

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 MANAJEMEN PEMELIHARAAN

Aktivitas pemeliharaan pada awalnya tidak dianggap sebagai aktivitas yang penting dan perlu di-*manage* karena hal tersebut berjalan seiring dengan dijalankannya operasi dalam perusahaan. Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan, aktivitas manajemen pemeliharaan semakin diprioritaskan karena mempunyai andil besar dalam keberhasilan suatu perusahaan.

Peran aktivitas pemeliharaan berubah seiring dengan tuntutan perkembangan kompetisi global. Peran tersebut tidak lagi hanya sebatas tindakan darurat untuk mengatasi kerusakan yang terjadi. Dengan diterapkannya sistem, infrastruktur, proses dan prosedur yang benar dan konsisten, maka pemeliharaan dapat meminimalkan kerugian yang terjadi, operasional perusahaan menjadi lebih stabil, hasil/output produksi dapat dimaksimalkan dan produk dengan kualitas yang tinggi dapat dihasilkan secara konsisten².

Pemeliharaan didefinisikan sebagai aktivitas yang dilakukan untuk menjaga agar fasilitas tetap berada pada kondisi yang sama pada saat pemasangan awal sehingga dapat terus bekerja sesuai dengan kapasitas produksinya³. Manajemen pemeliharaan secara umum merupakan kegiatan yang berhubungan dengan perencanaan, organisasi dan kepegawaian, implementasi program dan metode kontrol kegiatan pemeliharaan. Kegiatan bertujuan mengoptimalkan kinerja pemeliharaan dengan meningkatkan keandalan dan ketersediaan (*availability*) dari suatu sistem atau peralatan melalui perencanaan, pengorganisasian, pengaturan tenaga kerja, pengawasan dan evaluasi yang baik.

2.1.1 Tujuan Manajemen Pemeliharaan

Tujuan dari kegiatan manajemen pemeliharaan secara umum adalah⁴:

² R. Keith Mobley, *Maintenance Engineering Handbook*, Mc Graw Hill, 7th Edition, New York, 2008, p.1.4

³ Lawrence Mann, Jr, *Maintenance Management*, D. C. Heath and Company, Canada, 1976, p.1

⁴ Terry Wireman, *Developing Performance Indicators for Managing Maintenance*, Industrial Press, Inc., 2nd Edition, New York, 2005, p.9

- Memaksimalkan produksi pada biaya yang rendah dan kualitas yang tinggi dalam standar keselamatan yang optimum
- Mengidentifikasi dan mengimplementasikan pengurangan biaya
- Memberikan laporan yang akurat tentang pemeliharaan peralatan
- Mengumpulkan informasi yang penting tentang biaya pemeliharaan
- Mengoptimalkan sumberdaya pemeliharaan
- Mengoptimalkan usia peralatan
- Meminimalkan penggunaan energi
- Meminimalkan persediaan

2.1.2 Jenis Pemeliharaan

Tipe pemeliharaan atau pemeliharaan dapat dibagi kepada:

1. Pemeliharaan waktu rusak (*breakdown maintenance*)
 Pada tipe ini perbaikan hanya dilakukan pada saat kondisi mesin rusak. Tidak ada pengeluaran biaya untuk pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*). Kondisi ini hanya cocok bila ada suku cadang yang memadai.
2. Pemeliharaan rutin (*routine maintenance*)
 Pemeliharaan ini dilakukan secara periodik menurut siklus operasi berulang, dapat berupa pemeliharaan harian, mingguan atau berdasarkan jam operasi (*running hour*). Kegiatan yang dilakukan dapat berupa pembersihan (*sweeping*), penyetelan (*adjustment*), pelumasan (*oiling*) atau penggantian (*replacement*). Pemeliharaan ini bertujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan dan mengurangi biaya perbaikan.
3. Pemeliharaan korektif (*corrective maintenance*)
 Pemeliharaan yang dilakukan untuk mengembalikan kondisi peralatan yang sudah tidak berfungsi hingga terpenuhi kondisi yang diinginkan sehingga diharapkan terjadi peningkatan produktivitas peralatan.
4. Pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*)
 Pada pemeliharaan ini dilakukan inspeksi secara periodik dengan tujuan untuk mencegah kerusakan dini.
5. Pemeliharaan prediktif (*prediktif maintenance*)

Pada pemeliharaan ini dilakukan peramalan waktu kerusakan, penggantian dan perbaikan peralatan sebelum terjadi kerusakan.

2.2 TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM)

Agar tetap dapat bersaing dalam kompetisi global yang semakin menantang dan berubah dengan cepat, diperlukan penerapan strategi yang telah terbukti dapat mengelola semua sumber daya yang ada dalam organisasi secara tepat, efektif dan efisien. *Just In Time* (JIT) dan *Total Quality Management* (TQM) adalah beberapa strategi yang telah banyak digunakan oleh dunia industri, dan beberapa waktu belakangan ini hadirlah *Total Productive Maintenance* (TPM) sebagai sebuah strategi yang cukup diyakini mampu menjadi alat pemeliharaan berkualitas yang strategis.

2.2.1 Definisi TPM

TPM sesuai dengan namanya terdiri atas tiga buah suku kata, yaitu:

- (1) *Total*. Hal ini mengindikasikan bahwa TPM mempertimbangkan berbagai aspek dan melibatkan seluruh personil yang ada, mulai dari tingkatan atas hingga ke jajaran yang bawah.
- (2) *Productive*. Menitikberatkan pada segala usaha untuk mencoba melakukan pemeliharaan dengan kondisi produksi tetap berjalan dan meminimalkan masalah-masalah yang terjadi di produksi saat pemeliharaan dilakukan.
- (3) *Maintenance*. Berarti memelihara dan menjaga peralatan secara mandiri yang dilakukan oleh operator produksi agar kondisi peralatan tetap bagus dan terpelihara dengan jalan membersihkannya, melakukan pelumasan dan memperhatikannya.

Ada banyak sekali definisi TPM lainnya yang diberikan oleh para pemerhati di bidang pemeliharaan. Berikut ini adalah beberapa di antaranya.

Nakajima (1989), seorang yang memiliki kontribusi besar terhadap TPM, mendefinisikan TPM sebagai sebuah pendekatan inovatif pemeliharaan yang mengoptimalkan ke-efektifan peralatan, mengurangi terjadinya kerusakan (*breakdown*), dan mendorong melakukan pemeliharaan mandiri (*autonomous maintenance*) oleh operator melalui aktifitas sehari-hari yang melibatkan pekerja

secara menyeluruh. Menurut Chaneski (2002), TPM merupakan sebuah program manajemen pemeliharaan yang bertujuan untuk mengurangi kerusakan peralatan. Besterfield *et al.* (1999) berpendapat bahwa TPM membantu memelihara plant dan peralatan pada tingkatan tertinggi produktivitasnya melalui kerjasama dari semua area fungsional yang ada dalam sebuah organisasi. TPM merupakan bentuk kerjasama yang baik antara bagian pemeliharaan dan produksi dalam organisasi untuk meningkatkan kualitas produk, mengurangi pemborosan (*waste*), mengurangi biaya manufaktur, meningkatkan ketersediaan (*availability*) peralatan, serta meningkatkan kondisi pemeliharaan perusahaan.

Blanchard (1997) mengatakan bahwa TPM adalah sebuah pendekatan daur hidup (*life-cycle*) yang terintegrasi dengan pemeliharaan pabrik. TPM dapat dimanfaatkan dengan efektif oleh organisasi untuk mengembangkan keterlibatan pekerja pada setiap langkah proses manufaktur dan pemeliharaan fasilitas untuk lebih mengefektifkan aliran produksi (*production flow*), meningkatkan kualitas produk dan mengurangi biaya operasi. Keterlibatan pekerja secara total, pemeliharaan mandiri (*autonomous maintenance*) oleh operator, aktivitas-aktivitas kelompok kecil untuk meningkatkan kehandalan (*reliability*), kemudahan untuk dipelihara (*maintainability*), produktivitas peralatan serta perbaikan berkesinambungan (*kaizen*) merupakan prinsip-prinsip yang tercakup dalam TPM⁵.

Mobley (2008) mendefinisikan TPM sebagai sebuah strategi pemeliharaan komprehensif yang didasarkan atas pendekatan daur hidup (*life cycle*) alat yang dapat meminimumkan terjadinya kerusakan pada peralatan, cacat produksi dan kecelakaan kerja. TPM melibatkan siapapun dalam organisasi, mulai dari top level management hingga ke teknisi. Tujuannya adalah untuk meningkatkan ketersediaan (*availability*) secara berkesinambungan dan mencegah terjadinya penurunan kinerja alat dalam usaha memperoleh efektivitas yang maksimal⁶.

⁵ Ahuja dan Kahamba, *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 13 No.4, 2007, p. 340

⁶ R. Keith Mobley, *Maintenance Engineering Handbook*, Mc Graw Hill, 7th Edition, New York, 2008, p.1.4

2.2.2 Komponen - Komponen TPM

Ahuja dan Kahamba (2008) berpendapat bahwa TPM akan memberikan jalan untuk memperoleh kesempurnaan dalam hal perencanaan (*planning*), pengorganisasian (*organizing*), pengawasan (*monitoring*) dan pengaturan (*controlling*) melalui metode delapan pilar uniknya yang terdiri dari pemeliharaan mandiri (*autonomous maintenance*), perbaikan yang fokus (*focused improvement*), pemeliharaan terencana (*planned maintenance*), pemeliharaan yang berkualitas (*quality maintenance*), pendidikan dan pelatihan (*education and training*); keselamatan, kesehatan dan lingkungan (*safety, health and environment*); TPM kantor (*office TPM*), dan majemen pengembangan (*development management*). Gambar 2.1 menjelaskan secara lengkap delapan pilar TPM⁷.

Mobley (2008) membagi komponen TPM menjadi tiga bagian yang berbeda yaitu : *autonomous maintenance*, *planned maintenance* dan *maintenance reduction*⁸.

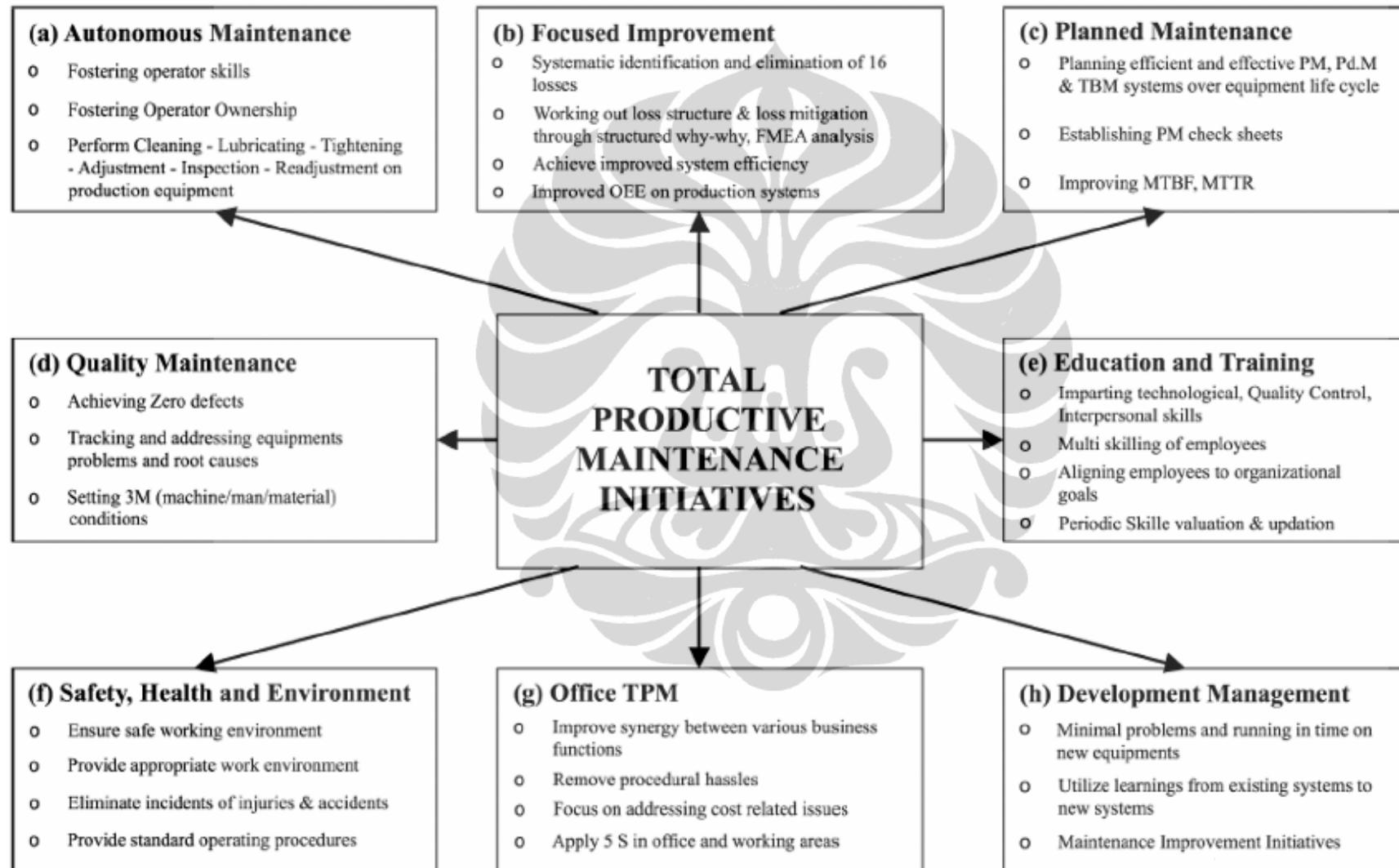
***Autonomous Maintenance* (Pemeliharaan Mandiri)**

Ide utama dari pemeliharaan mandiri adalah menugaskan operator untuk melakukan beberapa tugas pemeliharaan rutin (*routine maintenance*). Tugas tersebut antara lain pembersihan rutin setiap harinya, melakukan pemeriksaan terhadap peralatan, mengencangkan komponen peralatan, dan melumasi sesuai kebutuhan peralatan. Karena operator merupakan sosok yang paling dekat dengan peralatan yang mereka gunakan, maka mereka akan dapat dengan cepat untuk mendeteksi setiap terjadinya kelainan pada alat tersebut.

Penerapan pemeliharaan mandiri sering sekali termasuk di dalamnya adalah pengawasan secara visual. Pengawasan visual merupakan salah satu cara untuk memudahkan operator melakukan pemeliharaan dengan cara memberi tanda ataupun petunjuk pada peralatan, disertai dengan indikator yang membandingkan kondisi alat normal dengan kondisi alat yang tidak normal. Contohnya adalah permukaan *gauge* diberikan warna untuk menunjukkan rentang kondisi normalnya, jarum penunjuk pelumasan diberi warna agar pelumas yang diberikan

⁷ Ahuja dan Kahamba, *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 25 No.2, 2008, p. 149

⁸ R. Keith Mobley, *Maintenance Engineering Handbook*, Mc Graw Hill, 7th Edition, New York, 2008, p.2.41

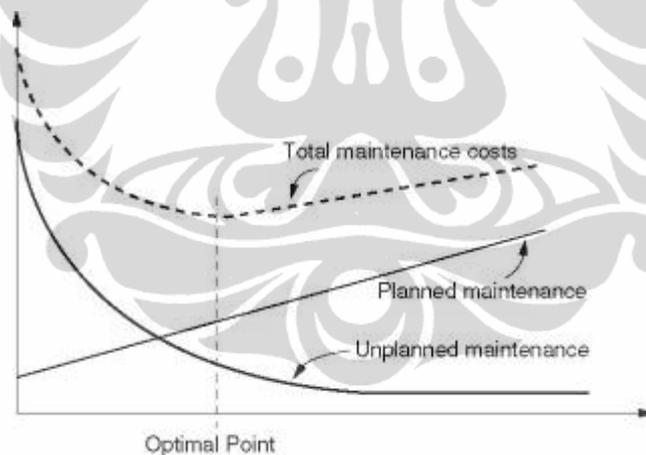


Gambar 2.1 Delapan Pilar TPM

sesuai dengan kapasitas dan jenis yang benar, dsb. Semua pemeriksaan ini didokumentasikan dalam bentuk *checklist* yang sederhana termasuk denah kerja dan rute pemeriksaannya. Operator juga diharapkan memberikan informasi harian berupa data kesehatan peralatan seperti *downtime*, kualitas produk serta segala jenis pemeliharaan yang dilakukan.

Planned Maintenance (Pemeliharaan Terencana)

Dengan menghilangkan beberapa tugas pemeliharaan rutin melalui pemeliharaan mandiri, staf pemeliharaan dapat mulai bekerja secara proaktif. Pemeliharaan terencana (juga dikenal sebagai pemeliharaan pencegahan) merupakan pekerjaan yang telah dijadwalkan untuk melakukan perbaikan ataupun penggantian komponen sebelum peralatan tersebut rusak. Secara teoritis, jika pemeliharaan terencana meningkat maka pemeliharaan tak terencana atau *breakdown* akan mengalami penurunan, sehingga total biaya pemeliharaan yang dikeluarkan akan menurun pula. Gambar 2.2 menunjukkan kurva hubungan tersebut.



Gambar 2.2 Kurva Biaya Pemeliharaan

Maintenance Reduction (Mengurangi Jumlah Pemeliharaan)

Dengan cara bekerja bersama-sama dengan penyedia peralatan, pengetahuan yang diperoleh dari memelihara peralatan dapat dijadikan sebagai masukan untuk merancang peralatan yang akan digunakan di masa mendatang, sehingga akan dihasilkan peralatan yang mudah dipelihara dan dapat secara mudah mendukung pemeliharaan mandiri. Hal ini diharapkan akan dapat mengurangi jumlah total pemeliharaan yang dibutuhkan.

Cara lain untuk mengurangi jumlah pemeliharaan yang dibutuhkan adalah dengan melakukan pengumpulan data kondisi peralatan secara khusus dan menganalisa hasilnya agar dapat memprediksi kerusakan (*failure*) yang akan terjadi. Adapun data yang dianalisa termasuk suhu, suara dan getaran yang terjadi pada komponen peralatan yang memungkinkan teknisi memperoleh informasi yang dapat menterjemahkan apa yang sebenarnya terjadi dengan peralatan tersebut. Analisa ini dapat dilakukan secara berkala dengan frekuensi yang dapat diatur menyesuaikan dengan kebutuhan peralatan. Harapannya akan diperoleh suatu tren yang dapat mewakili kesehatan alat secara keseluruhan, sehingga dapat juga menyelesaikan permasalahan yang kronis yang tidak dapat dihilangkan dengan pemeriksaan berkala yang dilakukan operator maupun pemeliharaan terencana yang berkala.

2.2.3 Sistem Pengukuran dalam TPM (*TPM Metric*)⁹

Seperti halnya dengan metode-metode manajemen lainnya, TPM juga memiliki sistem pengukuran untuk menilai kinerja dari sistem yang ada. Berikut beberapa pengukuran yang terdapat dalam TPM.

Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Menurut Jeong dan Phillips (2001), OEE merupakan besaran inti untuk mengukur keberhasilan dalam program penerapan TPM. Samuel *et al.* (2002) bahkan mengatakan bahwa besaran ini telah diterima secara luas sebagai alat ukur kuantitas yang penting untuk mengukur produktivitas operasional manufaktur. Peranan OEE jauh melebihi dari hanya sekedar alat untuk mengawasi (*monitoring*) dan mengendalikan (*controlling*) kinerja sistem manufaktur. Bulent *et al.* (2000) mengatakan bahwa OEE menyediakan metode yang sistematis untuk meningkatkan target produksi dan memperoleh pandangan yang seimbang antara ketersediaan (*availability*), efisiensi kinerja (*performance efficiency*) dan tingkatan kualitas (*rate of quality*). OEE diperoleh dari ketersediaan peralatan, efisiensi proses dan rata-rata kualitas dari produk.

$$OEE = Availability (A) \times Performance Efficiency (P) \times Rate of Quality (Q) \quad (2.1)$$

⁹ Ahuja dan Kahamba, *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 13 No.4, 2007, p. 341 & 343

dimana :

$$Availability (A) = \frac{LoadingTime - Downtime}{LoadingTime} \times 100\% \quad (2.2)$$

$$Performance Efficiency (P) = \frac{ProcessedAmount}{OperatingTime / TheoreticalCycleTime} \times 100\% \quad (2.3)$$

$$Rate of Quality (Q) = \frac{ProcessedAmount - DefectAmount}{ProcessedAmount} \times 100\% \quad (2.4)$$

Menurut Levitt (1996), TPM memiliki standard 90 % *availability*, 95 % *performance efficiency* dan 99 % *rate of quality*. Sedangkan Blanchard (1997) dan McKone et al.(1999) berpendapat bahwa 85 % OEE secara keseluruhan sudah merupakan *benchmark* kinerja kelas dunia.

Availability (Ketersediaan Alat)

Availability merupakan ukuran besarnya total waktu penggunaan alat dalam satuan persentase. *Availability* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$Availability (A) = \frac{ScheduledRunningTime - Downtime}{ScheduledRunningTime} \times 100\% \quad (2.5)$$

Mean Down Time (Rata-rata Waktu Kerusakan Alat)

Mean Down Time (MDT) adalah waktu rata-rata berhentinya alat akibat terjadinya kerusakan. MDT dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$Mean Down Time (MDT) = \frac{TotalDowntime}{NumberofDownTime} \quad (2.6)$$

Mean Time Between Failures (MTBF)

Mean Time Between Failures (MTBF) adalah waktu rata-rata alat bekerja sebelum terjadi kerusakan kembali. MTBF dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$Mean Time Between Failures (MTBF) = \frac{TimeBetweenFailure}{NumberofFailure} \quad (2.7)$$

Mean Time To Repair (MTTR)

Mean Time To Repair (MTTR) adalah waktu rata-rata alat diperbaiki saat terjadi kerusakan. MTTR dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\text{Mean Time To Repair (MTTR)} = \frac{\text{Total Re pairTime}}{\text{Numberof Re pair}} \quad (2.8)$$

2.3 QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT (QFD)

Quality Function Deployment (QFD) muncul pada tahun 1965-1967 ketika Yoji Akao dan Katsuyoshi Ishihara mempraktekkannya pada bidang pengendalian kualitas. Untuk memajukan *Total Quality Management* (TQM), mereka menyebarkan defenisi yang hampir sama dengan QFD, dimana fungsi-fungsi dari kualitas dikerahkan untuk mencapai kualitas itu sendiri. QFD ini didasari pada penelitian Katsuyoshi Ishihara yang pada waktu itu bekerja pada divisi komponen elektronik di perusahaan Matsushita. Ia merupakan orang pertama yang menerapkan pengerahan fungsi (*Function Deployment*) untuk memperjelas tugas-tugas dari kualitas. *Quality Function Deployment* diterapkan pertama kali di Jepang oleh Mitsubishi's Kobe Shipyard pada tahun 1972, yang kemudian diadopsi oleh Toyota. Ford Motor Company dan Xerox membawa konsep ini ke Amerika Serikat pada tahun 1986. Semenjak itu QFD banyak diterapkan oleh perusahaan-perusahaan Jepang, Amerika Serikat dan Eropa.

2.3.1 Konsep dan Manfaat QFD

Berdasarkan definisinya, QFD merupakan praktek untuk merancang suatu proses sebagai tanggapan terhadap kebutuhan pelanggan. *Quality Function Deployment* menerjemahkan apa yang dibutuhkan pelanggan menjadi apa yang dihasilkan organisasi. *Quality Function Deployment* memungkinkan organisasi untuk memprioritaskan kebutuhan pelanggan, menemukan tanggapan inovatif terhadap kebutuhan tersebut dan memperbaiki proses hingga tercapai efektivitas maksimum. QFD juga merupakan praktek menuju perbaikan proses yang dapat memungkinkan organisasi untuk melampaui harapan pelanggannya.

QFD memberi peluang untuk dapat menghasilkan produk yang lebih baik dengan biaya yang lebih murah. Vasilash (1989) menambahkan bahwa penerapan QFD memiliki beberapa keunggulan tambahan, yaitu¹⁰:

1. Perubahan rekayasa (*engineering change*) turun hingga 30 % - 50 %.
2. Siklus rancangan (*design cycle*) diperpendek hingga 30 % - 50 %.
3. Biaya *start-up* (*start-up cost*) berkurang hingga 20 % - 60 %.
4. Biaya permintaan garansi (*warranty claim*) berkurang hingga 20 % - 50 %.

Quality Function Deployment (*synonym : house of quality*), apabila dilaksanakan secara tepat akan memberikan hasil-hasil berikut¹¹:

- Meningkatkan efektivitas komunikasi di antara departemen-departemen.
- Kebutuhan pelanggan dibawa melalui proses langsung ke operasional
- Lebih sedikit perubahan-perubahan system yang terjadi
- Kualitas sistematis yang terintegrasi (*Built in systems quality*)
- Biaya *start-up* yang lebih rendah (*Lower start-up cost*)
- Waktu pembuatan yang singkat (*Less development time*)
- Meningkatkan pemahaman dari hubungan kompleks dan kemampuan mengurangi kompleksitas dengan tingkat integrasi lebih tinggi dalam perusahaan guna mendukung penyelesaian.
- Identifikasi dan penyelesaian kembali dari kebutuhan yang bertentangan dari berbagai pelanggan.

Titik awal (*starting point*) dari QFD adalah pelanggan serta keinginan dan kebutuhan dari pelanggan tersebut. Dalam QFD hal ini disebut sebagai “suara pelanggan” (*voice of the customer*). Selanjutnya dilakukan empat aktivitas utama, yaitu:

1. Perencanaan produk (*product planning*) : menerjemahkan kebutuhan-kebutuhan pelanggan ke dalam kebutuhan-kebutuhan teknik (*technical requirements*).
2. Desain produk (*product design*) : menerjemahkan kebutuhan-kebutuhan teknik ke dalam karakteristik komponen.

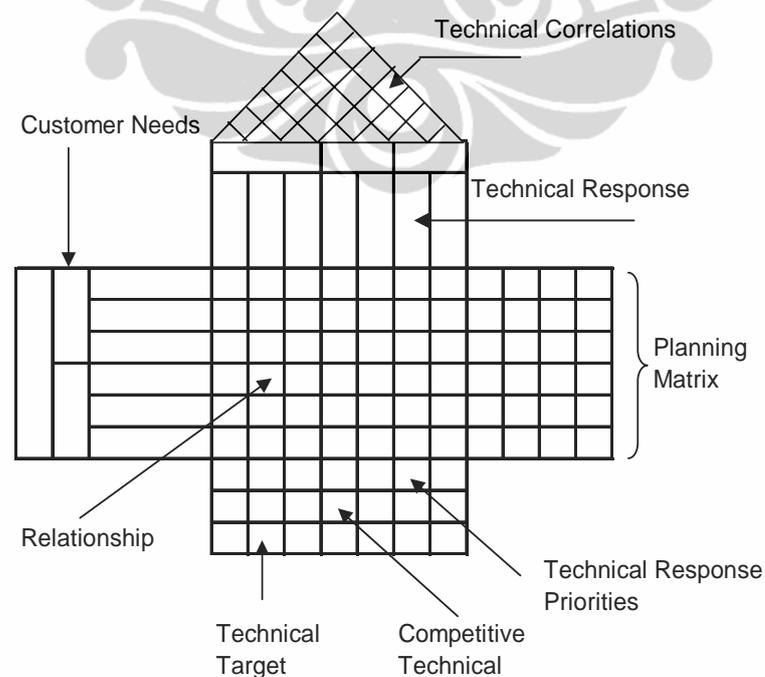
¹⁰ Rao *et al.*, *Total Quality Management : A Cross Functional Perspective*, John Wiley & Sons, 1996, p.393

¹¹ Vincent Gaspersz, *Total Quality Management*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 2003, p.42

3. Perencanaan proses (*process planning*) : mengidentifikasi langkah-langkah proses dan parameter-parameter serta menerjemahkannya ke dalam karakteristik proses.
4. Perencanaan pengendalian proses (*process-control planning*) : menetapkan atau menentukan metode-metode pengendalian untuk menghasilkan karakteristik proses.

2.3.2 House of Quality (HOQ)

House of Quality memperlihatkan struktur untuk mendesain dan membentuk suatu siklus, yang bentuknya menyerupai sebuah rumah. Kunci dalam membangun HOQ adalah difokuskan pada kebutuhan pelanggan, sehingga proses desain dan pengembangannya lebih sesuai dengan apa yang diinginkan oleh pelanggan dari pada dengan teknologi inovasi. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan informasi yang penting dari pelanggan. Hal tersebut mungkin menambah waktu perancangan awal dalam proyek pengembangannya, tetapi waktu mendesain dan mendesain ulang dan membawa produk atau jasa ke pasaran akan berkurang. Berikut ini adalah gambar yang menunjukkan komponen-komponen penting dari tabel kualitas atau diagram QFD – *the 'house of quality'* [Cohen, 1995].



Gambar 2.3 *The House of Quality*

HOQ merupakan sentral dalam membuat QFD dan merupakan matriks yang sangat kompleks karena terdiri atas beberapa matriks yang terdapat didalamnya.

2.3.3 Kebutuhan / Keinginan Pelanggan

Kebutuhan konsumen pada fase ini disusun secara hierarki dengan tingkat kebutuhan paling rendah hingga tingkat yang paling tinggi. Kebanyakan tim pengembang mengumpulkan ‘suara pelanggan‘ (*voice of customer*) melalui interview atau wawancara dan kemudian disusun secara hierarki. Kegagalan dalam memaksimalkan keterlibatan pelanggan dalam fase ini sering menimbulkan kesalahan pengertian antara pelanggan dan tim pengembang. Ketika tim pengembang produk tidak mengerti keinginan pelanggan dengan baik, maka aktifitas pelaksanaan produk akan mengalami kesulitan, sehingga perencanaan produk berjalan dengan lambat [Cohen, 1995].

2.3.4 Matrik Perencanaan

Merupakan bagian kedua dari HOQ dan disebut sebagai tempat penentuan sasaran atau tujuan produk, di dasarkan pada interpretasi tim terhadap data riset pasar. Penetapan sasaran atau tujuan merupakan gabungan antara prioritas-prioritas bisnis perusahaan dengan prioritas-prioritas kebutuhan pelanggan. Hal ini merupakan tahap penting dalam perencanaan produk. [Cohen, 1995]. Matrik perencanaan berisi tiga tipe informasi penting :

1. Data kuantitatif pasar, yang menunjukkan hubungan antara tingkat kepentingan kebutuhan dan keinginan pelanggan dan tingkat kepuasan pelanggan dengan perusahaan dan tingkat persaingan.
2. Penetapan tujuan atau sasaran untuk jenis produk dan jasa baru.
3. Perhitungan tingkat ranking (ranking ordering) keinginan dan kebutuhan pelanggan.

Satu alasan untuk mengisi planning matrix segera setelah *customer needs* selesai adalah karena kebutuhan pelanggan merupakan prioritas, tim QFD boleh memilih untuk membatasi analisa hanya untuk tingkat kebutuhan pelanggan yang tertinggi. Pertimbangan ini digunakan untuk mengurangi waktu yang dibutuhkan dalam menyelesaikan proses QFD. Jika matrik perencanaan ditunda sampai

beberapa waktu, setelah bagian relationship terisi, maka tim tidak akan dapat membuat batasan analisa, karena tidak mengetahui kebutuhan pelanggan mana yang paling penting bagi mereka. Tetapi beberapa praktisi mengerjakan karakteristik teknik dan bahkan menentukan relationship sebelum mengerjakan matrik perencanaan. Keuntungan dari cara ini adalah tim akan lebih familiar dengan kebutuhan pelanggan.

2.3.5 Karakteristik Teknik

Merupakan bagian ketiga dari HOQ dan gambaran produk atau jasa yang akan dikembangkan. Biasanya gambaran tersebut diturunkan dari kebutuhan pelanggan dibagian utama HOQ. Terdapat beberapa informasi yang ada pada karakteristik teknik, alternatif yang paling umum adalah persyaratan kebutuhan produk atau jasa dan kemampuan atau fungsi dari produk maupun jasa.

Jika kebutuhan dan keinginan pelanggan mewakili suara pelanggan maka karakteristik teknik mewakili suara pengembang. Dengan menempatkan kedua suara tersebut dikiri dan atas matriks, maka dapat dievaluasi hubungan keduanya secara sistematis [Cohen, 1995]. Karakteristik teknik dapat disusun secara hirarki.

2.3.6 Matrik Hubungan dan Prioritas

Merupakan bagian keempat dari HOQ dan merupakan bagian terbesar dari matriks dan menjadi bagian terbesar dari pekerjaan. Untuk setiap sel dalam matrik hubungan, tim memberikan nilai yang menunjukkan keberadaannya terhadap karakteristik teknik (dikolom atas) yang dihubungkan dengan kebutuhan dan keinginan pelanggan (dibaris sebelah kiri). Ada empat jenis hubungan yang biasa digunakan dan nilai dari masing-masing lambang dapat dilihat sebagai berikut:

	Simbol	Arti	Nilai
	Blank	<i>Not linked</i> (tidak ada hubungan)	0
		<i>Possibly linked</i> (mungkin)	1
		<i>Moderately linked</i> (sedang)	3
		<i>Strongly linked</i> (kuat)	9 (nilai lain 10, 7, 5)

Gambar 2.4 Nilai Hubungan Matriks

Pemberian simbol atau lambang didasarkan atas kondisi berikut ini [Cohen, 1995]:

1. Karakteristik teknik disebut sebagai *not linked* terhadap tingkat kepuasan pelanggan apabila perubahan atau pergeseran tingkat performansi karakteristik teknik besar ataupun kecil tidak akan mempengaruhi tingkat kepuasan pelanggan.
2. Mempunyai hubungan *possibly linked* (Δ), apabila perubahan atau pergeseran yang relatif besar dari tingkat performansi karakteristik teknik sedikit berpengaruh terhadap tingkat kepuasan pelanggan.
3. *Moderately linked* (O), apabila perubahan yang relatif besar dari karakteristik teknik akan mempengaruhi secara nyata tingkat kepuasan pelanggan tetapi bukan merupakan hal yang signifikan.
4. *Strongly linked* (\square), apabila terjadi perubahan yang sangat sedikit saja terhadap tingkat performansi karakteristik teknik akan mempengaruhi secara signifikan tingkat kepuasan pelanggan

Setelah dihitung semua nilai hubungan maka dapat ditentukan kontribusi relatif karakteristik teknik terhadap keseluruhan kepuasan pelanggan.

2.3.7 *Competitive Benchmarking dan Target*

Bagian kelima dan keenam dari HOQ adalah *competitive benchmarking* dan target, terletak dibagian bawah HOQ dan biasanya menggunakan yang sesuai dengan karakteristik teknik. Dengan QFD target mempunyai ketepatan dalam berhubungan dengan kebutuhan konsumen, berhubungan dengan performansi pesaing, dan dengan performansi sekarang dari perusahaan. Target rangking pemesanan di dasarkan pada analisis sistematis yang dilakukan oleh bagian matrik hubungan dan semua analisis utama QFD [Cohen, 1995].

2.3.8 **Korelasi Teknik**

Korelasi teknik merupakan bagian penyelesaian akhir dan matriks yang bentuknya menyerupai atap. Matriks ini digunakan dalam membantu tim QFD menentukan desain yang mengalami bottleneck dan menentukan kunci komunikasi diantara para desainer.

2.3.9 Langkah-Langkah Membangun QFD¹²

Ada beberapa langkah untuk membangun QFD, yaitu:

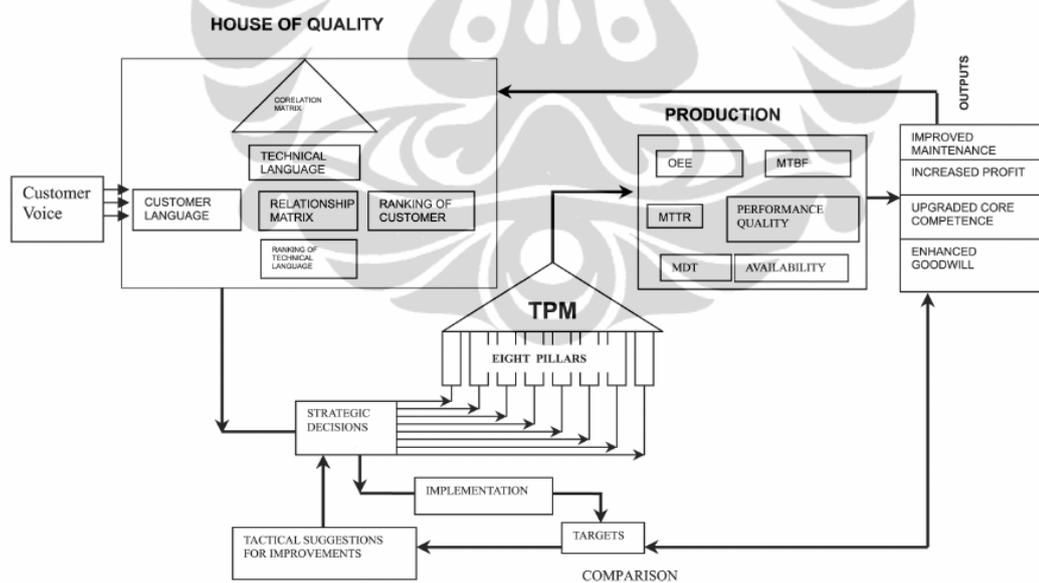
1. Memasukkan pelanggan, keinginan dan kebutuhannya, serta kepentingan relatif (urutan prioritas) untuk masing-masing karakteristik yang diinginkan pelanggan itu, kemudian ditempatkan dalam segi empat pada sisi kiri dari QFD.
2. Melakukan analisis untuk setiap keinginan dan kebutuhan pelanggan berdasarkan karakteristik produk yang ada serta produk dari pesaing (*competitor*) untuk semua dimensi kualitas yang dinyatakan dan menempatkannya pada sisi kanan dari QFD.
3. Mengidentifikasi karakteristik teknik yang sesuai dengan keinginan dan kebutuhan pelanggan dalam segi empat yang berada di atas matrik hubungan (*relationship matrix*) yang terletak di tengah dari QFD. Hal ini memberikan respon teknik untuk setiap keinginan dan kebutuhan pelanggan yang sering disebut sebagai apa (**WHATS**) yang dibutuhkan pelanggan (*customer requirements*). Kebutuhan teknik sering disebut sebagai **HOWS** (*technical requirements*). Keadaan ini menunjukkan **BAGAIMANA** perusahaan akan memberikan respon terhadap **APA** yang diinginkan pelanggan.
4. Menggambarkan hubungan (*relationship*) di antara setiap **WHATS** (*customer requirements*) dan setiap **HOWS** (*technical requirements*). Dalam beberapa kasus, suatu keinginan pelanggan mungkin menghasilkan kebutuhan teknik yang saling bertentangan (*conflicting technical requirements*).
5. Menilai derajat kesulitan dan menentukan nilai target dari setiap kebutuhan teknik (**HOW**). Beberapa dari nilai target mungkin menggambarkan terobosan yang penting (*significant breakthrough*) dalam desain dan apabila tercapai akan menghasilkan produk yang *superior* terhadap pesaing di pasar.
6. Melakukan analisis korelasi yang menunjukkan hubungan di antara **HOWS** (*technical requirements*). Matriks korelasi ditempatkan pada atap

¹² Vincent Gaspersz, *Total Quality Management*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 2003, p.43

dari QFD (*House of Quality*). Dalam analisis korelasi ini mungkin ada tarik-menarik kepentingan (*trade-offs*) yang harus dipertimbangkan dalam usaha-usaha desain.

2.4 MODEL MAINTENANCE QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT (MQFD)

Model MQFD diperkenalkan pertamakali oleh Pramod, Devadasan, Muthu, Jagathyraj & Moorthy pada tahun 2006 melalui sebuah jurnal yang berjudul “*Integrating TPM and QFD for improving quality in maintenance engineering*”. Model MQFD merupakan gabungan antara metode QFD dan TPM. Penggabungan kedua metode ini diharapkan dapat dapat meningkatkan kualitas pemeliharaan sekaligus dapat mengakomodasi suara pelanggan secara menyeluruh – baik pelanggan internal maupun pelanggan eksternal dibanding metode pemeliharaan yang telah ada. Gambar 2.5 adalah model MQFD yang diperkenalkan oleh Pramod *et.al.*



Gambar 2.5 Model MQFD

(Sumber : *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 13 No.4, 2007, p. 340 – 343)

Dari model MQFD yang diperkenalkan seperti terlihat pada gambar 2.5, kinerja sebuah perusahaan dapat diketahui dari suara pelanggan yang ada. Suara pelanggan ini selanjutnya digunakan untuk merancang dan membangun *house of*

quality (HOQ). Hasil dari QFD dalam bentuk bahasa teknis (*technical language*) disampaikan ke manajemen atas untuk membuat suatu keputusan strategis. Bahasa teknis yang terkait dengan peningkatan kualitas pemeliharaan secara strategis diarahkan oleh manajemen atas untuk berjalan sesuai dengan delapan pilar TPM. Karakteristik TPM yang dibangun melalui delapan pilarnya selanjutnya diterapkan pada sistem produksi. Penerapan ini harus difokuskan kepada peningkatan parameter kualitas pemeliharaan yang terdapat dalam TPM yaitu *availability*, *Mean Time To Repair* (MTTR), *Mean Time Between Failure* (MTBF), *Mean Down Time* (MDT) dan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE).

Hasil dari sistem produksi dibutuhkan untuk mencerminkan keberhasilan penerapan dalam bentuk peningkatan kualitas pemeliharaan, peningkatan jumlah keuntungan, peningkatan kompetensi inti dan peningkatan niat baik / kerjasama diantara pekerja. Semua hasil penilaian tersebut selanjutnya digunakan untuk merancang bangun HOQ yang lain dan membandingkannya dengan target yang telah ditetapkan. Sekarang, siklus baru dari model MQFD ini telah dimulai. Dengan demikian proses yang terdapat dalam penerapan model MQFD ini merupakan sebuah proses perbaikan yang berlanjut tanpa henti.