

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 AC Sentral dan Jenisnya

AC sentral adalah sistem pendinginan ruangan yang dikontrol dari satu titik atau tempat dimana proses pendinginan udara terpusat pada satu lokasi yang kemudian didistribusikan/dialirkan ke semua arah atau lokasi (satu *Outdoor* dengan beberapa *indoor*). sesuai dengan ukuran ruangan dan isinya dengan menggunakan saluran udara.



Gambar 2.1 proses pendinginan ruangan dengan AC sentral

Saat ini ada dua sistem AC sentral yang banyak dipakai untuk pendinginan ruangan yaitu : Sistem Air dan Sistem Freon.

2.1.1 AC Sentral Sistem Air

Pada AC sentral sistem air, media pembawa dingin yang berjalan dalam pipa distribusi adalah air. sistem air memiliki kelebihan dapat digunakan dalam skala ruangan yang besar, gedung bertingkat atau mall yang berukuran besar.

2.1.2 AC Sentral Sistem Freon

Pada AC sentral sistem Freon adalah media yang dipakai untuk membawa dingin adalah gas freon., unit AC sentral yang dikenal biasa disebut dengan *Split Duct*. Prinsip kerjanya hampir sama dengan sistem ac split biasa, akan tetapi lubang udaranya menggunakan sistem *ducting*/pipa dan pada tiap-tiap keluaran udaranya menggunakan *diffuser*. dan untuk mengatur besar kecilnya udara yang keluar digunakan damper.

Kelebihan daripada sistem AC sentral *split duct* ini adalah pendistribusian dinginnya merata pada setiap ruangan dan komponen yang dipakai tidak terlalu banyak karena hanya menggunakan unit *indoor*, *condensing unit/outdoor AC*, dan *ducting AC*/saluran AC. Namun sistem freon hanya dapat dipakai dalam sistem yang tidak terlalu besar atau jauh jaraknya antara unit *indoor* dan *outdoor*.

Pada penelitian ini, penulis membahas tentang perencanaan pemeliharaan sistem tata udara *Chiller Air Cooled Single Screw* yang ada di Rumah Sakit Universitas Airlangga Surabaya.



Gambar 2.2. Instalasi sistem tata udara *Chiller Air Cooled Single Screw*

2.2 Komponen Sistem Tata Udara *Chiller Air Cooled Single Screw*

Secara garis besar, sistem AC Sentral *Chiller Air Cooled Single Screw* terbagi atas beberapa komponen yaitu :

1. *Chiller / Condensing Unit / Outdoor AC*
2. *AHU (Air Handling Unit)*
3. *FCU (Fan Coil Unit)*
4. *Ducting AC / saluran ac*
5. Pompa Sirkulasi
6. Pemipaan

2.2.1. *Chiller (Unit Pendingin).*



Gambar 2.3 *Chiller* (unit pendingin)

Chiller adalah mesin refrigerasi yang berfungsi untuk mendinginkan fluida dalam hal ini air melalui sebuah proses kompresi uap ataupun siklus pendinginan yang kemudian fluida tersebut bisa disirkulasi untuk didistribusikan ke peralatan air handling unit. Jenis *Chiller* didasarkan pada jenis kompresornya : *Reciprocating*, *Screw*, dan *Centrifugal*

Rumah Sakit Universitas Airlangga menggunakan kompresor jenis *Screw* yaitu *Single Screw*. Sedangkan Jenis *Chiller* didasarkan pada jenis cara pendinginan kondensornya adalah *Air Cooled* dan *Water Cooled*

Adapun yang digunakan di Rumah Sakit Universitas Airlangga adalah *Air Cooled* model MCS 150 Merk McQuay dengan spesifikasi sebagai berikut : Jenis MCS *Air Cooled Screw Single*, *Referigerant* R22 dan HFC407C, *Compressor* Type Fr4200, *Expansion Valve* ALCO-EX7EX8, *Normal Cooling Capacity* : 100USRT

2.2.2. AHU (*Air Handling Unit*)

AHU Adalah suatu mesin penukar kalor, dimana udara panas dari ruangan dihembuskan melewati *coil* pendingin didalam AHU sehingga menjadi udara dingin yang selanjutnya didistribusikan ke ruangan. Di dalam unit AHU terdapat beberapa komponen antara lain :

- a. Filter merupakan penyaring udara dari kotoran, debu, atau partikel-partikel lainnya sehingga diharapkan udara yang dihasilkan lebih bersih. Filter ini dibedakan berdasarkan kelas-kelasnya.
- b. *Centrifugal fan* merupakan kipas (*blower fan sentrifugal*) yang berfungsi untuk mendistribusikan udara melewati ducting menuju ruangan-ruangan.
- c. Koil pendingin (*coil cooling*), merupakan komponen yang berfungsi menurunkan temperatur udara.



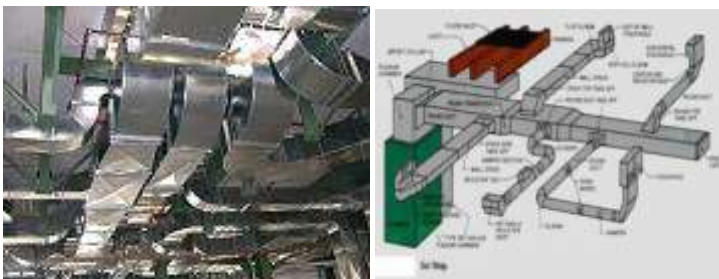
Gambar 2.4 AHU (*Air Handling Unit*)

Prinsip kerja secara sederhana pada unit ini adalah menyedot udara dari ruangan (*return air*) yang kemudian dicampur dengan udara segar dari lingkungan (*fresh air*) dengan komposisi yang bisa diubah-ubah sesuai keinginan. Campuran udara tersebut masuk menuju AHU melewati filter, fan sentrifugal dan koil pendingin. Setelah itu udara yang telah mengalami penurunan temperature didistribusikan secara merata ke setiap ruangan melewati saluran udara (*ducting*) yang telah dirancang terlebih dahulu sehingga lokasi yang jauh sekalipun bisa terjangkau.

Beberapa kelemahan dari sistem ini adalah jika satu komponen mengalami kerusakan dan sistem AC sentral tidak hidup maka semua ruangan tidak akan merasakan udara sejuk. Selain itu jika temperatur udara terlalu rendah atau dingin maka pengaturannya harus pada termostat di koil pendingin pada komponen AHU.

2.2.3. *Ducting* AC (saluran AC)

Ducting AC adalah media penghubung antara AHU dengan ruangan yang akan dikondisikan udaranya, fungsi utama dari *ducting* adalah meneruskan udara yang didinginkan oleh AHU untuk kemudian didistribusikan ke masing-masing ruangan.



Gambar 2.5 *Ducting* AC Sentral

2.2.4. Pompa Sirkulasi

Ada dua jenis pompa sirkulasi dari *Chiller Air Cooled Single Screw* adalah sebagai berikut :

1. Pompa sirkulasi air dingin (*Chilled Water Pump*)

Pompa ini berfungsi mensirkulasikan air dingin yang dihasilkan dari dari *Chiller* ke Koil pendingin (*cooling coil*) AHU / FCU.

a. Pompa Sirkulasi air Panas.

Pompa ini berfungsi untuk mensirkulasikan air panas yang dihasilkan kompresor melalui *Heat Exchanger* (HE) ke ruangan-ruangan yang memerlukan air panas, seperti Instalasi Rawat Inap, Instalasi farmasi, CSSD, Laundry, Kamar Operasi, Ruang Jenasah dan Otopsi, dan Laboratorium.



Gambar 2.6. Pompa sirkulasi air dingin



Gambar 2.7. Pompa sirkulasi air panas

2.2.5. Pemipaan

Pemipaan adalah suatu sistem instalasi pipa yang berfungsi untuk menghubungkan peralatan-peralatan pada suatu sistem AC sentral dimana di dalamnya mengalir air.

2.2.6. *Fan Coil Unit (FCU)*

FCU adalah perangkat sederhana yang terdiri dari kumparan (*Coil*) dan kipas. FCU digunakan untuk mengontrol suhu dalam ruangan yang dikendalikan oleh *on/off switch* atau *thermostat*. Biasanya *fan coil* tidak terhubung *ductwork*, dan digunakan untuk mengontrol suhu dalam ruang di mana akan diinstal, atau melayani beberapa indoor dengan kontrol *on/off switch* atau *thermostat*.



Gambar 2.8. *Fan Coil Unit (FCU)*

2.3 Pemeliharaan

2.3.1. Definisi Pemeliharaan

Pemeliharaan mesin merupakan hal yang sering dipermasalahkan antara bagian pemeliharaan dan bagian produksi. karena bagian pemeliharaan dianggap yang memboroskan biaya, sedang bagian produksi merasa yang merusakkan tetapi juga yang membuat uang (Soemarno, 2008). Pada umumnya sebuah produk yang dihasilkan oleh manusia, tidak ada yang tidak mungkin rusak, tetapi usia

penggunaannya dapat diperpanjang dengan melakukan perbaikan yang dikenal dengan pemeliharaan. (Corder, Antony, K. Hadi, 1992). Oleh karena itu, sangat dibutuhkan kegiatan pemeliharaan yang meliputi kegiatan pemeliharaan dan perawatan mesin yang digunakan dalam proses produksi. Kata pemeliharaan diambil dari bahasa Yunani *terein* artinya merawat, menjaga dan memelihara. Pemeliharaan adalah suatu kombinasi dari berbagai tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang dalam, atau memperbaikinya sampai suatu kondisi yang bisa diterima. Untuk pengertian Pemeliharaan lebih jelas adalah tindakan merawat mesin atau peralatan pabrik dengan memperbaharui umur masa pakai dan kegagalan/kerusakan mesin. (Setiawan F.D, 2008). Menurut Jay Heizer dan Barry Render, (2001) dalam bukunya "*operations Management*" pemeliharaan adalah: "*all activities involved in keeping a system's equipment in working order*". Artinya: pemeliharaan adalah segala kegiatan yang di dalamnya adalah untuk menjaga sistem peralatan agar bekerja dengan baik.

Menurut M.S Sehwarat dan J.S Narang, (2001) dalam bukunya "Production Management" pemeliharaan (*maintenance*) adalah sebuah pekerjaan yang dilakukan secara berurutan untuk menjaga atau memperbaiki fasilitas yang ada sehingga sesuai dengan standar (sesuai dengan standar fungsional dan kualitas).

Menurut Sofyan Assauri (2004) pemeliharaan adalah kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas/peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan atau penyesuaian/penggantian yang diperlukan agar supaya terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan. Dari beberapa pendapat di atas bahwa dapat disimpulkan bahwa kegiatan pemeliharaan dilakukan untuk merawat ataupun memperbaiki peralatan perusahaan agar dapat melaksanakan produksi dengan efektif dan efisien sesuai dengan pesanan yang telah direncanakan dengan hasil produk yang berkualitas.

2.3.2. Tujuan Pemeliharaan

Suatu kalimat yang perlu diketahui oleh orang pemeliharaan dan bagian lainnya bagi suatu pabrik adalah pemeliharaan (*maintenance*) murah sedangkan perbaikan (repair) mahal. (Setiawan F.D, 2008). Menurut Daryus A, (2008) dalam bukunya manajemen pemeliharaan mesin.

Tujuan pemeliharaan yang utama dapat didefinisikan sebagai berikut:

- a. Untuk memperpanjang kegunaan asset,
- b. Untuk menjamin ketersediaan optimum peralatan yang dipasang untuk produksi dan mendapatkan laba investasi maksimum yang mungkin,
- c. Untuk menjamin kesiapan operasional dari seluruh peralatan yang diperlukan dalam keadaan darurat setiap waktu,
- d. Untuk menjamin keselamatan orang yang menggunakan sarana tersebut.

Sedangkan Menurut Sofyan Assauri, 2004, tujuan pemeliharaan yaitu :

- a. Kemampuan produksi dapat memenuhi kebutuhan sesuai dengan rencana produksi,
- b. Menjaga kualitas pada tingkat yang tepat untuk memenuhi apa yang dibutuhkan oleh produk itu sendiri dan kegiatan produksi yang tidak terganggu,
- c. Untuk membantu mengurangi pemakaian dan penyimpangan yang di luar batas dan menjaga modal yang di investasikan tersebut,
- d. Untuk mencapai tingkat biaya pemeliharaan serendah mungkin, dengan melaksanakan kegiatan pemeliharaan secara efektif dan efisien,
- e. Menghindari kegiatan pemeliharaan yang dapat membahayakan keselamatan para pekerja,
- f. Mengadakan suatu kerja sama yang erat dengan fungsi-fungsi utama lainnya dari suatu perusahaan dalam rangka

untuk mencapai tujuan utama perusahaan yaitu tingkat keuntungan (return on investment) yang sebaik mungkin dan total biaya yang terendah.

2.3.3. Fungsi Pemeliharaan

Menurut pendapat Agus Ahyari, (2002) fungsi pemeliharaan adalah agar dapat memperpanjang umur ekonomis dari mesin dan peralatan produksi yang ada serta mengusahakan agar mesin dan peralatan produksi tersebut selalu dalam keadaan optimal dan siap pakai untuk pelaksanaan proses produksi.

Keuntungan-keuntungan yang akan diperoleh dengan adanya pemeliharaan yang baik terhadap mesin, adalah sebagai berikut :

- a. Mesin dan peralatan produksi yang ada dalam perusahaan yang bersangkutan akan dapat dipergunakan dalam jangka waktu panjang,
- b. Pelaksanaan proses produksi dalam perusahaan yang bersangkutan berjalan dengan lancar,
- c. Dapat menghindarkan diri atau dapat menekan sekecil mungkin terdapatnya kemungkinan kerusakan-kerusakan berat dari mesin dan peralatan produksi selama proses produksi berjalan,
- d. Peralatan produksi yang digunakan dapat berjalan stabil dan baik, maka proses dan pengendalian kualitas proses harus dilaksanakan dengan baik pula,
- e. Dapat dihindarkannya kerusakan-kerusakan total dari mesin dan peralatan produksi yang digunakan,
- f. Apabila mesin dan peralatan produksi berjalan dengan baik, maka penyerapan bahan baku dapat berjalan normal,
- g. Dengan adanya kelancaran penggunaan mesin dan peralatan produksi dalam perusahaan, maka pembebanan mesin dan peralatan produksi yang ada semakin baik.

2.3.4. Kegiatan-kegiatan Pemeliharaan

Kegiatan pemeliharaan dalam suatu perusahaan menurut Manahan P. Tampubolon, (2004) meliputi berbagai kegiatan sebagai berikut:

1. Inspeksi

Kegiatan inspeksi meliputi kegiatan pengecekan atau pemeriksaan secara berkala dimana maksud kegiatan ini adalah untuk mengetahui apakah perusahaan selalu mempunyai peralatan atau fasilitas produksi yang baik untuk menjamin kelancaran proses produksi. Sehingga jika terjadinya kerusakan, maka segera diadakan perbaikan-perbaikan yang diperlukan sesuai dengan laporan hasil inspeksi dan berusaha untuk mencegah sebab-sebab timbulnya kerusakan dengan melihat sebab-sebab kerusakan yang diperoleh dari hasil inspeksi

2. Kegiatan teknik

Kegiatan ini meliputi kegiatan percobaan atas peralatan yang baru dibeli, dan kegiatan-kegiatan pengembangan peralatan yang perlu diganti, serta melakukan penelitian-penelitian terhadap kemungkinan pengembangan tersebut. Dalam kegiatan inilah dilihat kemampuan untuk mengadakan perubahan-perubahan dan perbaikan-perbaikan bagi perluasan dan kemajuan dari fasilitas atau peralatan perusahaan. Oleh karena itu kegiatan teknik ini sangat diperlukan terutama apabila dalam perbaikan mesin-mesin yang rusak tidak didapatkan atau diperoleh komponen yang sama dengan yang dibutuhkan.

3. Kegiatan produksi

Kegiatan ini merupakan kegiatan pemeliharaan yang sebenarnya, yaitu merawat, memperbaiki mesin-mesin dan peralatan. Secara fisik, melaksanakan pekerjaan yang disarankan atau yang diusulkan dalam kegiatan inspeksi dan teknik, melaksanakan kegiatan perbaikan dan pelumasan (*lubrication*). Kegiatan produksi ini dimaksudkan untuk itu diperlukan usaha-usaha perbaikan segera jika terdapat kerusakan pada peralatan.

4. Kegiatan administrasi

Pekerjaan administrasi ini merupakan kegiatan yang berhubungan dengan pencatatan-pencatatan mengenai biaya-biaya yang terjadi dalam melakukan pekerjaan-pekerjaan pemeliharaan dan biaya-biaya yang berhubungan dengan kegiatan pemeliharaan, komponen (*spareparts*) yang dibutuhkan, laporan kemajuan (*progress report*) tentang apa yang telah dikerjakan, waktu dilakukannya inspeksi dan perbaikan, serta lamanya perbaikan tersebut, komponen (*spareparts*) yang tersedia di bagian pemeliharaan. Jadi dalam pencatatan ini termasuk penyusunan *planning* dan *scheduling*, yaitu rencana kapan suatu mesin harus dicek atau diperiksa, dilumasi atau di perbaiki dan di reparasi.

5. Pemeliharaan bangunan

Kegiatan ini merupakan kegiatan untuk menjaga agar bangunan gedung tetap terpelihara dan terjamin kebersihannya.

2.3.5. Masalah Efisiensi Pada Pemeliharaan

Menurut Manahan P. Tampubolon, (2004) dan Sofyan Assauri, (2004). Dalam melaksanakan kegiatan pemeliharaan terdapat 2 persoalan yang dihadapi oleh suatu perusahaan yaitu persoalan teknis dan persoalan ekonomis.

1. Persoalan teknis

Dalam kegiatan pemeliharaan suatu perusahaan merupakan persoalan yang menyangkut usaha-usaha untuk menghilangkan kemungkinan-kemungkinan yang menimbulkan kemacetan yang disebabkan karena kondisi fasilitas produksi yang tidak baik. Tujuan untuk mengatasi persoalan teknis ini adalah untuk dapat menjaga atau menjamin agar produksi perusahaan dapat berjalan dengan lancar. Maka dalam persoalan teknis perlu diperhatikan hal-hal berikut:

- a. Tindakan apa yang harus dilakukan untuk memelihara atau merawat peralatan yang ada, dan untuk memperbaiki atau meresparasi mesin-mesin atau peralatan yang rusak,
- b. Alat-alat atau komponen-komponen apa yang dibutuhkan dan harus disediakan agar tindakan-tindakan pada bagian pertama diatas dapat dilakukan.

Jadi, dalam persoalan teknis ini adalah bagaimana cara perusahaan agar dapat mencegah ataupun mengatasi kerusakan mesin yang mungkin saja dapat terjadi, sehingga dapat mengganggu kelancaran proses produksi.

2. Persoalan ekonomis

Dalam melaksanakan kegiatan pemeliharaan disamping persoalan teknis, ditemui pula persoalan ekonomis. Persoalan ini menyangkut bagaimana usaha yang harus dilakukan agar kegiatan pemeliharaan yang dibutuhkan secara teknis dapat dilakukan secara efisien. Jadi yang ditekankan pada persoalan ekonomis adalah bagaimana melakukan kegiatan pemeliharaan agar efisien. Dengan memperhatikan besarnya biaya yang terjadi dan tentunya alternatif tindakan yang dipilih untuk dilaksanakan adalah yang menguntungkan perusahaan. Adapun biaya-biaya yang terdapat dalam kegiatan pemeliharaan adalah biaya-biaya pengecekan, biaya penyetelan, biaya service, biaya penyesuaian, dan biaya perbaikan atau resparasi.

2.3.6. Jenis-jenis Pemeliharaan

Secara umum, ditinjau dari saat pelaksanaan Pekerjaan pemeliharaan dikategorikan dalam dua cara (Corder, Antony, K. Hadi, 1992), yaitu : Pemeliharaan terencana (*planned maintenance*) dan Pemeliharaan tak terencana (*unplanned maintenance*)

1. Pemeliharaan terencana (*planned maintenance*)

Pemeliharaan terencana adalah pemeliharaan yang dilakukan secara terorganisir untuk mengantisipasi kerusakan

peralatan di waktu yang akan datang, pengendalian dan pencatatan sesuai dengan rencana yang telah ditentukan sebelumnya.

Menurut Corder, Antony, K. Hadi, (1992) Pemeliharaan terencana dibagi menjadi dua aktivitas utama yaitu:

A. Pemeliharaan pencegahan (*Preventive Maintenance*)

Pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*) adalah inspeksi periodik untuk mendeteksi kondisi yang mungkin menyebabkan produksi terhenti atau berkurangnya fungsi mesin dikombinasikan dengan pemeliharaan untuk menghilangkan, mengendalikan, kondisi tersebut dan mengembalikan mesin ke kondisi semula atau dengan kata lain deteksi dan penanganan diri kondisi abnormal mesin sebelum kondisi tersebut menyebabkan cacat atau kerugian.

Menurut Jay Heizer dan Barry Render, (2001) dalam bukunya "*Operations Management*" *preventive maintenance* adalah : "*A plan that involves routine inspections, servicing, and keeping facilities in good repair to prevent failure*". Artinya *preventive maintenance* adalah sebuah perencanaan yang memerlukan inspeksi rutin, pemeliharaan dan menjaga agar fasilitas dalam keadaan baik sehingga tidak terjadi kerusakan di masa yang akan datang. Ruang lingkup pekerjaan preventif termasuk : inspeksi, perbaikan kecil, pelumasan dan penyetelan, sehingga peralatan atau mesin-mesin selama beroperasi terhindar dari kerusakan.

Menurut Dhillon B.S, (2006) dalam bukunya "*maintainability, maintenance, and reliability for engineers*" ada 7 elemen dari pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*) yaitu:

- a. Inspeksi: memeriksa secara berkala (*periodic*) bagian-bagian tertentu untuk dapat dipakai dengan membandingkan fisiknya, mesin, listrik, dan karakteristik lain untuk standar yang pasti,
- b. Kalibrasi: mendeteksi dan menyesuaikan setiap perbedaan dalam akurasi untuk material atau parameter perbandingan untuk standar yang pasti,

- c. Pengujian: pengujian secara berkala (*periodic*) untuk dapat menentukan pemakaian dan mendeteksi kerusakan mesin dan listrik,
- d. Penyesuaian: membuat penyesuaian secara periodik untuk unsur variabel tertentu untuk mencapai kinerja yang optimal,
- e. *Servicing*: pelumasan secara periodik, pengisian, pembersihan, dan seterusnya, bahan atau barang untuk mencegah terjadinya dari kegagalan baru jadi,
- f. Instalasi: mengganti secara berkala batas pemakaian barang atau siklus waktu pemakaian atau memakai untuk mempertahankan tingkat toleransi yang ditentukan,
- g. *Alignment*: membuat perubahan salah satu barang yang ditentukan elemen variabel untuk mencapai kinerja yang optimal.

B. Pemeliharaan korektif (*Corrective Maintenance*)

Pemeliharaan secara korektif (*corrective maintenance*) adalah pemeliharaan yang dilakukan secara berulang atau pemeliharaan yang dilakukan untuk memperbaiki suatu bagian (termasuk penyyetelan dan reparasi) yang telah terhenti untuk memenuhi suatu kondisi yang bisa diterima. (Corder, Antony, K. Hadi, 1992).

Pemeliharaan ini meliputi reparasi minor, terutama untuk rencana jangka pendek, yang mungkin timbul diantara pemeriksaan, juga overhaul terencana. Menurut Jay Heizer dan Barry Reder, 2001 pemeliharaan korektif (*Corrective Maintenance*) adalah: "*Remedial maintenance that occurs when equipment fails and must be repaired on an emergency or priority basis*". Pemeliharaan ulang yang terjadi akibat peralatan yang rusak dan harus segera diperbaiki karena keadaan darurat atau karena merupakan sebuah prioritas utama.

Menurut Dhillon B.S, (2006) Biasanya, pemeliharaan korektif (*Corrective Maintenance*) adalah pemeliharaan yang tidak direncanakan, tindakan yang memerlukan perhatian lebih

yang harus ditambahkan, terintegrasi, atau menggantikan pekerjaan telah dijadwalkan sebelumnya.

Dengan demikian, dalam pemeliharaan terencana yang harus diperhatikan adalah jadwal operasi pabrik, perencanaan pemeliharaan, sasaran perencanaan pemeliharaan, faktor-faktor yang diperhatikan dalam perencanaan pekerjaan pemeliharaan, sistem organisasi untuk perencanaan yang efektif, dan estimasi pekerjaan. (Daryus A, 2007). Jadi, pemeliharaan terencana merupakan pemakaian yang paling tepat mengurangi keadaan darurat dan waktu nganggur mesin. Adapun keuntungan lainnya yaitu:

- a. Pengurangan pemeliharaan darurat,
- b. Pengurangan waktu nganggur,
- c. Meningkatkan penggunaan tenaga kerja untuk pemeliharaan dan produksi,
- d. Memperpanjang waktu antara overhaul
- e. Pengurangan penggantian suku cadang, membantu pengendalian sediaan,
- f. Meningkatkan efisiensi mesin,
- g. Memberikan pengendalian anggaran dan biaya yang bisa diandalkan,
- h. Memberikan informasi untuk pertimbangan penggantian mesin.

2. Pemeliharaan Prediktif (*Predictive Maintenance*)

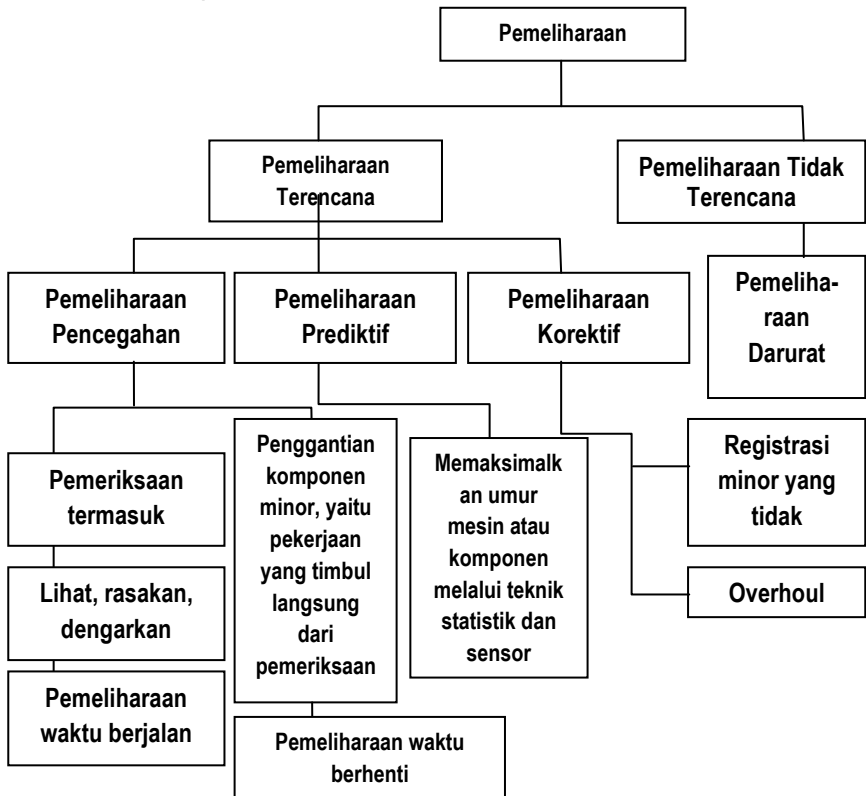
Predictive Maintenance merupakan perawatan yang bersifat prediksi, dalam hal ini merupakan evaluasi dari perawatan berkala (*Preventive Maintenance*). Pendeteksian ini dapat dievaluasi dari indikator-indikator yang terpasang pada instalasi suatu alat dan juga dapat melakukan pengecekan vibrasi dan *alignment* untuk menambah data dan tindakan perbaikan selanjutnya.

3. Pemeliharaan tak terencana (*unplanned maintenance*)

Pemeliharaan tak terencana adalah pemeliharaan darurat, yang didefinisikan sebagai pemeliharaan dimana

perlu segera dilaksanakan tindakan untuk mencegah akibat yang serius, misalnya hilangnya produksi, kerusakan besar pada peralatan, atau untuk keselamatan kerja. (Corder, Antony, K. Hadi, 1992).

Pada umumnya sistem pemeliharaan merupakan metode tak terencana, dimana peralatan yang digunakan dibiarkan atau tanpa disengaja rusak hingga akhirnya, peralatan tersebut akan digunakan kembali maka diperlukannya perbaikan atau pemeliharaan. Secara skematik dapat dilihat sesuai diagram alir proses suatu perusahaan untuk sistem pemeliharaan dibawah ini.



Gambar 2.9. Diagram Alur Pembagian Pemeliharaan

2.4 Teori Keandalan (*Reliability*)

Keandalan dalam pengertian yang luas dapat dikatakan sebagai ukuran prestasi, atau dengan kata lain “suatu tingkat penilaian keberhasilan dari suatu objek yang seperti peralatan, mesin produksi, kendaraan, komputer, dan lain-lain”. Konsep keandalan sebenarnya muncul akibat perkembangan teknologi modern, pada awalnya ilmuwan mendapat pengalaman berharga pada saat perang dunia kedua berlangsung. Bahwa pada saat masa perang tersebut metode keandalan digunakan untuk pemeliharaan mesin khususnya peralatan yang dipakai.

1. Model Matematis dari Keandalan

Suatu fungsi matematis telah dikembangkan untuk menghitung besarnya keandalan mesin. Fungsi matematis ini dinyatakan sebagai fungsi dari lamanya waktu operasi mesin, untuk menunjukkan besarnya probabilitas sistem mesin melakukan fungsinya dengan baik pada lamanya waktu operasi tertentu dan dalam kondisi tertentu pula. Oleh sebab itu besarnya keandalan ini berhubungan dengan frekuensi terjadinya kerusakan mesin selama periode tertentu yang ditinjau. Secara teori matematis untuk mengukur keandalan dilihat beberapa faktor yakni Fungsi Keandalan (*reliability function*) dan Fungsi Laju Kegagalan (*hazard function*)

2. Fungsi Keandalan

Secara matematis besarnya keandalan mesin untuk waktu operasi (t) tertentu didapat dari satu dikurangi dengan probabilitas terjadinya kerusakan selama waktu operasi t tersebut. Adapun fungsi keandalannya adalah (Blanchard, 1994)

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

$$R(t) = \int_t^s F(t) dt$$

$$R(t) = 1 - f(t) = 1 - \int_t^s f(t) dt \dots\dots\dots (2.1)$$

Jika t menuju tak terhingga, maka $R(t)$ menuju nol $F(t)$ merupakan distribusi fungsi kerusakan atau fungsi ketidakhandalan.

3. Fungsi Laju Kerusakan (*Hazard Fuction*)

Laju kerusakan (*failur rate*) merupakan laju dimana kerusakan terjadi pada interval waktu yang ditetapkan. Laju kerusakan (λ) dirumuskan sebagai berikut (Blanchard, 1994) :

$$\lambda = \frac{f}{t} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

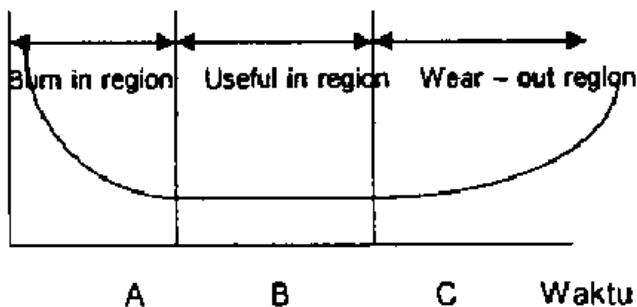
λ = Laju kerusakan

f = jumlah kerusakan terjadi

t = waktu operasi keseluruhan

4. Kurva Laju Kerusakan

Pada dasarnya laju kerusakan (*failure rate*) akan berubah sepanjang umur dari populasi sistem atau komponen. Dengan demikian laju kerusakan akan tergantung pada perubahan waktu. Laju kerusakan suatu komponen akan mengikuti pola dasar seperti terlihat dalam kurva laju kerusakan atau yang lebih dikenal kurva kamar mandi (*bathup hazard rate curve*), dan dari kurva ini masa pakai suatu produk dapat dibagi menjadi 3 periode waktu atau fasa seperti pada gambar berikut.



Gambar 2.10. Kurva Laju Kegagalan

Pada fase A disebut “*Periode infant morality*” terdapat beberapa alasan munculnya kegagalan operasi suatu komponen pada periode ini :

1. Pengendalian mutu di pabrik yang kurang baik.
2. Metode pemrosesan di pabrik yang kurang baik.
3. Penggunaan material dan pekerja yang berada di bawah standar.
4. Start up dan instalasi yang salah.
5. Kesukaran-kesukaran dalam perakitan.
6. Kesalahan-kesalahan manusia dan proses.

Pada fase B disebut sebagai “*useful life periode*”, terdapat beberapa alasan munculnya kerusakan dalam periode ini :

1. Kerusakan-kerusakan yang tidak dapat dijelaskan (tidak menentu)
2. Kesalahan manusia, melampaui masa pakai, kerusakan alamiah.
3. Kerusakan yang tidak dapat dihindarkan, dalam hal ini pemeliharaan preventif menjadi tidak bermanfaat.
4. Faktor-faktor keamanan yang rendah.

Pada fase C disebut sebagai “*wear out periode*”, beberapa alasan yang mendorong timbulnya kerusakan pada periode ini antara lain :

1. Pemeliharaan yang tidak tepat.
2. Pemakaian yang salah karena gesekan.
3. Pemakaian karena komponen telah disimpan lama.
4. Praktek *overhaul* yang salah
5. Berkarat, serta kerusakan yang timbul secara perlahan-lahan
6. Telah dirancang masa pakai produk yang pendek.

2.5 Maintainability dan Availability

1. Maintainability

Maintainability adalah probabilitas mesin yang mengalami kerusakan dapat dioperasikan kembali dalam suatu selang *down time* tertentu. Untuk mengoptimumkan

maintainabilitas sistem ada dua faktor yang perlu diperhatikan yaitu model pemeliharaan (*maintenance model*) dan perancangan untuk mendapatkan tingkat maintainabilitas tertentu.

Jika $f(t)$ adalah fungsi *density* probabilitas terhadap waktu yang dibutuhkan untuk mempengaruhi tindakan (*repair, overhaul, atau replacement*). Maka maintainability dari suatu peralatan dapat didefinisikan sebagai berikut :

$$\int_0^T f(t) dt \dots\dots\dots (2.3)$$

Perhitungan-perhitungan dalam *maintainability* antara lain :

A. *Mean Time Between Maintenance* (MTBM), waktu rata-rata diantara pemeliharaan yaitu : meliputi kebutuhan pemeliharaan preventif (terjadwal) dan pemeliharaan korektif (tidak terjadwal)

$$MTBM = \frac{\text{Total waktu operasi}}{\text{frekuensi pemeliharaan}} \dots\dots\dots (2.4)$$

$$f_{pt} = \frac{1 - (\lambda \times MTBM)}{MTBM} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana : λ = laju kerusakan
 f_{pt} = laju pemeliharaan preventif

B. Waktu rata-rata pemeliharaan aktif (M)

$$M = MTBM (\lambda \times M_{ct}) + (f_{pt} \times M_{pt}) \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana : M_{ct} = waktu rata-rata pemeliharaan korektif
 M_{pt} = waktu rata-rata pemeliharaan preventif

C. Rata-rata Down Time (MDT)

$$MDT = M + LDT + ADT \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana : LDT = *Logistic Delay Time*
 ADT = *Administrative Delay Time*

2. Ketersediaan (*Availability*) dan Kesiapan Sistem Beroperasi (*Operational Readiness*)

Ketersediaan (*availability*) suatu system atau peralatan adalah kemampuan system atau peralatan tersebut

dapat beroperasi secara memuaskan pada saat tepat pada waktunya dan pada keadaan yang telah ditentukan. Waktu total dalam perhitungan ketersediaan didasarkan pada waktu operasi, waktu untuk perbaikan, waktu administrasi dan waktu logistik. Secara definisi ada 3 macam ketersediaan (*availability*) yaitu :

A. *Inherent Availability* (A_i)

Kemungkinan suatu sistem atau peralatan dalam keadaan ideal (kesiapan tersedianya peralatan, suku cadang, teknisi) yang beroperasi secara memuaskan pada tiap waktu yang telah ditentukan. Hal ini tidak termasuk waktu kegiatan pemeliharaan pencegahan, waktu administrasi, dan logistik. *Inherent Availability* dapat dinyatakan dalam :

$$A_i = \frac{MTBF}{MTBF + Mct} \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana :

MTBF = *Mean Time Between Failure*

Mct = *Mean Time Corrective Maintenance Time*

B. *Achieved Availability* (A_a)

Secara definisi sama dengan *ingenen availability*, hanya waktu kegiatan pencegahan dimasukkan sehingga *achieved availability* dinyatakan dalam :

$$A_a = \frac{MTBM}{MTBM + M} \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana :

MTBM = *Mean Time Between Maintenance*

M = Waktu rata-rata pemeliharaan aktif

C. *Operastional Availability* (A_o)

Probabilitas suatu system atau peralatan dalam keadaan sebenarnya (*actual*) akan beroperasi secara memuaskan. *Operasional availability* dinyatakan dalam :

$$A_o = \frac{MTBM}{MTBM + MDT} \dots\dots\dots (2.10)$$

Dimana :

MDT = *Mean Maintenance Down Time*