

BAB II

LANDASAN TEORI

Pada bab ini akan dikemukakan beberapa teori yang berkaitan dengan analisa tekno ekonomis dan teori-teori pendukungnya guna membantu memecahkan permasalahan dalam menentukan jadwal peremajaan kendaraan paling ekonomis.

2.1. Arti Ilmu Teknik dan Ekonomi Teknik

Aktivitas ilmu teknik mengenai analisis dan desain tidak berakhir begitu saja. Ada sarana untuk memuaskan keinginan manusia. Jadi ilmu teknik memiliki dua hal yang harus diperhatikan : bahan dan kekuatan alam serta kebutuhan manusia. Karena kendala sumber daya, ilmu teknik harus terkait erat dengan ilmu ekonomi.

Ilmu teknik bukanlah sains, tetapi aplikasi sains. Ilmu teknik merupakan seni yang merupakan perpaduan antara kemahiran dan kecerdikan dalam mengadaptasi pengetahuan untuk kegunaan umat manusia

Arti dari ekonomi teknik itu sendiri adalah disiplin ilmu yang digunakan untuk menganalisa aspek-aspek ekonomi dari usulan investasi yang bersifat teknis.

(I Nyoman Pujawan, hal 328)

2.2. Peremajaan.

Yang dimaksud dengan peremajaan adalah penggantian suatu peralatan yang sudah rusak dengan peralatan yang baru untuk dipergunakan dalam pekerjaan yang sama agar menjadi seperti keadaan yang standar.

Masalah kebijaksanaan peremajaan atau penggantian peralatan lama dengan yang baru, pada dasarnya merupakan suatu masalah yang bertujuan untuk mencari jadwal yang tepat untuk melakukan penggantian peralatan yang sudah tidak lagi memadai dengan peralatan yang baru serta dilihat dari umur ekonomis kendaraan tersebut. Hal ini merupakan suatu keharusan bagi perusahaan untuk mengambil keputusan yang tepat dan dapat di pertanggungjawabkan.

Perumusan suatu kebijaksanaan peremajaan memainkan peranan yang sangat penting dalam menentukan kemajuan perusahaan, terutama pada perusahaan yang bergerak dalam bidang jasa transportasi. Apabila perusahaan menangguhkan peremajaan secara berlarut-larut, mengakibatkan menurunnya keuntungan atau pendapatan yang diperoleh oleh pihak perusahaan. Apabila peremajaan ditangguhkan di luar waktu yang rasional, maka perusahaan akan menentukan bahwa ongkos operasional akan semakin tinggi dan pendapatan akan semakin menurun.

2.2.1 Alasan-alasan dasar untuk melakukan peremajaan.

Peremajaan peralatan merupakan suatu hal yang penting dalam pengambilan keputusan manajemen perusahaan, yang disebabkan oleh kondisi

peralatan yang merupakan asset perusahaan, ditinjau dari fisik peralatan maupun sudut pandang hasil kerja peralatan tersebut. Terdapat beberapa alasan dasar sebagai pertimbangan untuk melakukan peremajaan (Corder, 1976, h 45), yaitu :

1. Guna memperpanjang usia kegunaan peralatan yang semakin berkurang seiring dengan bertambahnya usia peralatan tersebut.
2. Terdapatnya perubahan-perubahan dalam jumlah dan jenis kebutuhan akan jasa. Perubahan ini sering disebabkan oleh situasi persaingan antara perusahaan sejenis.
3. Perubahan pada peralatan itu sendiri, peralatan menjadi rusak, aus, berkarat dan kerusakan-kerusakan lainnya akibat bertambahnya usia pemakaian. Hal ini menaikkan ongkos pemeliharaan dan menurunkan mutu, keindahan penampilan dan keuntungan yang dapat diperoleh perusahaan tersebut.
4. Untuk menjamin keselamatan orang yang menggunakan peralatan tersebut

2.3. Pemeliharaan

Pemeliharaan adalah suatu konsepsi dari semua kegiatan yang diperlukan untuk menjaga atau aktivitas yang diperlukan untuk menjaga atau mempertahankan kualitas peralatan agar tetap dapat berfungsi dengan baik seperti dalam keadaan yang sebelumnya (standar).

Dari definisi di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa pemeliharaan mengandung arti sebagai suatu kegiatan atau suatu tindakan, antara lain pemeriksaan, perbaikan, atau penggantian bagian-bagian tertentu dari peralatan agar dicapai suatu keadaan operasi yang sesuai dengan yang direncanakan. Dengan demikian setiap kegiatan atau tindakan dilakukan dengan tujuan menjaga kondisi suatu peralatan agar tetap beroperasi dengan baik disebut pemeliharaan.

2.3.1 Tujuan Utama Pemeliharaan

Adapun tujuan utama dari pemeliharaan adalah :

1. Kemampuan produksi dapat memenuhi kebutuhan sesuai dengan rencana produksi
2. Menjaga kualitas pada tingkat yang tepat untuk memenuhi apa yang dibutuhkan oleh produk itu sendiri dan kegiatan produksi yang tidak terganggu
3. Untuk membantu mengurangi pemakaian dan penyimpangan yang di luar batas dan menjaga modal yang diinvestasikan dalam perusahaan selama waktu yang ditentukan sesuai dengan kebijaksanaan perusahaan mengenai investasi tersebut. (*Soffan Assauri, 2004, h 95*)

2.4 Jenis-jenis Pemeliharaan .

Secara garis besarnya bentuk pemeliharaan dalam suatu perusahaan dapat dibedakan menjadi dua bagian adalah sebagai berikut :

1. Pemeliharaan Pencegahan
2. Pemeliharaan Perbaikan

2.4.1 Pemeliharaan Pencegahan

Pemeliharaan Pencegahan adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi atau keadaan yang dapat menyebabkan fasilitas produksi mengalami kerusakan pada waktu digunakan dalam proses produksi.

Dengan demikian semua fasilitas produksi yang mendapatkan pemeliharaan pencegahan akan terjamin kelancaran kerjanya dan selalu diusahakan dalam kondisi atau keadaan yang siap dipergunakan dalam setiap operasi atau proses produksi pada setiap saat. Sehingga dapatlah dimungkinkan pembuatan suatu rencana atau jadwal pemeliharaan dan perawatan yang sangat cermat dan rencana produksi yang lebih tepat.

Dalam prakteknya pemeliharaan pencegahan yang dilakukan perusahaan dapat dibedakan atas :

a. Pemeliharaan Rutin

Adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan secara rutin misalnya setiap hari. Sebagai contoh dari kegiatan pemeliharaan rutin adalah

melakukan pemeliharaan perbaikan saja tanpa pemeliharaan pencegahan, akan menimbulkan akibat-akibat yang dapat menghambat kegiatan produksi apabila terjadi suatu kerusakan yang tiba-tiba pada fasilitas produksi yang digunakan. (Sofjan Assauri, 2004, h 95)

2.4.3. Tugas-tugas atau Kegiatan-kegiatan Pemeliharaan

Semua tugas atau kegiatan pemeliharaan dapat digolongkan ke dalam satu dari lima tugas pokok yang berikut :

1. Inspeksi (*Inspection*)

Kegiatan inspeksi meliputi kegiatan pengecekan atau pemeriksaan secara berkala (*routine schedule check*) fasilitas dan peralatan pabrik sesuai dengan rencana serta kegiatan pengecekan atau pemeriksaan terhadap peralatan yang mengalami kerusakan dan membuat laporan-laporan dari hasil pengecekan atau pemeriksaan tersebut. Maksud kegiatan inspeksi ini adalah untuk mengetahui apakah perusahaan selalu mempunyai fasilitas atau peralatan produksi yang baik untuk menjamin kelancaran proses produksi. Jika seandainya terdapat kerusakan, maka dapat segera dilakukan 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.

Laporan hasil inspeksi dibuat dan diberikan oleh bagian pemeliharaan untuk pimpinan perusahaan, dan laporan ini sangat berguna bagi pimpinan. Misalnya laporan tentang mesin atau peralatan yang sering rusak, merupakan

bahan pertimbangan bagi pimpinan perusahaan untuk dapat mengambil keputusan, apakah mesin atau peralatan tersebut perlu diganti atau tidak.

2. Kegiatan Teknik (*Engineering*)

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

Dalam kegiatan teknik ini termasuk pula kegiatan penyelidikan sebab-sebab terjadinya kerusakan pada peralatan tertentu dan cara-cara atau usaha-usaha untuk mengatasi atau memperbaikinya yang sangat diperlukan dalam kegiatan produksi. Dengan mengetahui sebab-sebab ini, maka dengan kegiatan teknik dapat atau harus pula diusahakan atau dibuat alat-alat penjaga atau pencegah terjadinya kerusakan pada masa-masa yang akan datang. Di samping itu dalam kegiatan ini dipelajari spesifikasi mesin dan usaha-usaha agar mesin dapat bekerja lebih efektif dan efisien.

3. Kegiatan Produksi

Kegiatan produksi ini merupakan kegiatan yang sebenarnya, yaitu memperbaiki dan mereparasi mesin-mesin dan peralatan. Secara fisik, melaksanakan pekerjaan yang disarankan atau diusulkan dalam kegiatan inspeksi dan teknik, melaksanakan kegiatan service dan peminyakan (*lubrication*). Kegiatan produksi ini dimaksudkan agar kegiatan pengolahan atau pabrik dapat berjalan lancar sesuai dengan rencana, dan untuk diperlukan usaha-usaha perbaikan segera jika terdapat kerusakan pada peralatan.

4. Pekerjaan Administrasi (*Clerical Work*)

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 atau suku cadang yang dibutuhkan, waktu dilakukannya inspeksi dan perbaikan, serta lamanya perbaikan tersebut. Jadi dalam kegiatan pencatatan ini termasuk penyusunan planning dan scheduling, yaitu rencana kapan suatu mesin harus diperiksa, diservice dan direparasi.

2.4.4 Perawatan Umum Pada Mesin (Maman Suratman & Ohan Juhana, 2001, h

129)

A. MENCARI GANGGUAN PADA MESIN

Gangguan	Kemungkinan penyebab	Cara Mengatasi
Mesin sulit di star	<p>Komponen yang berkaitan rusak</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Katup Terbakar ➤ Piston, ring piston atau dinding silinder aus ➤ Gasket silinder rusak <p>Sistem aliran bensin kurang lancar Sistem pengapian rusak</p>	<p>Ganti</p> <p>Ganti atau diperbaiki</p> <p>Ganti</p> <p>Ganti</p> <p>Ganti</p>
Cenderung mati pada putaran rendah	<p>Komponen mesin yang berkaitan rusak :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Celah klep tidak tepat ➤ Kontak Klep dan dudukan klep kurang baik ➤ Gasket silinder rusak <p>Sistem aliran bensin kurang lancar Sistem pengapian rusak</p>	<p>Stel</p> <p>Ganti atau diperbaiki</p> <p>Ganti</p> <p>Stel</p> <p>Ganti atau diperbaiki</p>
Pemakaian oli boros	<p>Oli naik :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Celah klep tidak basah ➤ Kebocoran pada dudukan klep ➤ Tangkai klep oblok ➤ Per klep patah atau lemah ➤ Gasket kop silinder rusak ➤ Kop silinder melengkung atau retak ➤ Ring piston aus, macet atau rusak ➤ Piston rusak atau aus <p>Sistem suplai bensin tidak bekerja Sistem pengapian tidak bekerja baik</p>	<p>Stel</p> <p>Perbaiki</p> <p>Ganti</p> <p>Ganti</p> <p>Ganti</p> <p>Ganti</p> <p>Ganti</p> <p>Ganti</p> <p>Ganti atau diperbaiki</p> <p>Ganti</p> <p>Stel</p>
Pembakaran tidak normal	<p>Komponen mesin rusak :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Celah katup tidak pas ➤ Klep terbakar atau macet ➤ Per klep patah atau lemah ➤ Banyak arang menumpuk di ruang bakar <p>Sistem suplai bensin tidak bekerja Sistem pengapian tidak bekerja dengan baik</p>	<p>Stel</p> <p>Ganti</p> <p>Ganti</p> <p>Bersihkan</p> <p>Stel</p> <p>Stel</p>

Gangguan	Kemungkinan penyebab	Cara mengatasi
Mesin berisik	Komponen poros engkol dan bearing	Ganti atau di perbaiki Ganti
	➤ Celah ole metal duduk terlalu besar	
	➤ Metal duduk aus atau rusak kena panas	
	➤ Kelonmggaran ujung poros engkol terlalu besar	Ganti
	➤ Bearing stang piston aus atau rusak terbakar	Ganti
	Komponen Piston	Ganti atau di perbaiki Ganti Ganti
	➤ Silinder aus	
	➤ Piston dan pin piston bengkok	
	➤ Stang piston bengkok	Ganti
	Komponen atau timing klep	Stel Ganti Ganti
	➤ Celah klep tidak pas	
	➤ Per klep patah	
	➤ Celah bos klep terlalu besar	Ganti
	Sistem pendingin tidak bekerja dengan baik sistem aliran bensin tidak bekerja dengan baik	Stel
	➤ Bearing pompa air rusak	Ganti
➤ Tegang tali kipas tidak tepat	Stel	
➤ Bearing alternator rusak	Ganti	
➤ Gas buang bocor	Ganti atau diperbaiki	
➤ Tensioner rantai timing tidak bekerja dengan baik	Ganti atau diperbaiki	

Gambar 2.1 Mencari Gangguan Pada Mesin

B. TUNE UP MESIN

Beberapa bagian yang biasa di periksa dalam pekerjaan tune-up mesin adalah mesin pendingin, tali kipas, saringan udara, batere, oli mesin, busi, kabel tegangan tinggi, celah katup, karburator, putaran idle, dan tekanan kompresi

1. Sistem Pendingin

- a. Periksa tinggi air pendingin pada tangki cadangan jika kurang isi hingga garis full
- b. Periksa kualitas air pendingin. Apakah menimbulkan karat, tercampur oli atau kotoran? Ganti air pendingin jika perlu

- d. Periksa klem selang, bila longgar kencangkan
- e. Periksa apakah ada kebocoran pada pompa air, inti radiator (core) atau longgarnya sumbat penguras air
- f. Periksa cara kerja tutup radiator. Dengan menggunakan alat test tutup radiator, periksa tegangan pegas dan kedudukan katup vakum dari tutup radiator. Tutup harus diganti, jika tutup membuka pada tekanan di bawah angka spesifikasi atau jika tutup rusak.

2. Tali Kipas

- a. Periksa tali kipas belt dari keausan, retak dan ketegangan. Ganti bila perlu
- b. Pastikan tali kipas terpasang baik pada puli.
- c. Periksa kelenturan tali kipas dengan memberikan tekanan sebesar 98N (10 kg) ditengah tengah antara kedua puyli. Stel bila perlu.

Penyetelan :

- Bila perlu kendorkan baut dudukan alternator dan bautnya
- Gerakan alternator ke dalam dan keluar untuk menyetel
- Setelah itu kencangkan baut

3. Saringan Udara

- a. Buka elemen saringan udara

Catatan :

Usahakan agar tidak ada kotoran atau benda lain masuk kedalam karburator

- b. Untuk membersihkan elemen, hembuskan udara bertekanan dari sebelah dalam
- c. Jika elemen koyak atau terlalu kotor, ganti dengan yang baru

4. Batere

- a. Periksa batere dari kemungkinan: penyangga batere berkarat, hubungan terminal longgar, terminal berkarat atau rusak batere rusak atau bocor
- b. Periksa batas air aki harus antara batas atas dan batas bawah (maks. dan min. Level).
- c. Jika di bawah min, tambahkan air aki sampai batas min, jangan lebih
- d. Periksa berat jenis elektrolit dengan hidrometer, Berat jenis 1,35 – 1,27 pada 20°C
- e. Periksa banyaknya elektrolit pada setiap sel. Jika tidak berada pada ketinggian yang semestinya isislah dengan air suling

5. Oli Mesin

- a. Tinggi oli harus berada pada antara tanda L, dan jika lebih rendah, periksa kemungkinan ada kebocoran lalu tambah oli hingga tanda F. Gunakan oli *API services SE*
- b. Periksa oli kemungkinan sudah kotor, kemasukan air atau berubah warna

6. Mengganti Saringan Oli

- a. Buka saringan oli
- b. Untuk memasang saingan oli, beri beberapa tetes oli mesin pada gasternya. Setelah itu kencangkan dengan tangan
- c. Setelah mesin dihidupkan,periksa oli dari kemungkinan terdapat kebocorna daan periksa lembali tinggi oli

7. Busi

- a. Periksa elektroda tengah setiap busi dari p[engikisan, pecah atau porselinya retak. Ganti bila perlu
- b. Bersihkan busi dengan amplas atau sikat kawat halus bila dipakai lagi
- c. Stel celah busi dengan membengkokkan elektroda massanya

Catatan :

Gunakan feller gauge kawat untuk mendapatkan keakuratan pengukuran

Perhatian:

- *Jangan menarik kabel busi waktu membukanya*
- *Waktu memasang busi baru atau lama oleskan compound anti aus sejenisnya pada drat busi*

8. Memeriksa kabel tegangan tinggi

- a. Lepaskan kabel. Pada waktu melepas kabel busi, tariklah dengan memegang bagian ujung kabelnya, jangan memegang pada bagian tengah kabel
- b. Periksa tahanan kabel. Tahanan kabel kurang dari 25 k Ω per kabel

9. Distributor

- a. Periksa tutup distributor dan rotor dari kemungkinan
 - Retak, berkarat, terbakar atau lubang kabel kotor
 - Terminal elektroda terbakar
 - Pegas bagian tengah lemah
- b. Periksa dan stel celah platina atau celah udara
 - Jika platina terbakar atau berlubang lubang, platina harus di ganti
 - Stel celah olatina dengan pegas penahan. Celah blok 0,45 mm
 - Stel celah udara antara rotor proyeksi koil. Celah udara 0,2 – 0,47 mm
- c. Periksa sudut dwell dengan tester. Sudut dwell $52^{\circ} \pm 6^{\circ}$
- d. Periksa saat pengapian
 - Setel putaran mesin pada putaran idle. Oktan selektor harus disetel pada posisi standar. Saat pengapian pada maksimum 950 RPM 8° sebelum TMA
 - Cocokan tanda-tanda waktu dengan memutar body distributor. Saat pengapian 8° sebelum TMA

pembersihan fasilitas atau peralatan, pelumasan atau pengecekan oliya, serta pengecekan isi bahan bakarnya dan mungkin termasuk pemanasan dari kendaraan-kendaraan selama beberapa menit sebelum dipakai beroperasi selama sepanjang hari.

b. Pemeliharaan Tak Rutin atau Masa Waktu Tertentu

Adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan secara periodik atau dalam jangka waktu tertentu, misalnya setiap satu minggu sekali, lalu meningkat setiap sebulan sekali, dan akhirnya setiap satu tahun sekali. Sebagai contoh dari pemeliharaan periodik adalah pembongkaran karburator ataupun pembongkaran alat-alat di bagian sistem aliran bensin, penyetelan katup-katup pemasukan dan pembuangan silinder mesin dan pembongkaran tersebut untuk penggantian pelor roda (*bearing*), serta service dan overhaul besar ataupun kecil.

Dari dua pemeliharaan di atas maka dapatlah dilakukan kegiatan pemeliharaan pada mesin tersebut, seperti :

1. Bagaimana membuka dan memasang kembali komponen atau onderdil, dan hubungannya satu dengan yang lain.
2. Alat-alat apa yang harus dan tidak boleh dipergunakan
3. Bagaiman hal-hal rutin harus dilakukan seperti misalnya :
 - Olie harus diganti setiap 2 bulan sekali
 - Service kecil atau ringan harus diadakan tiap bulan
 - Overhaul harus diadakan setiap 5 tahun sekali

4. Sebelum mesin-mesin dijalankan atau dihidupkan, hendaknya diteliti lebih dahulu apakah ada gangguan-gangguan yang akan menghalangi jalannya mesin tersebut.
5. Mesin utama harus dipanaskan dahulu kurang lebih selama 15 menit, sebelum dipergunakan.

2.4.2 Pemeliharaan Perbaikan

Pemeliharaan perbaikan adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan setelah terjadinya suatu kerusakan atau kelainan pada fasilitas atau peralatan sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik.

Perbaikan yang dilakukan karena adanya kerusakan yang dapat terjadi akibat tidak dilakukannya pemeliharaan pencegahan ataupun telah dilakukan pemeliharaan pencegahan tetapi sampai pada suatu waktu tertentu fasilitas atau peralatan tersebut tetap rusak. Jadi dalam hal ini kegiatan pemeliharaan ini sifatnya hanya menunggu sampai kerusakan terjadi dahulu, baru kemudian diperbaiki.

Maksud dari tindakan perbaikan ini adalah agar fasilitas atau peralatan tersebut dapat dipergunakan kembali dalam proses produksi, sehingga operasi atau proses produksi dapat berjalan lancar kembali.

Dengan demikian apabila perusahaan hanya mengambil kebijaksanaan untuk melakukan pemeliharaan perbaikan saja, maka terdapatlah faktor ketidakpastian dalam kelancaran proses produksinya akibat ketidakpastian akan kelancaran bekerjanya fasilitas, atau peralatan produksi yang ada. Oleh karena itu

- e. Periksa cara kerja governor
 - Rotor harus kembali dengan cepat setelah di putar searah jarum jam dan dilepas. Rotor tidak boleh terlalu longgar
 - Hidupkan mesin dan lepaskan selang dari distributor. Tanda waktu berubah sesuai dengan putaran mesin

10. Penyetelan celah katup

- a. Panaskan mesin kemudian matikan
- b. Stel silinder No. 1 Pada TMA atau titik mati atas (kompresi)
- c. Kencangkan kembali baut baut kepada silinder dan penunjang batang penumbuk katup (rocker arm)
- d. Stel celah katup. Celah katup diukur diantara batang katup dan lengan rocker. Yang distel hanya katup yang di tunjuk oleh panah saja.

Celah katup :

Hisap : 0,02 mm

Buang : 0,30 mm

- e. Putarlah Poros engkol (cranshaft) 360°
- f. Stel katup-katup lain yang ditunjukkan oleh panah

2.5 Umur Ekonomis

Suatu peralatan dapat digunakan terus menerus selama masih berfungsi teknis, tetapi belum tentu berfungsi secara ekonomis. Jangka waktu dimana peralatan masih berfungsi secara ekonomis, disebut sebagai umur ekonomis peralatan tersebut. Peremajaan suatu peralatan erat kaitannya dengan umur ekonomis peralatan tersebut, sebagai dasar pengambilan keputusan untuk memperpanjang penggunaannya.

Masalah dalam menentukan jadwal peremajaan adalah menyangkut pengambilan keputusan saat yang tepat suatu peralatan harus diganti setelah melalui masa penggunaannya. Untuk menentukan peremajaan maka terlebih

dahulu harus diketahui bahwa timbulnya masalah peremajaan disebabkan oleh meningkatnya ongkos operasi seiring dengan bertambahnya usia peralatan tersebut. Pada hakekatnya umur ekonomis merupakan program penggantian peralatan, dimana ongkos-ongkos yang dikeluarkan persatuan waktu adalah minimum.

Ongkos-ongkos yang harus dikeluarkan dalam menggunakan suatu peralatan dapat dibagi menjadi dua, yaitu :

1. Ongkos pengembalian modal yang tertanam untuk pembelian peralatan tersebut (*Capital Recovery Cost*).
2. Ongkos operasi yang terdiri dari biaya pemeliharaan, biaya perbaikan, dan biaya surat-surat ijin operasi.

Semakin lama penggunaan suatu peralatan, maka semakin bertambah ongkos operasi dan ongkos pemeliharaan yang dikeluarkan, dan ongkos pengembalian modal semakin kecil. Sedangkan ongkos investasi tidak akan bertambah ataupun berkurang dengan bertambahnya umur peralatan karena ongkos investasi hanya dikeluarkan satu kali, yaitu pada saat pembelian peralatan. Umur ekonomis dicapai pada saat jumlah ongkos operasi dan pemeliharaan peralatan persatuan waktu adalah minimum.

2.6 Tekno Ekonomi

Kebanyakan persoalan di dalam ekonomi melibatkan dan menentukan sesuatu yang ekonomis dalam jangka panjang. Pada persoalan seperti ini, perlu

memperhatikan nilai waktu dari uang, karena adanya inflasi, depresiasi dan bunga bank. Untuk itu akan dibahas dalam ruang lingkup tekno ekonomi.

2.6.1 Tingkat suku bunga

Suku bunga bisa didefinisikan sebagai uang yang dibayarkan untuk penggunaan uang yang dipinjam, atau suku bunga dapat diperkirakan sebagai pengembalian yang diperoleh dari investasi modal. Bila dihubungkan dengan persoalan-persoalan di dalam ilmu ekonomi teknik merupakan persoalan yang sangat luas dan kompleks.

Tingkat suku bunga adalah rasio antara bunga yang dibebankan atau dibayarkan di akhir periode waktu dari uang yang dipinjamkan pada awal periode (*Bambang Riyanto, 1984, h 25*). Jadi bila uang dipinjamkan pada awal tahun sebesar Rp. 100.000,- dengan tingkat suku bunga sebesar 10 % / tahun, maka pada akhir tahun diharuskan membayar bunga sebesar $10\% \times \text{Rp. } 100.000,- = \text{Rp } 10.000,-$.

2.6.2 Analisis Finansial

Dalam analisis finansial suatu proyek ada beberapa kriteria yang sering dipakai untuk menentukan diterima tidaknya suatu usulan proyek, atau untuk menentukan pilihan di antara berbagai pilihan proyek. Dalam semua kriteria itu baik manfaat (*benefit*) maupun biaya (*Cost*) dinyatakan dalam nilai sekarang (*the present value*).

Discount Factor (-Van Horne, 1989, h 103) ialah suatu bilangan yang dapat dipakai untuk mengalikan suatu jumlah di waktu yang akan datang (F) agar menjadi nilai sekarang (P). Dalam *time evaluation* (waktu evaluasi), disamping kedua pengertian *P* (*present value*) dan *F* (*future amount*) tersebut, masih ada satu pengertian lain, ialah *Annuity* atau *Uniform Series*, ialah jumlah yang dibayar atau diterima berturut-turut, jadi semacam angsuran.

Annuity (A) mempunyai beberapa sifat antara lain :

1. Jumlahnya sama (*equal payments*).
2. Panjang periode antara angsuran sama (*equal periodes between payments*).
3. Pembayaran pertama dilakukan pada akhir periode pertama.

Bertitik tolak dari pemakaian nilai waktu dari uang, maka perhitungan nilai waktu dari uang sangat penting di dalam analisa Tekno Ekonomi. Untuk lebih jelasnya penggunaan dari ekonomi teknik, dan agar dapat memudahkan konversi antara ketiga unsur dalam penilaian waktu (P, F, dan A) akan dikemukakan beberapa macam hubungan yang terjadi antara jumlah uang, periode waktu, dan tingkat suku bunga yang terjadi, yaitu dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Seandainya sejumlah uang (P) diinvestasikan saat ini (t=0) dengan suku bunga *i* % selama *N* periode, maka jumlah uang pada akhir periode (F) dapat dituliskan dengan perumusan matematis :

$$F = P [1+i]^n \dots\dots\dots(2.1)$$

Faktor $(1+i)^n$ disebut sebagai *Single Payment Compound Ammount Factor* (SPCAF), dan akan menghasilkan jumlah F dari nilai awal sejumlah P setelah dibungakan secara majemuk selama *n* periode

dengan tingkat $i\%$ per periode. Jelasnya SPCAF bisa didefinisikan sebagai berikut :

$$F/P = (1+i)^n \dots\dots\dots(2.2)$$

Persamaan 2.2 ini juga bisa dinyatakan sebagai berikut :

$$F/P = (F/P.i\%, n)\dots\dots\dots(2.3)$$

Yang artinya adalah kita ingin mendapatkan F dengan mengetahui nilai P, $i\%$, dan n. Dengan demikian persamaan tersebut juga bisa diekspresikan sebagai berikut :

$$F = P [F / P, i \%, n] \dots\dots\dots(2.4)$$

2. Rumus matematis untuk menentukan P jika diketahui F dapat diperoleh dengan rumus:

$$P = F [1 / (1 + i)^n] \dots\dots\dots(2.5)$$

Selanjutnya bentuk ekspresi di dalam tanda kurung disebut sebagai *Single Payment Present - Wort Factor (SPPWF)*, dengan notasi (P / F, $i \%$, n).

Dengan demikian persamaan dapat dituliskan dalam bentuk notasi :

$$P = F [P / F, i \%, n] \dots\dots\dots(2.6)$$

3. Untuk menentukan pembayaran seragam pada setiap akhir periode (A), dari sejumlah uang/dana yang ditetapkan di masa mendatang F pada akhir periode ke n dengan suku bunga $i \%$, dapat diperoleh dengan rumus matematis sebagai berikut

$$A = F [i / (1+i)^n - 1] \dots\dots\dots(2.7)$$

Bentuk ekspresi di dalam kurung dinyatakan dengan *Sinking Fund Factor* (SFF), dengan notasi $(A/F, i\%, n)$. Dengan demikian persamaan tersebut dapat dituliskan dalam bentuk notasi sebagai berikut :

$$A = F [A / F, i \%, n] \dots\dots\dots(2.8)$$

4. Untuk menentukan jumlah uang di masa mendatang F pada akhir periode ke- n , dari sejumlah pembayaran seragam (A) pada setiap akhir periode ke- n dengan suku bunga $i\%$, dapat diperoleh dengan persamaan

$$F = A[(1+i)^n - 1 / i] \dots\dots\dots(2.9)$$

Bentuk di dalam tanda kurung dinyatakan sebagai *Uniform-Series Compound Amount-Factor* (USCAF), dengan notasi $(F/A, i\%, n)$. Dengan demikian persamaan dapat dituliskan dalam bentuk notasi sebagai berikut :

$$F = A [F/A, i \%, n] \dots\dots\dots(2.10)$$

5. Nilai sekarang (P) dapat ditentukan dengan mengasumsikan setiap A sebagai nilai mendatang (F) dalam pembayaran tunggal. Persamaan matematisnya adalah sebagai berikut :

$$P = A[(1+i)^n - 1 / i(1+i)^n] \dots\dots\dots(2.11)$$

Selanjutnya bentuk ekspresi di dalam tanda kurung dinyatakan sebagai *Uniform-Series Present-worth Factor* (USPWF), dengan notasi $(P/A, i\%, n)$. Dengan demikian persamaan tersebut dapat dituliskan dalam bentuk notasi sebagai berikut :

Selanjutnya bentuk ekspresi di dalam tanda kurung dinyatakan sebagai *Uniform-Series Present-worth Factor* (USPWF), dengan notasi $(P/A, i \%, n)$. Dengan demikian persamaan tersebut dapat dituliskan dalam bentuk notasi sebagai berikut :

$$P = A [P/A, i \%, n] \dots\dots\dots(2.12)$$

6. Untuk menentukan pembayaran seragam pada setiap akhir periode (A), dari investasi sekarang (P) dengan suku bunga $i \%$ selama n periode, dapat diperoleh dengan persamaan sebagai berikut:

$$A = P [i (1+i)^n / (1+i)^n - 1] \dots\dots\dots(2.13)$$

Bentuk di dalam tanda kurung dinyatakan sebagai *Uniform Seriea Capital-Recovery* (USCRF), dengan notasi $(A/P, i \%, n)$. Dengan demikian persamaan tersebut dapat dituliskan dalam bentuk notasi sebagai berikut :

$$A = P [A/P, i \%, n] \dots\dots\dots(2.14)$$

7. Untuk menentukan pembayaran seragam (A) pada setiap akhir periode, dari seranjkaian pembayaran perubahan tetap (G) sampai n - periode pada suku bunga $i \%$ dapat diperoleh dengan persamaan :

$$A = G \left[\frac{1}{i} - \frac{n}{(1+i)^n - 1} \right] \dots\dots\dots(2.15)$$

Bentuk ekspresi di dalam tanda kurung dapat dinyatakan sebagai *Uniformdiendt Annual-Series Factor* (UGASF), dengan notasi $(A/G, i \%, n)$. Dengan kian persamaan tersebut dapat dituiiskan dalam bentuk notasi sebagai berikut :

$$A = G [A / G, i \%, n] \dots\dots\dots(2.16)$$

8. Untuk menentukan jumlah uang pada saat sekarang (P), dari serangkaian pembayaran perubahan tetap (G) sampai n- periode pada suku bunga i %, dapat diperoleh menurut persamaan

$$A = \frac{G}{i} \left[\frac{(1+i)^N - 1}{i(1+i)^N} - \frac{N}{i(1+i)^N} \right] \dots\dots\dots(2.17)$$

Seluruh bentuk ekspresi di dalam tanda kurung dinyatakan sebagai *Uniform-Gradient Present-Worth Factor*, dengan notasi (P / G, i %, n). Dengan demikian persamaan tersebut dapat dituliskan dalam bentuk notasi sebagai berikut :

$$P = G[P/G, i\%, n] \dots\dots\dots(2.18)$$

Dimana :

i = Jumlah suku bunga untuk satu periode waktu

n = Jumlah periode waktu

P = Nilai uang pada saat sekarang.

F = Nilai uang pada akhir periode ke- n dengan tingkat suku bunga yang berlaku adalah sebesar i %

A = Nilai uang tahunan (setiap periode) untuk n periode mendatang.

2.6.3. Net Present Value (Konsep Nilai Sekarang)

Nilai neto proyek pada saat ini atau di singkat dengan *Net Present Value* (NPV) dapat diperoleh dengan jalan mendiskontokan selisih antara jumlah kas

yang keluar dari dana proyek tiap-tiap tahun, dengan satu tingkat presentase bunga yang telah ditentukan sebelumnya.

Adapun tingkat bunga yang dipergunakan untuk mendiskontokan selisih aliran kas yang masuk dan keluar dari dana proyek dapat diperoleh dengan melihat tingkat suku bunga pinjaman jangka panjang yang berlaku dipasar modal atau dengan mempergunakan tingkat bunga pinjaman yang harus dibayar oleh pemilik proyek.

Jangka waktu mendiskontokan harus sama dengan umur ekonomis proyek. Sebagai pedoman dalam menentukan panjang umur ekonomis proyek hendaknya pilih umur harta tetap utama proyek yang bersangkutan, misalnya umur mesin dan peralatan inti.

Jumlah NPV suatu proyek yang direncanakan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$NPV = NCF - \frac{(NCF1)}{(1+r)^1} + \frac{(NCF2)}{(1+r)^1} \dots \dots \dots \frac{(NCFn)}{(1+r)^1} \dots \dots \dots (2.19)$$

Dengan penjelasan :

NPV : Merupakan simbol nilai neto proyek pada dewasa ini, yaitu pada tahun pembangunan proyek.

NCF : Singkatan dari Net Cash Flow. merupakan simbol selisih antara arus kas keluar dan masuk pada tahun- tahun bersangkutan yaitu tahun 0,1,2,3.....n.

r : Merupakan simbol angka diskonto tahun yang bersangkutan berdasarkan tingkat bunga yang

Net Present Value Methode memiliki beberapa kekurangan dan kebaikan, yaitu :

a. Kekurangan :

- ◆ Metode ini membutuhkan perhitungan yang cermat dalam menentukan *rate of return* investasi.
- ◆ NPV tidak dapat digunakan sebagai pedoman jika diusulkan dua investasi atau lebih yang tidak sama nilai investasinya.

b. Kebaikan

- ◆ Metode ini telah memperhitungkan *time value of maney*.
- ◆ Semua arus kas selama umur investasi diperhitungkan.

2.6.4. Payback Period (Periode Pembayaran Kembali)

Payback Period adalah teknik mengukur lamanya waktu yang diperlukan oleh suatu proyek untuk menutup modal yang ditanamkan. Lamanya waktu yang dihitung dengan metode pembayaran kembali akan dibandingkan dengan lamanya waktu pembayaran kembali yang dikehendaki oleh pihak manajemen. Umumnya dinyatakan dalam tahunan.

Kriteria untuk menyatakan kelayakan investasi dengan metode ini adalah

- a. Proyek dinyatakan layak jika masa pemulihan modal lebih pendek dari umur ekonomis proyek.
- b. Proyek dinyatakan tidak layak atau merugi jika masa pelunasan lebih lama dari umur ekonomisnya.

2.8. Depresiasi

Depresiasi secara harfiah berarti penurunan nilai atau penyusutan. Walaupun terjadinya depresiasi sering kali mudah dikenali, akan tetapi pada kenyataannya besar depresiasi itu tidak mudah untuk diketahui.

Pada dasarnya jumlah depresiasi itu tidak dapat ditentukan sampai saat itu sendiri berhenti dalam menjalankan fungsinya, sehingga depresiasi sesungguhnya hanya merupakan perkiraan saja dan tidak sepenuhnya tepat.

Adapun definisi dari depresiasi (*I Nyoman Pujawan, 2004, h 193*), adalah sebagai berikut :

1. Suatu bentuk pemulihan modal (*Capital Recovery*), umumnya tanpa dikenakan bunga, yang mana secara periodik sebagian dari nilai asset dibebankan pada biaya operasi.
2. Menurunnya nilai asset yang dikaitkan dengan alasan fisik atau ekonomi.
3. Dalam perhitungan akuntansi, depresiasi merupakan alokasi dari pengurangan nilai buku (*book value*) yang dibebankan pada biaya operasi sesuai rencana perusahaan. Nilai buku suatu asset pada suatu saat adalah nilai investasi setelah dikurangi dengan total nilai depresiasi sampai saat itu..

Adapun tujuan utama digunakannya depresiasi adalah :

1. Untuk mendapatkan kembali modal yang telah ditanamkan dalam bentuk fisik, atau sebagai pemulihan modal.
2. Untuk memungkinkan biaya depresiasi dapat dibebankan pada biaya operasi atau jasa yang dihasilkan dari pemanfaatan asset tersebut. Dengan perkataan lain, biaya depresiasi diperhitungkan untuk mengurangi laba yang diperoleh,

dan hal lain yang berpengaruh pada jumlah pajak pendapatan yang harus dibayarkan.

Metoda Depresiasi yang digunakan pada penelitian ini adalah metode garis lurus (*Straight Line Depreciation*). Metode ini merupakan jenis perhitungan depresiasi yang paling mudah dilakukan dan menggunakan pengurangan nilai suatu aset secara konstan pada setiap tahunnya.

Pengurangan nilai yang terjadi setiap tahun dihitung dengan persamaan

$$Dt = \frac{1}{N} (P - S)$$

Sedangkan *book value* pada tahun ke-t dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$Book Value = P - \frac{1}{N} (P - S) \times t$$

- Dimana :
- P = Biaya asset (investasi awal)
 - S = Nilai sisa asset
 - N = Usia kegunaan asset.
 - Dt = Biaya penyusutan selama waktu t tahun

$$\text{Rumus } \textit{payback period} = \frac{\text{Modal ditanamkan} \times \text{1 tahun}}{\text{Lama tunai per tahun}}$$

2.7 Struktur Ongkos Tahunan dalam Peremajaan

Usulan-usulan investasi dalam asset perusahaan tidak akan menarik, kecuali jika mereka akan kembali disertai dengan bunga, dengan tingkat suku bunga sebaiknya paling sedikit adalah tingkat suku bunga pengembalian minimum yang menguntungkan di dalam lingkungan tertentu.

Pembahasan awal mengenai nilai waktu dari uang ke dalam analisis-analisis ekonomi teknik mencerminkan bahwa modal dikembalikan dengan disertai bunga adalah suatu syarat.

Untuk mempertimbangkan pengeluaran yang tidak sama di dalam satu periode, di mana uang mempunyai nilai waktu, perlu untuk dibandingkan salah satu cara untuk melakukan hal ini adalah dengan menggunakan pendekatan-pendekatan sebagai struktur biaya tahunan (*Structur Uniform Annual Cost*).

Yang sangat penting diketahui perusahaan adalah berapa besar biaya yang dibayar untuk membeli aktivitya. Tingkat pengembalian rata-rata yang diisyaratkan oleh pemilik perusahaan ditentukan oleh berapa besar biaya yang harus dlbayar untuk menarik dana, biaya ini adalah *avarage cost of fund*, yang juga disebut *cost of capital*.

Cost of capital mencerminkan tingkat pengembalian (*rate of return*) minimal yang harus diperoleh investor dari suatu proyek, dan untuk meyakinkan

nilai perusahaan tidak mengalami penurunan, dengan demikian *cost of capital* adalah *requirement rate of return* perusahaan.

Contoh, jika seorang investor membiayai perusahaannya dengan biaya dana (*cost of funds*) sebesar 15 %. Kekayaan investor akan turun bila dana yang digunakan tersebut menghasilkan keuntungan kurang dari 15 %, demikian juga sebaliknya. Dalam menentukan umur ekonomis akan lebih menarik jika ada beberapa ongkos lain yang cenderung bertambah sesuai dengan bertambahnya umur peralatan.

Dengan demikian pada suatu saat umur yang paling ekonomis ada penurunan ongkos pengembalian modal (*Capital Recovery Cost*) dan adanya penambahan ongkos operasi (*Operation Cost*). Kemudian dilakukan pemilihan diantara *total cost* dari kedua ongkos tersebut yang paling minimum, yaitu memilih n dimana terdapat $A_{tc}(n)$ atau total biaya tahunan (*Annual Total Cost*) yang paling minimum

Pertama, apabila peralatan yang digunakan tidak mempunyai nilai sisa ($S_n = 0$), diasumsikan C_n untuk $n = 1, 2, 3, \dots, n$, maka $A_{tc}(n)$ dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$A_{tc}(n) = [i + C_n (P / F, i, n)] (A / P, i, n) \dots \dots \dots (2.19)$$

Kedua, apabila peralatan yang digunakan mempunyai nilai sisa, maka $A_{tc}(n)$ dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$A_{tc}(n) = [i + C_n (P / F, i, n) - S_n (P / F, i, n)] (A / P, i, n) \dots \dots \dots (2.22)$$