

BUILT IN MAINTENANCE (DALAM REFINERY)

Oleh :
Ir. Muchtisar DP.

A. Pendahuluan

Ada empat hal penting yang menyebabkan mengapa pemeliharaan (*maintenance*) menjadi penting. Pertama adalah menjamin keselamatan (*safety*) bagi orang yang berhubungan dengan apa yang dipelihara itu. Ke dua meningkatkan efektifitas dan efisiensi serta reliabilitas dari unit kerja. Ke tiga menghindarkan kerusakan sarana yang digunakan untuk bekerja. Dan yang keempat adalah menjamin kesinambungan kerja karena "keutuhan" (*availabilitas*) sarana kerja.

Pemeliharaan yang kurang baik tentunya dapat menyebabkan kegagalan satu atau lebih dari ke empat hal tersebut di atas. Banyak akibat yang merugikan karena timbulnya kecelakaan-kecelakaan atau kerusakan-kerusakan akibat dari buruknya pemeliharaan.

Kecelakaan atau kerusakan ini dapat disebabkan oleh hal-hal yang bersifat alami, dan dapat pula akibat tindakan orang. Hal-hal alami seperti kabel yang dimakan tikus, ular yang masuk ke dalam trafo, motor yang kebanjiran, atau kemasukan debu, rusak karena tua dan lain-lain. Kerusakan yang disebabkan kesalahan tindakan orang, misalnya disebabkan oleh kesalahan pemasangan alat, baut angker terlalu kecil hingga putus, isolasi yang kurang baik, mesin listrik meledak karena bukan *explosion proof*.

Ada pula kerusakan yang disebabkan oleh kesalahan *design* (fondasi terlalu kecil, mesin bergetar), kesalahan operasional, kesalahan metoda kerja dll. Satu kerusakan sesuatu bagian atau alat sering-sering menyebabkan kerusakan yang lain atau menyebabkan terhentinya seluruh proses. Kalau yang terhenti adalah kilang besar atau kegiatan distribusi maka berbagai macam kerugian akan timbul sebagai akibatnya.

Oleh sebab itu maintenance dilakukan dalam berbagai tingkat dan di negara-negara yang sudah maju, sudah dipraktikkan "*built in maintenance*" atau "*maintenance free*" atau "*maintenance preventive system*". Maintenance yang sudah dipikirkan sejak dilakukannya design, pada pemasangan, pemakaian sampai pada pengafkirannya. Kalau di suatu tempat orang malangkah (belum jalan) ke arah preventive maintenance, orang di tempat lain sudah mulai jalan dengan maintenance preventive.

Untuk kita rasanya masih banyak hal yang perlu dikembangkan dalam bidang pemeliharaan ini. Membangun sudah merupakan hal yang sulit dan perlu perjuangan. Memelihara dengan baik suatu hal yang bukan gampang, kalau tidak boleh dikatakan lebih sulit. Bukan hanya masalah teknis atau teknologinya saja, tetapi juga aturan-aturan, metode dan system perlu ditimbulkan dan dikembangkan.

Mencatat semua kejadian kecelakaan dan kerusakan, sebab-sebab dan akibat adalah bahan yang baik untuk membuat analisa-analisa.

Hasil analisa ini akan pupuk pertumbuhan aturan keselamatan dalam industri atau kegiatan yang lain yang merupakan umpan balik untuk kegiatan pemeliharaan. Kalau semua dilaksanakan sebagaimana mestinya, maka terbentuklah siklus pemeliharaan yang tertutup.

B. Evolusi pemeliharaan.

Perlu dipahami, kemudian disepakati oleh semua unsur dalam unit kerja atau organisasi bahwa *sarana atau alat mesin yang digunakan, pada suatu saat akan rusak*. Hal ke dua adalah ada kemungkinan untuk fungsi yang sama, telah ditemukan, atau dibuat alat baru yang mempunyai *performance* lebih baik. Pandangan optimistik menekankan adanya perasaan rugi (kerugian relatif) bila tetap digunakan alat, mesin, metoda lama sedangkan sementara itu sudah ada yang baru yang mempunyai *performance* lebih baik. Pandangan pesimistis berpaling pada keadaan nol, "Daripada tidak ada sama sekali".

Pandangan pesimistik ini ada dan tumbuh dalam situasi di mana untuk mengganti alat/sarana lama merupakan hal yang amat berat dan bahkan malapetaka. Dua unsur penting, yaitu unsur "akan rusak" dan unsur "performance lebih baik" perlu dipadukan dalam pemeliharaan sarana agar "kerusakan" dapat diperlambat atau daya guna lebih panjang dengan performance yang tinggi, termasuk di dalamnya unsur efektifitas dan efisiensi. Inilah dasar pokok agar dapat memahami bahwa pemeliharaan itu penting untuk kepentingan institusional. Karena pentingnya pemeliharaan, maka perlu pengertian, perencanaan, pelaksanaan yang cermat dan pengawasan kualitas, harga dan kecepatan serta ketepatan.

an pelaksanaan dan pelaksana. Pemeliharaan sering di-campur adukkan dengan reparasi.

Reparasi hanyalah satu di antara sekian banyak tindakan pemeliharaan. Pemeliharaan yang dilakukan sebelum sarana rusak dan dilakukan atas dasar Inspeksi atau mengikuti petunjuk manufacturer dinamakan preventive maintenance. Reparasi dilakukan setelah sarana tidak dapat berfungsi dengan baik atau sudah *break-down*. Ini dinamakan *Breakdown Maintenance*. Sarana yang masih berfungsi, kadang-kadang dapat diusahakan peningkatan performancinya dan modifikasi atau beberapa penggantian partnya. Tindakan ini disebut *Corrective Maintenance*. Dengan *corrective maintenance* hasilnya adalah peningkatan produktifitas sarana.

Dengan dasar pemikiran Preventive Maintenance, Breakdown Maintenance dan Corrective Maintenance, orang terdorong untuk menyusun cara pengorganisasian terpisah antara pekerjaan maintenance dan pekerjaan operasional produktif. Dasar pemikiran yang demikian sekarang di negeri yang sudah maju dianggap sebagai pemikiran yang konvensional.

Kini sedang berjalan cara baru sebagai kelanjutan evolusi kegiatan maintenance yaitu apa yang disebut "*maintenance preventive*" atau "*maintenance free*". Dasar pemikirannya adalah bahwa bila masalah maintenance sudah diperhitungkan dalam membuat alat atau peralatan, maka biaya maintenance dan biaya karena kerusakan (deteriorasi) akan kecil dan memberikan efek ekonomi yang positif dalam jangka waktu panjang.

"Maintenance free" tidaklah berarti sama sekali tidak ada maintenance, tetapi realitanya adalah bahwa tidak diperlukan upaya dan biaya serta waktu yang besar untuk memelihara alat tersebut.

Untuk membuat suatu alat, mesin dan lain-lain yang "maintenance free" tentu memerlukan biaya lebih besar dan harga alat, mesin dan lain-lain menjadi mahal sehingga investasinya lebih tinggi. Sampai di mana tingkat "free"-nya dari maintenance tersebut ditentukan oleh faktor-faktor tekno ekonomis pemakai. Oleh sebab itu perlu ditekan alat/sarana mana atau mana saja yang

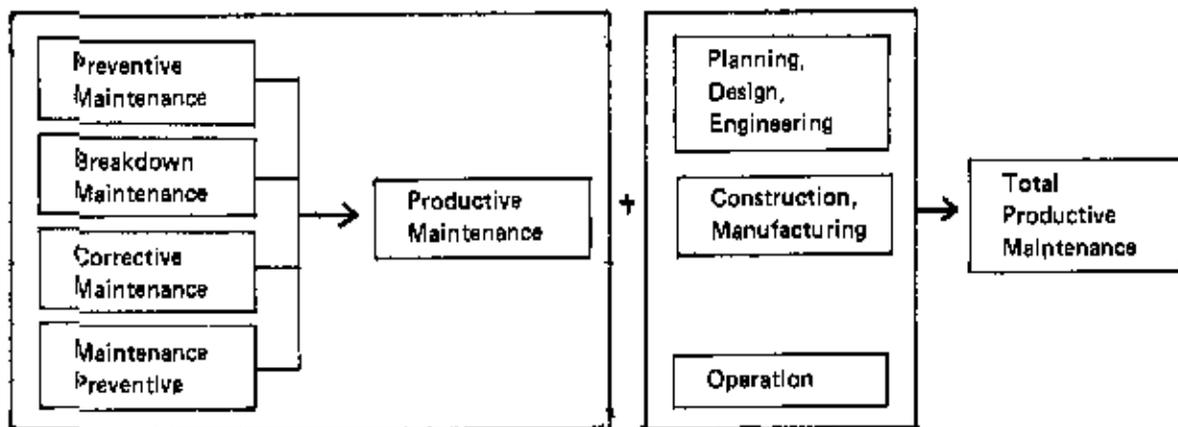
digolongkan untuk memperoleh preventive maintenance, mana yang breakdown maintenance mana yang corrective maintenance dan mana yang maintenance preventive. Semua tingkat maintenance ini harus disusun dalam suatu keseimbangan ekonomi yang optimum dan tersusunlah struktur pemeliharaan yang seimbang dalam bentuk pemeliharaan produktif "*Productive Maintenance*".

Di tempat di mana ada keseimbangan kegiatan antara planning, design, & engineering, konstruksi, pembuat alat atau barang dan operasi yang menggunakan alat atau barang tersebut, maka terdapat langkah pemeliharaan yang lebih maju lagi seperti tertera dalam bagan di bawah ini yaitu dilaksanakannya *Total Productive Maintenance* atau "*Productive Maintenance by all Worker*".

Kegiatan maintenance adalah bagian dari tugas operasional produktif dan dirancang serta dilaksanakan oleh kelompok-kelompok kecil dalam sektor produktif. Hal ini lebih efektif sebab pelaksanaan kerja produktif lebih memahami hal-hal yang bersangkutan dengan alat-alat produktif yang sehari-hari dihadapinya. Kegiatan ini didukung dengan prinsip-prinsip *management quality control*, *zero defect circles* dan gerakan lima langkah.

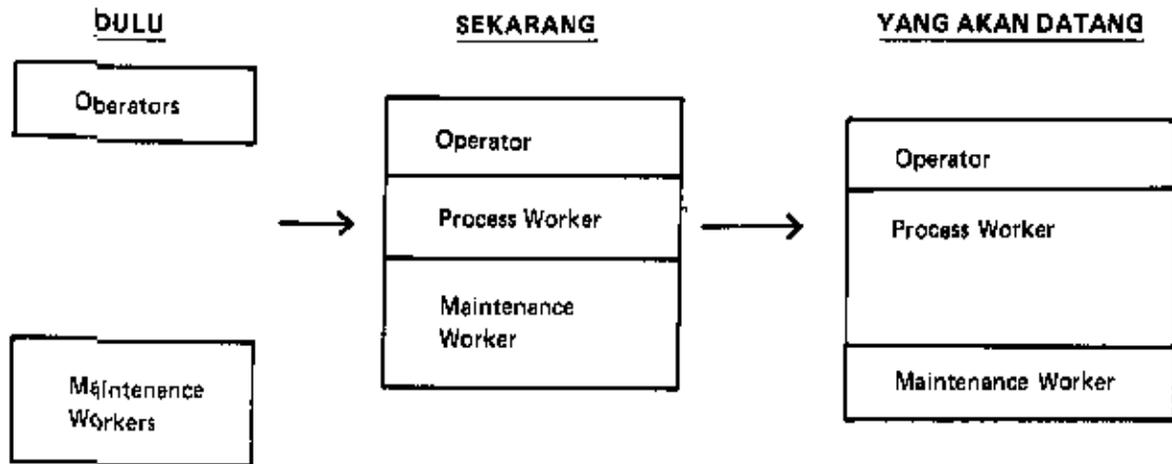
- Langkah 1. Tempatkan alat-alat pada tempatnya, singkirkan hal-hal yang tidak diperlukan.
- Langkah 2. Biasakan menempatkan alat/barang dengan teratur dan mudah dipergunakannya. Menggunakan sesuai dengan aturan.
- Langkah 3. Usahakan tempat kerja selalu bersih dan cara kerja yang menjamin kebersihan tersebut.
- Langkah 4. Pelihara agar alat-alat kerja dan tempat kerja selalu bersih dan sehat.
- Langkah 5. Ikuti aturan dan mengikuti aturan sebagai bagian dari hidup dan kebudayaan.

Prinsip "built in maintenance" berikut ini digunakan dalam Total Productive Maintenance.



Dengan total productive maintenance tersebut dapat ditekan "Life time cost" dari alat-alat atau "Life Cycle Cost"-nya. Makin tinggi tingkat teknologi yang digunakan dalam operation, maka bagi petugas-petugas maintenance diperlukan pengetahuan yang makin tinggi untuk memahami masalah-masalah operasional.

Pengalaman di negara maju, menunjukkan bahwa



Proses worker mengerjakan proses dan Maintenance sekaligus.

Dengan management style yang unik, di Jepang terlihat kecenderungan menaik di mana-mana bahwa process worker mengerjakan maintenance. Dalam beberapa perusahaan maju sudah sulit dibedakan mana pekerja proses dan mana maintenance sebab orangnya mengerjakan ke dua-dua pekerjaan tersebut.

Kecenderungan tersebut mudah dipahami sebab orang-orang proses :

1. Tahu benar tentang alat-alat yang setiap hari dihadapinya.
2. Dapat menemukan cacat atau gangguan terhadap alat-alat tersebut dengan cepat.
3. Ada dorongan agar alat-alat tersebut mudah di-handle, tidak rusak-rusak dan produktif, agar supaya kerja operator proses sendiri tidak menjadi sulit.

Kecenderungan semacam itu didukung oleh membudayananya "sense of belonging" dari tiap-tiap karyawan.

Lebih cepat orang-orang operasional menguasai nal-hal maintenance daripada orang-orang maintenance menguasai proses-proses operasional. Oleh sebab itu sekarang, pekerja-pekerja maintenance dan operasional bekerja dalam satu group. Pada saat-saat mendatang jumlah petugas maintenance dapat makin dikurangi dan masuk dalam kelompok proses operasional.

Gambar di bawah ini menjelaskan evolusi tersebut.

C. Prosedure Productive Maintenance.

1. Tetapkan urutan prioritas maintenance

Untuk prioritas maintenance ditetapkan atas dasar "tingkat bahaya" suatu alat dengan memberi nilai tingkat bahaya atas dasar jenis material yang dihandle, kapasitas, temperature, tekanan dan handlingnya dalam operation alat tersebut. Nilai tersebut amat tergantung pada keadaan setempat, atas dasar kejadian-kejadian dan pengalaman yang telah ada

Contoh di bawah ini dari Jepang, yang ditetapkan oleh MITI. Nilai dinyatakan dengan huruf dan angka untuk tiap faktor tersebut di atas. Nilai A = 10 B = 5, C = 2 dan D = 0. Makin tinggi nilai alat makin berbahaya atau makin besar kemungkinan timbul bahaya.

Dengan angka tersebut faktor-faktor di atas ditetapkan sebagai berikut :

a. Material.

Material		Nilai
1	Material eksplosif	A
2	Gas yang mudah terbakar	Asetilen lebih dari 2 atm gas lainnya B
3	Cairan mudah terbakar :	Flash Point < -30°C Flash Point - 30° — 30°C B C
4	Material lain	D

b. Kapasitas alat.

Nilai		A	B	C	D
MATERIAL	gas	> 1000 M^3	500 — 1000 M^3	100 — 500 M^3	< 100 M^3
	cairan	> 100 M^3	50 — 100 M^3	10 — 50 M^3	< 10 M^3

C. Temperatur kerja.

Temperatur kerja		Nilai
> 1000°C	> Ignition Point	A
	< Ignition Point	B
250° - 1000°C	> Ignition Point	B
	< Ignition Point	C
< 250°C	> Ignition Point	C
	< Ignition Point	D

d. Tekanan kerja.

Tekanan kerja Nilai		Nilai
> 1000	kg/cm ² G	A
200 - 1000	kg/cm ² G	B
10 - 200	kg/cm ² G	C
< 10	kg/cm ² G	D

e. Handling

Handling	Nilai
1. Handling di dalam explosion range	A
2. Handling dengan rate kenaikan temperatur 400°C/menit termasuk bila kondisi operasi berubah sampai 25 % dari keadaan normal.	B
3. Handling dengan rate kenaikan temperatur 4°- 400°C/ menit termasuk bila kondisi operasi naik sampai dengan 25 % dari keadaan normal.	C
4. Handling dengan kenaikan rate di bawah 4°C/menit walaupun kondisi operasi berubah sampai dengan 25 % dari keadaan normal	D

Rate kenaikan temperatur :

$$Q = \frac{Q_n}{C_p \cdot \rho \cdot v}$$

- Q = rate kenaikan temperatur ($^{\circ}\text{C}/\text{menit}$)
 Q_n = rate pembebasan panas reaksi (kkal/menit)
 C_p = panas jenis benda yang dibanding (kkal/kg $^{\circ}\text{C}$)
 ρ = densitas benda yang dihandle
 V = kapasitas tempat menampung.

Nilai akhir diperoleh dengan penjumlahan dan gradasi bahaya dinyatakan dalam I, II, III sebagai tabel di bawah ini :

	Nilai	Tingkat bahaya
Grade I	> 16	Tinggi
Grade II	11 – 15	Sedang
Grade III	< 10	Rendah

Explosion range beberapa jenis material adalah sebagai berikut :

Zat	Explosion range % vol.	
	X ₁	X ₂
H ₂	4,1	74,2
CS ₂	1,25	44
NH ₃	16	25
CO	12,5	74
Asetilen	2,5	81
Etilen	3,1	32
Propilen	2,4	10,3
Propilen oksid	2,1	21,5
Metan	5,3	14
Etan	3,0	12,5
Metanol	7,3	36
Naftalen	0,9	5,9
Furfural	2,1	—
H ₂ S	4,3	45
Gasoline	1,4	7,6
Kerosine	0,7	5
Gasoil	6	13,5
Coal gas	5,3	3
Propan	2,2	9,5
n butan	1,9	8,5
n hexan	1,2	7,5
Benzene	1,4	7,1
Toluene	1,4	6,7
Etilen Eter	1,9	48
Asetal – dehid	4,1	55
Aseton	2,8	12,8

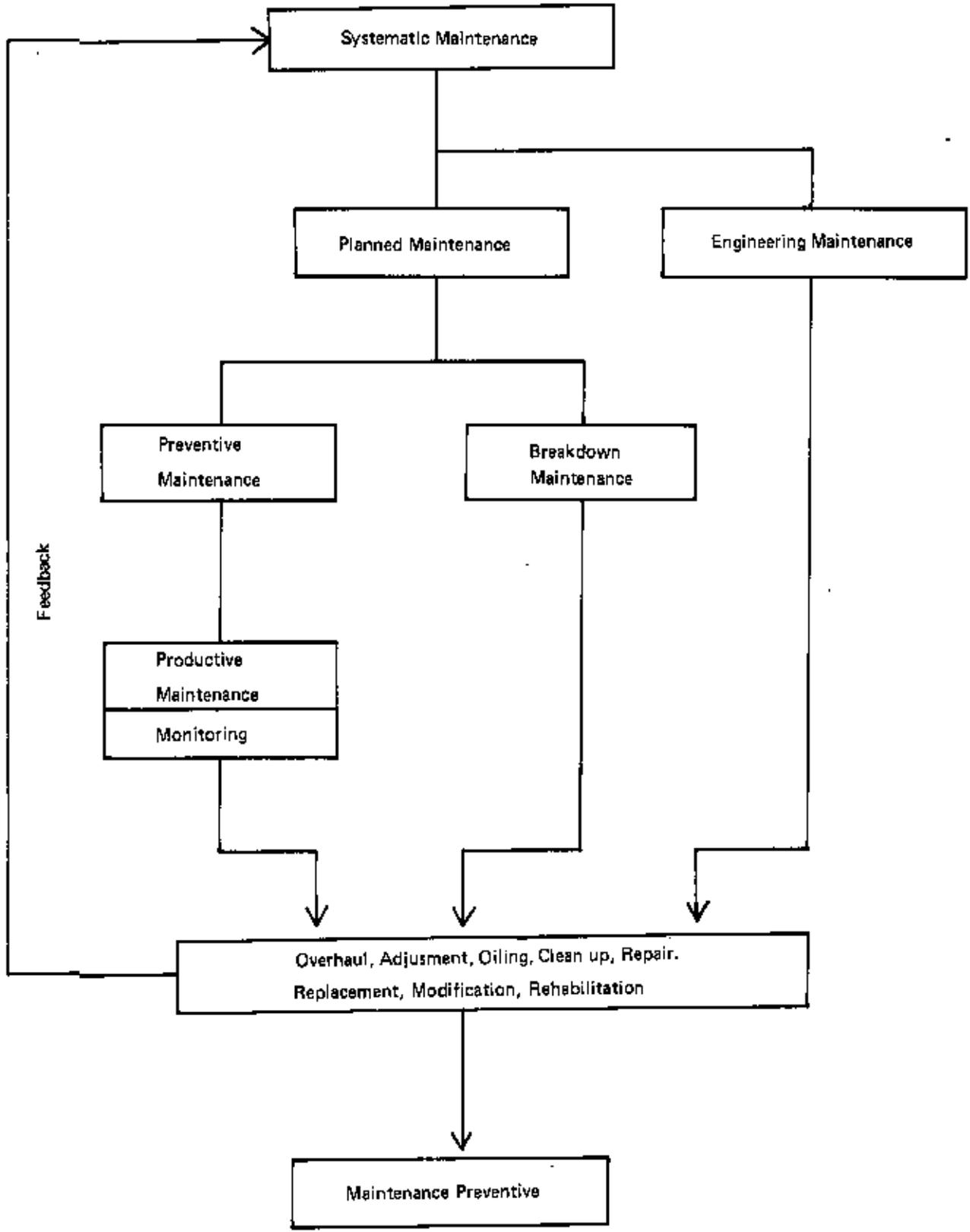
X₁ = batas bawah; X₂ = batas atas

Tingkat bahaya zat itu sendiri dapat dihitung sebagai berikut :

$$TB = \frac{X_2 - X_1}{X_1}$$

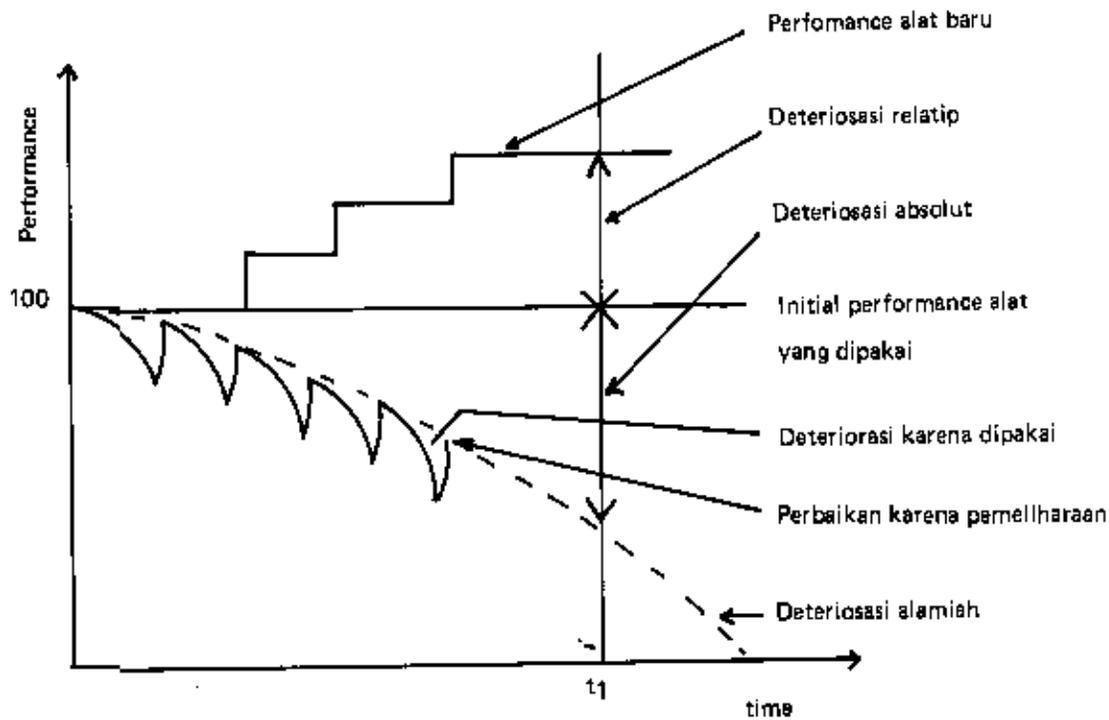
- Atas dasar kemampuan yang ada dan perhitungan ekonomis dan keselamatan kerja, tetapkan misalnya untuk kategori I dan II tergolong preventive maintenance, kategori III – break-down maintenance.
- Siapkan inspection standard table dan check list untuk alat-alat yang memerlukan preventive maintenance kemudian lakukan pengecekan;
- Lakukan inspeksi periodik.
- Gunakan "productive maintenance"
Productive maintenance berbeda dengan preventive maintenance yang menitik beratkan pada control waktu kerja seperti inspection cycle. Sedangkan productive maintenance mengutamakan kenyataan hasil monitoring. Walaupun menurut preventive maintenance masih dikatakan baik, bila kenyataan dengan alat-alat test yang ada perlu ada penggantian, harus segera diganti. Productive maintenance mempergunakan diagnosa-diagnosa sebagai dasar bertindak. Diagnosa dilakukan dengan pertolongan alat-alat test yang baik. Misalnya menentukan keadaan trafo dengan memeriksa minyaknya, walaupun menurut manual belum waktunya diperiksa.
- Segara melakukan langkah-langkah atas dasar hasil monitoring atau diagnosa di atas.
- Lakukan perencanaan reparasi dengan baik.
- Catat dalam kartu sejarah "history card" tiap alat.
- Jangan segan merubah standard bila kenyataannya kurang cocok berdasarkan hasil monitoring.
- Adakan kerja ulang tiap bulan dan susun laporan berkala.
- Adakan rapat maintenance untuk menentukan langkah jangka panjang.

Secara skematik maintenance sistimatis dilakukan sebagai ter-gambar dalam bagan di bawah ini.



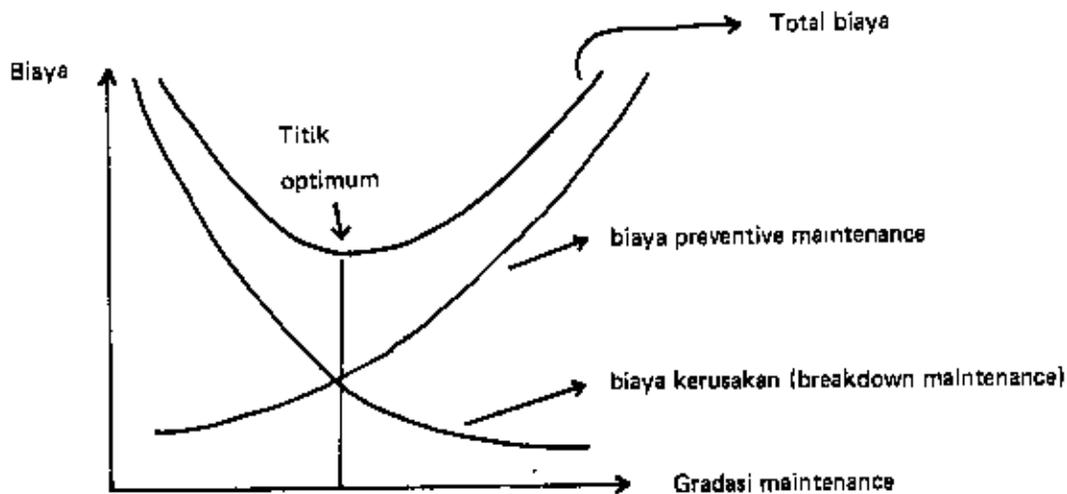
Dengan maintenance diharapkan *equipment life cycle cost* dan *deterioration cost* minimum. Termasuk memperhitungkan "*relative deterioration*" sebagai selisih

performance alat baru dan alat yang sedang dipakai. Hubungan faktor-faktor tersebut di atas adalah sebagai berikut :



Dari segi biaya ada kecenderungan bahwa makin baik maintenance dilakukan makin banyak biaya diperlukan tetapi makin sedikit biaya yang diperlukan untuk mengatasi kerusakan.

Sampai tingkat mana maintenance diadakan dapat ditentukan atas dasar jumlah kedua macam biaya tersebut terkecil.



D. Standard Operating Procedure (SOP).

Maintenance adalah bagian yang penting dalam menjamin kelanjutan suatu upaya. Dengan pemeliharaan yang baik banyak hal yang merugikan dapat dihindari. Pekerjaan pemeliharaan perlu juga seperti pekerjaan operasional lainnya, yaitu memerlukan suatu standar operasional.

Standar Operasional ini meliputi :

- prosedur kerja (*work procedure*)
- deskripsi bagian-bagian kegiatan pemeliharaan
- peraturan keselamatan dan sanitasi
- kebijaksanaan (*policy*)
- lingkungan lingkungan

Manual yang diterbitkan oleh manufaktur alat-alat yang dipelihara, menjadi bagian penting dalam standard operation tersebut. *Standard operating procedure* adalah semacam skenario di dalam pekerjaan pembuatan film. Suatu pekerjaan administratif yang mengendalikan seluruh kegiatan dalam satu sistem. Dari SOP dapat dilahirkan standar-standar yang lain seperti standar kualitas kerja, standar penggunaan waktu, standar form, standar kuantitas dan lain-lain.

Dengan standar-standar ini pekerjaan dapat dipermudah dan dipercepat. Yang perlu disadari adalah bahwa standar tersebut tumbuh. Ia harus dipatuhi, tetapi bila sudah tiba waktunya direvisi, harus segera direvisi.

Dengan SOP, kelupaan-kelupaan dapat dihindari dan penggunaan waktu, daya dan dana akan lebih efektif. SOP ini adalah bagian dari *Planned Maintenance Procedure (PMP)* yang sekarang banyak digunakan dalam berbagai macam kegiatan produktif.

Contoh SOP di bawah ini, isinya diambil dari sebuah refinery.

Untuk alat yang perlu dilepas dan direparasi di bengkel.
Hal : SOP Pemeliharaan alat-alat kontrol dan instrumentasi.

No. dokumen : SH - 103 - 1 - Deviasi .C. elektronik.

1. Check items persiapan.

No.	Pekerjaan	No.	Isi kerja/langkah
1.1.	Kontak dengan plant (refinery, field, dan lain-lain).	a.	Informasi kepada plant manager tentang pekerjaan yang akan dilaksanakan.
		b.	Konfirmasikan kepada plant operator tentang alat yang akan direparasi, tempatnya dan nomor alatnya.
		c.	Check apakah plant berjalan normal.
1.2.	Check keadaan	a.	Check pada diagram instrument

operasional dengan kerusakan instrument tersebut

dan flow sheet, apakah instrument tersebut berhubungan juga dengan instrument yang lain.

b. Check pada diagram apakah kerusakan tersebut dapat menyebabkan plant shut down.

2. Check list persiapan pelepasan alat:

- 2.1: Check sekali lagi untuk konfirmasi mengenai hubungan instrument yang rusak dan proses.
- a. Check kemungkinan operation jalan normal tanpa instrument yang sedang rusak.
 - b. Check kemungkinan controller dapat dinormalkan atau dapat di bypass.
 - c. Jika instrument termasuk dalam rangkaian sistem yang dapat menyebabkan plant shut down check dalam diagram circuit dan lepaskan dari circuit listrik.
 - d. Bila instrument yang rusak ada hubungan dengan yang lain lepaskan hubungan-hubungan itu.
 - e. Lepas hubungannya dengan alarm system, sebelumnya beri tahu pada plant supervisor.

3. Check list pelepasan alat.

No.	Pekerjaan	No.	Tindakan/check list pelaksana
3.1.	Melakukan pekerjaan terhadap controller saja	a.	Beritahu pada plant operator bahwa instrument segera akan dilepas.
		b.	Switch controler dari Automatic/A ke Manual (Man).
		c.	Check sekali lagi apakah circuit plant shutdown sudah dilepas.
		d.	Check bahwa instrument output stabil dan plant operation normal.
		e.	Beritahu pada plant operator bahwa instrument tidak bekerja.
		f.	Record P.I.D. set point dan direct/reverse switch.
		g.	Lepas controllernya.
3.2.	Mengerjakan lengkap dengan housing - dilepas.	a.	Beri tahu plant operator bahwa instrument segera dilepas.
		b.	Agar control valve di switch ke bypass operation.

- c. Check lagi bahwa circuit shutdown dilepas.
- d. Check instrument output yang lain stabil dan operation normal.
- e. Beritahu lagi pada plant operator bahwa instrument yang akan direvisi tidak akan bekerja selama revisi dan supply power diputus.
- f. Record P I D set point dan posisi direct/reverse switch.
- g. Lepaskan controllernya.

controller housing kembali.

- gera dipasang kembali.
- b. Pasang controller dan power supply dihidupkan.
- c. check dan bandingkan output instrument dengan instrument sejenisnya.
- d. Check apakah P I D dalam sudah set pada angka yang diperlukan, dan check juga direct/reverse switch apakah pada posisi sebelum pelepasan.
- e. Minta pada plant operator untuk memberi tahu bagaimana men-switch dari manual ke otomatis.
- f. Switch dari manual ke otomatis dengan disaksikan oleh plant operator.

- g. Check apakah control operation normal dalam mode otomatis. Jika tidak normal set P I D sesuai dengan SOP "Controller Contents Decision Guide".
- h. Hubungkan semua connection yang diputus untuk keperluan reparasi.
- i. Hubungkan kembali shutdown dan alarm circuit.
- j. Beritahukan kepada plant operator bahwa instrument telah bekerja kembali dengan normal, kemudian mintakan kesaksiannya.

6. Penyelesaian.

6.1. Laporan di plant

- a. Laporkan tentang kesulitan-kesulitan yang timbul di plant selama reparasi.
- b. Minta persetujuan/diketahui tentang kesulitan tersebut.

6.2. Laporan ke Maintenance Dept.

- a. Sampaikan kepada plant operator mengenai kesulitan-kesulitan dan gangguan yang timbul. Langkah-langkah korektif apa yang sudah diambil dan langkah apa yang perlu diambil oleh plant operator.
- b. Check apakah spare part yang diganti ada bukti bekasnya.
- c. Kalau instrument harus direparasi oleh pembuatnya, perlu dilakukan persiapan-persiapan untuk itu.
- d. Record hal-hal yang perlu di dalam Maintenance Dept.

4. Reparasi dan kalibrasi instrument yang dilepas.

Reparasi dan kalibrasi.

- a. Reparasi instrument yang dilepas secara teliti.
- b. Refer kepada manual yang diterbitkan oleh manufacturer untuk prosedur maintenance dan reparasi serta kalibrasi-kalibrasi (adjustment).
- c. Kembalikan P I D dan direct/reverse switch pada posisi normal setelah selesai revisi dan reparasi.

5. Memasang kembali.

5.1. Pemasangan kembali kontroler.

- a. Beritahu kepada plant operator bahwa instrument segera dipasang kembali.
- b. Pasang controllernya.
- c. Check bahwa P I D di set semula, dan direct/reverse switch masih pada posisi semula.
- d. Check output instrument berhubungan dengan instrument lainnya.
- e. Switch manual ke otomatis dengan disaksikan plant operator.
- f. Check kalau operation normal dalam Auto mode. Bila tidak normal, maka P I D harus di-set kembali sesuai dengan SOP "Controller Content Decision Guide".
- g. Hubungkan kembali semua connection yang semula termasuk circuit plant shutdown dan alarm circuit.
- h. Beri tahu pada plant operator telah dapat bekerja kembali. Minta kesaksiannya.

5.2. Penyelesaian pemasangan

- a. Beritahu plant operator bahwa instrument yang direparasi se-

E. Analisa sebab-sebab kerusakan.

Setelah selesai reparasi perlu dianalisa tentang sebab-sebab kerusakan dengan pedoman bahwa pemeliharaan artinya memperkecil kerusakan.

Segi yang perlu ditinjau adalah :

- segi broses,
- jenis instrument,
- segi letak,
- kondisi penggunaan

Dari segi/segi-segi mana kerusakan tersebut timbul (dapat karena salah pilih, salah pakai, kesalahan pembuatannya, kesalahan pemasangannya, kesalahan maintenance, dan lain-lain), segera diambil langkah-langkah yang perlu untuk meniadakan penyebab atau setidaknya tidaknya mengurangi kemungkinan-kemungkinan kerusakan.

Untuk analisa sebab kerusakan ini perlu data dari catatan pemeliharaan harian, hasil-hasil inspeksi periodik, di samping data perolehan dari pelaksanaan pemeliharaan/reparasi.

Data ini perlu disiapkan secara pasti, teratur, singkat, lengkap.

Data ini dipergunakan untuk evaluasi performance alat-alat yang digunakan. Penyimpangan-penyimpangan terhadap standard performance perlu segera mendapat perhatian untuk analisa.

Referensi tentang performance alat diterbitkan oleh Manufacturer. Untuk alat-alat instrument dipergunakan rumus sebagai berikut :

$$K = \frac{F}{1000 \times N} \times 100 (\%/MH)$$

K = industrial equipment failure rate (% per 1000 jam)

F = jumlah equipment yang rusak

N = jumlah equipment yang digunakan

K \leq 0,2 % \rightarrow dinyatakan bebas kerusakan

K = 0,2 - 0,5 \rightarrow kerusakan kecil/sedikit

K = 0,5 - 1,0 \rightarrow rate rata-rata yang biasanya terjadi dalam industri

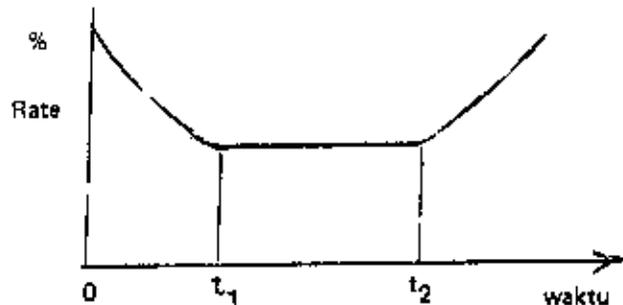
K = 1,0 - 1,5 \rightarrow kerusakan bertendensi membesar

K \geq 1,5 \rightarrow kerusakan besar - perlu tindakan-tindakan.

Rate kerusakan-kerusakan alat membentuk grafik yang spesifik untuk setiap alat, tergantung dari banyak faktor antara lain : jenis, lingkungan, ketrampilan pelaksanaan, cara-cara handling dan lain-lain.

Umumnya, dari hasil penelitian di industri-industri ke-

cenderungan kerusakan adalah sebagai berikut :



0 - t₁ = Initial failure period (masa pemahaman)

t₁ - t₂ = Chance failure period

t₂ \rightarrow = Wear out failure period (sudah waktunya diganti)

F. Pengembangan kemampuan pemeliharaan.

Dengan pemeliharaan yang bermutu alat-alat dapat digunakan secara produktif lebih lama. Untuk hal ini pengembangan diperlukan dilakukan secara serempak dan bertahap.

Pertama-tama perlu meningkatkan mutu pengetahuan dan ketrampilan pelaksana pemeliharaan dan pelaksanaan produktif. Selanjutnya perlu penerapan metode yang terbaik dengan menggunakan alat-alat yang cukup. Evaluasi terhadap tindakan-tindakan ini perlu terus menerus diadakan untuk makin meningkatkan kemampuan.

Pemeliharaan produktif perlu melihat keseluruhan rangkaian pekerjaan mulai dari design, fabrikasi, pemasangan, penggunaan dan lain-lain. Dengan analisa secara lengkap dan dalam satu satuan sistem, dapat ditentukan letak kelemahan-kelemahan. Kelemahan dapat terletak pada design, pada pemilihan equipment, pada pemasangannya, pada penggunaannya dan lain-lain.

Kelemahan-kelemahan tersebut dapat diperkecil dengan melakukan training, melengkapi alat, menggunakan SOP dan standardisasi serta penyederhanaan kerja. SOP merupakan alat dari management sebagai "management technic". Jadi dapat juga digunakan untuk "maintenance management".

SOP maintenance tidak akan berarti apa-apa bila sektor management yang lain tidak disesuaikan.

Sektor-sektor yang erat hubungannya dengan SOP maintenance adalah :

- Management perlengkapan (tools, alat kerja, alat keselamatan dan alat ukur).
- Management dari drawings, report, data teknis yang lain.
- Management peralatan (spare parts, material) termasuk harga dan mutu yang reasonable.
- Management pengawasan.

G. Pengaturan kerja maintenance.

Pekerjaan maintenance diatur atas dasar :

- a. Ukuran (besar/kecilnya) sarana yang di-maintenance.
- b. Urutan prioritas pekerjaan.
- c. Hasil inspeksi dan evaluasi terhadap reparasi.

Dengan dasar tersebut di atas disusun rencana kerja dan biaya yang disertai penggunaan waktu dan tenaga kerja serta alat-alat, sehingga merupakan rangkaian sistem yang optimum. Perencanaan pemeliharaan yang muluk-muluk tanpa memperhitungkan kemampuan dan efektifitas serta efisiensi tidak akan memberikan hasil yang optimum. Catatan hasil maintenance yang lalu serta pengetahuan-pengetahuan baru dalam teknologi maupun administrasi pemeliharaan amat membantu mencapai optimum kerja pemeliharaan, perlu dipelajari. Untuk mencapai efisiensi kerja pemeliharaan pada penyusunan *schedule* kerja perlu dimulai dengan klasifikasi pekerjaan maintenance, maintenance cycle dan isi/kegiatan terperinci dari pekerjaan maintenance.

1. Klasifikasi pekerjaan maintenance.

Pekerjaan maintenance dapat dibagi menjadi tiga penggolongan dalam klasifikasi ini, yaitu :

a. Pekerjaan maintenance biasa.

Pekerjaan maintenance biasa diartikan sebagai pekerjaan rutine yang termasuk dalam "*Early Warning System*". Pengertian biasa di sini diartikan bahwa pelaksanaannya dengan hanya menggunakan panca indra. Dengan menggunakan panca indra, dilakukan pengecekan alat-alat dalam waktu operation. Dilaksanakan oleh operator operasional setiap hari. Untuk alat-alat listrik oleh group maintenance listrik seminggu sekali. Sebulan sekali untuk instrumentasi dan lain-lain. Disesuaikan dengan kondisi setempat.

Ketelitian inspeksi semacam ini memberikan penghayatan terhadap pekerjaan operasional. Sehingga dapat segera diketahui bila ada penyimpangan-penyimpangan. Bagi mereka yang berpengalaman, penyimpangan-penyimpangan dapat dideteksi dari perubahan suara, bau, temperatur, getaran, warna, dan lain-lain.

b. Maintenance periodik.

Inspeksi, reparasi, dan adjustment alat-alat secara periodik yang dimaksudkan untuk memelihara performance suatu alat adalah penting.

Maintenance periodik dilaksanakan dalam tahap sebagai berikut :

- Maintenance sederhana Inspeksi periodik secara visual dan menggunakan alat-alat test.
- Maintenance umum - Inspeksi secara visual, pembersihan alat-alat, pengerasan baut-baut yang kendur, dan mengecek getaran, suara, temperatur alat-alat.

- Maintenance presisi - overhaul dan pengecekan secara teliti, penggantian dan revisi.

Maintenance periodik dilaksanakan dalam periode-periode tertentu dengan atau tanpa shutdown suatu plant. Scheduling maintenance periodik antara production plant operation dan utilities harus terpadu.

Dalam keadaan shutdown sering-sering masih diperlukan power, air, listrik, dan lain-lain yang dihasilkan oleh kegiatan utilities.

c. Maintenance darurat.

Maintenance darurat atau emergency maintenance adalah suatu langkah tambahan di luar pekerjaan maintenance periodik dan lain-lain.

Maintenance semacam ini dilakukan karena dua hal : Pertama, karena perlu ada pengecekan lebih detail terhadap sesuatu alat/sarana yang baru di-maintenance, di-repair, di-overhaul atau diganti bagian-bagiannya. Yang ini sering disebut "*non scheduled maintenance*". Ke dua, maintenance semacam ini perlu juga disusun, sehingga tidak menimbulkan kerugian; atau kerugian lebih banyak. Prosedur ini dilengkapi dengan syarat-syaratnya perlu diadakan emergency maintenance.

2. Maintenance cycle.

Maintenance cycle atau frekuensi maintenance untuk tiap alat tak sama. Data Total Productive Maintenance, maintenance yang bersifat presisi seperti overhaul dan sebagainya tidak harus dilaksanakan setiap tahun pada shutdown maintenance. Tetapi lebih berorientasi pada pembuat alat. Untuk jenis-jenis maintenance tersebut, perlu ditetapkan dalam aturan yang standar atas dasar penelitian dan pengalaman serta hal-hal yang dianjurkan oleh manufacturer alat tersebut.

Dasar-dasar yang digunakan untuk menetapkan frekuensi atau maintenance cycle, adalah :

- a. Gradasi/urutan prioritas peralatan untuk maintenance.
- b. Analisa hasil recording keadaan alat (kecelakaan, penggantian, kerusakan, performance dan lain-lain).
- c. Kondisi peralatan yang akan dipelihara.
- d. Rekomendasi pembuat alat.

Langkah-langkah ditetapkan dalam maintenance work specification yang merupakan bagian dari maintenance standard.

Dari maintenance work specification dapat disusun maintenance work procedure.

Setiap saat maintenance work procedure perlu di-adjust kembali disesuaikan dengan kebutuhan.

Dalam work procedure tersebut sudah perlu ditetapkan mana pekerjaan yang dapat dilaksanakan sendiri dan

mana yang perlu dikerjakan pihak lain. Atas dasar work procedure ini disusun perkiraan budget.

3. Management tool dan material.

Maintenance tools penting dalam pelaksanaan maintenance. Tingkat kelengkapan perlu ditetapkan atas dasar kemampuan pelaksana. Kelengkapan tools, kemampuan teknologi dan kemampuan fisik pelaksana maintenance merupakan segitiga keberhasilan maintenance. Perlu diciptakan keseimbangan tiga hal tersebut agar maintenance bermutu dan biayanya pantas. Tiga faktor ini harus di "manage" secara baik sehingga dapat menghasilkan hal-hal yang bersifat optimal.

Ke dalam tools termasuk juga alat-alat keselamatan kerja untuk melindungi pelaksana maintenance terhadap kemungkinan-kemungkinan yang tak diinginkan.

Untuk tools ini perlu ditetapkan hal-hal sebagai berikut :

- a. Perlu ada satu orang yang ditunjuk untuk bertanggung jawab terhadap tools ini;
- b. Perlu ada buku catatan mengenai tools ini. Termasuk dalam catatan tersebut adalah
 - maintenance cycle
 - inspection test
 - dan lain-lain;
- c. Tools agar mudah digunakan dan jelas penempatannya (dinding dan lain-lain), sehingga kalau ada yang hilang cepat diketahui dan segera dicari. Tempatkan pada tempat yang sudah ditentukan;
- d. Adakan administrasi tools. Mana dan apa saja yang sedang dibawa ke luar oleh siapa, untuk apa, kapan, semua perlu dicatat dalam buku tersendiri;
- e. Latih pelaksana terus menerus untuk menggunakan alat secara lebih efektif;
- f. Tools yang khusus taruh dalam tools box;
- g. Check tools sebelum digunakan. Bila ada cacat segera laporkan kepada penanggung jawab.

Material dan spare part.

Material dan spare part perlu diadakan dalam stock dalam jumlah tertentu. Jumlah stock yang terlalu banyak tidak ekonomis, tetapi bila terlalu sedikit juga tidak membantu.

Perlu penetapan jumlah dan jenis spare part dan material dalam stock atas dasar :

- a. Derajat Prioritas alat yang di-maintenance;

- b. Tingkat pentingnya alat. Seberapa jauh akibat yang timbul, bila alat tersebut rusak dan berhenti,
- c. Harga spare part,
- d. Kesiapan pemesanan,
- e. Sifat/mutu spare part.

Stock tersebut dapat secara garis besarnya digolongkan dalam dua kelompok :

- (1) Kelompok spare part reguler;
Stock yang regular dalam jumlah yang perlu seperti lampu, battery, dan lain-lain.
- (2) Stock untuk kejadian-kejadian tak terduga;
Bentuk stock kadang-kadang dalam bentuk unit lengkap.

Manufacturer dapat dimintai rekomendasi tentang spare part yang diperlukan.

4. Keselamatan kerja dalam maintenance.

Dalam pelaksanaan pekerjaan maintenance sering terjadi kecelakaan.

Kejadian-kejadian ini kebanyakan disebabkan oleh :

- a. Tidak paham prosedur kerja,
- b. Membuat kekeliruan,
- c. Kurang hati-hati, sembrono.

Untuk menghindari hal-hal yang tak diinginkan perlu ditetapkan :

- Manual kerja
- Safety standard
- Protector dan tools handling standard
- Safety marking.

Untuk membantu mengurangi kecelakaan dilakukan pula :

- Penggunaan tabel-tabel untuk perhitungan
- Rumus-rumus dan lain-lain
- Latihan latihan pelaksanaan kerja
- Pelaksanaan dengan minim dua orang
- Penyiapan manual untuk maintenance dan di check oleh semua pelaksana.

Di samping itu perlu juga melaksanakan training bagi para pelaksana maintenance baik tentang alat-alat baru, cara-cara baru dan lain-lain yang lebih efisien dan efektif.

Untuk para pelaksana maintenance perlu juga ada personnel record untuk menilai performancenya. Bagi yang prestasinya baik seyogyanya dikembangkan lebih lanjut.