

PERAWATAN BANGUNAN

Djauhar Arifin¹

*Jurusan Teknik Sipil
Universitas Borobudur*

ABSTRAK

Perkembangan perawatan bangunan gedung di Indonesia tidak terlepas dengan perkembangan industri properti di Indonesia yaitu sejak tahun 1980an. Hingga saat ini masih banyak dijumpai gedung – gedung khususnya gedung-gedung non komersial dengan kondisi belum optimal perawatannya. Dengan berlakunya UU no. 28 th 2002 tentang Bangunan Gedung dan Peraturan Pemerintah no 36 th 2005 maka para pemilik dan / atau pengguna bangunan diwajibkan melakukan perawatan bangunan gedungnya. Oleh karena itu kebutuhan akan tenaga perawatan bangunan dapat di proyeksikan ke depan akan meningkat, hal ini juga di dukung dengan hal-hal sebagai berikut :

1. Banyaknya jumlah gedung komersial di Jakarta saat ini
2. Jumlah pasar
3. Jumlah Pabrik / Kawasan Industri
4. Kawasan pergudangan terpadu.
5. Bersifat padat karya.

Kata kunci : perawatan, bangunan

I. FUNGSI BANGUNAN GEDUNG

Bab I Undang – undang no. 28 tahun 2002 tentang Bangunan Gedung pada pasal 1 ayat 1 berbunyi : Bangunan gedung adalah wujud fisik hasil pekerjaan kontruksi yang menyatu dengan tempat kedudukannya, sebagian atau seluruhnya berada diatas dan / atau didalam tanah dan / atau air, yang berfungsi sebagai tempat manusia melakukan kegiatannya, baik untuk hunian atau tempat tinggal, kegiatan keagamaan, kegiatan usaha, kegiatan sosial, budaya, maupun kegiatan khusus.

Ada 6 Fungsi Bangunan Gedung :

1. Fungsi hunian, tempat tinggal, contoh rumah, apartemen, town houses, tempat kost, rumah susun, dll.
2. Fungsi kegiatan keagamaan, contoh Masjid, Gereja, Kuil, Klenteng dll.
3. Fungsi kegiatan usaha, contoh pusat perbelanjaan (mall), Junction, gedung gedung perkantoran, hotel, pabrik dll.
4. Fungsi kegiatan sosial, contoh gedung-gedung sekolah / kampus, rumah sakit, puskesmas dll.

¹ Alumni Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Borobudur, Jakarta

5. Fungsi kegiatan budaya contoh gedung-gedung kesenian, museum, dll.
6. Fungsi kegiatan khusus misal laboratorium, forensik, gedung-gedung pertahanan. Reaktor nuklir dll, yaitu gedung yang fungsinya mempunyai tingkat kerahasiaan tinggi untuk kepentingan nasional atau yang penyelenggaraannya dapat membahayakan masyarakat di sekitarnya dan atau mempunyai resiko bahaya tinggi, dan penetapannya dilakukan oleh menteri yang membidangi bangunan gedung berdasarkan usulan menteri terkait

II. PENGERTIAN PERAWATAN GEDUNG

Ada 2 pengertian perawatan bangunan yang akan dibahas pada bagian ini, yaitu :

1. Menurut Undang – undang no. 28 tahun 2002 tentang bangunan gedung.
 - Pemeliharaan adalah kegiatan menjaga keandalan bangunan beserta prasarana dan sarananya agar selalu laik fungsi.
 - Perawatan adalah kegiatan / memperbaiki dan/ atau mengganti bagian bangunan gedung, komponen, bahan bangunan, dan/ atau prasarana dan sarana agar bangunan gedung tetap laik fungsi.

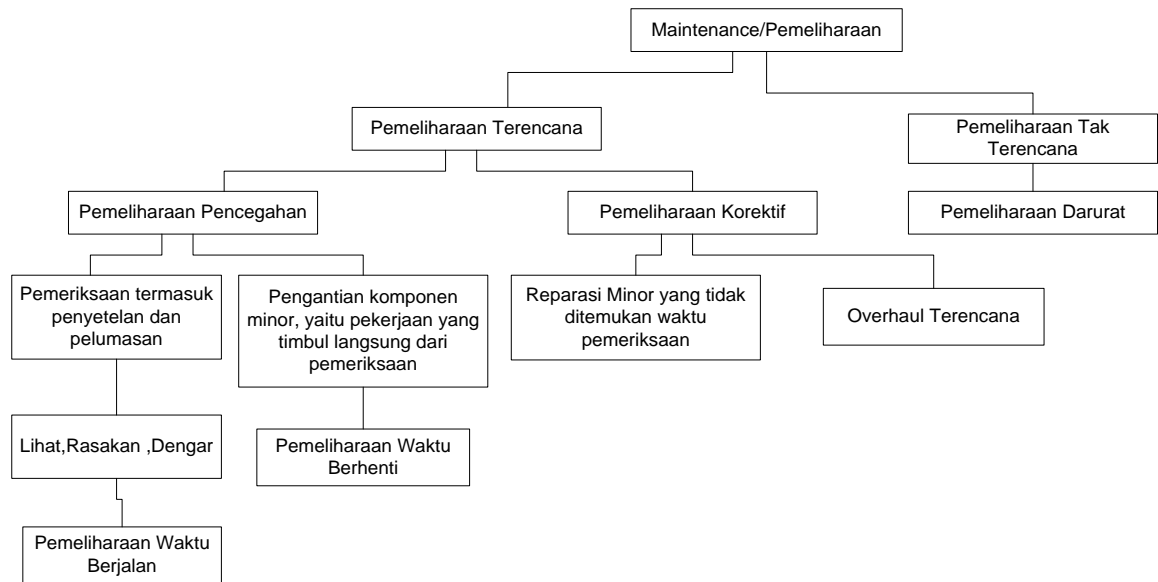
Dalam kegiatan perawatan ini juga termasuk pekerjaan rehabilitasi, renovasi dan restorasi.

| | | |
|--|--|---|
| <u>Rehabilitasi :</u> Memperbaiki bangunan yang rusak sebagian dengan fungsi tertentu yang tetap, baik arsitektur maupun struktur bangunan gedung dipertahankan seperti semula (tetap) sedangkan utilitas dapat berubah | <u>Renovasi :</u> Memperbaiki bangunan yang telah rusak berat sebagian dengan maksud menggunakan sesuai fungsi tertentu yang dapat tetap atau berubah baik struktur, arsitektur maupun utilitas <u>bangunannya.</u> | <u>Restorasi :</u> Memperbaiki bangunan yang telah rusak berat sebagian dengan maksud menggunakan sesuai fungsi tertentu yang dapat tetap atau berubah dengan tetap mempertahankan arsitektur bangunannya, sedang struktur dan utilitas bangunan dapat tetap / berubah |
|--|--|---|

2. Menurut literatur.

Pemeliharaan (Maintenance) adalah suatu kombinasi dari setiap tindakan yang di lakukan untuk menjaga suatu barang dalam atau untuk memperbaikinya sampai suatu kondisi yang bisa diterima.

Dalam literatur tidak dibedakan antara pengertian pemeliharaan dan perawatan, namun pembagiannya sebagai berikut :



Skema Pengelompokan Kegiatan Pemeliharaan

III. RUANG LINGKUP PEKERJAAN PERAWATAN MELIPUTI :

1. Arsitektur
2. Sipil / Struktur
3. Mekanikal
4. Elektrikal
5. Tata lingkungan

RUANG LINGKUP PERAWATAN ARSITETUR / SIPIL / STRUKTUR :

1. Atap
2. Rangka atap
3. Plafond
4. Rangka Plafond
5. Dinding, Jendela & Pintu, Kaca
6. Lantai
7. Saniter
8. Pilar – pilar
9. Mebeler & lukisan, Furniture

RUANG LINGKUP PERAWATAN MEKANIKAL :

1. Fire fighting
2. Tata udara
3. WTP & STP
4. Plumbing
5. Transportasi gedung
6. Pompa

7. Kitchen laundry
8. Boiler

RUANG LINGKUP PERAWATAN ELEKTRIKAL/ELEKTRONIKA :

1. Penerangan & Panel
2. Power house / Genset
3. Sound System
4. CCTV
5. Fire alarm
6. UPS Gedung
7. BAS
8. Telepon
9. Teknologi informasi

RUANG PERAWATAN TATA LINGKUNGAN :

1. Tanaman & Rumput
2. Saluran & Pagar
3. Jalan & Parkir
4. Limbah cair, padat, suara & udara
5. Pemberantasan hama
6. Pest, rodent & termit control

Selain dari pada itu pekerjaan maintenance juga dapat di kelompokkan menjadi 2 (dua) yaitu :

1. Direct maintenance work (pekerjaan maintenance langsung) yang terdiri dari : housekeeping, general maintenance, Preventive maintenance, repair, replacement, Improvment, modification dan utilitas: daya listrik, air, cairan-cairan pemanas / pendingin dan pembuangan sampah.
2. Indirect work elements (elemen-elemen pekerjaan tak langsung) yang terdiri dari : work identification, cost estimating, purchasing, suplies & inventory control, scheduling, work tracing & monitoring, facility & equitment histories and engineering.

IV. TUJUAN PERAWATAN :

1. Memperpanjang usia kegunaan asset.
2. Menjamin ketersediaan optimum peralatan (mesin) yang dipasang untuk menghasilkan produk / jasa dan memperoleh laba investasi (Return in invesment) semaksimal mungkin.
3. Untuk menjamin kesiapan operasional dari seluruh peralatan / mesin yang diperlukan dalam keadaan darurat setiap waktu, misal unit cadangan, unit pemadam kebakaran dsb
4. Menjamin keselamatan orang yang menggunakan sarana tersebut.
5. Memenuhi kewajiban seperti tercantum dalam undang-undang bangunan gedung untuk tercapainya keandalan gedung yang meliputi :

- Keselamatan
- Kesehatan
- Kenyamanan
- Kemudahan

Pemeliharaan tak terencana, biasanya akan lebih mahal dari pada pemeliharaan terencana, karena :

1. Kegiatan produksi / pelayanan secara tiba-tiba harus dihentikan (terhenti)
2. Petugas yang bertanggung jawab langsung belum tentu di tempat sehingga harus menggunakan siapa saja yang ada meskipun sedang bertugas untuk pekerjaan lain.
3. Seringkali harus secepatnya mencari kontraktor, alat spesial secepat mungkin.
4. Jika material - material / suku cadang tak tersedia maka harus import dengan biaya mahal.
5. Pekerjaan tersebut harus segera selesai sehingga seringkali harus lembur.
6. Biasanya tidak jelas gambar-gambarnya maupun rencananya

V. KENDALA-KENDALA PERWATAN :

1. Kurangnya kesadaran akan pentingnya perawatan.
2. Keterbatasan anggaran.
3. Kesalahan perencanaan dan pelaksanaan konstruksi.
4. Tidak tersedia as built drawing dan manual perawatan atas peralatan yang terpasang.
5. Tidak tersedia catatan perawatan (history record) dari peralatan yang terpasang
6. Suku cadang tidak di produksi lagi.
7. Tidak tersedia tenaga yang mampu.

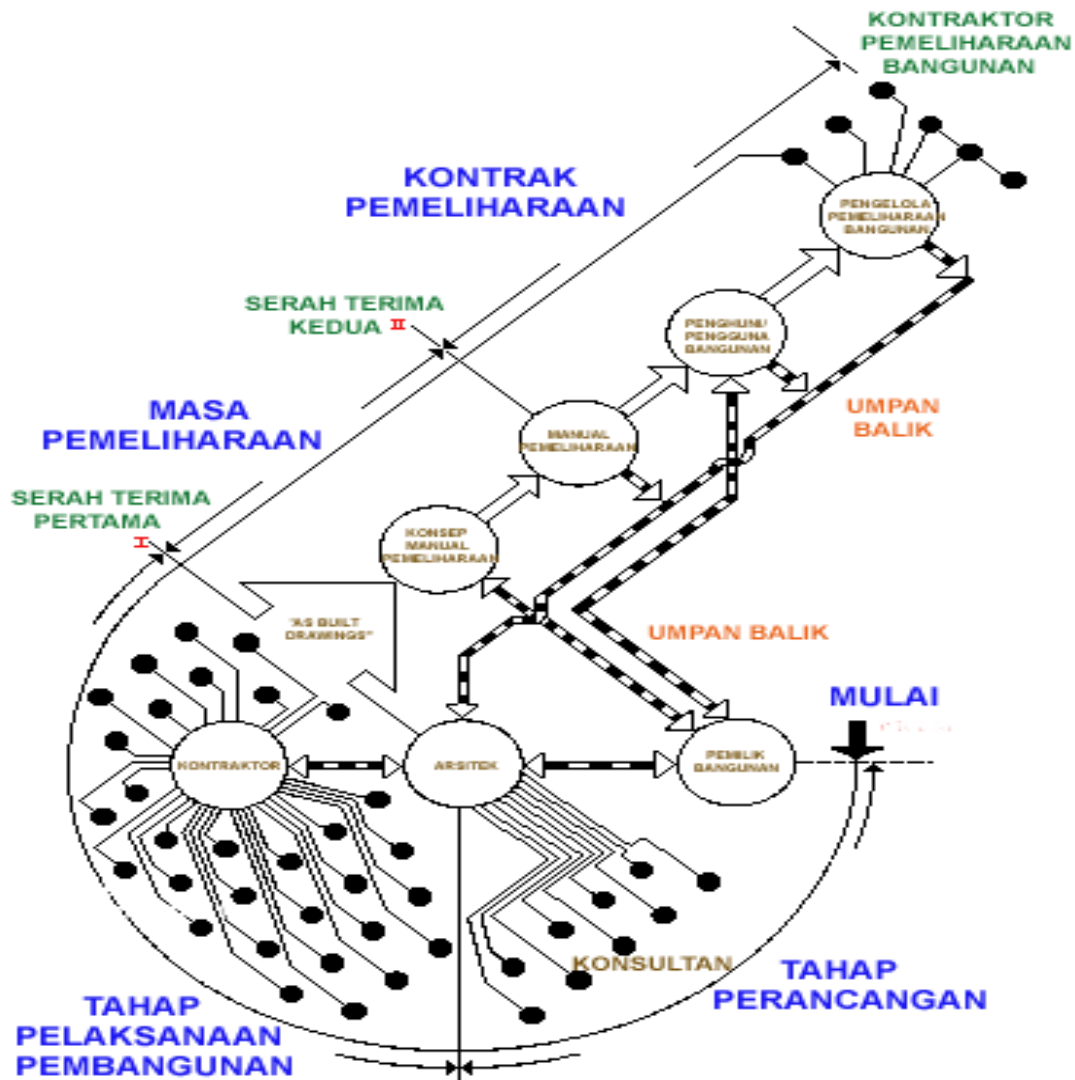
Data historis (riwayat) peralatan, meliputi :

1. Peruntukan peralatan / mesin – mesin
2. Tipe peralatan / mesin
3. Pabrik pembuat
4. Nomer model
5. Lokasi (lantai, ruang, area dll)
6. Data dipasang
7. Overhaul terakhir
8. Riwayat Preventive Maintenance (PM)
9. tipe frekuensi, biaya dan yang terakhir dilakukan
10. Suku cadang yang dipakai untuk PM meliputi : jumlah, nomor, uraian, biaya dan supplier.
11. Perbaikan – perbaikan kecil
12. Perawatan yang akan datang
13. Overhaul yang akan datang
14. Inspeksi yang akan datang
15. Peralatan yang telah terpasang didalam gedung / pabrik.

VI. DAUR HIDUP BANGUNAN

Life Cycle Stages of a Facility (Daur Hidup Bangunan) di mulai dari : design, construction, occupancy and use, repair, rehabilitation and disposal.

- ✓ Pra Konstruksi
- ✓ Konstruksi.
- ✓ Pasca Konstruksi.



Kegiatan – kegiatan daur hidup bangunan :

| Prakonstruksi : | Konstruksi : | Pasca Konstruksi : |
|---|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Pengumpulan Data 2. Analisa 3. Rancangan skematik 4. Konsep rancangan 5. Gambar pra rencana 6. Pengembangan rancangan dan gambar kerja 7. Dokumen konstruksi 8. Persiapan pelepasan | <ol style="list-style-type: none"> 1. Perhitungan volume & biaya pekerjaan 2. Analisa waktu pekerjaan 3. Analisa kebutuhan tenaga kerja dan peralatan 4. Mengajukan penawaran biaya pelaksanaan pekerjaan 5. Pelaksanaan pekerjaan konstruksi 6. Melakukan pemeliharaan konstruksi sampai serah terima kedua | <ol style="list-style-type: none"> 1. Melakukan pendataan 2. Perencanaan dan penjadwalan perawatan & pemeliharaan 3. Pelaksanaan pekerjaan perawatan & pemeliharaan 4. Menurut laporan perawatan, pemeliharaan dan pengoperasian bangunan gedung. |

Hal – hal yang perlu **diperhatikan** pada Fase pra konstruksi dan pelaksanaan konstruksi untuk keperluan pengoperasian & perawatan :

| A. Pra Konstruksi | B. Konstruksi |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Ruang mekanikal & elektrikal 2. Aksesibilitas 3. Orientasi bangunan 4. Pemilihan bahan 5. Analisa resapan air 6. Analisa dampak lalu lintas 7. Pemilihan perlengkapan / peralatan bangunan 8. Pengkondisian udara 9. Pengelolaan limbah & air 10. Intalasi listrik & air 11. Analisa dampak lingkungan | <ol style="list-style-type: none"> 1. Mutu, Waktu & biaya 2. Keselamatan kerja 3. As built drawings 4. Technical audit 5. Konsep manual pengoperasian & pemeliharaan / perawatan |

Kegiatan – kegiatan pada paska konstruksi :

1. Pemanfaatan / penggunaan bangunan
2. Pengoperasian bangunan.
3. Pemeriksaan / Inspeksi berkala
4. Pemeliharaan (planned maintenance) meliputi :
 - housekeeping / cleaning
 - General maintenance
 - Preventive maintenace
5. Perawatan (unplanned maintenance) meliputi :
 - perbaikan
 - penggantian suku cadang
 - renovasi

- rehabilitasi
 - restorasi
 - Improvement (peningkatan)
 - modifikasi
6. Latihan penanggulangan bahaya (demo, gempa, ancaman teror)
 7. Latihan evakuasi
 8. Peningkatan mutu SDM
 9. Upaya – upaya efisiensi
 10. Pelaporan.

Pengendalian Atas Biaya Maintenance Jangka Panjang Selama Umur Bangunan.

Tahap konsep dan design :

Tingkat & carapengendalian hampir total pengendalian dapat dilakukan.Karena pada saat inilah design,spesifikasi, matrial & sistem dalam bangunan diputuskan.

Pelaksanaan Konstruksi :

Pengendalian sangat terbatas. Pengendalian dilakukan dengan pengawasan & inspeksi yang ketat agar pekerjaan diselesaikan menurut spesifikasi yang ditetapkan.

Pemanfaatan(Occupancy) :

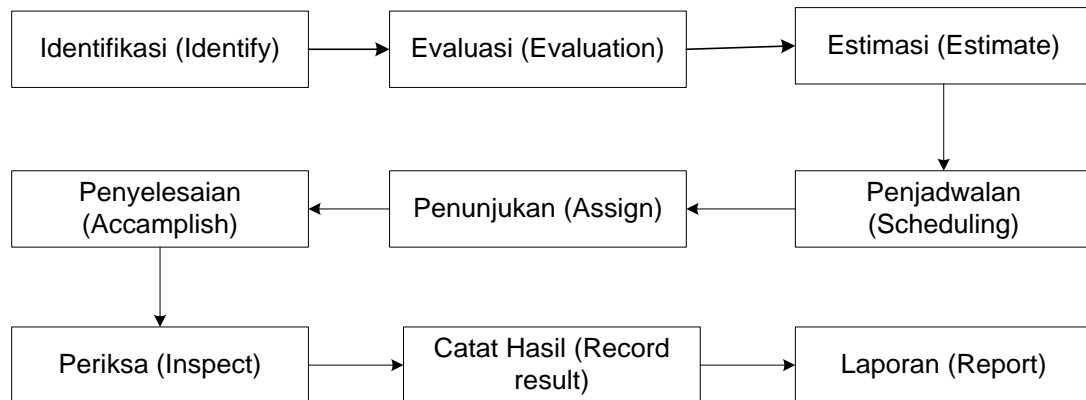
Pengendalian biaya hampir tidak ada, yang dapat dilakukan mendidik para pengguna bangunan untuk mematuhi ketentuan ketentuan dalam guna menurunkan biaya maintenance, selain dari pada setiap laporan mengenai problem / kerusakan harus segera ditangani.

Repair, replacement, Improvement & Modification :

Pengendalian sangat terbatas,upaya yang dilakukan adalah memastikan agar pekerjaan sesuai dengan spesifikasi dan tepat waktu.

VII. TAHAPAN PELAKSANAAN PEKERJAAN MAINTENANCE :

Tahapan pelaksanaan pekerjaan maintenance adalah sebagai berikut :



Skema Tahapan Pekerjaan Maintenance

1. Identifikasi :

- ❖ **What** : Apa problem sebenarnya. Problem ini bisa berasal dari temuan team maintenance sendiri atau laporan maupun permintaan / komplain dari pengguna bangunan.
- ❖ **Where** : Lokasi problem harus dipastikan tergantung dari besarnya / uasnya bangunan misal dilantai & ruang berapa.
- ❖ **Who** : Siapa yang menyampaikan laporan, permintaan atau komplain atas problem. Hal ini terkait siapa yang bertanggung jawab biaya untuk mengatasi problem tersebut.
- ❖ **When** : Kapan laporan, permintaan atau komplain di ajukan dan kapan harus di selesaikan

Untuk melakukan identifikasi diperlukan penunjang :

- ✓ Jika tidak bisa diidentifikasi dengan panca indra maka digunakan alat bantu.
- ✓ Bahan atau material (Padat maupun cair)
- ✓ As built drawing, spesifikasi teknis dan buku manual.

2. Evaluasi :

Untuk pekerjaan planned maintenance (housekeeping, preventive maintenance) maka tidak perlu evaluasi lagi karena telah di programkan / direncanakan sebelumnya.

Sedang pekerjaan unplanned maintenance (repair, replcement, improvement, dll) maka perlu evaluasi sebelum dilaksanakan.

Evaluasi terhadap unplanned maintenace :

1. Propriety (Kepatutan)
2. Need (Kebutuhan)
3. Value (Nilai) ~ berkaitan dengan improvement.
4. Urgency (Tingkat pentingnya kondisi)

Prioritas Pekerjaan (Work Priorites)

1. Emergency Priority

Respon harus dilakukan dalam 15 minute sejak pemberitahuan dan terus diatasi sampai problemnya hilang (menjadi kondisi normal lagi). Emergency priority dilakukan pada kondisi kerusakan yang mengakibatkan pengoperasian/pemanfaatan gedung terhenti. Misal sistem sprinkel bocor, aliran air pecah dll.

2. Urgent Priority :

Satu step lebih rendah dari emergency priority, kondisi kerusakan yang mengganggu kegiatan operasi gedung, tapi jika ditunda dapat berbahaya misal : sistem fire alarm tidak bekerja. Respon yang diperlukan : 4 – 6 jam sejak pemberitahuan harus sudah ditangani.

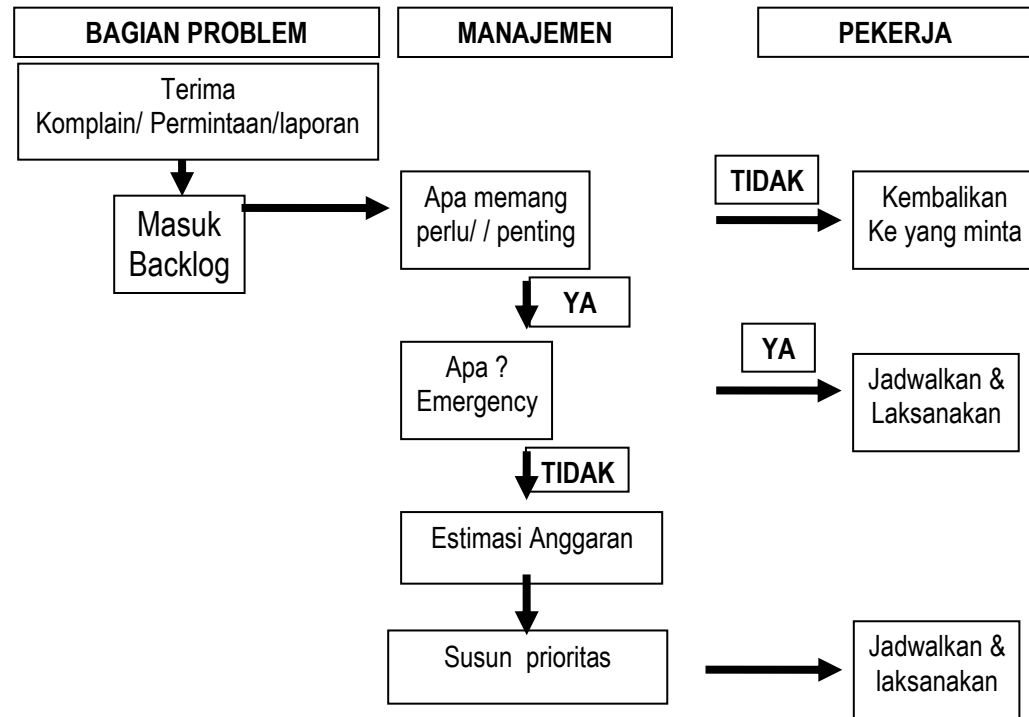
3. Routine Priority

Untuk kondisi kerusakan / gangguan yang jika tidak segera ditangani, tidak terlalu membayakan fungsi penggunaan bangunan, namun harus tetap di atasi. Contoh : mengganti lampu-lampu, perbaiki plafon yang lepas dll. Respon yang diperlukan : 3 – 5 hari sejak pemberi tahuan harus di tangani

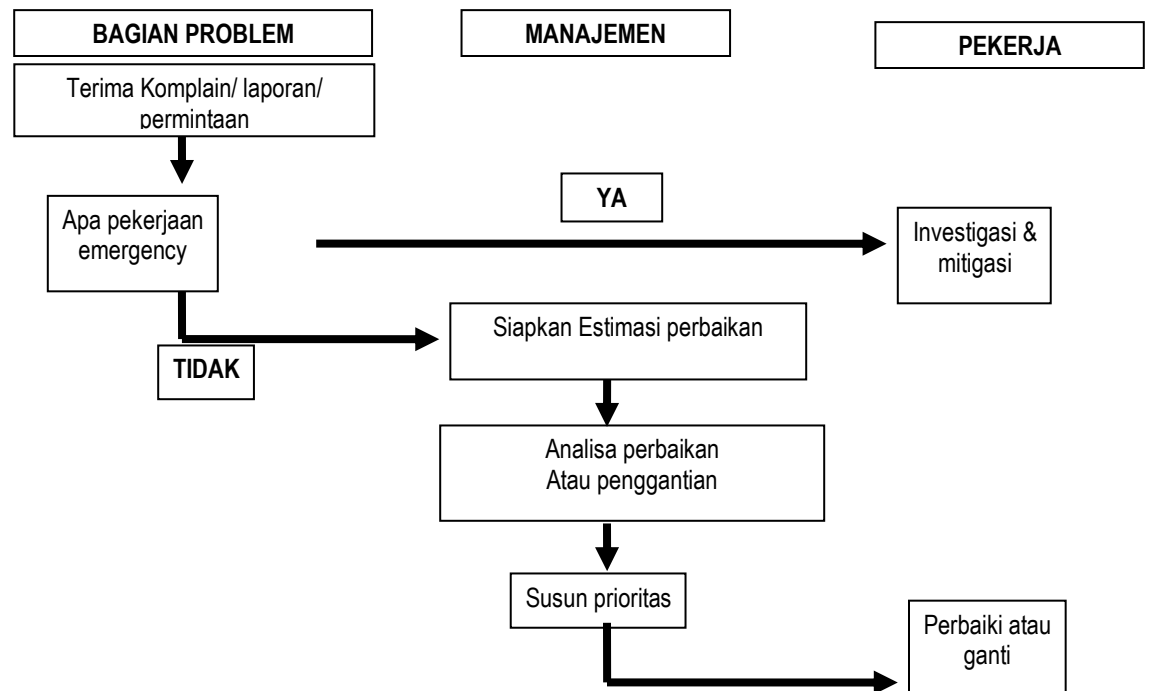
4. Deferred Priority

Pekerjaan yang dapat ditunda karena tidak diperlukan segera, tetapi tetap diinginkan perbaikan. Misal pengecatan dinding / pagar, mengganti plafond, mengganti karpet, dll.

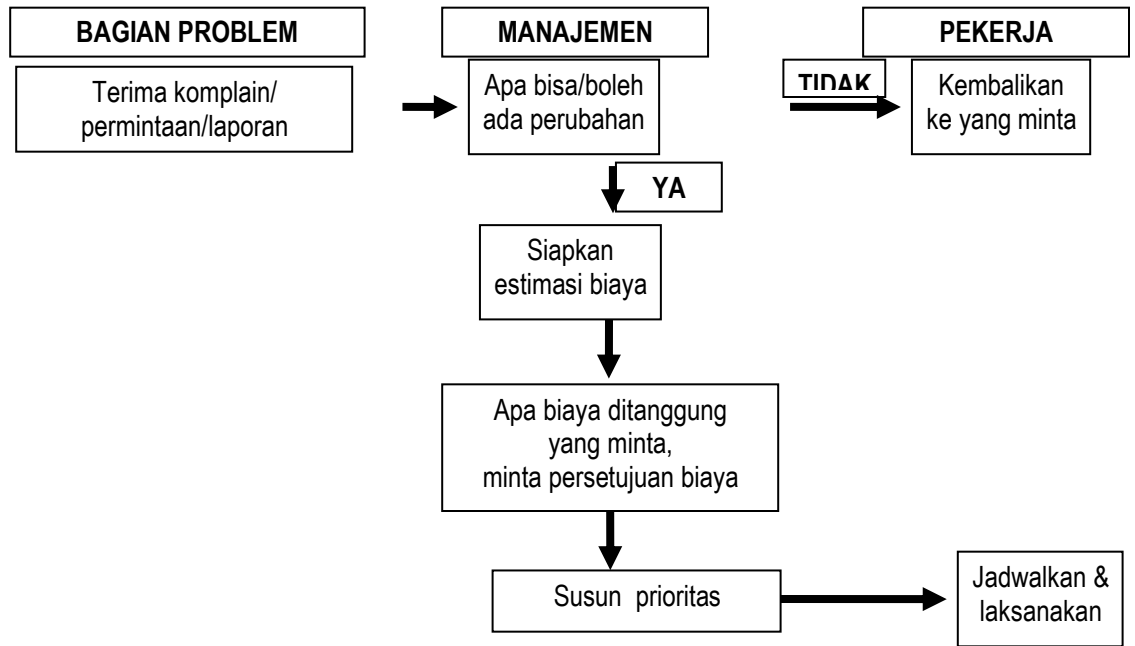
Evaluasi untuk pekerjaan general maintenance



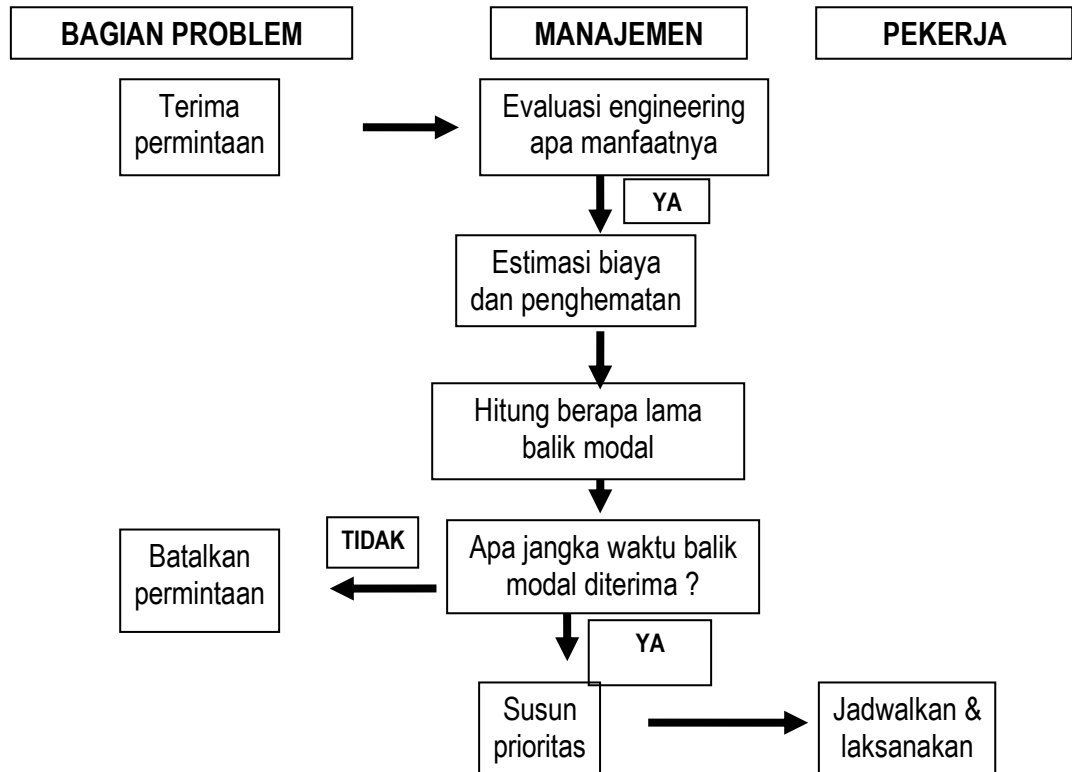
Siklus kegiatan maintenance



Evaluasi untuk pekerjaan modifikasi



Evaluasi pekerjaan peningkatan



3) Estimasi :

Estimasi biaya pekerjaan :

- ✓ Material
- ✓ Alat kerja & alat bantu kerja
- ✓ Supplies & Spare parts / Suku cadang
- ✓ Tenaga kerja
- ✓ Overhead

jika pekerjaan tersebut ditagihkan kepada pemberi order, maka ditambah dengan keuntungan + pajak.

Biaya perawatan gedung

1. Pendekatan dari service charge.
2. Pendekatan biaya kumulatif.

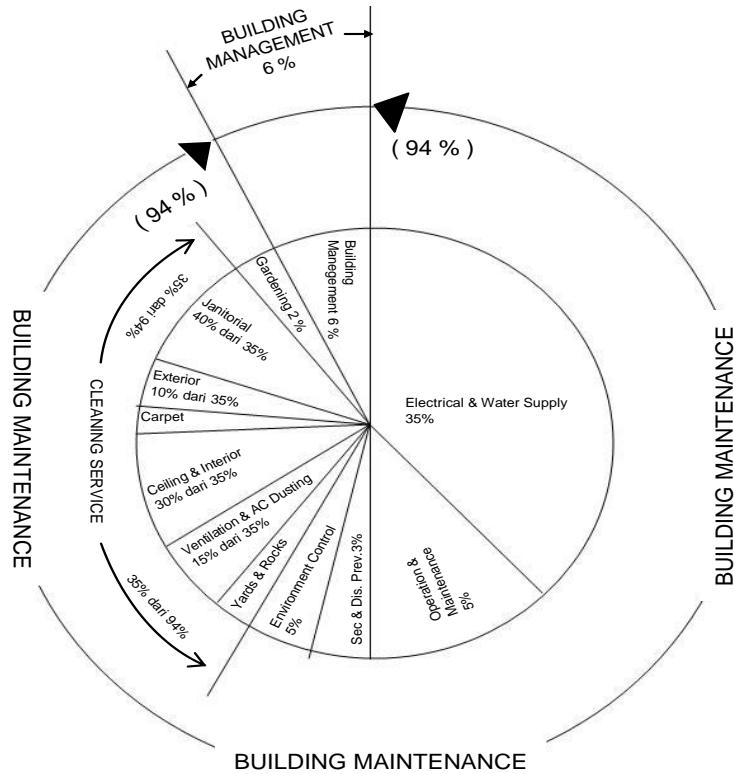
Pendekatan service charge perbulan

- a. Biaya pengelolaan : 6%
- b. Biaya perawatan : 94%

Biaya perawatan terdiri :

| | |
|---|------|
| ▪ Listrik & air: | 35 % |
| ▪ Operasional perawatan meliputi plumping, genset, elektrikal, AHU pompa – pompa, AC, lift, saluran dll | 15 % |
| ▪ Pencegahan bencana, keamanan,keselamatan kerja, paker latihan evakuasi kebakaran dll | 2 % |
| ▪ Pengendalian lingkungan, meliputi pest control, sampah, rayap dll | 5 % |
| ▪ Kebersihan (cleaning service) | 35 % |
| ▪ <u>Taman</u> | 2 % |
| ▪ Total | 94 % |

BIAVA PERAWATAN GEDUNG



Komponen Perawatan Gedung : Presentase dari Total

Pendekatan biaya kumulatif :

Pendekatan ini dipublikasikan oleh Reginal Lee pada tahun 1976, 1981 dan 1987 di Inggris, diasumsikan gedung dalam **kondisi** normal dan melakukan siklus pembaharuan setiap 5 tahun sekali, umur bangunan 60 tahun.

Perhitungan biaya perawatan (BP) dengan interval tiap 5 tahun

| Tahun | Biaya perawatan |
|--------------|-----------------|
| 5 | 4,5 % |
| 10 | 5,1 % |
| 15 | 6,5 % |
| 20 | 11,1 % |
| 25 | 4,5 % |
| 30 | 14,4 % |
| 35 | 4,5 % |
| 40 | 22,1 % |
| 45 | 6,5 % |
| 50 | 5,1 % |
| 55 | 4,5 % |
| 60 | 2,5 % |
| Total | 91,3 % |

Rata – rata pertahun ; $\frac{91,3\%}{60} = 1,5\%$ dari investasi

Schedule (Penjadwalan)

Untuk menyusun jadwal pekerjaan diperlukan :

1. Jenis (tingkat urgensi) pekerjaan.
2. Ruang lingkup pekerjaan
3. Jumlah bahan yang diperlukan
4. Jumlah orang yang diperlukan
5. Kaitan dengan pengguna bangunan
6. Alokasi waktu yang tersedia

Assign (Penunjukan)

- Anggaran telah dihitung & tersedia.
- Jadwal pekerjaan sudah tersusun.
- Tenaga pelaksana sudah siap.
- Lakukan penunjukan :
 - Tim internal / swa kelola.
 - Out sourcing / kontraktor dari luar.

Pertimbangan melakukan out sourcing :

- Fokus pada bisnis inti.
- Memerlukan keahlian dan peralatan khusus serta suku cadang yang biasanya hanya dimiliki oleh agen peralatan tersebut.
- Tingkat kepadatan pekerjaan intern.
- Team internal tidak ada yang mampu.
- Tingkat urgensi pekerjaan.
- Mengurangi resiko tenaga kerja.

Accomplish (Pelaksanaan & penyelesaian)

- Koordinasi dengan pihak terkait, terutama dengan pengguna bangunan.
- Siapkan persyaratan & pelaksanaan K3
- Kendalikan pelaksanaan pekerjaan agar sesuai dengan waktu, mutu dan biaya yang ditetapkan.
- Zero injury
- Setelah selesai, lokasi kerja bersih & rapi.

Inspect (Inspeksi)

Inspeksi dilakukan terhadap pekerjaan yang telah selesai untuk memastikan bahwa hasil pekerjaan benar – benar sesuai dengan spesifikasi / persyaratan dalam kontrak.

Inspeksi dilakukan dengan :

- Panca indra : lihat, dengar dan rasakan.

- Dengan peralatan, misal : infra red.
- Dengan material, misal cairan untuk memeriksa bocor dari berbagai sumber.

Testing & Commissioning

- Petugas & pihak – pihak terkait.
- Alat uji
- Waktu pengujian
- Lakukan uji coba
- Buat berita acara hasil uji coba.

Record result (Catatan hasil).

- Catat hasil pekerjaan sebagai history record.
- Buat laporan.

VIII. PREVENTIVE MAINTENANCE / PERAWATAN BANGUNAN

Perawatan yang dilakukan secara terencana untuk menjaga kelangsungan operasi peralatan / fasilitas bangunan gedung berikut seluruh sistemnya dan menjaga umur teknis peralatan mesin agar sesuai dengan standar yang ditetapkan atau lebih panjang lagi.

Peringkat preventive maintenance

1. Critical preventive maintenance, yaitu preventive maintenance yang jika tidak dilaksanakan mengakibatkan kerugian pada fungsi fasilitas bangunan / peralatan / mesin.
Contoh : Memeriksa level oli pada generator set atau sistem pemanas harus dilakukan pada interval waktu tertentu.
2. Required preventive maintenance, yaitu harus dilakukan tapi dapat ditunda sementara waktu dengan catatan hanya berdampak kecil pada peralatan / mesin / fasilitas bangunan. Misal : ganti oli kompresor / mesin untuk mencegah kerusakan dini, karena jika tidak akan mengakibatkan kontaminasi pada oli pelumas sehingga merusak mesin.
3. Discretionary preventive maintenance : dapat ditunda karena tidak berdampak serius pada peralatan / mesin / fasilitas bangunan. Contoh : inspeksi pada kondisi pagar, halaman dll.

Preventive Maintenance Order (PMO) :

1. Uraian PMO.
2. Tipe peralatan / mesin.
3. Tipe / peringkat preventive maintenance.
4. Frekuensi.
5. Tanggal jatuh tempo.
6. Lokasi.
7. Alat – alat yang diperlukan.

8. Material yang diperlukan.
9. Prosedur K3.
10. Konfirmasi dari yang mengajukan.
11. Estimasi waktu dan biaya.
12. Prosedur.
13. Tanggal penyelesaian.
14. Laporan sebagai catatan riwayat peralatan / mesin.

Preventive Maintenance Cycle

1. PMO dibuat tertulis.
2. PMO masukkan dalam jadwal kegiatan / komputer.
3. Tanggal untuk kinerja PMO yang akan datang.
4. Tunjuk petugas yang melaksanakan, setelah selesai buat laporan tertulis berikut tanggalnya.
5. Atasan memeriksa laporan, catat dan jadwalkan jika ada tambahan pekerjaan yang disarankan petugas catat biaya penyelesaian dan file.
6. File tersebut menjadi catatan riwayat peralatan / mesin / data base dikomputer.
7. Komputer secara otomatis mencetak laporan preventive maintenance yang sudah jatuh tempo. Pimpinan memutuskan apakah preventive maintenance perlu dilakukan atau ditunda.
8. Siklus di lanjutkan ke step III.

IX. KEANDALAN BANGUNAN

Keandalan bangunan harus memenuhi persyaratan :

- Keselamatan
- Kesehatan
- Kesehatan
- Kenyamanan
- Kemudahan

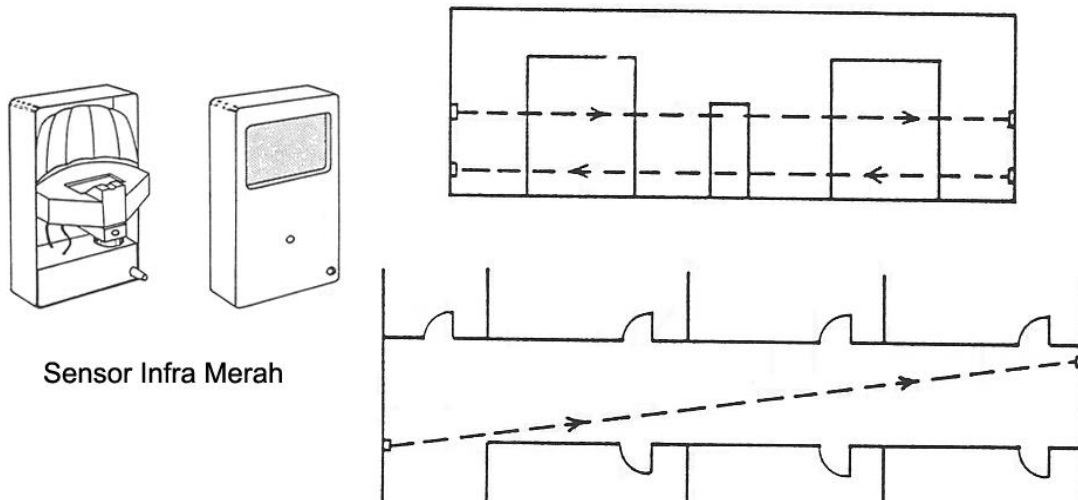
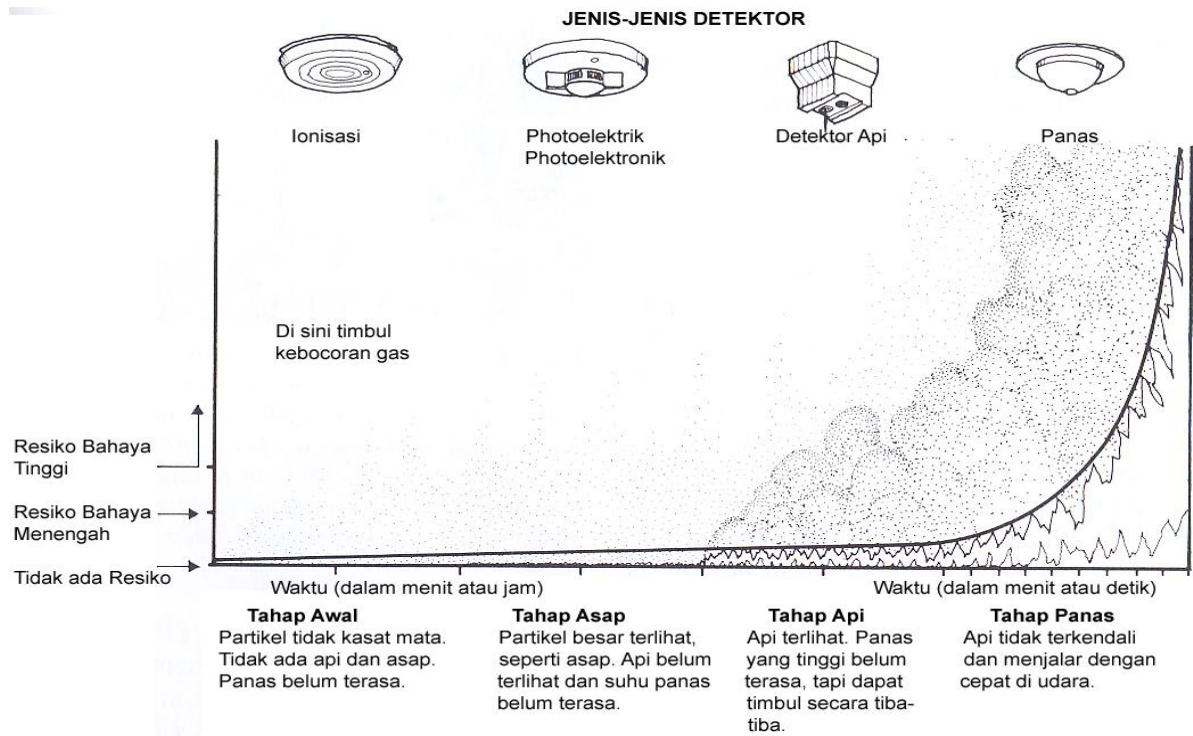
PERSYARATAN KESELAMATAN

- Mampu memikul aneka ragam beban (beban mati, beban hidup, beban angin, dan gempa bumi)
- Memiliki sistem proteksi kebakaran (proteksi pasif, aktif, dan manajemen kebakaran)
- Memiliki sistem proteksi penangkal petir
- Memiliki sistem tanggap darurat

SISTEM KEAMANAN

- Pendeteksi Dini
 - Ionisasi
 - Photocell
 - Detektor Api
 - Detektor Panas

- Tanda Bahaya
- Sensor
 - 'ultrasonic'
 - 'micro wave'
 - 'infra red'
 - 'sound discriminating'
- Sirkuit TV Tertutup (CCTV)



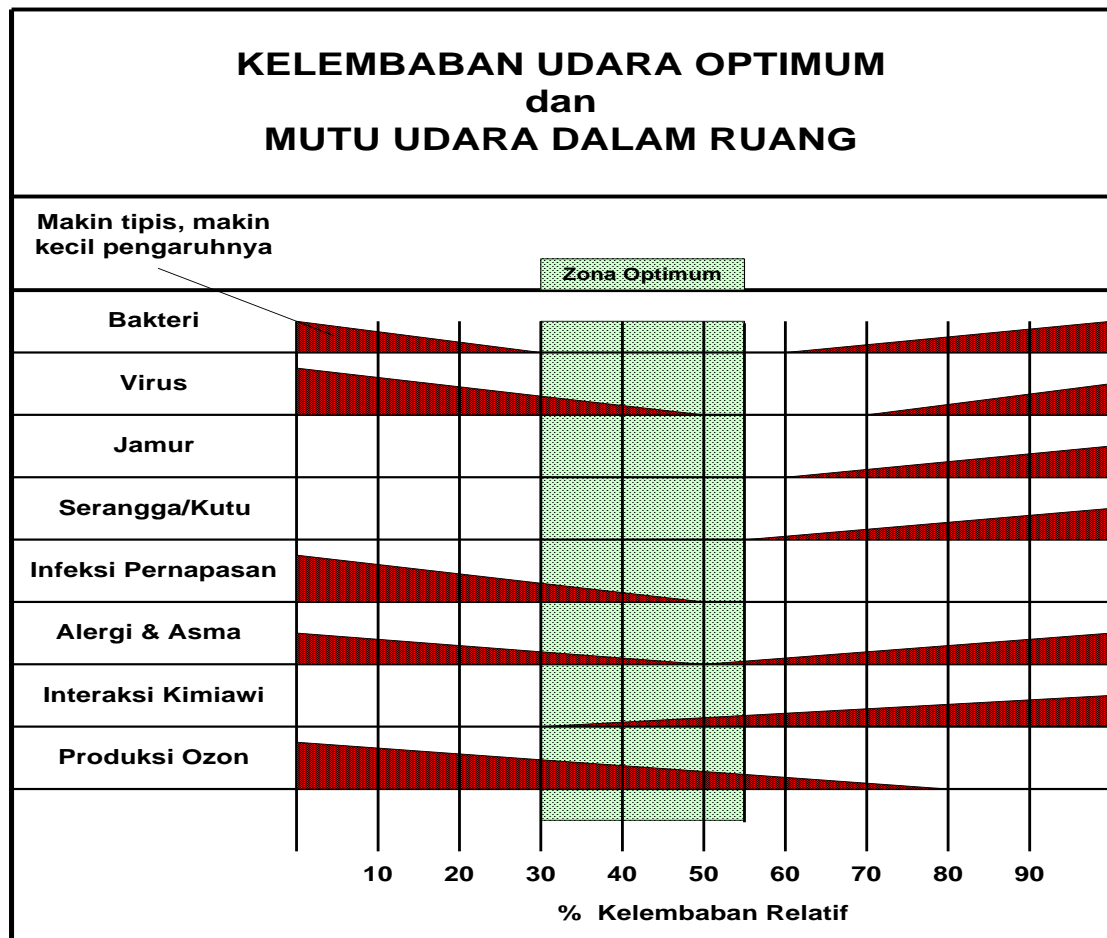
PERSYARATAN KESEHATAN

- Memiliki sistem penghawaan (ventilasi dan pengkondisian udara)
- Memiliki sistem pencahayaan (alamiah dan buatan)
- Memiliki sistem sanitasi (air bersih, air kotor/limbah, dan sampah)
- Menggunakan bahan bangunan yang tidak membahayakan

PERSYARATAN KENYAMANAN

- Ruang Gerak
- Mutu udara dalam ruang (suhu udara dan kelembaban)
- Fungsi ruang
- Aksesibilitas (penyanggah cacat dan pemeliharaan/ perawatan bangunan)
- Sirkulasi vertikal dan horizontal
- Mempertimbangkan hemat energi
- Mempertimbangkan daya dukung lingkungan

KELEMBABAN UDARA



PERSYARATAN KEMUDAHAN

- Aksesibilitas yang mudah, aman, dan nyaman (penyandang cacat dan orang lanjut usia)
- Kelengkapan sarana sirkulasi & Tanda-Tanda
- Memiliki kelengkapan sarana evakuasi darurat
- Memiliki sarana pemanfaatan bangunan (ibadah, parkir, ruang bayi, toilet, tempat sampah, fasilitas komunikasi dan informasi)

DAFTAR PUSTAKA

- Antony Corder. 1996. ***Maintenance Management Techniques***. Alih bahasa Kusnul Hadi. Edisi Kedua. Penerbit Erlangga. Jakarta
- Gregory H. Magee, PE. 1983. ***Facilities Maintenance Management***. RS. Means Company, INC.
- Jimmy S. Juwana MSAE. 2004. ***Perawatan Bangunan, Peluang & Tantangan***. Dalam seminar Perawatan Gedung di Pontianak Kalimantan Barat
- Jimmy S. Juwana, MSAE. 2005. Panduan Sistem Bangunan Tinggi. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Marsudi Joyowiyono. 1995. ***Prospek & Prinsip – prinsip Pengelolaan Perawatan Bangunan Gedung di Indonesia***, PT. Ideco Utama. Jakarta.
- John D. Campbell dan Andrew K.S. Jardine. 2001. ***Maintenance Excellence***. Marcel Dekker, INC.