin

dilakukan secara mendadak atau dengan perencanaan pencegahan terlebih dahulu.

4. *Repair* (Perbaikan)

   Yaitu tindakan perbaikan minor yang dilakukan pada saat terjadi kerusakan kecil.

5. *Overhoul*

   Yaitu tindakan perubahan besar-besaran yang biasanya dilakukan di akhir periode tertentu.

Pentingnya perawatan baru disadari setelah mesin produksi yang digunakan mengalami kerusakan atau terjadi kerusakan yang sifatnya parah yaitu mesin yang terjadwal atau teratur dapat menjamin kelangsungan atau kelancaran proses produksi pada saat aktivitas produksi sedang berjalan dapat dihindari.

2.2. Manajemen Perawatan

2.2.1. Tujuan Perawatan

Menurut Assauri (2004:95), Tujuan utama fungsi perawatan adalah:

1. Kemampuan produksi dapat memenuhi kebutuhan sesuai dengan rencana produksi.
2. Menjaga kualitas pada tingkat yang tepat untuk memenuhi apa yang dibutuhkan oleh produk itu sendiri dan kegiatan produksi yang tidak terganggu.
3. Untuk membantu mengurangi pemakaian dan penyimpangan yang diluar batas dan menjaga modal yang diinvestasikan dalam perusahaan selama waktu yang ditentukan sesuai dengan kebijakan perusahaan mengenai investasi tersebut.
4. Untuk mecapai tingkat biaya pemeliharaan serendah mungkin, dengan melaksanakan kegiatan perawatan secara efektif dan efisien keseluruhannya.
5. Menghindari kegiatan perawatan yang dapat membahayakan keselamatan para pekerja.
6. Mengadakan suatu kerja sama yang erat dengan fungsi-fungsi utama lainnya dari suatu perusahaan dalam rangka untuk mencapai tujuan utama perusahaan,

yaitu tingkat keuntungan atau *return of investment* yang sebaik mungkin dan total biaya yang rendah.

7. Mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan pada saat mesin sedang beroperasi.
8. Memelihara peralatan-peralatan dengan benar sehingga mesin atau peralatan selalu berada pada kondisi tetap siap untuk operasi.
9. Menyiapkan personel, fasilitas dan metodenya agar mampu mengerjakan tugas-tugas perawatan.

2.2.2. Jenis-jenis Perawatan

Kegiatan perawatan yang dilakukan dalam suatu perusahaan dapat dibagi menjadi beberapa jenis, diantaranya: (Assuari, 2004:96)

1. Berdasakan Tingkat Perawatan

   Penentuan tingkat perawatan pada dasarnya berpedoman pada lingkup/bobot pekerjaan yang meliputi kerumitan, macam dukungan serta waktu yang diperlukan untuk pelaksanaannya. Tiga tingkatan dalam perawatan sistem, yaitu:

   a. Perawatan Tingkat Ringan

      Bersifat *preventive* yaitu kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilaksanakan untuk mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi atau keadaan yang dapat menyebabkan fasilitas produksi mengalami kerusakan pada waktu digunakan dalam proses produksi. Dengan demikian semua fasilitas produksi yang mendapatkan *preventive maintenance* akan terjamin kelancaran kerjanyadan selalu diusahakan dalam kondisi atau keadaan yang siap dipergunakan untuk setiap operasi atau proses produksi pada setiap saat. *Preventive maintenance* ini sangat penting karena kegunaannya yang sangat efektif didalam menghadapi fasilitas-fasilitas produksi yang termasuk golongan "*critical unit"*. Sebuah fasilitas atau peralatan produksi akan termasuk dalam "*critical unit*", apabila:

      - Kerusakan fasilitas atau peralatan tersebut akan membahayakan kesehatan atau keselamatan para pekerja.

- Kerusakan fasilitas ini akan mempengaruhi kualitas produk yang dihasilkan.
- Kerusakan fasilitas tersebut akan menyebabkan kemacetan seluruh proses produksi.
- Modal yang ditanamkan dalam fasilitas tersebut atau harga dari fasilitas ini adalah cukup besar atau mahal.

b. Perawatan Tingkat Sedang

Bersifat *corrective*, dimaksudkan adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan setelah terjadinya suatu kerusakan atau kelainan pada fasilitas dan peralatan sehingga tidak berfungsi dengan baik. Kegiatan ini sering disebut dengan kegiatan perbaikan atau reparasi.

Untuk melaksanakan pekerjaan tersebut didukung dengan peralatan serta fasilitas bengkel yang cukup lengkap. Kegiatannya meliputi:

- Pemeriksaan berkala/periodik bagi sistem.
- Inspeksi terbatas terhadap komponen sistem
- Perbaikan terbatas pada *parts, assemblies* dan *sub assemblies*
- Modifikasi material seperti ditentukan sesuai kemampuan bengkel.
- Perbaikan dan pengetesan mesin.
- Pembuatan/produksi perlengkapan/*parts*.

c. Perawatan Tingkat Berat

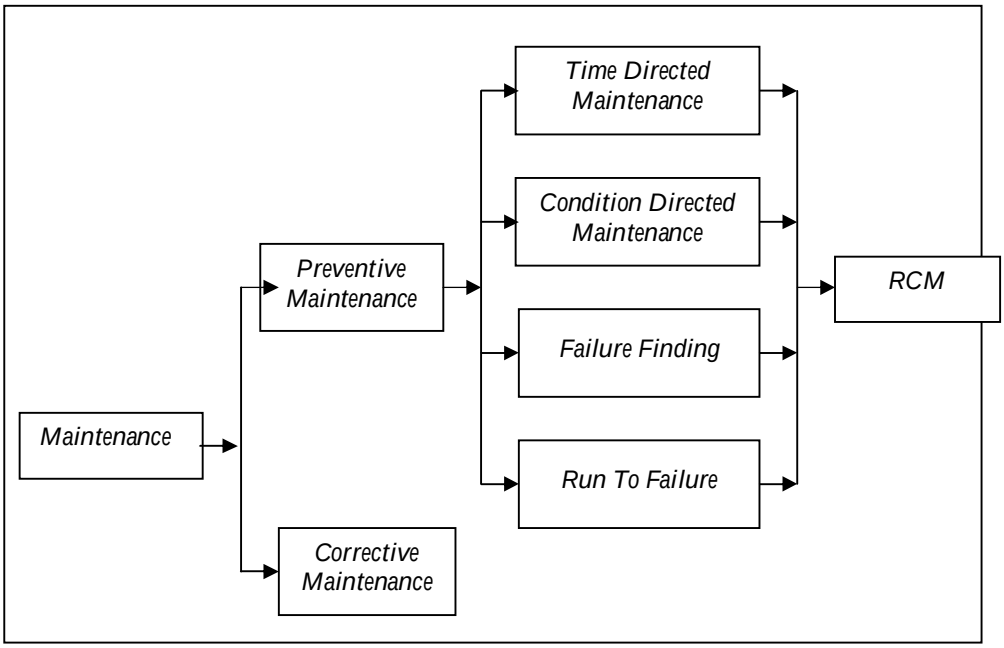
Bersifat *restoratif* dilaksanakan pada sistem yang memerlukan *major overhaul* atau suatu pembangunan lengkap yang meliputi *assembling*, membuat suku cadang, modifikasi, *testing* serta reklamasi sesuai keperluannya. Pekerjaan tersebut mencakup pulih balik, perbaikan yang rumit yang memerlukan pembongkaran total, perbaikan, pemasangan kembali, pengujian serta pencegahan dukungan peralatan serta fasilitas kerja lengkap dan tingkat keahlian personil yang cukup tinggi serta waktu yang relatif lama. Tujuan perawatan berat adalah menjamin keutuhan fungsi struktur sistem dan sistemnya dengan menyelenggarakan pemeriksaan mendalam terhadap *item/sub item* dan bagian rangka sistem tertentu pada *interval* yang telah ditetapkan.

2. Berdasarkan Periode Pelaksanaannya
   a. Perawatan Terjadwal (*Schedule Maintenance*)
   b. Perawatan Tidak Terjadwal (*Unschedule Maintenance*)
3. Berdasarkan Dukungan Dananya
   a. Terprogram (*Planned Maintenance*)
   b. Tidak Terprogram (*Unplanned Maintenance*)
4. Berdasarkan Tempat Pelaksanaan Perawatan

   Untuk melaksanakan kegiatan perawatan diperlukan adanya suatu tempat perawatan yang disesuaikan dengan macam/beban kerja yang dihadapi yang dilengkapi dengan peralatan-peralatan yang memenuhi persyaratan tertentu, berharga mahal, sehingga pendayagunaannya perlu dilakukan secara efektif dan efisien. Oleh karena itu untuk mencegah terjadinya duplikasi kemampuan, maka peralatan disentralisasikan penempatannya di unit-unit perawatan.

2.2.3. Kebijakan Perawatan

Jenis-jenis kebijakan perawatan secara umum dapat dikategorikan dalam dua jenis, yaitu *preventive maintenance* dan *corrective maintenance*. Ilustrasi dari klasifikasi *maintenance* ini dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 2.1. Kebijakan Perawatan

A. Perawatan Pencegahan (*Preventive Maintenance*)

Preventive maintenance merupakan kegiatan pemeriksaan dan pengamatan secara berkala terhadap performansi sistem dan telah direncanakan terlebih dahulu dalam jangka waktu tertentu untuk memperpanjang kemampuan berfungsinya suatu peralatan. Perawatan ini bertujuan untuk mencegah kerusakan, menemukan penyebab kerusakan atau berkurangnya tingkat keandalan peralatan dan menemukan kerusakan tersembunyi. *Preventive Maintenance* terbagi menjadi empat kategori tugas, yaitu sebagai berikut:

1. *Time Directed Maintenance*

Time Directed Maintenance merupakan kegiatan perawatan yang dilakukan berdasarkan variabel waktu. Kebijakan perawatan lain yang sesuai untuk diterapkan pada kegiatan ini adalah *periodic maintenance* dan *on condition maintenance.*

Periodic maintenance (hard time maintenance) merupakan kegiatan perawatan yang dilakukan secara periodik atau terjadwal. Kegiatan yang dilakukan adalah penggantian komponen secara terjadwal dengan interval waktu tertentu. Faktor yang mempengaruhi *periodic maintenance*:

a. Faktor ekonomi

   Kebijakan penelitian dilakukan karena dihadapkan pada *unit* yang terhitung murah bila dibandingkan dengan resiko yang ditanggung dan biaya yang lebih besar bila komponen atau *unit* tersebut mengalami kerusakan apabila terjadi kelalaian.

b. Faktor keamanan

   Kebijakan penggantian tidak lagi berdasarkan nilai rupiah, tetapi dihadapkan pada keadaan apabila tidak dilakukan, maka nyawa manusia menjadi taruhannya karena berhubungan erat dengan keamanan dan keselamatan manusia.

On condition maintenance merupakan perawatan yang dilakukan berdasarkan kebijakan operator perawatan. Kegiatan yang dilakukan pada kondisi ini adalah *cleaning, inspection* dan *lubrication.*

2. *Condition Based Maintenance*

Condition Based Maintenance merupakan perawatan pencegahan yang dilakukan sesuai dengan kondisi yang berlangsung dimana variabel waktu tidak diketahui secara tepat. Kebijakan yang sesuai dengan keadaan tersebut adalah *predictive maintenance.*

Predictive maintenance merupakan suatu kegiatan perawatan yang dilakukan dengan memeriksa dan memelihara pada saat perawatan sudah benar-benar memerlukana pemulihan ke tingkat semula. Hal ini dilakukan dengan memonitoring kondisi operasi peralatan berdasarkan data-data dan informasi. Monitoring yang dilakukan antara lain pengukuran suara, analisis getaran, analisis aliran dan komposisi gas.

3. *Failure Finding*

Failure finding merupakan suatu tindakan pencegahan yang dilakukan dengan cara memeriksa fungsi yang tersembunyi (*hidden function*) secara periodik untuk memastikan kapan suatu komponen akan mengalami kerusakan.

4. *Run To Failure*

Kegiatan ini disebut juga *no schedule maintenance* dimana kegiatan perawatan ini tidak melakukan usaha untuk mengantisipasi kerusakan. Suatu peralatan atau mesin dibiarkan bekerja hingga mengalami kerusakan kemudian dilakukan perawatan perbaikan. Kegiatan ini dilakukan jika tidak ada kegiatan pencegahan efektif yang dapat dilakukan, tindakan percegahan terlalu mahal atau dampak gagal tidak berpengaruh.

B. Perawatan Perbaikan (*Corrective Maintenance*)

Kegiatan perbaikan adalah kegiatan perawatan yang dilakukan setelah terjadinya kerusakan (*failure*) atau sistem tidak dapat berfungsi dengan baik. Hal ini bukan berarti bahwa aktivitasnya tidak dapat diramalkan, karena pada kenyataannya metode untuk mengembalikan fungsi peralatan (*recovery*) dari *failure* dapat dikembangkan. Tindakan yang dapat diambil adalah berupa penggantian komponen (*corrective replacement*), perbaikan kecil (*repair*) dan perbaikan besar

(*overhaul*). Kegiatan pemeliharaan ini merupakan perbaikan yang dilakukan setelah mesin atau sistem mengalami kerusakan atau tidak dapat berfungsi dengan baik. Perawatan perbaikan ini lebih cenderung suatu tindakan yang tidak terjadwal.

2.2.4. Kinerja Keandalan (RAM *Technology*)

Kinerja keandalan yang terdiri dari *reliability, availability* dan *maintainability* dikenal sebagai RAM *Technology*. RAM dalam *preventive maintenance* dapat diartikan sebagai penaksiran penggunaan mesin di setiap kegiatan *preventive maintenance* dan diuraikan sebagai berikut:

a. *Reliability*

   Reliability adalah probabilitas suatu sistem akan bekerja secara benar dalam jangka waktu tertentu dan dalam kondisi tertentu.

b. *Availability*

   Availability adalah probabilitas suatu mesin dapat beroperasi dengan memuaskan pada kondisi operasi tertentu. *Availability* hanya memperhatikan waktu operasi dan *downtime.*

c. *Maintainability*

   Maintainability adalah probabilitas suatu sistem yang rusak dapat dioperasikan kembali secara efektif dalam suatu periode yang diberikan.

Variabel terpenting yang berkaitan dengan keandalan adalah waktu, karena variabel ini dapat menerangkan secara lebih jelas keandalan suatu sistem, sedangkan pernyataan mengenai kondisi operasi meliputi informasi sifat dan jumlah beban dan kondisi lingkungan pada saat beroperasi. Dengan memperhatikan tingkat keandalan maka kita dapat mengamati penyebab dari kerusakan, yaitu apakah kerusakan merupakan kerusakan awal, kerusakan yang *random* atau kerusakan karena aus.

2.3. *Total Productive Maintenance* (TPM)

2.3.1. Definisi dan Pengertian Dasar *Total Productive Maintenance*

Seiichi Nakajima, Vice Chairman of The Japan Institute of Plan Maintenance mendefinisikan *Total Productive Maintenance* (TPM) sebagai suatu pendekatan yang inovatif dalam *maintenance* dengan cara mengoptimasi keefektifan peralatan, mengurangi/menghilangkan kerusakan mendadak (*breakdown*) dan melakukan perawatan mandiri oleh operator (*Autonomous Maintenance by Operator*).

Total Productive Maintenance (TPM) merupakan suatu filosofi yang bertujuan memaksimalkan efektifitas dari fasilitas yang digunakan di dalam industri, yang tidak hanya dialamatkan pada perawatan saja tapi pada semua aspek dari operasi dan instalasi dari fasilitas produksi termasuk juga di dalamnya peningkatan motivasi dari orang-orang yang bekerja dalam perusahaan itu. Komponen dari TPM secara umum terdiri atas 3 bagian, yaitu:

1. *Total Approach*

   Semua orang ikut terlibat, bertanggung jawab dan menjaga semua fasilitas yang ada dalam pelaksanaan TPM.
2. *Productive Action*

   Sikap proaktif dari seluruh karyawan terhadap kondisi dan operasi dari fasilitas produksi.
3. *Maintenance*

   Pelaksanaan perawatan dan peningkatan efektivitas dari fasilitas dan kesatuan operasi produksi.

Total Productive Maintenance (TPM) adalah konsep pemeliharaan yang melibatkan semua karyawan. Tujuannya adalah mencapai efektifitas pada keseluruhan sistem produksi melalui partisipasi dan kegiatan pemeliharaan produktif. Dalam program TPM ditekankan keterlibatan semua orang, sementara semua fokus kegiatan pun dicurahkan bagi mereka. TPM mirip dengan *Total Quality Control* (TQC), dimana keterlibatan semua karyawan adalah kunci suksesnya.

Pengembangan program TPM pun pada prinsipnya sama dengan pengembangan TQC, hal ini dapat dilihat pada Tabel 2.1. Sebagai contoh, kemacetan mesin atau kerewelan mesin bisa dibandingkan dengan cacat produksi yang terjadi pada jalur produksi. Seperti juga mutu yang lebih baik dibangun pada sumbernya, yaitu proses produksi dan bukan melalui inspeksi, pemeliharaan produktif lebih disukai daripada pemeliharaan setelah terjadi kerusakan. (Kiyoshi Suzaki, 1987 : 132)

Tabel 2.1. Perbandingan antara TPM dan TQC
Sumber: Kiyoshi Suzaki, 1987 : 133

Perbandingan antara *Total Productive Maintenance* dengan *Total Quality Control*		
Kriteria	**TPM**	**TQC**
Masalah Pemecahan Tradisional	Gangguan mesin Penanggulangan kemacetan dan penggantian suku cadang	Cacat produksi Inspeksi dan pemilahan barang jelek serta pengerjaan kembali
Pemecahan yang ditingkatkan	Pemeliharaan berdasarkan kondisi mesin Pencegahan gangguan Pemeliharaan pencegahan	Pengendalian dalam proses Alat anti salah (Pokayoke) Kualitas rancang bangun
Pemantau informasi	Catatan gangguan mesin	
Berdasarkan dasar	Pendidikan karyawan, pengerahan karyawan, "*Maintenance is free*"	Pendidikan karyawan, pengerahan karyawan, "*Quality is free*"

Pada awal masa perkembangan TPM berfokus pada perawatan (pendukung proses produksi suatu perusahaan), sehingga JIPM memberikan definisi yang komplit ke dalam lima elemen : (Seiichi Nakajima, 1988 : 10)

1. TPM, berusaha memaksimasi efektifitas peralatan keseluruhan (*Overall Equipment Effectiveness*).
2. TPM merupakan sistem dari *Preventive Maintenance* (PM) dalam rentang waktu umur suatu perusahaan.
3. TPM melibatkan seluruh departemen perusahaan (perancangan, pengoperasian dan penawaran).

4. TPM melibatkan seluruh personil, mulai dari manajemen puncak hingga pekerja di lantai produksi.
5. TPM sebagai landasan mempromosikan PM melalui manajemen motivasi, dalam bentuk kegiatan kelompok kecil mandiri.

Hubungan antara TPM, *Productive Maintenance* dan *Preventive Maintenance* disajikan dalam tabel 2.2.

Tabel 2.2. Hubungan TPM, *Productive Maintenance* dan *Preventive Maintenance*
Sumber: Seiichi Nakajima, 1988 : 12

	Ciri-ciri TPM	**Ciri-ciri *Productive Maintenance***	**Ciri-ciri *Preventive Maintenance***
Efisiensi Ekonomi (PM yang menguntungkan	√	√	√
Total Sistem (MP-PM-MI)	√	√	
Autonomous Maintenance by Operator (Aktivitas Grup Kecil)	√		

TPM = *Productive Maintenance* + Aktivitas Grup Kecil
MP = *Maintenance Prevention*
PM = *Preventive Maintenance*
MI = *Maintainability Improvement*

2.3.2. Tujuan dan Sasaran *Total Productive Maintenance*

Tujuan utama dari TPM adalah : (Seiichi Nakajima & Benyamin S.B., 1989 : 24)

1. Mengurangi waktu (*delay*) saat operasi.
2. Meningkatkan *availability* (ketersediaan), menambah waktu yang produktif.
3. Meningkatkan umur peralatan.
4. Melibatkan pemakai peralatan dalam perawatan, dibantu oleh personil *maintenance*.
5. Melaksanakan *preventive maintenance* (*regular* dan *condition based*).

6. Meningkatkan kemampuan merawat peralatan, dengan menggunakan *expert system* untuk mendiagnosis serta mempertimbangkan perancangannya.

Sasaran atau target dari semua kegiatan *improvement* dalam suatu pabrik adalah untuk meningkatkan produktivitas dengan cara mengurangi *input* (masukan) dan menaikkan *output* (keluaran). *Output* disini bukan hanya kenaikan produknya saja tetapi juga berarti makin baiknya kualitas dengan ongkos yang wajar, pengiriman yang tepat waktu.. Hubungan antara *input* dan *output* dapat digambarkan dalam bentuk matriks (Gambar 2.2). *Input* meliputi tenaga kerja, mesin (fasilitas) dan material, dimana semua itu dapat diterjemahkan sebagai uang. Sedangkan *output* terdiri atas produksi (P), kualitas (Q), pengiriman (D), keamanan, kesehatan dan lingkungan (S) dan moral (M). Faktor masukan ditentukan oleh bagaimana sistem mengalokasikan tenaga kerja, merekayasa dan merawat fasilitas serta bagaimana penyimpanan dikendalikan. Faktor keluaran dikendalikan melalui metode-metode pengelolaan seperti *Production Control* untuk produksi, *Quality Control* untuk kualitas dan seterusnya. (Seiichi Nakajima, 1998 : 12)

Input / ***Output***	***Money***			***Management Method***
	Man	***Machine***	***Material***	
Production (P)				*Production Control*
Quality (Q)				*Quality Control*
Cost (C)				*Cost Control*
Delivery (D)				*Delivery Control*
Safety (S)				*Safety and Polution*
Morale (M)				*Human Relations*
	Man Power Allocation	*Plant Engineering & Maintenance*	*Inventory Control*	$\frac{Output}{Input}$ = *Productivity*

Gambar 2.2. Hubungan antara *Input* dan *Output* dalam aktivitas produksi
Sumber: Seiichi Nakajima, 1988 : 13

Dari matriks tersebut terlihat bahwa posisi *maintenance* mempunyai kaitan langsung dengan semua faktor-faktor keluaran sehingga faktor kegiatan TPM ditujukan pada pengelolaan masukan (dalam hal ini mesin) tetapi hasilnya akan mempengaruhi keluaran dan akhirnya tujuan akan tetap sama yaitu meningkatkan produktivitas. Dengan mengusahakan pendayagunaan kemampuan maksimal fasilitas/peralatan diharapkan dapat memaksimalkan keluaran. Hal ini bisa tercapai yaitu dengan mempertahankan kondisi operator selalu dalam kondisi baik.

Untuk menghindari terjadinya gangguan-gangguan yang tidak diharapkan ataupun cacat produk karena kurang baiknya fungsi fasilitas/peralatan. Dan yang lebih penting lagi dari keluaran, sasaran yang harus dicapai adalah adanya peningkatan semangat. Motivasi dan moral dari semua tenaga kerja terutama dalam sikap untuk mau bekerja secara tim atau kerjasama. Peningkatan semangat ini akan menentukan peningkatan atau perbaikan pada faktor-faktor keluaran lainnya. (Seiichi Nakajima, 1988 : 14)

Total Productive Maintenance bertitik tolak dari pemikiran bahwa: (Seiichi Nakajima & Benyamin S. B., 1989 : 26)

1. Untuk meningkatkan mutu diperlukan keandalan alat.
2. Perlu adanya pengertian yang sama antara bagian produksi (yang mengoperasikan alat) dan bagian *maintenance* (yang merawat alat).
3. Pengertian yang sama dapat terwujud bila pihak produksi terlibat dalam kegiatan perawatan.
4. Permasalahan tidak bisa diselesaikan hanya oleh *problem solver* tetapi harus adanya partisipasi dari *owner*.
5. Merawat mesin akan lebih baik hasilnya kalau dilakukan oleh operatornya sendiri.

Inti permasalahan dari TPM adalah merubah dan memperbaiki sikap personil yang semula bekerja terkotak-kotak menjadi sikap bekerja sama. Bertitik tolak dari prinsip "kerjasama" tersebut, ada tiga konsep dasar yang menjadi acuan kegiatan dasar TPM, yaitu : (Seiichi Nakajima & Benyamin S.B., 1989 : 28-31)

A. Memaksimalkan pendayagunaan fasilitas (*maximing overall equipment effectiveness*).

Dalam hal ini dapat dilakukan melalui dua tipe kegiatan :

a. Secara kuantitatif dengan menaikkan *availability* total dari fasilitas serta memperbaiki produktivitas dalam periode waktu operasi.
b. Secara kualitatif dengan cara mengurangi produk-produk yang rusak, menstabilkan dan memperbaiki mutu kualitas.

Usaha peningkatan pendayagunaan fasilitas/peralatan diarahkan untuk mengurangi enam jenis pemborosan (*six big losses*) yang selalu mengurangi pendayagunaan alat.

Keenam jenis kerugian tersebut adalah : (Seiichi Nakajima, 1988 : 14)

Kehilangan waktu (*down time*)

1. *Breakdown* karena kerusakan alat.
2. *Setup* dan *adjustment.*

Kehilangan kecepatan (*speed losses*)

3. *Iddle* dan *delay* operasi.
4. Penurunan kecepatan (tidak sesuai dengan desain).

Cacat (*defect*)

5. Produk cacat *(reject* atau harus diperbaiki).
6. Penurunan hasil (*yield*) selama *start-up* (karena ada penyetelan-penyetelan pada kondisi stabil).

B. *Small Group Activities* (Aktivitas Grup Kecil)

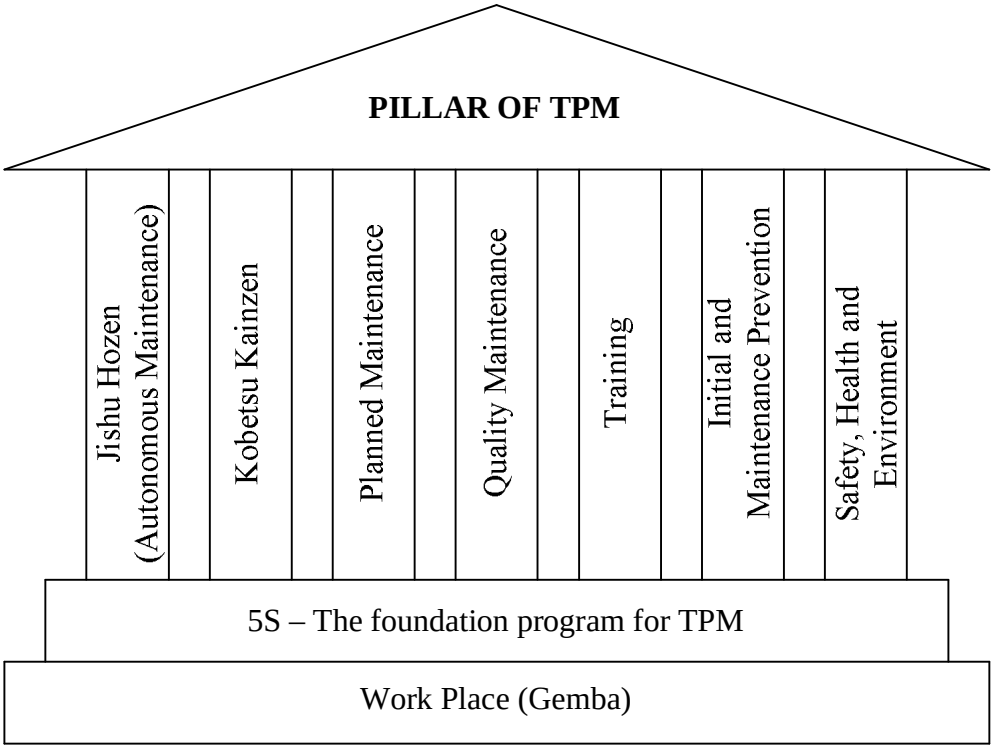
TPM sebagai suatu sistem perawatan yang terpadu (total) dalam pelaksanaannya memerlukan gugus-gugus kecil semacam gugus kendali mutu (GKM) untuk

memudahkan tercapainya target TPM. Aktivitas grup kecil dalam TPM tidak persis sama dengan GKM. Terutama dalam keterlibatan anggotanya. Dalam TQC, keterlibatan keanggotaannya bersifat sukarela, kedudukan supervisor dan manajer hanya menyokong, sedangkan dalam TPM keterlibatan anggota dalam grup kecil adalah wajib, demikian pula untuk supervisor dan manajer serta staf-staf lainnya adalah wajib. Tema serta target dari gugus dalam TQC dan TPM juga berbeda. GKM dibentuk untuk tema-tema spesifik dengan target ditentukan tiap-tiap tema, sedangkan pada TPM, tema serta target ditentukan terlebih dahulu mengacu pada target tahunan perusahaan seperti penurunan *delay,* penurunan ongkos dan lain-lain. Tetapi dalam pelaksanaannya bisa saja terjadi pembauran antara kegiatan GKM dan kegiatan gugus kecil TPM dalam mencapai target perusahaan.

Manfaat yang dapat diperoleh dari adanya penerapan TPM ini adalah: (Roy Davis, 1995 : 55-57)

1. Bagi personil produksi, antara lain:
   a. Tempat kerja yang lebih bersih, rapi dan aman.
   b. Perbaikan terhadap masalah dan kesalahan (*Problem and faults*).
   c. Lingkungan kerja yang terkontrol sehingga memudahkan perbaikan dan perubahan.
   d. Kesempatan untuk meningkatkan keterampilan dan pengetahuan.
2. Bagi personil pemeliharaan, antara lain:
   a. Pemeliharaan *breakdown* berkurang.
   b. Hanya sedikit waktu yang digunakan untuk *unskilled jobs*.
   c. Waktu lebih banyak dicurahkan untuk pemeliharaan preventif.
   d. Lebih banyak waktu untuk menganalisis penyebab permasalahan pada mesin dan perawatan.
3. Bagi perbaikan bisnis, antara lain:
   a. Memperbaiki efektifitas peralatan dan mesin.
   b. Meningkatkan kualitas produk.
   c. Mengembangkan personil, moral kerja dan lingkungan kerja.
   d. Operasi perusahaan lebih terorganisasi dan terkendali.

2.3.3. Pilar-pilar Kegiatan TPM



Gambar 2.3. Pilar-pilar TPM

Adapun pilar-pilar TPM yaitu:

1. Kobetzu Kaizen (*Partial Improvement*)

Sasaran dari *partial improvement* yaitu:

- Menghilangkan segala kerusakan pada mesin atau peralatan.
- Pencapaian efisiensi maksimum.
- Mengukur pemborosan di Tempat kerja.
- Implement MUDA *Waste Elimination to improve productivity and cost reduction.*
- Meningkatkan efektifitas kerja dengan menerapkan 6S (*Sort, Set in Order, Shine, Safety, Standardize and Sustain*).

2. Jishu Hozen (*Autonomous Maintenance*)

Perawatan mandiri adalah kegiatan yang dirancang untuk melibatkan operator dengan sasaran utama untuk mengembangkan pola hubungan antara manusia, mesin dan tempat kerja yang bermutu. Perawatan mandiri ini juga dirancang

untuk melibatkan operator dalam merawat mesinnya sendiri. Kegiatan tersebut seperti: pembersihan, pelumasan, pengencangan baut atau mur, pengecekan harian, pendeteksian penyimpangan dan reparasi sederhana. Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk mengembangkan operator yang mampu mendeteksi berbagai sinyal dari kerugian (*loss*). Selain itu juga bertujuan untuk menciptakan tempat kerja yang rapid an bersih, sehingga stiap penyimpangan kondisi normal dapat dideteksi dalam waktu sekejap. Dalam *Autonomous Maintenance* (perawatan mandiri) ada 7 langkah, yaitu:

1) *Initial Cleaning* atau Pembersihan Awal

Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini adalah:

- *Cleaning* berarti inspeksi
- Kegiatan *cleaning* akan menemukan kondisi abnormal secara otomatis
- Membuat *check sheet* "abnormal" *list*
- Menstandardkan pengecekan cleaning nya.

2) Eliminasi sumber kontaminasi dan bagian yang tidak terjangkau

Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini adalah:

- Sebelum melakukan aktifitas ini pastikan operator sudah ditraining tentang mesinnya dan bagian-bagian mesin
- Tindak lanjut kondisi abnormal dengan membuat *ide improvement* yang berfokus pada pengurangan waktu *cleaning*.

Contoh kontaminasi :

o debu dan oli pada hidrolis, karat, kerak dan lain lain.

3) Mengembangkan dan merawat *cleaning* dan standard lubrikasi (pelumasan).

Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini adalah:

- *Updating tentative cleaning* dan *Lubricating* standard. *Improvement step* kedua telah mengurangi waktu *cleaning*.
- Sekali dibuat standard, operator harus mengikuti dan supervisor bertanggung jawab terhadap kebersihanya.

4) *General inspection*

Kegiatan yang dlakukan pada tahap ini adalah:

- Siapkan *maintenance teaching manual*
- *Improve skill* dari *group leader circle*

- Menciptakan inspeksi menyeluruh terutama pada bagian mesin yang sering rusak
- Atur *schedule* dan lakukan *general inspection*

5) *Autonomous maintenance inspection*.

Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini adalah:

- Evaluasi kembali *standard inspeksi tentative*
- Disinkronkan dengan *standard* yang dibuat team QCC
- Lakukan koreksi dan penyederhanaan

6) *Workplace organization* dan *house keeping*

Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini adalah:

- *Promote* simplikasi dan *tidiness* tempat kerja
- Evaluasi peraturan operator dan klarifikasi tanggung jawab.

7) Penerapan program *autonomous maintenance*

Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini adalah:

- Fokus pada penghilangan enam *losses*
- *Promote audit* untuk *autonomous maintenance system*

Visual Control sebagai *tool* yang membantu penerapan *Autonomous Maintenance*. Area kerja dituntut untuk memiliki tingkat fleksibilitas yang tinggi serta menghasilkan barang dengan kualitas yang prima. Hal tersebut membutuhkan kemampuan untuk memahami apa yang terjadi di area kerja secara instan. *Visual Control* adalah alat bantu visual yang akan memudahkan setiap orang di area kerja, baik pihak manajemen maupun pelaku di area kerja untuk memantau proses dan permasalahannya dengan tepat dalam waktu sekejap. Dengan menggunakan *Visual Control*, berbagai penyimpangan dan pemborosan (*waste*) di area kerja dapat terungkap untuk dikoreksi dan dieliminasi secepatnya. Lebih dari itu, *Visual Control* dapat juga digunakan untuk menemukan potensi *improvement* di area kerja. Contoh *Visual Control* : *Visual control* pada pipa, *control panel*, sensor, alat ukur, peralatan elektrik, pelumasan, belt, motor dan *spare part.*

3. *Planned Maintenance*

Planned Maintenance (perawatan yang terencana) adalah suatu cara perawatan yang diorganisir dan dilakukan dengan didasarkan perencanaan yang telah dibuat sebelumnya.

Sasaran dari *planned maintenance* yaitu:

- *Zero Breakdown*
- Meningkatkan MTBF (*Mean Time Between Failure*)
- Menurunkan MTTR (*Mean Time To Repair*)
- Mengimplementasikan *Preventive Maintenance Schedule* bagi kemudahan pelaksanaan perawatan dan tindakan pecegahan.

4. *Training*

Training bertujuan untuk meningkatkan kemampuan operator. Seperti mengadakan kegiatan sistem rekrutment, job analysis, *Gaps Skill & Training Analysis, Conduct training & awareness* dan Verifikasi efektivitas terhadap kepatuhan penerapan.

5. *Quality Maintenance* (Hinhitsu-Hozen)

Sasarannya adalah mencapai *zero defect* dengan mengawasi tindakan perawatan yang dilakukan. Divisi *quality assurance* memegang peranan penting untuk pilar ini. Sasaran dari *quality maintenance* yaitu:

- Melakukan evaluasi dan perbaikan terhadap kerusakan atas mutu dan control performa mesin.
- Focus pada kegiatan *Quality Source and Quality Assurance.*
- Penerapan Sistem *Preventive Maintenance* yang efektif dalam ketepatan waktu dan biaya.

6. *Office* TPM

Sasaran dari *office* TPM yaitu:

- Membina sistem perkantoran yang efektif dan efisien.
- Seluruh department yang mendukung proses produksi, penyerahan produk dan pelayanan pelanggan berpartisipasi aktif dalam kegiatan TPM untuk meningkatkan efektifitas kinerja binis.

- Meningkatkan kecepatan, efektifitas dan kesederhanaan sehingga bisnis proses menjadi lebih ringkas dan tanggap terhadap kebutuhan pelanggan dan meningkatkan daya saing perusahaan.

7. *Safety, Health and Environment*

Sasaran dari ***Safety, Health and Environment*** yaitu:

- Operasi bisnis yang berbasis kuat pada dukungan kegiatan Keselamatan kerja dan lingkungan.
- Pelatihan dan implementasi pada seluruh aspek bisnis proses untuk mencapai *Zero Accident and Zero Pollution*.
- Tunduk dan mematuhi secara terhadap peraturan Pemerintah dan persyaratan Pelanggan untuk mengimplementasikan kebijakan HSE.

2.4. Memaksimalkan Efektivitas Peralatan.

Jika kita menentukan bahwa keefektivan peralatan di pabrik, maka selayaknya kita mengasumsikan bahwa peralatan tersebut dapat dioperasikan secara efektif dan efisien. Namun metoda perhitungan apa yang digunakan untuk meningkatkan tingkat efektivitas peralatan dan data apa saja yang menjadi dasar perhitungan tersebut. Banyak perusahaan menggunakan istilah "tingkat efektifitas peralatan" namun metoda perhitungan yang mereka lakukan sangatlah berbeda. Biasanya apa yang disebut efektivitas peralatan sesungguhnya adalah tingkat operasi *availability* atau ketersediaan.

2.4.1. *Availability Ratio*

Availability ratio merupakan suatu rasio yang menggambarkan pemanfaatan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi mesin atau peralatan. Dengan demikian rumus yang digunakan untuk mengukur *availability ratio* adalah:

$$Availability = \frac{Operation\ \ time}{Loading\ \ time} \times 100\%$$

$$= \frac{Loading\ \ time - Downtime}{Loading\ \ time} \times 100\% \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.1)$$

Dalam kasus ini, *loading time* atau waktu tersedia perhari (atau bulan, dll) diperoleh dengan cara mengurangkan *planned down time* tersebut. Sedangkan *operation time* merupakan hasil pengurangan *loading time* dengan waktu *downtime* mesin. Dengan demikian *operation time* adalah waktu operasi yang tersedia setelah sewaktu-waktu *downtime* mesin dikeluarkan dari *available time*.

2.4.2. *Performance Ratio*

Performance ratio merupakan suatu ratsio yang menggambarkan kemampuan dari peralatan dalam menghasilkan barang. Faktor penting yang dibutuhkan untuk menghitung *performace efficiency* adalah:

1. Persentase Jam Kerja

   Rumus Persentase Jam Kerja yaitu:

   $$\%\,\text{Jam Kerja} = 1 - \frac{Total\ \ Downtime}{Available\ \ time} \times 100\% \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.2)$$

2. Waktu Siklus dan Waktu Siklus Ideal

   Rumus Waktu Siklus yaitu:

   $$\text{Waktu Siklus} = \frac{Loading\ \ Time}{Total\ \ produksi\ \ Pipe\ \ Intake\ 17113 - EON 40\ \ HINO} \ldots (2.3)$$

   Rumus Waktu Siklus Ideal yaitu:

   Waktu Siklus Ideal = Waktu Siklus x % Jam Kerja…….(2.4)

3. *Processed Amount* (jumlah produk yang diproses)
4. *Operation Time* (waktu operasi mesin)

2.4.3. *Quality Ratio* atau *Rate of Quality Product*

Quality Ratio atau *Rate of Quality Product* merupakan suatu rasio yang menggambarkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standar. Rumus yang digunakan untuk pengukuran rasio ini adalah:

$$Rate\ \ Quality\ \ product = \frac{processed\ \ amount\ \ \times defect\ \ amount}{processed\ \ amount} \times 100\% \ldots\ldots (2.5)$$

Processed Amount (jumlah produk yang diproses)
Defect Amount (jumlah produk yang *reject*)

2.4.4. *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Overall Equipment Effectiveness (OEE) adalah tingkat keefektifan fasilitas secara menyeluruh yang diperoleh dengan memperhitungkan *avaibility, performance efficiency* dan *rate of quality product.* (Roy Davis, 1995 : 35)

Availability adalah rasio dari lama waktu suatu mesin pada suatu pabrik digunakan terhadap waktu yang ingin digunakan (waktu tersedia). *Availability* merupakan ukuran sejauh mana mesin tersebut dapat berfungsi.

Performance efficiency adalah rasio dari apa yang sebenarnya dengan yang seharusnya pada periode tertentu atau dengan kata lain perbandingan tingkat produksi aktual dengan yang diharapkan.

Rate of Quality Product menunjukan produk yang dapat diterima per total produk yang dihasilkan. Berdasarkan penghargaan yang pernah diberikan oleh *Japan Institute of Plant Maintenance* sebagai promotor kunci TPM melalui PM Price, kondisi ideal OEE yaitu sebagai berikut: (Seiichi Nakajima, 1988 : 27)

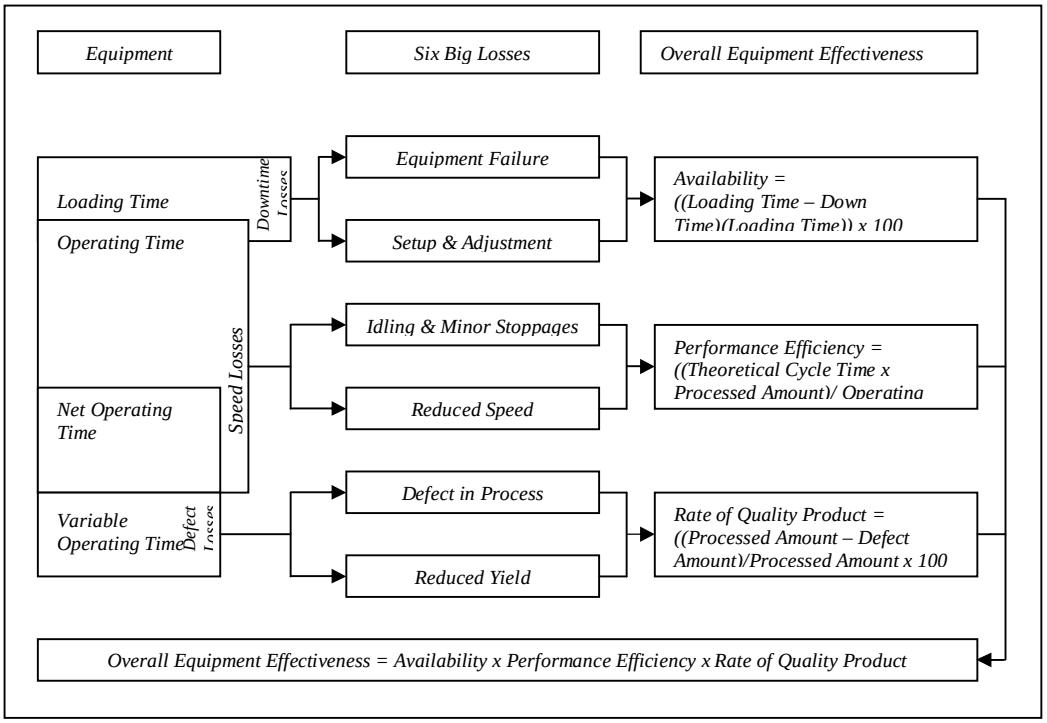
- *Availability* > 90%
- *Performance Efficiency* > 95%
- *Rate Quality Product* > 99%

Sehingga OEE yang ideal adalah : 0,90 x 0,95 x 0,99 = 85%

OEE dapat didapatkan melalui persamaan berikut:

Overall Equipment Effectiveness = Availability (%) x *Performance Effeciency* (%) x *Rate Quality Product* (%)……(2.6)

Untuk lebih jelasnya perhitungan OEE dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.4. Bagan Perhitungan OEE
Sumber: Seiichi Nakajima, 1988 : 35

2.5. Diagram Batang

Diagram Batang adalah diagram berdasarkan data berbentuk kategori. Diagram ini banyak digunakan untuk membandingkan data maupun menunjukan hubungan suatu data dengan data keseluruhan. Diagram ini penyajian datanya dalam bentuk batang, sebuah batang melukiskan jumlah tertentu dari data.

Langkah-langkah dasar dalam pembuatan diagram batang adalah sebagai berikut:

1. Buat sumbu mendatar dan sumbu tegak yang saling tegak lurus.
2. Sumbu mendatar dibagi menjadi beberapa skala bagian yang sama, demikian sumbu tegaknya. Skala pada sumbu mendatar tidak perlu sama dengan skala sumbu tegaknya.
3. Jika diagram batang dibuat tegak, maka sumbu mendatar menyatakan keterangan atau fakta mengenai kejadian (peristiwa). Sumbu tegak menyatakan frekuensi keterangan.
4. Beri judul diagram batangnya.

2.6. Metode *Why-why Analisis*

Ada banyak metode-metode yang dapat digunakan untuk memperbaiki efektivitas kerja mesin agar menjadi lebih baik. Metode-metode tersebut digunakan untuk menunjang penerapan perbaikan yang akan digunakan pada sebuah perusahaan.

Metode WWA (*Why-why Analisis*). WWA (*Why-why Analisis*) adalah sebuah lembar kerja yang mana mengidentifikasi akar sebab dari masalah, dengan teknik ini setiap sumber masalah benar-benar dipertimbangkan. Untuk penyebab dari setiap sumber masalah diidentifikasi dan disebut “faktor utama masalah”. Dari beberapa faktor masalah akan dibuang sehingga didapatkan masalah yang sesungguhnya dan dilakukan perbaikan pada permasalahan tersebut.

Setelah sumber permasalahan tersebut diperbaiki, maka kita baru dapat melakukan perbaikan pada masalah-masalah lain yang mempengaruhi terjadinya kerusakan pada suatu mesin atau peralatan.

WWA (*Why-why Analisis*) dapat menyempurnakan beberapa hasil sukses di dalam mengidentifikasi penyebab utama suatu mutu masalah dan menerapkan pencegahan perawatan. Metode ini menunjukan bahwa sangat penting untuk mengidentifikasi akan penyebab dari suatu permasalahan dan melakukan pencegahan kerusakan dengan cepat ketika kerusakan dari mesin tertentu terjadi.

Yang harus diperhatikan bila akan melakukan metode tersebut adalah lokasi perbaikannya harus sama dengan lokasi waktu terjadinya kerusakan, karena ini akan mempengaruhi pengolahan dan perakitan yang diproses. Bila metode tersebut dilaksanakan dengan baik, maka kita bisa melihat beberapa perbedaan yang terjadi pada semua aspek (mesin, material, metode dan manusia).

2.7. Metode 5W-1H

5W-1H bukan hanya merupakan alat dari kaizen. Metode ini juga dipergunakan secara luas sebagai alat manajemen dalam berbagai lingkungan. Metode 5W-1H yaitu *What* (apa), *Why* (mengapa), *Where* (dimana), *When* (bilamana), *Who*

(siapa), *How* (Bagaimana). Berkenaan dengan suatu proses, pertanyaan-pertanyaan yang digunakan antara lain: Apa yang harus dilakukan?, Mengapa harus dilakukan?, Dimana melakukan perbaikan?, Dimana terjadi kerusakannya?, Bilamana dikerjakan tidak sesuai dengan tugasnya?, Siapa yang melakukannya dan siapa yang berwenang melakukannya?, Bagaimana cara melakukan perbaikannya?.

2.8. *Cause and Effect Diagram* (Diagram Sebab Akibat)

Nama lain dari diagram ini yaitu Diagram *Fishbond* (Diagram Tulang Ikan). Diagram sebab akibat merupakan diagram yang digunakan untuk mengidentifikasi berbagai kemungkinan penyebab suatu permasalahan. Penyebab permasalahan bisa diidentifikasi melalui proses sesi *brainstoring* (tukar pendapat). Secara umum penyebab utama permasalahan yaitu metode kerja, mesin (peralatan), orang, material, alat pengukur dan lingkungan. Berdasarkan penyebab utama tersebut kemudian bisa dikembangkan penyebab-penyebab lain yang lebih spesifik melalui tukar pendapat.

Pada dasarnya diagram sebab akibat dapat dipergunakan untuk kebutuhan-kebutuhan berikut:

- Membantu mengidentifikasi akar penyebab dari suatu masalah.
- Membantu membangkitkan ide-ide untuk solusi masalah.
- Membantu dalam penyelidikan atau pencarian fakta lebih lanjut.

Langkah-langkah pembuatan diagram sebab akibat dapat dikemukakan sebagai berikut:

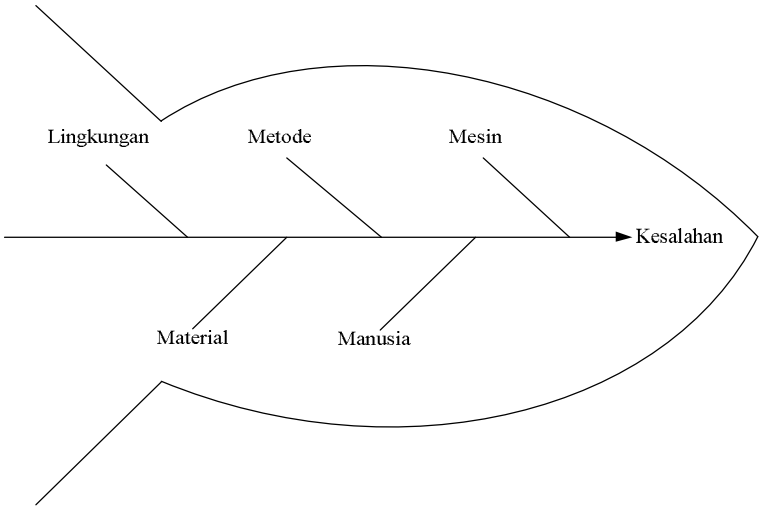
1. Mulai dengan pernyataan masalah-masalah utama yang penting dan mendesak untuk diselesaikan.
2. Tuliskan pernyataan tersebut pada kepala ikan, yang merupakan akibat (*effect*). Tulis pada sisi sebelah kanan kertas (kepala ikan), kemudian gambarkan tulang ikan dari belakang dari kiri ke kanan dan tempatkan pernyataan masalah dalam kotak.
3. Tuliskan faktor-faktor penyebab utama (sebab-sebab) yang mempengaruhi

masalah kualitas sebagai tulang besar, juga ditempatkan dalam kotak. Faktor-faktor penyebab atau kategori-kategori utama dapat dikembangkan melalui stratifikasi ke dalam pengelompokan dari faktor-faktor seperti:

- Manusia
- Mesin
- Peralatan
- Material
- Metode kerja
- Lingkungan kerja

4. Tuliskan penyebab sekunder yang mempengaruhi penyebab utama (tulang ikan besar), serta penyebab sekunder itu ditanyakan sebagai tulang-tulang berukuran sedang.
5. Tuliskan penyebab tersier yang mempengaruhi penyebab sekunder dinyatakan sebagai tulang ikan berukuran sedang, serta penyebab tersier tersebut dinyatakan sebagai tulang ikan berukuran kecil.
6. Tentukan item-item yang penting dari setiap faktor dan tandailah faktor-faktor penting tertentu yang kelihatannya memiliki pengaruh nyata terhadap karakteristik masalah.

Berikut ini merupakan salah satu contoh dari diagram sebab-akibat atau *fishbone* (diagram tulang ikan):



Gambar 2.5. Diagram sebab-akibat atau *fishbone* (diagram tulang ikan)