

**ANALISIS PENENTUAN UMUR EKONOMIS UNTUK
REPLACEMENT MESIN *BOILER* MENGGUNAKAN METODE
BIAYA TAHUNAN RATA-RATA Di PTPN V PKS TERANTAM**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Industri**

Oleh:

**BERY ARI SANDI
10752000187**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU
2013**

ANALISIS PENENTUAN UMUR EKONOMIS UNTUK *REPLACEMENT* MESIN *BOILER* MENGGUNAKAN METODE BIAYA TAHUNAN RATA-RATA Di PTPN V PKS TERANTAM

BERY ARI SANDI
NIM : 10752000187

Tanggal Sidang : 8 Mei 2013
Tanggal Wisuda : Juni 2013

Jurusan Teknik Industri
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
Jalan H.R Subrantas No. 105 Panam Pekanbaru

ABSTRAK

PTPN V PKS Terantam adalah perusahaan yang bergerak di bidang perkebunan dan pengolahan kelapa sawit. Perusahaan ini menghasilkan minyak sawit “Crude Palm Oil” (CPO) dan inti sawit “Palm Kernel” yang mana bahan bakunya yaitu kelapa sawit berasal dari kebun sendiri dan dari luar. PTPN V PKS Terantam ditemukan sebuah masalah yaitu belum adanya suatu ketetapan untuk menghitung umur ekonomis peralatan/mesin. Penghitungan ini difokuskan pada peralatan boiler. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan umur ekonomis sebagai bahan pertimbangan untuk penggantian peralatan angkut boiler di PTPN V PKS Terantam Landasan teori yang digunakan pada penelitian ini adalah ekonomi teknik dan peramalan yaitu perhitungan biaya tahunan rata-rata dan peramalan biaya untuk beberapa tahun ke depan jika biaya tahunan rata-rata yang dihitung belum minimum. Data yang diperlukan yaitu berkaitan dengan operasional mesin, seperti biaya operator, biaya pemakaian pelumas, biaya penggantian suku cadang, dan biaya pemakaian bahan bakar.. Dari hasil perhitungan biaya tahunan rata-rata ternyata umur paling ekonomis dari boiler adalah 17 tahun yakni pada tahun 2015, dimana biaya tahunan rata-rata boiler minimum yaitu Rp. 483.305.399. Biaya tahunan rata-rata ini diperoleh setelah dilakukan peramalan biaya , yaitu biaya operasi dan biaya down time perhitungan capital recovery. Dengan diketahuinya umur ekonomis boiler, sebaiknya pihak perusahaan mempertimbangkan untuk mengadakan penggantian boiler.

Kata kunci : Biaya Tahunan Rata-Rata, Penentuan Umur Ekonomis.

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah, segala Puji bagi Allah Tuhan semesta alam. Yang Maha Pengasih yang kasih-Nya tak pernah pilih kasih serta Maha Penyayang yang sayang-Nya tak pernah terbilang. Ucapan syukur kehadiran-Nya akhirnya Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini sebagai syarat akhir untuk meraih gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Industri Universitas Islam Negeri (UIN) Sultan Syarif Kasim Riau. Sholawat serta salam Penulis haturkan kepada Pemimpin Umat, Nabi Muhammad SAW beserta para keluarganya, sahabatnya, dan semua umatnya yang tetap setia menjalankan ajaran Islam. Semoga kita termasuk di dalamnya. Amin.

Penulis menyadari bahwa dalam menyusun laporan Tugas Akhir yang berjudul *Analisis Penentuan Umur Ekonomis Untuk Replacement Mesin Boiler Menggunakan Metode Biaya Tahunan Rata-Rata Di PTPN V PKS Terantam* ini masih menemui beberapa kesulitan dan hambatan, disamping itu juga menyadari bahwa penulisan laporan ini masih jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangan-kekurangan lainnya, maka dari itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari semua pihak.

Penulis mendapatkan banyak sekali doa, bantuan dan dukungan dari berbagai pihak dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Atas berbagai bantuan dan dukungan tersebut, pada kesempatan ini penulis menghaturkan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT, Tuhan sekaligus Pengatur Kehidupan yang telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir hingga selesai.
2. Bapak Prof. DR. M. Nazir Karim, MA, selaku Rektor Universitas Negeri Islam Sultan Syarif Kasim Riau.
3. Ibu Dra. Hj. Yenita morena, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains Dan Teknologi Uin Suska Riau.

4. Bapak Ismu Kusumanto, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Industri UIN SUSKA Riau, sekaligus sebagai Dosen Pembimbing Tugas Akhir. Terima kasih untuk semua masukan serta ilmu yang bapak berikan.
5. Kepada seluruh Dosen Teknik Industri yang telah dengan ikhlas menyampaikan ilmunya kepada penulis.
6. Kedua Orang Tua penulis Ibu Pergunaan br. Karo-karo dan bapak Sukaria Ginting, yang selalu memberikan do'a, semangat serta mimpi kepada penulis. Terima kasih atas semua cinta kasih kalian, kalian orang tua terhebat sedunia.
7. Kepada Adik ku tercinta Ayu Mentari terima kasih untuk semua dukungan dan semangat yang telah adik berikan.
8. Rekan-rekan dari Teknik Industri khususnya dan Fakultas Sains dan Teknologi pada umumnya. Habibi, Sri, Nando, Bang Robi, Bang Eko, Bang Adi, Supardi "Pak Lek", Nanang, Henry "Boneka", Adif, Tejo Milanisti, Ade, Riana, Khairum, Bayu "Gembunk", Agus, Lasari, Robi "SR", Didik, Nowo, Fano, Naldi, Sukhairi "Pak U", eko, arif dan juga Senior dan Junior yang tidak bisa dituliskan satu perstu. Sukses untuk kita semua...Amin

Pekanbaru, Mei 2013

BERY ARI SANDI
NIM : 10752000187

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL	iv
LEMBAR PERNYATAAN	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR RUMUS	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-5
1.3 Tujuan Penelitian	I-5
1.4 Manfaat Penelitian	I-5
1.5 Batasan Masalah	I-6
1.6 Posisi Penelitian	I-6
1.7 Sistematika Penulisan	I-7
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Pengertian Ekonomi Teknik	II-1
2.2 Umur dari suatu aset	II-3
2.3 Kepentingan Untuk Pergantian	II-4

2.4	Pertimbangan Biaya Modal	II-6
2.5	Klasifikasi biaya menurut sifat dan hubungan dengan produk ..	II-7
2.5.1	Klasifikasi biaya menurut jumlah satuan produk atau tingkat kegiatan.....	II-8
2.5.1.1	Biaya Tetap	II-8
2.5.1.2	Biaya Variabel	II-9
2.6	Alasan-Alasan Analisis Penggantian	II-9
2.7	Kesulitan-kesulitan yang Dihadapi dalam Penggantian Mesin	II-10
2.8	Metode Penggantian Peralatan	II-11
2.8.1	Metode Keuntungan Tahunan Rata-rata.....	II-11
2.8.2	Metode Biaya Tahunan Rata-rata.....	II-12
2.9	<i>Replacement Cycle Evaluation</i>	II-12
2.10	<i>Current Value</i> dan <i>Constant Value</i>	II-13
2.11	Pengelompokan biaya	II-14
2.11.1	Depresiasi.....	II-14
2.11.2	Biaya Investasi	II-16
2.11.3	Biaya perawatan dan perbaikan	II-16
2.11.4	Biaya energi	II-16
2.11.5	Biaya tenaga kerja.....	II-16
2.11.6	Pemakaian suku cadang dan minyak pelumas	II-17
2.11.7	Biaya <i>down time</i>	II-17
2.12	Peramalan.....	II-17
2.13	Perhitungan Total Biaya Tahunan Rata-rata.....	II-20
2.14	Penentuan Umur Ekonomis Mesin	II-21

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian	III-1
3.2 Studi Pendahuluan	III-2
3.3 Studi Literatur	III-3
3.4 Identifikasi Masalah	III-3
3.5 Perumusan Masalah	III-4
3.6 Menetapkan Tujuan Penelitian	III-4
3.7 Pengumpulan Data	III-4
3.8 Metode Pengolahan Data	III-4
3.9 Analisa	III-5
3.10 Kesimpulan dan Saran	III-6

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Profil Perusahaan	IV -1
4.1.1 Sejarah singkat perusahaan	IV -1
4.1.2 Struktur organisasi PKS Terantam	IV -2
4.2 Pengumpulan Data	IV -3
4.2.1 Spesifikasi mesin dan harga awal pembelian	IV -3
4.2.2 Data pemakaian bahan bakar	IV -4
4.2.3 Data pemakaian pelumas	IV -5
4.2.4 Data biaya <i>maintenance</i> mesin boiler	IV -6
4.2.5 Data jam operasi dan jam perbaikan mesin boiler	IV -6
4.2.6 Data biaya upah operator mesin boiler	IV -7
4.3 Pengolahan Data	IV -8
4.3.1 Perhitungan depresiasi tahunan mesin <i>boiler</i>	IV -8
4.3.2 Perhitungan harga akhir mesin <i>boiler</i>	IV -14
4.3.3 Perhitungan biaya operasional mesin <i>boiler</i>	IV -15
4.3.4 Perhitungan biaya <i>downtime</i>	IV -16
4.3.5 Perhitungan biaya tahunan rata-rata (EAOC)	IV -17
4.3.6 Perhitungan pengembalian modal (<i>capital recovery</i>)	IV -20

4.3.7 Perhitungan total biaya tahunan rata-rata (EUAC)	IV -21
4.3.8 Peramalan biaya operasional	IV -23
4.3.9 Peramalan biaya <i>downtime</i>	IV -25
4.3.11 Perhitungan Perhitungan biaya tahunan rata-rata setelah Peramalan	IV -29

BAB V ANALISA

5.1 Analisa pengumpulan data	V -1
5.2 Analisa pengolahan data	V -2
5.2.1 Analisa perhitungan perhitungan depresiasi.....	V -2
5.2.2 analisa Perhitungan biaya tahunan rata-rata (EAO)C)	V -3
5.2.3 Analisa pengembalian modal (<i>capital recovery</i>)	V -5
5.2.4 Analisa Perhitungan total biaya tahunan rata-rata.....	V -6

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan	VI-1
6.2 Saran	VI-1

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pekembangan teknologi pada saat ini berjalan semakin pesat maka semakin pesat pula persaingan dalam dunia bisnis, sehingga semua pihak berusaha mendapatkan teknologi yang sesuai dan dengan biaya yang serendah mungkin. Untuk mendapatkan biaya terendah adalah dengan mengendalikan investasi, baik investasi awal maupun lanjutan yang antara lain berupa pengendalian peralatan dan mesin.

Penelitian secara teknis, mesin dan peralatan yang di gunakan mempunyai kemampuan untuk berproduksi, tetapi secara ekonomis suatu mesin dan peralatan tidak selamanya menguntungkan untuk dipergunakan selama masa operasionalnya. Dengan bertambahnya umur mesin dan peralatan, maka biaya yang di keluarkan semakin bertambah. Hal ini di sebabkan menurunnya kondisi mesin dan peralatan perlu diteliti. Ada kemungkinan perusahaan mempunyai keterbatasan ruang gerak atau karena keadaan perusahaan itu sendiri sehingga perusahaan tidak melakukan perhitungan umur ekonomis peralatan yang dimilikinya (Giatman, 2006).

Melakukan analisa terhadap kemampuan aset harus dilakukan oleh setiap perusahaan agar dapat mengetahui apakah aset tersebut masih memberikan keuntungan yang sesuai atau tidak. Hal ini perlu dilakukan karena aset yang sedang dipakai dalam jangka waktu tertentu akan mengalami penurunan kinerja yang menyebabkan menurunnya benefit dan naiknya cost. Mempertahankan aset lama dengan tanpa mengganti dengan aset yang baru jika dilihat sekilas dengan tanpa menggunakan analisa ekonomi seolah-olah dapat menghemat investasi. Namun hal itu tidak selamanya benar karena untuk menentukan kapan suatu aset harus diganti atau masih dipertahankan (digunakan), tentu tidak cukup hanya dilihat secara fisiknya, tetapi perlu dilihat unsur-unsur ekonomisnya, yaitu dengan membandingkan ongkos yang dikeluarkan oleh aset tersebut dengan manfaat yang akan diperolehnya. Memang mengganti aset dengan aset yang baru memerlukan tambahan investasi baru yang besar. Namun keterlambatan

penggantian dalam beberapa periode saja akan mengakibatkan tambahan biaya yang semakin lama semakin meningkat. Namun juga sebaliknya, mengganti aset tanpa terlebih dahulu mengetahui apakah aset tersebut memang sudah layak diganti juga akan menimbulkan biaya yang lebih besar. Hal ini dikarenakan penanaman investasi yang kurang tepat waktu akan membuang profit yang masih bisa diberikan oleh aset yang diganti tersebut (Pujawan, 2009).

PTPN V PKS Terantam adalah perusahaan milik negara yang bergerak dibidang pengolahan TBS (Tandan Buah Segar) menjadi CPO (*Crude Palm Oil*), dimana pada proses pengolahan TBS (Tandan Buah Segar) menjadi CPO tersebut mesin merupakan salah satu pendukung utama dalam proses produksinya, Pada PTPN V PKS Terantam banyak terdapat mesin-mesin produksi yang digunakan untuk proses produksi dimana salah satu mesin yang terpenting dalam pengolahan adalah mesin *Boiler*, Mesin *Boiler* adalah mesin utama dalam pabrik kelapa sawit yang berfungsi untuk menggerakkan seluruh peralatan pengolahan kelapa sawit, penerangan PKS, dan untuk penerangan domestik. Karena mesin *Boiler* adalah mesin yang sangat penting dalam proses pengolahan kelapa sawit ini, maka PKS Terantam perlu mempertimbangkan kapan penggantian mesin *Boiler* dilakukan agar dapat meningkatkan kualitas dari produk yang dihasilkan. Untuk itu, dibutuhkan suatu studi untuk mendapatkan umur ekonomis mesin atau peralatan, sehingga diperoleh alternatif untuk mempertahankan mesin yang sudah ada ataupun menggantinya dengan mesin baru.

Mesin yang dipilih dalam studi ini adalah mesin *Boiler* jenis M P (*Medium Pressure Boiler*) buatan Takuma. Pada saat ini mesin sudah berumur 17 tahun, dari pembelian tahun 1995, untuk taksiran umur ekonomis berdasarkan buku panduan untuk pemakaian optimal adalah selama 20 tahun (Takuma, 1994).

Kenyataannya saat ini pada mesin *Boiler* sering mengalami kerusakan sehingga perusahaan sering kehilangan waktu produksi, untuk biaya operasional pun setiap tahunnya terjadi peningkatan. Untuk mengoperasikan suatu *Boiler* dibutuhkan biaya, dimana biaya tersebut cenderung naik dan menurun sesuai

pemakaian *Boiler*. Dalam hal ini biaya yang cenderung naik setiap tahunnya adalah biaya perawatan dan bahan bakar.

Tabel 1.1 Laporan Biaya operasional dan jam perbaikan mesin *Boiler* pertahun

Tahun	Biaya Operasional (Rp)	Jam Perbaikan/Tahun (jam)
1995	31.737.000	105
1996	35.414.000	117
1997	36.768.100	124
1998	43.412.500	139
1999	45.930.400	146
2000	46.191.000	152
2001	58.969.000	159
2002	66.590.200	163
2003	89.559.000	173
2004	89.871.400	170
2005	118.750.000	165
2006	121.331.900	201
2007	133.396.500	213
2008	146.251.000	224
2009	150.591.000	237
2010	156.642.500	239
2011	157.865.500	231

(Sumber. PTPN V PKS Kebun Terantam.2012)

Dari Tabel 1.1 maka dapat kita lihat bahwa biaya operasional setiap tahunnya meningkat. biaya operasional di dapat dari hasil penjumlahan dari biaya suku cadang, biaya upah operator, biaya bahan bakar, dan biaya pelumas. Karena biaya variabel operasional mesin *Boiler* per tahun mengalami peningkatan terus menerus, sedangkan waktu operasional setiap tahunnya semakin lama semakin kecil hal ini mengakibatkan terjadinya penurunan waktu produksi mesin.

Oleh karena itu diharapkan bahwa manajemen selalu memantau atau menganalisa mengenai proses bekerjanya mesin *Boiler* yang beroperasi apakah masih dalam keadaan ekonomis atau tidak untuk menghindari kerugian.

Tujuan dilakukannya penetapan umur ekonomis mesin *Boiler* ini adalah untuk membuat jadwal penggantian mesin *Boiler* yang paling menguntungkan bagi perusahaan, dari hasil analisa. dengan menggunakan metode biaya tahunan rata-rata untuk memperoleh kesimpulan umur ekonomis mesin *Boiler* sehingga perusahaan dapat mempertimbangkan penggantian mesin *Boiler* tersebut.

1.2. Rumusan Masalah

Dengan memperhatikan latar belakang permasalahan yang ada, maka pokok permasalahan adalah menentukan berapa biaya tahunan rata-rata mesin dan peralatan yang diteliti agar dapat diketahui umur yang paling ekonomis dari mesin *Boiler* jenis M P (*Medium Pressure*) di PTPN V PKS terantam.

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan pokok permasalahan diatas. maka dapat disimpulkan tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui biaya depresiasi (penyusutan) mesin atau peralatan berdasarkan data pembelian mesin atau peralatan.
2. Menentukan umur paling ekonomis untuk penggantian mesin *Boiler* jenis MP (*Medium Pressure*) di PTPN V PKS Terantam yang paling menguntungkan.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang akan diperoleh dengan dilaksanakannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi penulis. sebagai sarana penerapan ilmu pengetahuan yang diperoleh selama mengikuti kegiatan perkuliahan di Teknik Industri. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim.

2. Manfaat yang didapat dari pelaksanaan penelitian adalah. sebagai masukan untuk perusahaan agar dapat mengetahui umur ekonomis mesin dan kapan mesin tersebut harus diganti agar proses produksi dapat terus berjalan sehingga dapat meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan.

1.5 Batasan Masalah

Faktor yang tidak dapat dihindarkan dan menjadi penghalang dalam melakukan penelitian ini. adalah keterbatasan waktu. biaya dan kemampuan mengakibatkan penelitian dibatasi pada satu mesin saja. Untuk itu dilakukan pembatasan masalah agar hasil yang diperoleh tidak menyimpang dari tujuan penelitian. Ruang lingkup sesuai permasalahan di atas adalah :

1. Perhitungan biaya dimulai dari mesin *Boiler* pertama kali beroperasi (baru) terhitung dari tahun 1995 – 2011.
2. Cara pengoperasian dan manajemen perawatan mesin atau peralatan yang diterapkan perusahaan dianggap sesuai dengan standar dan tidak menjadi pembahasan dalam penelitian.
3. Tingkat suku bunga yang digunakan dalam penyelesaian permasalahan ini adalah sebesar 6% yang bersumber dari Bank AGRO berdasarkan suku bunga pinjaman.

1.6 Posisi Penelitian

Penelitian mengenai Ekonomi Teknik juga pernah dilakukan sebelumnya. Agar dalam penelitian ini tidak terjadi penyimpangan dan penyalinan maka perlu ditampilkan posisi penelitian. berikut adalah tampilan posisi penelitian.

Tabel 1.2 Posisi Penelitian Tugas Akhir

Peneliti	Aris Krisdiyanto	Agus Yudi Putra	Fery Anggriawan	Bery Ari Sandi
Judul	Analisis Umur Operasional Optimum Bus Damri Di Kota Semarang	Analisis Kelayakan Atas Penggantian Aktiva Mesin Produksi PT. Panca Wira Usaha Unit Pabrik Es Kasri di Pandaan	Menentukan Umur Ekonomis Dan <i>Break Even Point</i> Mobil (<i>travel</i>) Mitsubishi L300 Trayek Pekanbaru-Dumai Pada Po. Batang Kampar	Analisis Penentuan Umur Ekonomis untuk <i>replacement</i> Mesin <i>Boiler</i> Tipe MP (<i>medium pressure</i>) di PTPN V PKS Kebun Terantam.
Tahun Penelitian	2003	2005	2011	2012
Objek Penelitian	Bus Damri	Mesin pabrik es	Mobil Mitsubishi L300 Po.Batang Kampar	Mesin <i>Boiler</i> tipe MP (<i>Medium Pressure</i>)
Metode	Regresi Statistik	Analisa kelayakan	<i>Break Even Point</i>	Biaya Tahunan Rata-Rata
Rumusan Masalah	Dalam pengamatan kasus dari variasi dalam biaya operasional kendaraan itu terkadang dapat dibedakan dari faktor luar. yaitu lalu lintas. biaya untuk kendaraan.biaya selalu dipengaruhi umur kendaraan dan kondisi kendaraan itu sendiri.	Menentukan apakah investasi penggantian mesin produksi itu layak dilaksanakan.	Menentukan umur ekonomis dari mobil (<i>travel</i>) merek mitsubishi L300 agar dapat terhindar dari kerugian yang besar pada saat pengoperasionalan dan memperoleh keuntungan yang maksimum dan mencari BEP	Menentukan berapa biaya tahunan rata-rata mesin dan peralatan yang diteliti agar dapat diketahui umur yang paling ekonomis dari mesin <i>Boiler</i> jenis M P (Medium Pressure) di PTPN V PKS Terantam.
Tujuan Penelitian	Menganalisa umur operasional optimum angkutan damri dengan menganalisa biaya kendaraan minimum setiap tahunnya.	Untuk mengetahui layak atau tidaknya investasi penggantian aktiva mesin produksi.	Menentukan umur ekonomis mobil merek mitsubishi L300 dan untuk mengetahui <i>break even point</i> (BEP).	Menentukan umur paling ekonomis untuk penggantian mesin jenis M P (Medium Pressure) <i>Boiler</i> di PTPN V PKS Kebun Terantam yang paling menguntungkan.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika Penulisan dapat dilihat sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Dalam bab ini diuraikan latar belakang masalah. tujuan dan sasaran studi. manfaat pemecahan masalah. ruang lingkup studi. metode pendekatan yang dipakai untuk menganalisa data yang ada.

BAB II : LANDASAN TEORI

Bab ini menguraikan secara lengkap tentang dasar teori yang dipakai dalam analisis dan pemecahan masalah yang dirumuskan dalam Penentuan Umur Ekonomis *Boiler*.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian berisi *flow chart* penelitian. yang merupakan gambaran tahapan-tahapan dalam melakukan penelitian dan mengemukakan tentang tahapan yang dijadikan acuan untuk menyelesaikan permasalahan dalam melakukan penelitian sesuai dengan landasan teori. prosedur yang dilakukan dalam penelitian. pengumpulan data. pengolahan data. analisa dan evaluasi.

BAB IV : PENGUMPULAN DATA PENGOLAHAN DATA

Data diperoleh dari hasil *survey* pada perusahaan PTPN V PKS Kebun Terantam.. kemudian data yang ada diolah dengan menggunakan rumus-rumus dan metode-metode yang ada.

BAB V : ANALISA

Berisikan analisa-analisa tentang hasil dari penelitian dan pengolahan data yang dilakukan berdasarkan data yang ada.

BAB VI : PENUTUP

Rangkuman dari proses pengumpulan dan pengolahan data. Serta saran yang dikemukakan berdasarkan hasil pengolahan dan analisa data.

BAB II **LANDASAN TEORI**

2.1 Pengertian Ekonomi Teknik

Ekonomi teknik semakin berperan dalam bidang keteknikan sebagai tuntutan dari perkembangan ilmu dan teknologi. Seorang pengambil keputusan dihadapkan kepada alternatif rancangan (*design*) atau pemecahan suatu masalah yang lain yang semakin kompleks dimana satu diantaranya harus dipilih. ekonomi teknik merupakan salah satu alat ampuh untuk menentukan pilihan tersebut dimana aspek teknis dan aspek ekonomis dikaji secara bersamaan. Studi ekonomi teknik dilaksanakan untuk menemukan dan mengevaluasi pilihan yang tersedia. Studi ini menjelaskan ada sejumlah alternatif yang lebih ekonomis dibanding alternatif yang ada (Giatman, 2006).

Studi ekonomi teknik dapat didefinisikan sebagai sebuah perbandingan antara alternatif-alternatif dimana perbedaan diantara alternatif itu dinyatakan dalam bentuk uang. Persoalan pokok yang dibicarakan dalam ekonomi teknik adalah bagaimana kita bisa menilai apakah tindakan yang diusulkan itu akan terbukti ekonomis untuk jangka panjang jika dibandingkan dengan alternatif-alternatif yang mungkin. Penilaian tersebut tidak bisa didasarkan pada perasaan hal ini harus dipecahkan dengan sebuah studi ekonomi teknik (Giatman, 2006).

Menyadari kebutuhan manusia yang terbatas, sedangkan dilain pihak kemampuan alam dalam menyediakan kebutuhan manusia terbatas, melahirkan suatu kondisi kelangkaan (*Scarcity*). Suatu barang/jasa dikatakan langka jika jumlah yang diinginkan lebih besar dari yang dapat disediakan, maka terjadi perebutan. Dengan demikian, untuk mendapatkan barang/jasa yang langka tersebut, individu/perusahaan bersedia membayar dengan harga tertentu, maka barang/jasa yang demikian disebut dengan barang (objek) ekonomi. Sementara itu, proses terjadinya transaksi pemindahan barang dari satu pihakke pihak lain disebut dengan transaksi ekonomi. Dengan demikian, transaksi ekonomi akan terjadi sekurang-kurangnya bila ada dua pihak yaitu pihak penyedia (penjual) dan pihak pemakai (pembeli). Penjual mungkin hanya sebagai *supplier* (pedagang) dan mungkin juga sebagai produsen (membuat langsung) barang tersebut. Begitu

pula dengan pembeli, mungkin hanya sebagai pedagang yang akan menjual kembali barang yang baru dibelinya tersebut atau pemakai (konsumen) langsung dari barang yang dibelinya (Giatman, 2006).

Orang/kelompok/perusahaan yang secara simultan melakukan kegiatan transaksi ekonomi disebut dengan pelaku ekonomi (*economic entity*). Sementara itu, kegiatannya disebut dengan kegiatan ekonomi. Dengan demikian, kegiatan ekonomi adalah suatu konsep aktivitas yang berorientasi pada poses untuk mendapatkan keuntungan ekonomis (*profit*) dengan adanya perbedaan nilai manfaat (*value*) dari suatu objek akibat dari adanya perbedaan waktu, tempat, sifat atau kepemilikan terhadap objek tertentu (Giatman, 2006).

Nilai ekonomi dari suatu objek akan sangat tergantung dari hukum kebutuhan dan ketersediaan (*supply and demand*). Dimana jika suplay banyak demand kecil maka harganya jadi turun dan sebaliknya jika suplay sedikit permintaan banyak harga naik. Oleh karena itu setiap pelaku ekonomi perlu memahami dan mengetahui kondisi *suplay demand* tersebut secara baik dan memanfaatkan situasi itu sebagai peluang dalam mendapatkan keuntungan ekonomisnya secara optimal (Giatman, 2006).

Para pedagang pada umumnya akan mendapatkan keuntungan dengan memanfaatkan adanya perbedaan (fluktuasi) harga yang terjadi akibat perubahan kepemilikan, perubahan tempat, atau perubahan waktu. Berbeda dengan produsen, pada umumnya produsen mendapatkan keuntungan akibat adanya perubahan sifat maupun bentuk objek melalui suatu kegiatan proses produksi. Oleh karena itu, pengertian kegiatan ekonomi bagi produsen adalah kegiatan memperbaiki nilai ekonomis suatu benda melalui kegiatan proses.

Kegiatan ekonomi sebuah perusahaan adalah usaha untuk memperoleh keuntungan pada setiap siklus kegiatan usaha. Perusahaan (*corporate*) hanyalah sebuah simbol formal dari kegiatan usaha, perusahaan memerlukan modal (*capital*) yang akan ditanamkan sebagai investasi pada setiap unit aktivitas usaha (fasilitas produksi). Aktivitas usaha berada pada unit usaha apakah dalam bentuk usaha produksi atau jasa yang tentu saja memerlukan sejumlah sarana, prasarana produksi, bahan baku, tenaga kerja dan lainnya yang disebut juga dengan faktor produksi. Faktor produksi menghasilkan *cash-out* dan selanjutnya faktor produksi

dijalankan sedemikian rupa menghasilkan produk. Siklus ini dijalankan secara simultan, dimana pada tahap awal kemungkinan *cash-in* << *cash out*, namun dalam jangka panjang kondisinya akan berbalik sehingga menghasilkan selisih positif (*profit*). *Profit* inilah yang dikembalikan pada perusahaan secara periodik dalam bentuk *Return On Investment* (ROI). Pada tahap berikutnya ROI dipakai oleh perusahaan untuk mengembalikan modal dalam bentuk *Return On Capital*(ROC) (Giatman, 2006).

Jika $ROI \gg ROC$, perusahaan akan mendapat keuntungan. Namun, jika kejadian sebaliknya, perusahaan akan merugi. Oleh karena itu, perusahaan perlu selalu menjaga kondisi diatas. Usaha-usaha yang dapat dilakukan oleh perusahaan jika kondisi diatas terusik antara lain (Giatman, 2006):

1. Memperbaiki ROC bertujuan untuk *Financial management*
2. Memperbaiki ROI bertujuan untuk meningkatkan produktivitas fasilitas produksi penambahan investasi baru (Revitalisasi, rekapitulasi, reinvestasi, dan sebagainya) agar didapatkan ROI gabungan yang lebih baik.
3. Investasi baru yang dapat dilakukan dalam rangka: intensifikasi, diversifikasi, buka usaha baru, dan sebagainya.
4. Menutup perusahaan (likuidasi) jika peluang perbaikan usaha tidak memungkinkan lagi.

2.2 Umur Dari Suatu Aset

Analisis penggantian adalah salah satu yang amat penting dan merupakan topik yang menantang dalam analisis ekonomi. Suatu aset untuk dukungan dalam analisis adalah berarti dan memerlukan komitmen dari modal yang memiliki batas relatif sesuai dengan kontribusinya dalam mencapai keuntungan. Suatu aset memiliki umur layanan yang bervariasi dimana jika didefinisikan, menggambarkan fungsinya, (waldiyono, 2008):

1. Umur pelayanan adalah periode produksi untuk mana aset dikehendaki, misalnya untuk aset kayu hutan yang akan melayani pasokan bahan mentah selama 20 tahun, maka kendaraan dan peralatan akan memerlukan umur pelayanan 20 tahun untuk memanen kayu. Pada $I=15\%$, PE dari \$100,60 tahun dari sekarang adalah sebesar \$2 sen.

2. Umur fisik termasuk keseluruhan umur dari aset, dari awal dibuat sampai tidak dapat dipakai dan menjadi barang bekas. Jadi model T ford yang masih berjaya sampai sekarang telah melayani banyak fungsi dari umur fisik jauh lebih lama dari umur pelayanan.
3. Umur ekonomis dari aset adalah periode pelayanan dari pemasangan sampai penggantian untuk mana biaya produksi, untuk tingkat layanan tertentu, minimum atau aset masih memberikan keuntungan.

Didalam penelitian ini dikutip beberapa pengertian lain dari umur ekonomis aset sebagai berikut:

- a. "*Taylor G.A. (1995)*", mengemukakan bahwa umur ekonomis suatu aset adalah jangka waktu yang diberikan aset tersebut, dimana aset memiliki *ekivalensi* tahunan rata-rata kecil.
- b. "*De Garmo E.P. and Canada I.R (1999)*", mengemukakan bahwa umur ekonomis aset dapat dioperasikan dan memberikan keuntungan.
- c. "*Thuesen G.J (2001)*", mengemukakan bahwa umur ekonomis suatu aset adalah jangka *ekivalensi* tahunan rata-rata atau memperbesar *ekivalensi* keuntungan bersih tahunan.

Dari ketiga pendapat diatas dapat disimpulkan bahwa umur ekonomis suatu aset adalah merupakan jangka waktu pemakaian aset dimana aset tersebut memiliki biaya tahunan rata-rata terkecil dan memberikan keuntungan

2.3 Kepentingan Untuk Penggantian

Prinsip dalam penentuan umur ekonomis dari suatu aset adalah bahwa penggantianya didasarkan pada ekonomi dari keuntungan dari organisasi secara keseluruhan. Semua alat (aset) yang dimiliki dan digunakan dalam kehidupan sehari-hari tentunya memiliki keterbatasan umur. Umur aset dalam ekonomi teknik dibedakan atas umur pakai dan umur ekonomis. Namun, dalam melakukan analisa penggantian (*replacement*), umur aset yang digunakan adalah umur ekonomis.

Untuk menentukan kapan suatu aset harus diganti atau masih perlu dipertahankan (digunakan), tentu tidak cukup hanya dilihat secara fisiknya, tentu perlu dilihat unsur-unsur ekonomisnya, yaitu dengan membandingkan antara ongkos yang akan dikeluarkan oleh aset tersebut dengan memanfaatkan yang akan diperolehnya. Sebab, dapat saja terjadi suatu aset masih menguntungkan, namun tersedia alternatif lain (aset pengganti) yang lebih menguntungkan. Untuk itu, amatlah penting mempertimbangkan dengan membandingkan nilai-nilai ekonomis aset yang dimiliki dengan nilai-nilai ekonomis aset calon pengganti. Permasalahan ini dapat dipecahkan dengan melakukan analisis pengganti (*replacement*) atau dikenal juga dengan analisis peremajaan.

Ada beberapa alasan yang mendasari dilakukannya penggantian terhadap suatu aset, yaitu sebagai berikut, (waldiyono, 2008) yaitu:

1. Penambahan kapasitas

Penambahan output produksi dari suatu usaha tentunya menuntut penambahan/peluasan kapasitas fasilitas/mesin. Hal ini akan dapat dipenuhi dengan berbagai cara, antara lain meningkatkan kemampuan dari alat tersebut dengan menambah biaya operasional, menambah alat baru yang sejenis, membeli alat baru dengan kapasitas yang lebih besar sekaligus menjual alat lama, atau tidak melakukan apa-apa dengan mempertahankan alat lama dengan kondisi yang ada.

2. Peningkatan Ongkos Produksi

Sebagaimana lazimnya suatu aset, ia akan mengalami peningkatan biaya perawatan setiap tahunnya akibat berbagai hal. Pada sisi lain biaya investasi akan menurun selama umur pemakaian. *Trade-off* kedua variabel ini akan menghasilkan total cost yang optimal pada waktu tertentu.

3. Penurunan Produktivitas

Penurunan produktivitas alat yang disebabkan penurunan fungsi fisik dari alat tersebut, dapat disebabkan oleh penurunan output dari alat baik berupa penurunan kualitas dan kuantitas yang disebabkan oleh usia alat, atau terjadinya peningkatan biaya perawatan yang mencakup peningkatan biaya suku cadang, kerugian waktu dengan terganggunya produksi, dan sebagainya.

4. Keusangan alat

Suatu alat yang produktif akan mengalami keusangan (*obsolescence*) karena berbagai hal, antara lain:

- a. munculnya alat baru yang lebih baik dan lebih efisien
- b. output yang dihasilkan oleh alat tersebut mulai tidak disukai oleh pemakai/konsumen
- c. kesulitan dalam mencari operator dan suku cadang.

2.4 Pertimbangan Biaya Modal

Ada beberapa definisi tentang “biaya” yang dikenal dalam kegiatan ekonomi, antara lain adalah sebagai berikut :

1. Biaya adalah sesuatu akibat yang diukur dalam nilai uang yang mungkin timbul dalam mencapai suatu tujuan tertentu.
2. Biaya adalah suatu harga tukar atau nilai tukar sebagai akibat atau adanya pengorbanan yang dibuat untuk memperoleh suatu manfaat (guna).
3. Biaya adalah pengorbanan atau pembebanan yang diukur dalam nilai uang, yang harus dibayarkan untuk sejumlah barang dan jasa. Seringkali kata biaya (cost) diartikan sama dengan kata ongkos (expense), dimana ongkos bisa juga berarti jumlah yang dibayarkan untuk sesuatu atau bisa juga berarti harga pasar yang wajar dari sesuatu yang diberikan sebagai pengganti dari sesuatu yang diterima.

Penyajian dan analisa data biaya terutama bermanfaat dalam beberapa hal, antara lain untuk :

- a. Perencanaan keuntungan
- b. Pengendalian ongkos
- c. Pengukuran keuntungan tahunan atau periodik
- d. Membantu penetapan harga jual dan kebijaksanaan harga
- e. Penyediaan data yang relevan untuk proses pengambilan keputusan

2.5 Klasifikasi Biaya Menurut Sifat dan Hubungannya dengan Produk

Menurut (De garmo, 1996) Untuk kategori ini biaya dikelompokkan lagi dalam dua rumusan pokok, yakni : biaya produksi dan biaya komersial. Biaya produksi adalah biaya-biaya yang diperlukan dalam menjalankan kegiatan operasional dalam suatu unit usaha (misalnya dalam suatu pabrik). Biaya ini biasa disebut juga dengan biaya pembuatan produk atau biaya lepas pabrik (Overhead cost). Yang termasuk dalam kelompok biaya produksi adalah : biaya primer (biaya langsung pabrik) dan biaya tak langsung pabrik. Sedangkan yang termasuk dalam kelompok biaya komersial adalah : biaya administrasi dan biaya pemasaran (biaya marketing).

Biaya primer terdiri dari :

1. Biaya bahan langsung, yaitu biaya yang dibebankan pada bahan yang terkait langsung dengan proses produksi dan menjadi bagian dari produk jadinya. Misalnya : Susu dalam pembuatan yoghurt, tripleks dalam pembuatan meja, plastik dalam pembuatan ember.
2. Biaya buruh langsung, yaitu biaya yang dibebankan pada buruh yang langsung terkait dalam proses produksi. Misalnya : Pengolah susu dalam pembuatan yoghurt, tukang kayu kayu dalam pembuatan meja operator mesin moulding pada pembuatan ember.
3. Biaya tak langsung pabrik terdiri dari biaya bahan tak langsung, biaya buruh langsung dan biaya tak langsung lainnya.
4. Biaya bahan tak langsung, yaitu biaya yang dibebankan pada bahan yang terkait dalam proses produksi, tetapi tidak secara langsung menjadi bagian dari produk jadinya. Misalnya : bahan bakar mesin, minyak pelumas.
5. Biaya buruh tak langsung, yaitu biaya yang dibebankan pada kegiatan yang ada di pabrik, tapi tidak terkait pada proses produksi secara langsung. Misalnya : petugas keamanan/kebersihan, mandor pengawas.
6. Biaya tak langsung lainnya, yaitu biaya yang dibebankan pada kegiatan pabrik yang tidak menyangkut biaya bahan dan buruh. Misalnya : biaya listrik dan depresiasi (biaya penyusutan asset, baik berupa alat, mesin, atau gedung), konsultan, dsb.

7. Biaya pemasaran, yang merupakan bagian dari biaya komersial adalah biaya yang digunakan untuk kegiatan yang menyangkut usaha untuk memasarkan produk seperti biaya untuk iklan dan biaya untuk distribusi atau pemasaran serta pelayanan kepada konsumen.
8. biaya administrasi adalah biaya yang dikeluarkan untuk kegiatan pelaksanaan atau operasional perusahaan seperti biaya untuk belanja pegawai kantor (gaji, telepon, surat menyurat, dsb).

Klasifikasi biaya menurut sifat dan hubungannya dengan produk ini digunakan terutama dalam perhitungan harga pokok dan harga jual produk yang dibuat oleh suatu pabrik atau perusahaan. Kelompok biaya dalam proses produksi suatu barang dalam pabrik sebagai contoh misalnya pada proses produksi kursi kantor.

2.5.1 Klasifikasi Biaya Menurut Jumlah Satuan Produk atau Tingkat Kegiatan

Klasifikasi biaya menurut jumlah satuan produk atau tingkat kegiatan adalah biaya tetap dan biaya variabel. Kedua biaya ini memiliki karakteristik yang berbeda dalam penentuan jumlahnya dan yang menjadi parameternya adalah volume atau jumlah satuan produk atau tingkat kegiatan yang dihasilkan oleh unit usaha.

2.5.1.1 Biaya Tetap

Biaya tetap adalah biaya yang secara total tidak berubah saat aktivitas bisnis meningkat atau menurun. Masuk dalam kelompok biaya ini adalah biaya penyusutan (bangunan, mesin, kendaraan, dan aktiva tetap lainnya), gaji dan upah yang dibayar secara tetap, biaya sewa, biaya asuransi, pajak, dan biaya lainnya yang besarnya tidak terpengaruh oleh volume penjualan.

2.5.1.2 Biaya Variabel

Biaya variabel yaitu biaya yang secara total meningkat secara proposional terhadap peningkatan dalam aktivitas dan menurun secara proposional terhadap penurunan dalam aktivitas. Biaya variabel termasuk biaya bahan baku langsung, tenaga kerja langsung, beberapa perlengkapan, beberapa tenaga kerja tidak

langsung, alat-alat kecil, pengerjaan ulang, dan unit-unit yang rusak. Biaya variabel biasanya dapat diidentifikasi langsung dengan aktivitas yang menimbulkan biaya.

2.6 Alasan-Alasan Analisis Penggantian

Penggantian mesin/peralatan tidak selamanya dilakukan semata-mata disebabkan karena mesin/peralatan yang ada sudah benar-benar usang, tetapi bisa juga karena faktor-faktor lainnya. Adapun alasan-alasan suatu mesin/peralatan perlu diganti antara lain, (Pujawan, 2008) :

1. Adanya keuntungan potensial dari penggunaan mesin baru. Misalnya penggunaan bahan dan tenaga kerja yang lebih efektif, sehingga harga pokok produk menjadi lebih rendah atau memberikan penghematan yang terbesar.
2. Oleh karena mesin yang dipergunakan sering rusak sehingga tidak dapat bekerja sebagaimana mestinya. Mesin/peralatan yang rusak ini perlu diganti, karena apabila mesin ini tidak diganti dan terus dipergunakan maka akan menimbulkan kerugian-kerugian seperti:
 - a. Waktu pengerjaan (*operation time*) dari produk di mesin tersebut bertambah.
 - b. Produksi perusahaan menurun, karena waktu produksi per satuan bertambah.
 - c. Kualitas produk menurun.
 - d. Biaya tenaga kerja akan bertambah besar.
 - e. Biaya *maintenance* juga akan bertambah besar.
3. Karena mesin/peralatan yang digunakan telah kuno/tua atau ketinggalan zaman. Walaupun mesin/peralatan yang kuno ini masih dapat berfungsi, tetapi tidak memenuhi tuntutan kemajuan teknologi yang modern (dalam arti ekonomis), sehingga produk yang dihasilkan tidak dapat bersaing dengan produk lain di pasar, yang diproduksi dengan baru yang lebih efisien.
4. Karena mesin peralatan yang lama tidak dapat lagi memproduksi sesuai dengan kapasitas yang direncanakan. Pergantian dapat saja terjadi walaupun

mesin/peralatan lama dalam keadaan baik. Apabila semangat kerja dari para pekerja telah menurun dan kondisi kerja menjadi jelek, karena keadaan-keadaan yang tidak menyenangkan para pekerja yang ditimbulkan oleh mesin/peralatan yang dipergunakan. Dalam hal ini keadaan yang ditimbulkan oleh mesin/peralatan seperti suara mesin/peralatan yang ribut/keras, asapnya banyak dan sering menimbulkan kecelakaan, haruslah diganti dengan mesin baru agar semangat kerja dapat bertambah baik dan kondisi kerja dapat ditingkatkan. Jika keadaan ini dibiarkan, maka jumlah produksi menurun, atau kualitas hasil yang menurun.

5. Kemungkinan penyewaan (*rental or lease possibilities*), atas dasar beberapa pertimbangan misalnya produk yang relatif kecil, untuk menghindari biaya tetap yang tinggi maka alternatif terbaik adalah menyewa mesin/peralatan.

2.7 Kesulitan-kesulitan yang Dihadapi dalam Penggantian Mesin

Di dalam masalah penggantian mesin, dimana mesin yang diganti adalah mesin yang telah lama dipergunakan, dan mesin yang baru membutuhkan sesuatu yang baru sama sekali seperti suasana kerja, modal dan keahlian, maka selalu terdapat kesulitan-kesulitan. Adapun kesulitan-kesulitan yang dihadapi dalam penggantian mesin ini adalah sebagai berikut (Kurniawan, 1994):

1. Adanya sifat atau *behavior* bahwa orang tidak mau mengganti mesin/peralatan yang dimilikinya sebelum mesin tersebut rusak sama sekali atau secara teknis tidak dapat dipergunakan lagi. Jadi walaupun mesinnya telah tua dan tidak efisien lagi masih tetap dipergunakan.
2. Terdapat keadaan mesin yang walaupun secara teknis belum tua atau aus, tetapi secara ekonomis telah tua dan ketinggalan zaman (*obsolescent*).
Timbulnya
3. *obsolescent* ini karena terdapatnya mesin baru di pasar yang menggunakan tenaga kerja yang lebih sedikit, dan lebih menjamin keselamatan kerja serta dengan menggunakan peralatan (*tools*) yang serba *otomatis*.
4. Adanya kesulitan keuangan yang dihadapi perusahaan untuk mengadakan pembelian mesin baru, oleh karena mesin baru ini membutuhkan sejumlah dana yang cukup besar. Jika uang sejumlah itu ada, maka harus diadakan

pinjaman, sedangkan untuk mengadakan pinjaman ini diperlukan syarat-syarat yang kadang-kadang sukar dipenuhi.

5. Dibutuhkan tenaga kerja yang cakap dan dalam jumlah yang cukup besar, terutama apabila dibeli mesin-mesin yang mekanisasinya tinggi. Dalam hal ini *manager* harus memperhatikan perawatan mesin/peralatan tersebut dimana dibutuhkan tenaga-tenaga yang mampu dan tepat. Kalau tenaga ini tidak ada harus diusahakan untuk mendidik dan melatihnya terlebih dahulu.

2.8 Metode Penggantian Peralatan

Agar mendapatkan pertimbangan yang tepat, diperlukan adanya metode atau pendekatan guna menilai apakah perlu dilakukan pembelian mesin atau peralatan baru atau tidak, dan jika perlu yang manakah yang dibeli. Secara umum 2 (dua) metode yang sering digunakan sebagai pedoman dalam menentukan waktu penggantian yang ekonomis, (De Garmo, 1996) yaitu :

2.8.1 Metode Keuntungan Tahunan Rata-rata

Metode ini menghitung keuntungan setiap setahun peralatan, keuntungan pada satu tahun tertentu adalah selisih pendapatan kotor dengan total biaya tahunan pada tahun yang sama. Untuk menghitung keuntungan tahunan digunakan persamaan sebagai berikut

$$AW = AR - AE - CR \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

$AW = \text{Annual Worth}$ (Keuntungan tahunan)

$AR = \text{Annual Receipt}$ (Penerimaan tahunan)

$AE = \text{Annual Expencc}$ (Pengeluaran tahunan)

$CR = \text{Capital Recovery}$

Bila $AW > 0$, berarti proyek masih ekonomis untuk dilaksanakan. Umur ekonomis dari mesin/peralatan dicapai pada saat total keuntungan maksimum

2.8.2 Metode Biaya Tahunan Rata-rata

Dengan metode ini dihitung total ekivalensi biaya tahunan. Setiap biaya dihitung ekivalensinya selama umur pemakaiannya. Dengan mempertimbangkan bunga uang, umur ekonomis dapat dicapai pada saat total *ekivalensi* biaya tahunan

rata-rata minimum. Untuk menghitung total tahunan digunakan persamaan sebagai berikut :

$$EUAC = \textit{Capital Recovery} + \textit{Equivalent Annual Operating Cost} \dots\dots\dots(2.2)$$

$$EUAC = (P-L)(A/P, i, n\%) + Li + FW (\textit{Operating Cost for N Year}) (A/F, i, N)$$

Atau

$$EUAC = (P-L)(A/P, i, N) + Li + PW (\textit{Operating Cost for N Year}) (A/P, i, N)$$

Dimana ;

$$EUAC = \textit{Equivalensi Uniform Annual Cost}$$

$$CR = \textit{Capital Recovery}$$

$$EAOC = \textit{Equivalent Annual Operating Cost}$$

$$FW = \textit{Future Worth}$$

$$PW = \textit{Present Worth}$$

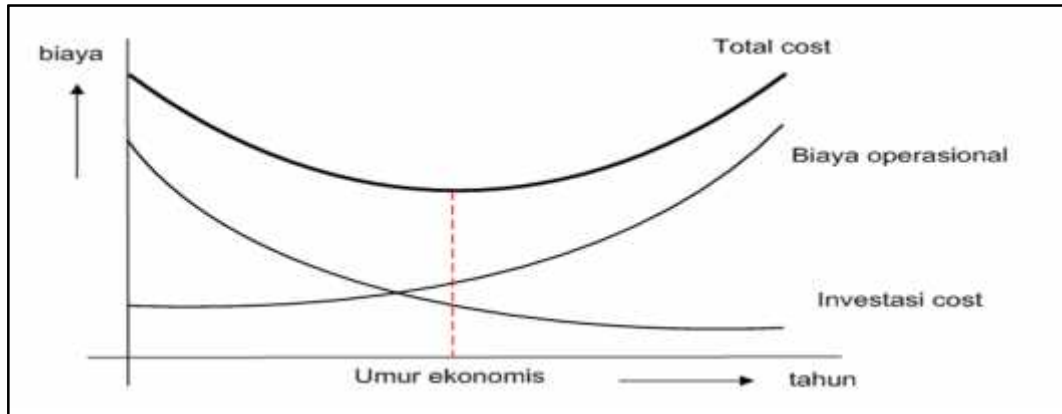
Dengan demikian maka pemecahan masalah *Replacement* ini didasarkan pada evaluasi umur ekonomis mesin/peralatan dengan metode biaya tahunan rata-rata.

2.9 Replacement Cycle Evaluation

Menurut (Grant, 1994) Siklus penggantian mesin/peralatan dengan tipe yang sama disebut peremajaan, mempunyai cara pembahasan tersendiri dari sudut evaluasi ekonomi. Total dari pengembalian modal dan biaya operasi merupakan penelitian dasar dalam pembahasan ini. Dimana biaya pengembalian modal cenderung menurun, sementara biaya operasi dan perawatan naik sejalan dengan pertambahan umur mesin/peralatan tersebut.

Tujuan pembahasan siklus peremajaan ini adalah untuk mendapatkan usia pergantian saat biaya tahunannya minimum, dimana disebut sebagai umur ekonomis mesin/peralatan. Dengan demikian umur ekonomis dapat diartikan sebagai jangkawaktu penggunaan ekonomis, dimana jangka waktu yang dicapai pada biaya rata-rata per satuan waktu mempunyai harga rendah.

Apabila pembahasannya dilakukan dengan menggunakan metode biaya tahunan rata-rata maka saat peremajaan yang tepat secara matematis dirumuskan sebagai berikut:



Gambar 2.1 Hubungan antara biaya tahunan dengan umur (Sumber: Giatman, 2006)

Penentuan waktu umur ekonomis dengan menggunakan metode biaya tahunan rata-rata diperoleh dengan rumus :

$$EUAC = CR + EAO$$

Dimana :

EUAC = Ekuivalen Uniform Annual Cost

CR = Capital Recovery

EAO = Ekuivalen Annual Operating Cost

2.10 Current Value dan Constant Value

A. Current Value (Nilai Sekarang)

Current Value adalah suatu ukuran mengenai seberapa banyak uang yang mampu dibayarkan oleh suatu perusahaan atau pribadi untuk investasi tadi melebihi biayanya.

Untuk mendapatkan *current value* sebagai fungsi dari % (per periode bunga) dihitung dengan cara sebagai berikut :

$$PW (i\%) = \sum_{k=0}^N F_k (1+i)^{-k} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

i = Tingkat suku bunga efektif

k = Indeks untuk tiap periode

Fk = Arus kas masa depan

N = Banyaknya periode

B. Constant Value (Kesetaraan nilai)

Constant Value adalah nilai investasi yang dihitung dengan mencari nilai sekarang dari sisa umur investasi dengan mengalikan tingkat suku bunga uang.

Untuk mendapatkan *constant value* dihitung dengan cara sebagai berikut :

$$CV = PW \times i \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana :

PW = Nilai sekarang

I = Tingkat suku bunga

2.11 Pengelompokan biaya

Untuk mendapatkan saat yang tepat dalam mengganti peralatan, diharapkan adanya pencatatan biaya yang telah dikeluarkan selama penggunaan peralatan tersebut. Untuk pemecahan masalah tersebut di atas, biaya dikelompokkan atas:

2.11.1 Depresiasi

Menurut (Pujawan, 1995) depresiasi adalah nilai modal suatu investasi yang terjadi akibat bertambahnya umur benda tersebut, kecuali tanah tempat bangunan. Depresiasi umumnya digunakan untuk keperluan pajak, dimana depresiasi merupakan sejumlah penerimaan yang tidak dikenakan pajak. Untuk menentukan besar biaya deperesiasi ada beberapa metode yang antara lain adalah:

1. Metode garis lurus (*straight line*)

Pada metode ini deperesiasi dihitung berbanding langsung dengan umur peralatan. Besar depresiasi dihitung dengan cara (Pujawan, 2008):

$$D = \frac{P - S}{n} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana:

D = Depresiasi tahunan

P = Harga awal mesin

S = Harga nilai sisa mesin

n = Umur pakai mesin

Untuk perhitungan depresiasi dan nilai BV digunakan rumus :

$$BV = P - D \dots\dots\dots (2.7)$$

BV = Nilai buku pada tahun ke

P = Harga awal mesin

D = Depresiasi tahunan

2. Metode Persentase Tetap (*Declining Balance Method*)

Dalam metode persentase tetap, diasumsikan bahwa depresiasi biaya tahunan merupakan persentase tetap dari *book value* (BV) pada permulaan tahun. Rasio depresiasi dalam setiap satu tahun terhadap BV pada permulaan tahun adalah tetap pada seluruh umur aset.

Dalam metode ini rumus yang digunakan adalah (giatman,2005):

$$R = 1 - \left[\frac{S}{I} \right]^{\frac{1}{n}} \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana :

R = Rasio depresiasi

N = Umur depresiasi aset

I = Investasi

Untuk perhitungan depresiasi rumus.

$$D = R \times I \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana :

R = Rasio depresiasi

N = Umur taksiran aset

I = Investasi

3. Metode Jumlah Digit (*Sum Of Years Digit*)

Pada metode ini depresiasi dibebankan lebih besar pada tahun-tahun pertama dan berangsur turun pada tahun ke-n dengan persamaan (Pujawan, 2008):

$$D_t = \frac{N - T + 1}{SOYD} (P - S) \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana:

Dt = Depresiasi tahun ke

N = Taksiran Umur Alat

T = Tahun Ke

SOYD = Jumlah Digit Tahun 1 Sampai N

P = Harga Awal Mesin

S = Harga nilai sisa mesin

Untuk perhitungan depresiasi dan nilai BV digunakan rumus :

$$BV = P - \frac{t(N - \frac{T}{2} + 0.5)}{SOYD} (P - S) \dots\dots\dots(2.11)$$

BV = Nilai Buku Pada Tahun Ke

N = Taksiran Umur Alat

T = Tahun Ke

SOYD = Jumlah Digit Tahun 1 Sampai N

P = Harga Awal Mesin

S = Harga nilai sisa mesin

2.11.2 Biaya Investasi

Biaya investasi adalah biaya pengadaan mesin yaitu harga pembelian mesin. Dan biaya pemasangan sampai mesin tersebut beroperasi, dengan menggunakan dana pengembalian modal (*capital recovery*).

2.11.3 Biaya perawatan dan perbaikan

Biaya perawatan dan perbaikan meliputi biaya yang dikeluarkan untuk: Pemakaian pelumas Spare parts Tenaga kerja perawatan mesin

2.11.4 Biaya energi

Biaya pemakaian energi dihitung berdasarkan harga dari SPBU dan dari pembangkit sendiri. Pemakaian energi semakin meningkat sejalan dengan semakin bertambahnya jam operasi, besar mesin, karakteristik mesin.

2.11.5 Biaya tenaga kerja

Biaya tenaga kerja tergantung jumlah tenaga kerja yang mengoperasikan mesin.

2.11.6 Pemakaian suku cadang dan minyak pelumas

Pemakaian pelumas dan suku cadang cenderung meningkat sejalan dengan semakin bertambahnya umur mesin dan harga dipasaran. Tergantung pada jenis suku cadang dan minyak pelumas, jam operasi, karakteristik mesin.

2.11.7 Biaya *down time*

Down time adalah sejumlah waktu dimana suatu mesin tidak dapat dipergunakan, karena mesin tersebut dalam perawatan maupun perbaikan. *Down time* mempunyai kecendrungan naik dari tahun ke tahun, karena menurunnya kondisi mesin sebagai akibat dari penambahan masa pakai. Biaya *down time* adalah biaya kerugian kerana suatu mesin tidak dapat dipergunakan.

2.12 Peramalan

Peramalan digunakan untuk mendapatkan perkiraan data dimasa yang akan datang. Adapun metode peramalan yang ada, (Giatman, 2006) yaitu:

1. Metode Peramalan *Kualitatif*

Pada peramalan *kualitatif* tidak dibutuhkan identifikasi yang jelas terhadap pola dasar. Hal ini karena hasil dari peramalan tersebut ditentukan berdasarkan pemikiran yang bersifat intuisi, pendapat dan pengetahuan si peramal.

2. Peramalan *kuantitatif*

Pada peramalan ini dibutuhkan identifikasi yang jelas tentang tipe dari pola dasar. Hasil peramalan yang dibuat sangat tergantung pada metode yang digunakan. Peramalan kuantitatif dapat digunakan bila terdapat tiga kondisi sebagai berikut:

a. Adanya informasi masa lalu yang dapat digunakan.

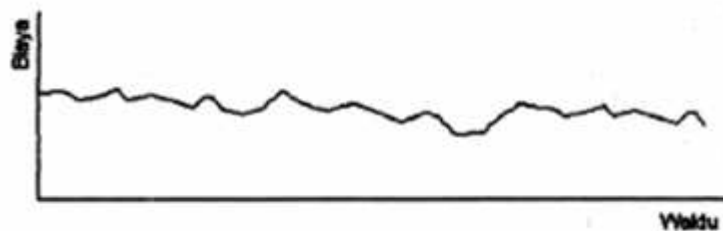
b. Informasi tersebut dapat dikuantitatifkan ke dalam bentuk angka.

c. Dapat diasumsikan bahwa beberapa aspek dan pola yang lalu akan berkelanjutan pada masa yang akan datang.

Peramalan dilakukan untuk memenuhi kebutuhan data masa yang akan datang. Model yang digunakan disini adalah model deret berkala, yaitu serangkaian data yang dikumpulkan dari waktu ke waktu untuk menggambarkan suatu kejadian. Model berkala ada empat jenis yaitu:

1. Pola *Horisontal*

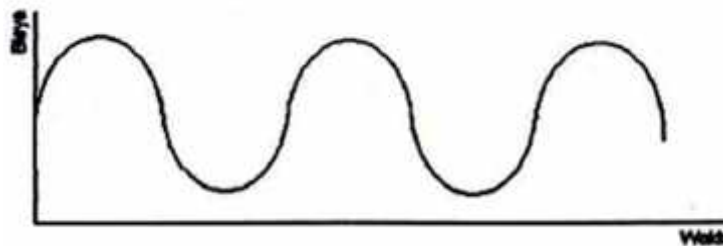
Pola data ini terjadi bila harga data berfluktuasi sekitar harga rata-rata, dan dapat digambarkan seperti Gambar 3.2. berikut :



Gambar 2.2 Pola horizontal (Sumber: Gaspersz,2005)

2. Pola Musiman

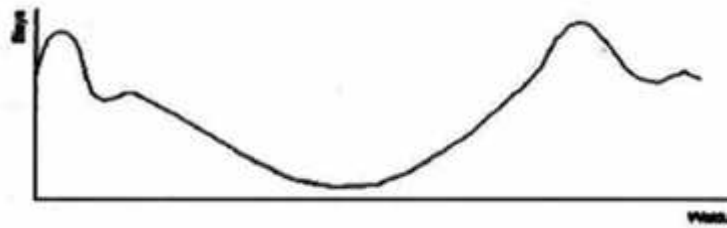
Pola data ini berulang setiap periode, dan sangat dipengaruhi oleh musim tertentu, komponen musim dapat dijabarkan kedalam faktor cuaca, libur, atau kecenderungan pedagang, dan dapat digambarkan seperti Gambar 3.3. berikut :



Gambar 2.3 Pola Musiman (Sumber: Gaspersz,2005)

3. Pola Siklis

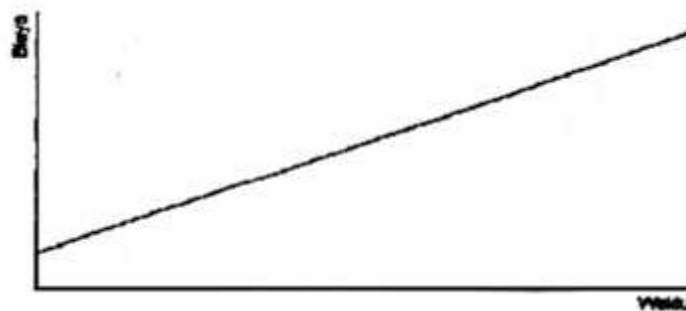
Pola data ini terjadi bila data mempunyai gerak naik turun dalam jangka waktu yang lama, dimana pada waktu tertentu pola akan berulang secara periodik dan banyak dipengaruhi pola pergerakan aktivitas ekonomi yang memiliki kecenderungan periodik dan hal ini dapat digambarkan seperti Gambar 3.4. berikut:



Gambar 2.4 Pola Siklis (Sumber: Gaspersz,2005)

4. Pola Trend

Pola trend terjadi apabila data menaik ataupun menurun dalam jangka waktu yang panjang, dan dapat digambarkan seperti Gambar 3.5. berikut :



Gambar 2.5 Pola Trend (Sumber: Gaspersz,2005)

Pemilihan teknik peramalan ini didasarkan atas bentuk pola data. Pada analisa replacement study di sini digunakan peramalan dengan pola trend, karena biaya-biaya yang ada memiliki kecenderungan naik dari tahun ke tahun. Salah satu metode peramalan yang dapat digunakan adalah metode *trend line analysis model*.

a. Metode trend line analysis model (model analisis garis kecenderungan)

Model analisa garis kecenderungan dipergunakan sebagai model peramalan apabila pola historis dari data actual permintaan menunjukkan adanya suatu kecenderungan menaik dari waktu ke waktu. Model analisa garis kecenderungan yang paling sederhana adalah menggunakan persamaan sebagai berikut (Gaspersz,2005):

Bentuk persamaannya adalah:

$$f_t = a + b(t) \dots\dots\dots (2.12)$$

Dimana:

f_t = Nilai peramalan

a = intersep

b = slope/tingkat perubahan dalam permintaan

Slope dan intersep dari persamaan dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$b = \frac{\sum tA - n(\bar{t})(\bar{a})}{\sum t^2 - n(\bar{t})^2} \dots\dots\dots(2.13)$$

$$a = (\bar{a}) - b(\bar{t}) \dots\dots\dots (2.14)$$

Dimana:

- b = slope/tingkat perubahan dalam permintaan
- a = intersep
- t = indeks waktu
- \bar{t} = nilai rata rata dari t
- A = Variabel permintaan
- \bar{a} = nilai rata-rata permintaan per periode waktu, rata-rata dari A

2.13 Perhitungan Total Biaya Tahunan Rata-rata

Untuk biaya yang berfluktuasi setiap tahun, biaya-biaya tersebut dihitung dengan cara (Zeinia, 2007):

1. Menentukan *Capital Recovery* (CR)
 - a. Hitung harga akhir mesin tiap tahun (*book value*)
 - b. Hitung CR dengan persamaan:

$$CR = (P - L) (A/P, i\%, n) + Li \dots\dots\dots(2.15)$$

Dimana :

- P = Harga awal mesin
- L = Harga akhir mesin
- n = Tahun
- i = Suku bunga uang

2. Menentukan biaya *down time*

Hitung biaya down time dengan persamaan:

$$Bd = jr / jk \times BO \dots\dots\dots(2.16)$$

Dimana:

Bd = Biaya *down time*

jr = Jam *reperasi*

jk = Jam kerja normal per tahun

BO = Biaya operator.

Hitung biaya *down time* mesin masa yang akan datang dengan menggunakan metode peramalan yang dipilih.

3. Menentukan biaya operasi tahunan rata-rata
4. Hitung biaya operasi setiap tahun
5. Hitung biaya operasi tahunan yang akan datang dengan peramalan yang dipilih.
6. Tentukan *present value* dari total biaya tiap tahun ke tahun nol yaitu dengan cara mengalikan biaya dengan faktor *present worth* (P/F, i%, n).
7. Hitung kumulatif biaya dari *present value* di atas.
Untuk mendapatkan biaya tahunan rata-rata kalikan kumulatif biaya tiap tahun dengan faktor *capital recovery* (A/P, i%, n). Hasil yang diperoleh merupakan ekivalensi dari biaya operasi tahunan rata-rata tahunnya.
8. Menentukan total biaya tahunan rata-rata
Jumlahkan semua elemen biaya di atas (*capital recovery*), biaya *down time* dan biaya operasi tahunan rata-rata).

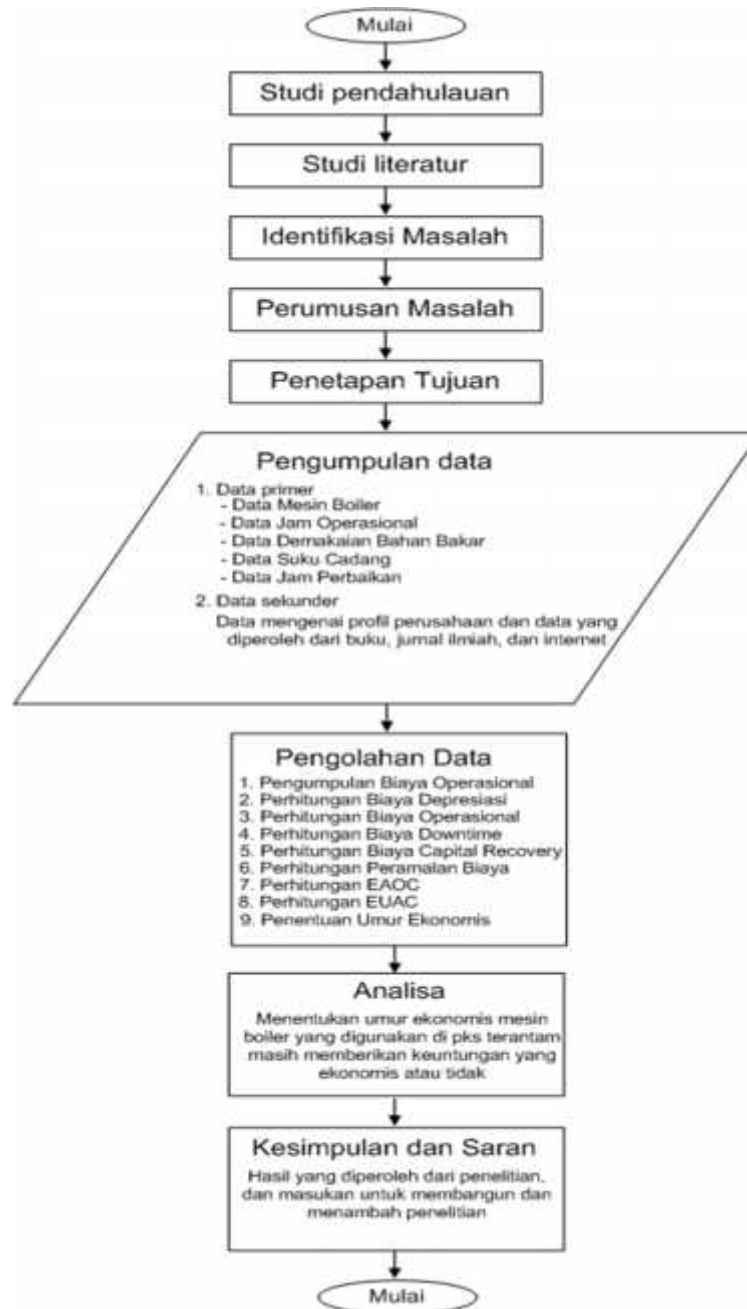
2.14 Penentuan Umur Ekonomis Mesin

Umur ekonomis mesin ditentukan dari total biaya tahunan rata-rata. Penentuannya yaitu pada saat total biaya tahunan rata-rata terkecil untuk selanjutnya dilakukan *replacement* terhadap mesin (Pujawan, 2008).

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Adapun tahapan-tahapan dalam melakukan penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1 *Flow Chart* Penelitian

3.2 Studi Pendahuluan

Langkah pertama yang harus dilakukan sebelum melakukan penelitian adalah melakukan studi pendahuluan. Studi pendahuluan dilakukan di PTPN V PKS Kebun Terantam yang menjadi objek penelitian. Langkah ini dilakukan untuk mengetahui gejala permasalahan yang ada di perusahaan.

Dari hasil yang diperoleh diketahui bahwa perusahaan tidak pernah memperhitungkan umur ekonomis untuk melakukan pergantian mesin boiler. Padahal biaya operasional mesin boiler setiap tahunnya mengalami peningkatan. Hal ini dikarenakan usia mesin boiler yang sudah lama dan penggantian suku cadang mesin boiler sebagian besar tidak dilakukan secara menyeluruh hanya pada komponen-komponen yang bermasalah saja.

3.3 Studi Literatur

Setelah permasalahan yang ada ditemukan, kemudian dilakukan studi literatur. Studi literatur dilakukan untuk mencari teori-teori yang berkaitan dengan permasalahan yang ditemukan di perusahaan.

Studi literatur dilakukan untuk mencari teori-teori yang mendukung kelengkapan penulisan tugas akhir. Pelaksanaannya adalah dengan mengumpulkan data atau informasi yang diperlukan dalam pelaksanaan tugas akhir ini yang berbentuk studi pustaka. Jenis literatur yang dipelajari dan digunakan sebagai acuan antara lain buku-buku yang relevan dengan tema yang diambil. Selain mengacu kepada buku-buku yang relevan dengan permasalahan, penulisan juga mengacu kepada karya ilmiah yang mendukung teori.

3.4 Identifikasi Masalah

Setelah permasalahan diketahui melalui penelitian pendahuluan, dan kemudian didukung oleh teori-teori yang ada maka langkah selanjutnya adalah melakukan identifikasi terhadap permasalahan tersebut.

Melakukan analisa terhadap mesin boiler yang digunakan penting untuk dilakukan oleh setiap perusahaan. Kesalahan melakukan penanaman investasi yang seharusnya belum dilakukan atau sebaliknya akan mengakibatkan pengeluaran biaya sia-sia.

Selain itu, penggantian mesin *Boiler (replacement)* tidak bisa dilakukan hanya dengan melihat kondisi fisik mesin atau standar umur ekonomis yang ditetapkan oleh pabrikan, tetapi perlu dilakukan analisa apakah mesin tersebut masih memberikan keuntungan (*profit*) yang ekonomis atau tidak.

Penggantian mesin boiler yang tidak tepat waktunya akan menimbulkan atau menambah biaya investasi yang lebih besar. Dengan dilakukan penelitian ini diharapkan perusahaan dapat menghindari hal tersebut.

3.5 Perumusan Masalah

Jika suatu permasalahan sudah diketahui, maka selanjutnya dibuat suatu rumusan masalah yang tujuannya adalah agar peneliti maupun pengguna hasil penelitian mempunyai persepsi yang sama terhadap penelitian yang dihasilkan. Rumusan masalah berisi pertanyaan-pertanyaan yang nantinya akan terjawab ketika penelitian selesai. Pada penelitian ini, masalah yang dihadapi adalah umur ekonomis dari mesin *Boiler* tipe MP (*Medium Pressure*) agar dapat terhindar dari kerugian yang besar pada saat pengoperasian mesin boiler dan memperoleh keuntungan yang maksimum dalam keadaan ekonomis?

3.6 Menetapkan Tujuan penelitian

Dalam suatu penelitian perlu ditetapkan suatu tujuan yang jelas, nyata dan terukur. Tujuan penelitian merupakan hasil yang akan atau ingin dicapai oleh peneliti setelah laporan penelitian ini selesai. Adapun tujuan penelitian ini adalah menentukan umur ekonomis pada mesin *Boiler* tipe MP (*Medium Pressure*).

3.7 Pengumpulan Data

Data-data yang dibutuhkan untuk menentukan umur ekonomis mesin boiler tipe MP (*Medium Pressure*) di PTPN V PKS Kebun Terantam adalah sebagai berikut:

a. Data Primer

Merupakan data yang diperoleh secara langsung dari observasi, interview pada staf perusahaan dan data-data mesin *Boiler* tipe MP (*Medium Pressure*).

b. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data masa lalu dari PTPN V PKS Kebun Terantam antara lain: sejarah, profil dan data umum perusahaan.

3.8 Metode Pengolahan Data

Untuk memecahkan masalah dalam tugas ini, digunakan pendekatan-pendekatan pemecahan masalah menggunakan metode-metode. Adapun metode pendekatan yang dilakukan dalam pemecahan masalah ini didasarkan kepada umur ekonomis mesin yang perhitungannya dilakukan dengan cara biaya tahunan rata-rata adalah :

1. Menentukan biaya-biaya operasional mesin Boiler

a. Data Pemakaian Suku Cadang.

Biaya spare part pada pemakaian mesin Boiler setiap tahunnya.

b. Data Pemakaian Bahan Bakar.

Pemakaian bahan bakar dalam hal ini adalah solar yang merupakan bahan bakar untuk *Boiler* jenis M P (*Medium Pressure*).

c. Data Pemakaian Pelumas

d. Data Pemakaian Bahan Bakar.

e. Data biaya *maintenance*

f. Data Pemakaian Bahan Bakar.

g. Data Jam Operasi dan Jam Perbaikan mesin Boiler

h. Data Upah Operator *Boiler*

2. Perhitungan biaya depresiasi

Perhitungan ini berguna menentukan biaya penyusutan mesin boiler per tahunnya. Dalam hal ini harga awal adalah harga mesin pada saat dibeli, termasuk ongkos pengamatan, biaya pemasangan sampai mesin dapat beroperasi secara normal. Sedangkan harga akhir mesin adalah harga mesin setelah pendepresiasiannya (*depreciable life*)

3. Perhitungan biaya operasional

Biaya operasi mesin adalah penjumlahan dari biaya energi, biaya suku cadang, biaya pelumas, upah tenaga kerja operator dan upah tenaga kerja perawatan

4. perhitungan biaya *down time*
Perhitungan ini bertujuan untuk mengetahui berapa biaya yang harus dikeluarkan karena mesin tersebut sedang tidak beroperasi penyebabnya rusak dan sedang diperbaiki.
5. Perhitungan biaya *capital recovery*
Perhitungan ini bertujuan untuk mencari besarnya pengembalian modal.
6. Perhitungan peramalan biaya
Perhitungan peramalan dilakukan jika biaya tahunan rata-rata mesin boiler belum diperoleh.
7. Perhitungan biaya tahunan rata-rata
Menghitung biaya-biaya tahunan yang berfluktuasi setiap tahun
8. Perhitungan total biaya tahunan rata-rata.
9. Perhitungan umur ekonomis
Dari hasil penganalisaan diatas dapat dicari pada tahun keberapa mesin tersebut ekonomis dan berapa biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan.

3.9 Analisa

Setelah dipeoleh hasil pembahasan, maka dilakukan analisa terhadap hasil tersebut yang bertujuan untuk mengetahui apakah mesin *Boiler* jenis M P (*Medium Pressure*) yang digunakan di PTPN V PKS Kebun Terantam masih memberikan keuntungan yang ekonomis atau tidak.

3.10 Kesimpulan dan Saran

Penarikan kesimpulan merupakan tahap akhir yang dilakukan berdasarkan studi observasi yang dilakukan. Rekomendasi yang diberikan dapat menjadi masukan bagi PTPN V PKS Kebun Terantam dalam menganalisa mesin *Boiler* yang mereka gunakan untuk masa yang akan datang.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Profil Perusahaan

4.1.1 Sejarah Singkat Perusahaan

PT Perkebunan Nusantara V (Persero). merupakan Perusahaan BUMN Perkebunan yang didirikan tanggal 11 Maret 1996 sebagai hasil konsolidasi kebun pengembangan PTP II. PTP IV. dan PTP V di Provinsi Riau. Secara efektif Perusahaan mulai beroperasi sejak tanggal 9 April 1996 dengan Kantor Pusat di Pekanbaru. Landasan hukum Perusahaan ditetapkan berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 10 Tahun 1996 tentang Penyetoran Modal Negara Republik Indonesia untuk Pendirian Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perkebunan Nusantara V. Saat ini Kantor Pusat Perusahaan berkedudukan di Jl. Rambutan No. 43 Pekanbaru. dengan Unit - Unit Usaha yang tersebar di berbagai Kabupaten di Provinsi Riau. Perusahaan ini mengelola 51 unit kerja yang terdiri dari 1 unit Kantor Pusat; 4 Unit Bisnis Strategis (UBS); 25 unit Kebun Inti/Plasma; 12 Pabrik Kelapa Sawit (PKS); 1 unit Pabrik PKO; 4 fasilitas Pengolahan Karet; dan 3 Rumah Sakit. Areal yang dikelola oleh Perusahaan seluas 160.745 Ha. yang terdiri dari 86.219 Ha lahan sendiri/inti dan 74.526 Ha lahan plasma.

PKS Terantam dibangun pada tahun 1989. dengan kapasitas 60 ton /jam. terletak didesa Kasikan. Kecamatan Tapung Hulu. Kabupaten Kampar. Provinsi Riau. dengan luas peruntukan pabrik 5.32 Ha dengan perincian : luas pabrik 1.022 Ha . gudang inti seluas 0.036 Ha. bengkel/gudang 0.06 Ha. kantor 0.029 Ha dan halaman seluas 4.165 Ha.

Bahan baku yang diperoleh pks terantam berasal dari kebun Sei Induk Terantam yaitu Kebun Terantam. Sei Kencana. Sei Berlian. Tamora. Sei Lindai dan pembelian Pihak ke III oleh petani sekitar. Sedangkan air yang di gunakan untuk PKS Terantam diperoleh dari sungai tapung.

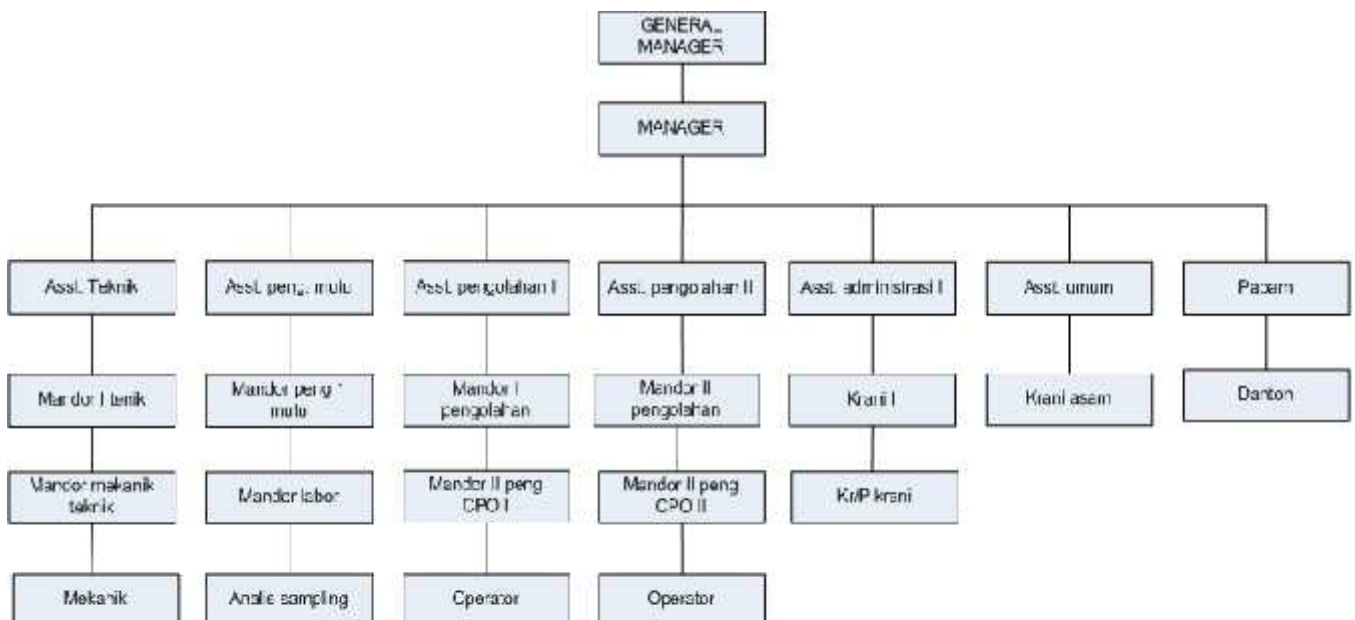
Tabel 4.1 Bahan baku TBS untuk pengolahan PKS Terantam

Sumber	Kuantitas
Kebun Terantam	491 ton/hari
Kebun Sei Kencana	215 ton/hari
Kebun Tamora	8 ton/hari
Kebun Sei Berlian	116 ton/hari
Kebun Sei Lindai	10 ton/hari
Pihak III	160 ton/hari
Jumlah	1000 ton/hari

(Sumber : PKS Terantam, 2012)

4.1.2 Struktur Organisasi PKS Terantam

Struktur organisasi yang digunakan dalam sistem kerja pada PKS Terantam adalah struktur organisasi garis atau lini. Hal ini dimaksudkan agar pengelolaan organisasi dapat dilaksanakan secara terpadu dan menyeluruh dalam rangka pencapaian tujuan perusahaan. Struktur organisasi lini ini diharapkan dapat diperoleh garis wewenang dan tanggung jawab yang jelas serta hubungan kerja antar karyawan dapat terpelihara dengan baik



Gambar 4.1 Struktur Organisasi PKS Terantam

4.2 Pengumpulan Data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini berupa data primer dan data sekunder yang digunakan sebagai pendukung dalam penelitian yang dilakukan. Berdasarkan hasil pengumpulan data, maka data primer dan data sekunder yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

4.2.1 Spesifikasi Mesin dan Harga Awal Pembelian

Harga mesin boiler yang dipakai adalah harga pembelian tahun 1995 senilai Rp. 5.000.000.000.- dan umur pakai mesin diperkirakan selama 20 tahun. Spesifikasinya dapat dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Spesifikasi Mesin *Boiler*

Spesifikasi Mesin Boiler	
Merk boiler	TAKUMA
Tipe boiler	N 600 A
Uap yang dihasilkan	20 Ton Uap/Jam
Kapasitas panas	5607000 kkal / jam. 6.5 MW
Tekanan kerja	Maksimum 16 bar
Tekanan uji	24 bar
Bidang yang dipanaskan	185 m ²
Nomor seri	883.01
Tahun pemakaian	1995
Jenis pembakar	RGL 70 / 2 – A <i>Modulating Operation</i>
Bahan bakar	- Solar - Cangkang sawit
Harga awal mesin boiler	Rp 5.000.000.000
Taksiran umur pakai	20 Tahun

(Sumber : PKS Terantam, 2012)

Berikut adalah cara kerja dari pada mesin *boiler* yang ada pada PKS Terantam. Boiler adalah Sebuah Bejana bertekanan untuk membangkitkan uap dengan memanaskan air menggunakan panas dari pembakaran bahan bakar

yang nanti diteruskan ke turbin sehingga menghasilkan tenaga listrik yang berfungsi untuk untuk menggerakkan seluruh peralatan pengolahan kelapa sawit. penerangan PKS. dan untuk penerangan domestik.



Gambar 4.2 Mesin Boiler PKS Kebun Terantam

4.2.2 Data Pemakaian Bahan Bakar

Data pemakaian bahan bakar dalam hal ini adalah minyak *solar* mesin *Boiler* Jenis *M P (Medium Pressure)* dari tahun 1995 sampai tahun 2011 dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Data Pemakaian Bahan Bakar

Tahun	Tahun Ke -n	Harga bahan bakar /liter (Rp)	Jumlah biaya pertahun (Rp)
1995	1	380	11.400.000
1996	2	380	11.400.000
1997	3	380	11.400.000
1998	4	600	18.000.000
1999	5	600	18.000.000
2000	6	600	18.000.000

(Sumber : PKS Terantam, 2012)

Tabel 4.4 Data Pemakaian Bahan Bakar (Lanjutan)

Tahun	Tahun Ke -n	Harga bahan bakar /liter (Rp)	Jumlah biaya pertahun (Rp)
2001	7	900	27.000.000
2002	8	1.150	34.500.000
2003	9	1.890	56.700.000
2004	10	1.890	56.700.000
2005	11	2.100	84.000.000
2006	12	4.300	86.000.000
2007	13	4.300	96.750.000
2008	14	5.500	108.350.000
2009	15	4.500	110.250.000
2010	16	4.500	110.250.000
2011	17	4.500	110.250.000

(Sumber : PKS Terantam, 2012)

4.2.3 Data Pemakaian Pelumas

Mesin *Boiler* ini memakai pelumas *Nalco Eliminox* untuk perawatan mesin *Boiler*. Data untuk pemakaian pelumas *Nalco Eliminox* pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Data Pemakaian Pelumas

Tahun	Tahun Ke -n	Harga Pelumas/Liter (Rp)	Jumlah Biaya Pertahun (Rp)
1995	1	7.500	637.000
1996	2	7.800	680.000
1997	3	8.000	781.100
1998	4	8.500	802.500
1999	5	8.800	920.400
2000	6	9.000	1.016.000
2001	7	9.700	1.190.000
2002	8	10.800	1.311.200
2003	9	10.900	1.449.000
2004	10	11.500	1.571.400
2005	11	11.500	1.890.000
2006	12	11.500	2.081.900
2007	13	11.500	2.196.500
2008	14	11.500	2.231.000
2009	15	11.500	2.231.000
2010	16	11.500	2.242.500
2011	17	11.500	2.265.500

(Sumber : PKS Terantam, 2012)

4.2.4 Data Biaya *Maintenance* Mesin Boiler

Data ini diperoleh dari biaya-biaya yang dikeluarkan dari biaya perawatan berkala, kerusakan dan penggantian sejumlah suku cadang, sehingga diperoleh jumlah biaya yang dikeluarkan setiap tahun. Data biaya maintenance mesin *Boiler* dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Data biaya *Maintenance*

Tahun	Tahun Ke -n	Jumlah (Rp)
1995	1	2.900.000
1996	2	2.934.000
1997	3	2.987.000
1998	4	3.010.000
1999	5	3.010.000
2000	6	3.175.000
2001	7	3.179.000
2002	8	3.179.000
2003	9	3.810.000
2004	10	4.000.000
2005	11	4.060.000
2006	12	4.450.000
2007	13	4.450.000
2008	14	4.470.000
2009	15	4.510.000
2010	16	4.550.000
2011	17	4.550.000

(Sumber : PKS Terantam, 2012)

4.2.5 Data Jam Operasi dan Jam Perbaikan mesin Boiler

Jam operasi mesin *Boiler* adalah waktu mesin *Boiler* beroperasi selama setahun. Sedangkan Jam Reparasi (Perbaikan) merupakan lama mesin tidak beroperasi selama mesin *Boiler* menjalani pereparasi atau perbaikan. Maintenance yang dilakukan adalah pembersihan rutin tungku boiler dari hasil pembakaran fiber, pengecatan mesin, dan maintenance pipa-pipa. Data jam operasi dan jam perbaikan mesin Boiler dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Data Jam Operasional dan Jam Perbaikan mesin Boiler

Tahun	Tahun Ke -n	Jam Operasi/Tahun (Jam)	Jam Perbaikan/Tahun (Jam)
1995	1	7.095	105
1996	2	7.083	117
1997	3	7.076	124
1998	4	7.061	139
1999	5	7.054	146
2000	6	7.048	152
2001	7	7.041	159
2002	8	7.037	163
2003	9	7.027	173
2004	10	7.030	170
2005	11	7.035	165
2006	12	6.999	201
2007	13	6.987	213
2008	14	6.976	224
2009	15	6.963	237
2010	16	6.961	239
2011	17	6.969	231

(Sumber : PKS Terantam, 2012)

4.2.6 Data Biaya Upah Operator Boiler

Operator *Boiler* berjumlah 2 orang dan upah tenaga kerja untuk operator maintenance *Boiler* dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Data Upah Operator Boiler

Tahun	Tahun ke -n	Upah Tenaga Kerja/Bulan (Rp)	Jumlah Tenaga Kerja	Upah Tenaga Kerja /Tahun (Rp)
1995	1	700.000	2	16.800.000
1996	2	850.000	2	20.400.000
1997	3	900.000	2	21.600.000
1998	4	900.000	2	21.600.000
1999	5	1.000.000	2	24.000.000
2000	6	1.000.000	2	24.000.000

(Sumber : PKS Terantam, 2012)

Tabel 4.9 (Lanjutan) Data Upah Operator *Boiler*

Tahun	Tahun ke -n	Upah Tenaga Kerja/Bulan (Rp)	Jumlah Tenaga Kerja	Upah Tenaga Kerja /Tahun (Rp)
2001	7	1.150.000	2	27.600.000
2002	8	1.150.000	2	27.600.000
2003	9	1.150.000	2	27.600.000
2004	10	1.150.000	2	27.600.000
2005	11	1.200.000	2	28.800.000
2006	12	1.200.000	2	28.800.000
2007	13	1.250.000	2	30.000.000
2008	14	1.300.000	2	31.200.000
2009	15	1.400.000	2	33.600.000
2010	16	1.650.000	2	39.600.000
2011	17	1.700.000	2	40.800.000

(Sumber : PKS Terantam, 2012)

4.3 Pengolahan Data

4.3.1 Perhitungan Depresiasi Tahunan mesin *Boiler*

Depresiasi pada dasarnya adalah penurunan nilai suatu aset karna waktu dan pemakaian. besarnya depresiasi biasanya diatur sedemikian rupa sehingga perusahaan bisa menekan jumlah pajak yang akan harus dibayar, oleh karena ini perusahaan harus memilih metode yang tepat untuk perhitungan depresiasi, dibawah ini akan dijabarkan 4 perhitungan metode depresiasi yang bertujuan untuk melihat hasil depresiasi yang terbesar.

1. Metode garis lurus (*Straight Line*)

Pada metode ini deperesiasi dihitung berbanding langsung dengan umur peralatan. Besar depresiasi dihitung dengan cara:

$$D = \frac{P - S}{n}$$

Dimana:

D = Depresiasi tahunan

P = Harga awal mesin

S = Harga nilai sisa mesin

n = Umur pakai mesin

$$D = \frac{5.000.0000.000 - 1.500.000.000}{20}$$

$$= 175.000.000$$

Nilai sisa mesin didapat dari nilai harga boiler pada saat habis masa pakainya, yaitu nilai mesin pada saat mesin tersebut sudah tidak dipakai lalu dijual, nilai tersebut adalah sebesar Rp 1.500.000.000 (Sumber: PKS Terantam, 2012). Untuk metode garis lurus nilai depresiasi tahun pertamanya adalah **175.000.000**. untuk tahun kedua dan seterusnya nilai tetap sama.

Tabel 4.10 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Metode Garis Lurus

Tahun	Tahun Ke -n	Nilai Depresiasi
1995	1	175.000.000
1996	2	175.000.000
1997	3	175.000.000
1998	4	175.000.000
1999	5	175.000.000
2000	6	175.000.000
2001	7	175.000.000
2002	8	175.000.000
2003	9	175.000.000
2004	10	175.000.000
2005	11	175.000.000
2006	12	175.000.000
2007	13	175.000.000
2008	14	175.000.000
2009	15	175.000.000
2010	16	175.000.000
2012	17	175.000.000
2013	18	175.000.000
2014	19	175.000.000
2015	20	175.000.000
Jumlah		3.500.000.000

2. Metode Persentase Tetap (*Declining Balance Method*)

Dalam metode ini rumus yang digunakan adalah:

$$R = 1 - \left[\frac{S}{I} \right]^{\frac{1}{n}}$$

Dimana :

R = Rasio depresiasi

N = Umur taksiran aset

I = Investasi

S = Nilai Sisa

$$R = 1 - \left[\frac{1.500.000.000}{5.000.000.000} \right]^{\frac{1}{20}}$$
$$= 0.0584$$

Untuk mencari depresiasi tahun pertama :

$$D = R \times I$$

Dimana :

R = Rasio depresiasi

N = Umur taksiran aset

I = Investasi

$$D = 0.0584 \times 5.000.000.000$$
$$= 292.112.600$$

Untuk metode persentase tetap nilai depresiasi tahun pertama nya adalah : **292.112.600** untuk tahun ke 2 dan seterusnya bisa dilihat pada tabel rekapitulasi dibawah ini.

Tabel 4.11 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Metode Persentasi Tetap

Tahun	Tahun Ke -n	Nilai Depresiasi
1995	1	292.112.600
1996	2	275.046.646
1997	3	258.977.728
1998	4	243.847.596
1999	5	229.601.405
2000	6	216.187.512
2001	7	203.557.293

Tabel 4.12 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Metode Persentas Tetap (Lanjutan).

Tahun	Tahun Ke -n	Nilai Depresiasi
2002	8	191.664.963
2003	9	180.467.413
2004	10	169.924.052
2005	11	159.996.660
2006	12	150.649.252
2007	13	141.847.943
2008	14	133.560.829
2009	15	125.757.869
2010	16	118.410.777
2012	17	111.492.921
2013	18	104.979.223
2014	19	98.846.073
2015	20	93.071.236
Jumlah	-	3.500.000.000

3. Metode Jumlah Digit (*Sum Of Years Digit*)

Pada metode ini depresiasi dibebankan lebih besar pada tahun-tahun pertama dan berangsur turun pada tahun ke-n dengan persamaan:

$$D_T = \frac{N - T + 1}{SOYD} (P - S)$$

Dimana:

D_t = Depresiasi tahun ke

N = Taksiran umur alat

T = Tahun Ke

SOYD = Jumlah Digit Tahun 1 Sampai N

P = Harga Awal Mesin

S = Harga nilai sisa mesin

$$\begin{aligned}
 D_1 &= \frac{20 - 1 + 1}{210} (5.000.000.000 - 1.500.000.000) \\
 &= 333.333.333
 \end{aligned}$$

Untuk metode SOYD nilai depresiasi tahun pertama nya adalah 333.333.333 untuk tahun kedua dan seterusnya bisa dilihat ditabel rekapitulasi dibawah ini.

Tabel 4.13 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Metode SOYD

Tahun	Tahun Ke -n	Nilai Depresiasi
1995	1	333.333.333
1996	2	316.666.667
1997	3	300.000.000
1998	4	283.333.333
1999	5	266.666.667
2000	6	250.000.000
2001	7	233.333.333
2002	8	216.666.667
2003	9	200.000.000
2004	10	183.333.333
2005	11	166.666.667
2006	12	150.000.000
2007	13	133.333.333
2008	14	116.666.667
2009	15	100.000.000
2010	16	83.333.333
2012	17	66.666.667
2013	18	50.000.000
2014	19	33.333.333
2015	20	16.666.667
Jumlah	-	3.500.000.000

4. Metode Kombinasi Depresiasi

Metode kombinasi adalah metode penggabungan dari beberapa metode depresiasi yang bertujuan untuk mendapatkan nilai depresiasi yang paling optimal.

Tabel 4.14 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Metode Kombinasi

Tahun	DBD	SLD	SOYD	KOMBINASI	Metode Terpilih
1995	292.112.601	175.000.000	333.333.333	333.333.333	SOYD
1996	275.046.646	175.000.000	316.666.333	316.666.667	SOYD
1997	258.977.728	175.000.000	300.000.000	300.000.000	SOYD
1998	243.847.596	175.000.000	283.333.333	283.333.333	SOYD
1999	229.601.405	175.000.000	266.666.667	266.666.667	SOYD
2000	216.187.512	175.000.000	250.000.000	250.000.000	SOYD
2001	203.557.293	175.000.000	233.333.333	233.333.333	SOYD
2002	191.664.963	175.000.000	216.666.667	216.666.667	SOYD
2003	180.467.413	175.000.000	200.000.000	200.000.000	SOYD
2004	169.924.052	175.000.000	183.333.333	183.333.333	SOYD
2005	159.996.660	175.000.000	166.666.667	175.000.000	SLD
2006	150.649.252	175.000.000	150.000.000	175.000.000	SLD
2007	141.847.943	175.000.000	133.333.333	175.000.000	SLD
2008	133.560.892	175.000.000	116.666.667	175.000.000	SLD
2009	125.757.869	175.000.000	100.000.000	175.000.000	SLD
2010	118.410.777	175.000.000	83.333.333	175.000.000	SLD
2011	111.492.921	175.000.000	66.666.667	175.000.000	SLD
2012	104.979.223	175.000.000	50.000.000	175.000.000	SLD
2013	98.071.236	175.000.000	33.333.333	175.000.000	SLD
2014	93.071.236	175.000.000	16.666.667	175.000.000	SLD
Jumlah	3.500.000.000	3.500.000.000	3.500.000.000	4.333.333.333	-

5. Perbandingan Jumlah Hasil Metode Depresiasi

Tabel 4.15 Rekapitulasi Jumlah Hasil Metode Depresiasi

Metode depresiasi	SLD	SOYD	DBD	Kombinasi
Jumlah	3.500.000.000	3.500.000.000	3.500.000.000	4.333.333.333

Berdasarkan empat metode diatas bisa kita lihat bahwa hasil terbesar dalam perhitungan nilai depresiasi adalah dengan menggunakan metode kombinasi. Dengan demikian untuk melakukan perhitungan selanjutnya maka nilai yang dipakai adalah nilai yang menggunakan metode depresiasi kombinasi, dimana nilai ini bertujuan untuk menyediakan biaya dana pengembalian modal dimasa yang akan datang dan menghindari kerugian dimasa yang akan datang karena habisnya masa pakai mesin.

4.3.2 Perhitungan Harga Akhir Mesin *Boiler*

Harga akhir mesin atau nilai buku suatu aset pada suatu aset adalah nilai investasi setelah dikurangi dengan total depresiasi pada saat itu. setelah kita melakukan perhitungan depresiasi dengan menggunakan metode kombinasi nilai akhir suatu mesin dapat kita tentukan dengan menggunakan rumus :

$$BV_T = P - D$$

Dimana :

BV = Nilai buku / Nilai akhir mesin

P = Harga Awal Mesin

D = Depresiasi

$$\begin{aligned} BV_1 &= 5.000.000.000 - 333.333.333 \\ &= 4.666.666.667 \end{aligned}$$

Harga akhir mesin *boiler* untuk tahun ke-2 hingga harga akhir tahun ke- 20 dihitung dengan cara yang sama. hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Harga Akhir Mesin

Tahun	Tahun Ke -n	Nilai Depresiasi	Nilai mesin
1995	1	333.333.333	4.666.666.667
1996	2	316.666.667	4.350.000.000
1997	3	300.000.000	4.050.000.000
1998	4	283.333.333	3.766.666.667
1999	5	266.666.667	3.500.000.000
2000	6	250.000.000	3.250.000.000
2001	7	233.333.333	3.016.666.667
2002	8	216.666.667	2.800.000.000
2003	9	200.000.000	2.600.000.000
2004	10	183.333.333	2.416.666.667
2005	11	175.000.000	2.241.666.667
2006	12	175.000.000	2.066.666.667
2007	13	175.000.000	1.891.666.667
2008	14	175.000.000	1.716.666.667
2009	15	175.000.000	1.541.666.667
2010	16	175.000.000	1.366.666.667
2011	17	175.000.000	1.191.666.667

Tabel 4.17 (Lanjutan) Rekapitulasi Hasil Perhitungan Harga Akhir Mesin

Tahun	Tahun Ke -n	Nilai Depresiasi	Nilai mesin
2012	18	175.000.000	1.016.666.667
2013	19	175.000.000	841.666.667
2014	20	175.000.000	666.666.667

4.3.3 Perhitungan Biaya Operasional mesin *Boiler*

Biaya operasional mesin *boiler* adalah penjumlahan dari biaya energy, biaya suku cadang, biaya pelumas dan biaya tenaga kerja maintenance. Cara yang sama digunakan untuk tahun berikutnya.

Tabel 4.18 Rekapitulasi hasil Perhitungan Biaya Operasi mesin *Boiler*

Tahun	Jumlah Biaya Bahan Bakar Pertahun (Rp)	Jumlah Biaya Pelumas Pertahun (Rp)	Jumlah Biaya Suku Cadang/ Tahun (Rp)	Jumlah Biaya Upah Operator Maintenance /Tahun (Rp)	Total Biaya Operasional/ Tahun (Rp)
1995	11.400.000	637.000	2.900.000	16.800.000	31.737.000
1996	11.400.000	680.000	2.934.000	20.400.000	35.414.000
1997	11.400.000	781.100	2.987.000	21.600.000	36.768.100
1998	18.000.000	802.500	3.010.000	21.600.000	43.412.500
1999	18.000.000	920.400	3.010.000	24.000.000	45.930.400
2000	18.000.000	1.016.000	3.175.000	24.000.000	46.191.000
2001	27.000.000	1.190.000	3.179.000	27.600.000	58.969.000
2002	34.500.000	1.311.200	3.179.000	27.600.000	66.590.200
2003	56.700.000	1.449.000	3.810.000	27.600.000	89.559.000
2004	56.700.000	1.571.400	4.000.000	27.600.000	89.871.400
2005	84.000.000	1.890.000	4.060.000	28.800.000	118.750.000
2006	86.000.000	2.081.900	4.450.000	28.800.000	121.331.900
2007	96.750.000	2.196.500	4.450.000	30.000.000	133.396.500
2008	108.350.000	2.231.000	4.470.000	31.200.000	146.251.000
2009	110.250.000	2.231.000	4.510.000	33.600.000	150.591.000
2010	110.250.000	2.242.500	4.550.000	39.600.000	156.642.500
2011	110.250.000	2.265.500	4.550.000	40.800.000	157.865.500

4.3.4 Perhitungan Biaya Down Time

Biaya *Down Time* merupakan biaya yang timbul akibat hilangnya kesempatan mesin untuk beroperasi karena mesin tersebut rusak atau sedang diperbaiki. Biaya *down time* dihitung berdasarkan jam reparasi mesin pertahun dibagi dengan jam kerja mesin pertahun dikali dengan biaya operator tiap tahun. Perhitungan biaya *down time* untuk tahun pertama dihitung dengan persamaan :

$$Bd = \frac{Jr}{Jk} Bo$$

Dimana :

Bd = Biaya *down time*

Jr = Jam reparasi pertahun

Jk = Jam kerja normal mesin pertahun

Bo = Biaya operator

Perhitungan biaya *Down Time* mesin *Boiler* untuk tahun 1995

Jk = 7200 jam

Jr = 105 jam

Bo= Rp. 16.800.000

$$\begin{aligned} \text{- Biaya down time} = Bd &= \frac{105}{7200} \times 16.800.000 \\ &= 245.000 \end{aligned}$$

Demikian juga untuk tahun-tahun selanjutnya. perhitungan dilakukan dengan cara yang sama. Perhitungan biaya *down time* dapat dilihat pada tabel.

Tabel 4.19 Rekapitulasi Perhitungan Biaya Down Time

Tahun	(Jk) Jam Operasi/ Tahun (Jam)	(Jr) Jam Perbaikan/ Tahun (Jam)	(Bo) Upah Operator/ Tahun (Rp)	(Bd) Biaya Downtime/ Tahun (Rp)
1995	7.200	105	16.800.000	245.000
1996	7.200	117	20.400.000	331.500
1997	7.200	124	21.600.000	372.000
1998	7.200	139	21.600.000	417.000
1999	7.200	146	24.000.000	486.667
2000	7.200	152	24.000.000	506.667
2001	7.200	159	27.600.000	609.500

Tabel 4.20 Rekapitulasi Perhitungan Biaya Down Time (Lanjutan)

Tahun	(Jk) Jam Operasi/ Tahun (Jam)	(Jr) Jam Perbaikan/ Tahun (Jam)	(Bo) Upah Operator/ Tahun (Rp)	(Bd) Biaya Downtime/ Tahun (Rp)
2002	7.200	163	27.600.000	624.833
2003	7.200	173	27.600.000	663.167
2004	7.200	170	27.600.000	651.667
2005	7.200	165	28.800.000	660.000
2006	7.200	201	28.800.000	804.000
2007	7.200	213	30.000.000	887.500
2008	7.200	224	31.200.000	970.667
2009	7.200	237	33.600.000	1.106.000
2010	7.200	239	39.600.000	1.314.500
2011	7.200	231	40.800.000	1.309.000

4.3.5 Perhitungan Biaya Tahunan Rata-rata (EAOC)

Perhitungan biaya tahunan rata-rata mesin *boiler* meliputi :

1. Perhitungan Biaya Operasional tahunan rata-rata

Biaya operasional dihitung ekivalensinya selama umur pemakaiannya. Dengan mempertimbangkan bunga uang, umur ekonomis dapat dicapai pada saat total *ekivalensi* biaya tahunan rata-rata minimum.

Perhitungan biaya EAOC Operasional dihitung dengan persamaan :

$$EAOC = PW (\text{Operating Cost for N Year}) (A/P. i. N)$$

Dimana :

$EAOC = \text{Equivalent Annual Operating Cost}$

$PW = \text{Present Worth (P/F;6\%.n)}$

$(\text{Operating Cost for N Year}) = \text{Total Biaya Operasional}$

$(A/P;6\%.N) = \text{Capital Recovery Factor}$

Perhitungan biaya operasional tahunan rata-rata untuk tahun 1995 adalah

$$PW = 0.9434$$

$$(\text{Operating Cost for N Year}) = 31.737.000$$

$$(A/P;6\%.N) = 1.0600$$

$$EAOC = 31.737.000 \times 0.9434 \times 1.0600 \\ = \mathbf{31.737.127}$$

Untuk Perhitungan biaya operasional tahunan rata-rata tahun selanjutnya bisa kita dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.21 Perhitungan Biaya Operasional Tahunan Rata-Rata

Tahun	Biaya Operasional	P.W.F (P/F;6%.n)	P.V Biaya Oprasional	P.V Biaya Operasional	(A/P;6%.N)	EAOE Operasional
1995	31.737.000	0.9434	29.940.686	29.940.686	1.0600	31.737.127
1996	35.414.000	0.8900	31.518.460	61.459.146	0.5454	33.519.818
1997	36.768.100	0.8396	30.870.497	92.329.643	0.3741	34.540.519
1998	43.412.500	0.7921	34.387.041	126.716.684	0.2886	36.570.435
1999	45.930.400	0.7473	34.323.788	161.040.472	0.2373	38.214.904
2000	46.191.000	0.7050	32.564.655	193.605.127	0.2034	39.379.283
2001	58.969.000	0.6651	39.220.282	232.825.409	0.1791	41.699.031
2002	66.590.200	0.6274	41.778.691	274.604.100	0.1610	44.211.260
2003	89.559.000	0.5919	53.009.972	327.614.072	0.1470	48.159.269
2004	89.871.400	0.5584	50.184.190	377.798.262	0.1359	51.342.784
2005	118.750.000	0.5268	62.557.500	440.355.762	0.1268	55.837.111
2006	121.331.900	0.4970	60.301.954	500.657.716	0.1193	59.728.466
2007	133.396.500	0.4688	62.536.279	563.193.995	0.1130	63.640.921
2008	146.251.000	0.4423	64.686.817	627.880.813	0.1076	67.559.975
2009	150.591.000	0.4173	62.841.624	690.722.437	0.1030	71.144.411
2010	156.642.500	0.3936	61.654.488	752.376.925	0.0990	74.485.316
2011	157.865.500	0.3714	58.631.247	811.008.172	0.0954	77.370.180

2. Perhitungan Biaya downtime tahunan rata-rata

Total Biaya operasional dihitung ekivalensinya selama umur pemakaiannya. Dengan mempertimbangkan bunga uang, umur ekonomis dapat dicapai pada saat total *ekivalensi* biaya tahunan rata-rata minimum.

Perhitungan biaya EAOE Operasional dihitung dengan persamaan

$$EAOE = PW (\text{Operating Cost for N Year}) (A/P. i. N)$$

Dimana :

$EAOE = \text{Equivalent Annual Operating Cost}$

$PW = \text{Present Worth}$

$(\text{Operating Cost for N Year}) = \text{Total Biaya Operasional}$

$(A/P;6\%.N) = \text{Capital Recovery Factor}$

Perhitungan biaya downtime tahunan rata-rata untuk tahun 1995 adalah

$$PW = 0.9434$$

$$(Operating\ Cost\ for\ N\ Year) = 245.000.$$

$$(A/P;6\%.N) = 1.0600$$

$$EAOC = 245.000 \times 0.9434 \times 1.0600 \\ = \mathbf{245.001}$$

Untuk Perhitungan biaya operasional tahunan rata-rata tahun selanjutnya bisa kita dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.22 Perhitungan Biaya Downtime Tahunan Rata-Rata

Tahun	Biaya Downtime	PWF (P/F;6%.n)	P.V Biaya Downtime	P.V Biaya Downtime	CRF (A/P;6%.N)	EAOC Downtime
1995	245.000	0.9434	231.133	231.133	1.0600	245.001
1996	331.500	0.8900	295.035	526.168	0.5454	286.972
1997	372.000	0.8396	312.331	838.499	0.3741	313.683
1998	417.000	0.7921	330.306	1.168.805	0.2886	337.317
1999	486.667	0.7473	363.686	1.532.491	0.2373	363.660
2000	506.667	0.7050	357.200	1.889.691	0.2034	384.363
2001	609.500	0.6651	405.378	2.295.069	0.1791	411.047
2002	624.833	0.6274	392.020	2.687.090	0.1610	432.621
2003	663.167	0.5919	392.528	3.079.618	0.1470	452.704
2004	651.667	0.5584	363.891	3.443.509	0.1359	467.973
2005	660.000	0.5268	347.688	3.791.197	0.1268	480.724
2006	804.000	0.4970	399.588	4.190.785	0.1193	499.961
2007	887.500	0.4688	416.060	4.606.845	0.1130	520.573
2008	970.667	0.4423	429.326	5.036.171	0.1076	541.892
2009	1.106.000	0.4173	461.534	5.497.704	0.1030	566.264
2010	1.314.500	0.3936	517.387	6.015.092	0.0990	595.494
2011	1.309.000	0.3714	486.163	6.501.254	0.0954	620.220

4.3.6 Perhitungan Pengembalian Modal (*Capital Recovery*)

Untuk menghitung besarnya pengembalian modal setiap tahun digunakan metode *Capital Recovery* dengan perumusan :

$$CR = (P - L)(A/P, i, n) + Li$$

dimana :

$CR = \text{Capital Recovery}$

$P = \text{Harga awal mesin}$

$L = \text{Harga akhir mesin}$

$i = \text{Bunga uang}$

$n = \text{Umur pakai mesin}$

$(A/P; 6\%.1) = \text{Capital Recovery Factor}$

Dalam perhitungan ini untuk mencari besarnya pengembalian modal. bunga uang yang digunakan adalah sebesar $i = 6\%$ disesuaikan dengan suku bunga bank.

Contoh perhitungan dana pengembalian modal (CR) mesin untuk tahun pertama adalah sebagai berikut :

Perhitungan Pengembalian Modal (CR) Mesin *boiler*:

$P = \text{Rp } 5.000.000.000$

$L = \text{Rp } 4.666.666.667$

$i = 6\%$

$(A/P; 6\%.1) = 1.0600$

$$CR = (5.000.000.000 - 4.666.666.667) (1.0600) + (4.666.666.667) (0.06)$$

$$CR = \text{Rp } 633.333.333$$

Demikian seterusnya untuk perhitungan dana pengembalian modal tahun berikutnya. yaitu untuk umur pemakaian selama n tahun. dilakukan dengan cara yang sama. sehingga diperoleh hasil seperti pada Tabel 4.23.

Tabel 4.23 Perhitungan *Capital Recovery*

Tahun	Tahun Ke -n	(A/P.6%.n)	I	Harga Akhir Mesin (L)	Harga Awal (P)	CR
1995	1	1.0600	0.06	4.666.666.667	5.000.000.000	633.333.333
1996	2	0.5454	0.06	4.366.666.666	5.000.000.000	607.420.000
1997	3	0.3741	0.06	4.100.000.000	5.000.000.000	582.690.000
1998	4	0.2886	0.06	3.866.666.668	5.000.000.000	559.080.000
1999	5	0.2373	0.06	3.666.666.665	5.000.000.000	536.400.000
2000	6	0.2034	0.06	3.500.000.000	5.000.000.000	515.100.000
2001	7	0.1791	0.06	3.366.666.669	5.000.000.000	494.530.000
2002	8	0.1610	0.06	3.266.666.664	5.000.000.000	475.066.667
2003	9	0.1470	0.06	3.200.000.000	5.000.000.000	456.600.000
2004	10	0.1359	0.06	3.166.666.670	5.000.000.000	439.150.000
2005	11	0.1268	0.06	3.075.000.000	5.000.000.000	428.590.000
2006	12	0.1193	0.06	2.900.000.000	5.000.000.000	424.530.000
2007	13	0.1130	0.06	2.725.000.000	5.000.000.000	420.575.000
2008	14	0.1076	0.06	2.550.000.000	5.000.000.000	416.620.000
2009	15	0.1030	0.06	2.375.000.000	5.000.000.000	412.875.000
2010	16	0.0990	0.06	2.200.000.000	5.000.000.000	409.200.000
2011	17	0.0954	0.06	2.025.000.000	5.000.000.000	405.315.000
2012	18	0.0924	0.06	1,850,000,000	5.000.000.000	402,960,000
2013	19	0.0896	0.06	1,675,000,000	5.000.000.000	401,420,000
2014	20	0.0872	0.06	1,500,000,000	5.000.000.000	399,200,000

4.3.7 Perhitungan Total Biaya Tahunan Rata-Rata (EUAC)

Total biaya tahunan rata-rata dihitung dengan rumus :

$$EUAC = EAO C + CR$$

Dimana:

EUAC = *Equivalent Uniform Annual Cost*

EAO C = *Equivalent Annual Operating Cost*

CR = *Capital Recovery*

Umur ekonomis mesin boiler diperoleh jika total biaya tahunan rata-rata mesin boiler mencapai minimum dan selanjutnya terjadi biaya fluktuatif naik. Jika belum belum diperoleh biaya tahunan rata-rata minimum maka dilakukan peramalan sampai diperoleh biaya tahunan rata-rata minimum. Perhitungan umur ekonomis mesin boiler dapat dilihat pada Tabel 4.24.

Contoh perhitungan EUAC mesin untuk tahun pertama adalah sebagai berikut :

Perhitungan EUAC Mesin *boiler*:

$$\text{EAOC Operasional} = \text{Rp } 31.737.127$$

$$\text{EAOC Downtime} = \text{Rp } 245.001$$

$$\text{Capital Recovery} = \text{Rp } 633.333.333$$

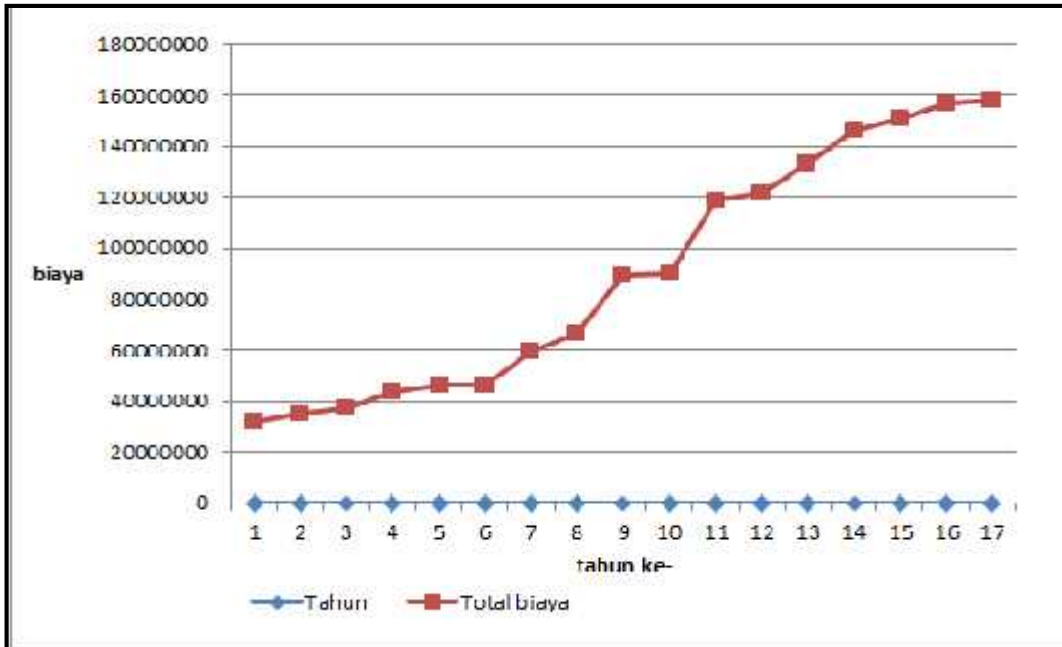
$$\begin{aligned} \text{EUAC} &= 31.737.127 + 245.001 + 633.333.333 \\ &= 665.315.461 \end{aligned}$$

Tabel 4.24 Perhitungan Total Biaya Tahunan Rata-Rata Mesin Boiler

Tahun	EAOC Operasional	EAOC Biaya Downtime	CR	EUAC
1995	31.737.127	245.001	633.333.333	665.315.461
1996	33.519.818	286.972	607.420.000	641.226.790
1997	34.540.519	313.683	582.690.000	617.544.202
1998	36.570.435	337.317	559.080.000	595.987.752
1999	38.214.904	363.660	536.400.000	574.978.564
2000	39.379.283	384.363	515.100.000	554.863.646
2001	41.699.031	411.047	494.530.000	536.640.078
2002	44.211.260	432.621	475.066.667	519.710.549
2003	48.159.269	452.704	456.600.000	505.211.972
2004	51.342.784	467.973	439.150.000	490.960.757
2005	55.837.111	480.724	428.590.000	484.907.834
2006	59.728.466	499.961	424.530.000	484.758.426
2007	63.640.921	520.573	420.575.000	484.736.495
2008	67.559.975	541.892	416.620.000	484.721.867
2009	71.144.411	566.264	412.875.000	484.585.675
2010	74.485.316	595.494	409.200.000	484.280.810
2011	77.370.180	620.220	405.315.000	483.305.399

4.3.8 Peramalan Biaya Operasional

Peramalan harus dilakukan karena biaya tahunan rata-rata mesin *boiler* belum diperoleh. Peramalan beberapa tahun kedepan dilakukan terhadap nilai konstan biaya operasional dan nilai konstan biaya *down time*.



Gambar 4.3 Grafik Pola Data Operasional

Pemilihan teknik peramalan ini didasarkan atas bentuk pola data. Pada analisa replacement study di sini digunakan peramalan dengan pola trend, bisa kita lihat berdasarkan grafik bahwa biaya-biaya yang ada memiliki kecenderungan naik dari tahun ke tahun. Metode yang dipakai untuk peramalan biaya-biaya tersebut adalah *Metode Trend Line Analysis Model*.

1. Metode Trend Line Analysis Model

Bentuk persamaannya adalah:

$$f_t = a + b(t)$$

Dimana:

f_t = Nilai peramalan

a = intersep

b = *slope*/tingkat perubahan biaya

Slope dan intersep dari persamaan dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$b = \frac{\sum tA - n(\bar{t})(\bar{a})}{\sum t^2 - n(\bar{t})^2}$$

$$a = (\bar{a}) - b(\bar{t})$$

Dimana:

b = *slope*/tingkat perubahan biaya

a = intersep

t = indeks waktu

\bar{t} = nilai rata rata dari t

A = nilai biaya

\bar{a} = nilai rata-rata biaya per periode waktu, rata-rata dari A

Tabel 4.25 Perhitungan *Metode Trend Line Analysis Model*

Tahun	Total biaya	t	A	t.A	t ²
1995	31.737.000.00	1	31.737.000	31.737.000	1
1996	35.414.000.00	2	35.414.000	70.828.000	4
1997	36.768.100.00	3	36.768.100	110.304.300	9
1998	43.412.500.00	4	43.412.500	173.650.000	16
1999	45.930.400.00	5	45.930.400	229.652.000	25
2000	46.191.000.00	6	46.191.000	277.146.000	36
2001	58.969.000.00	7	58.969.000	412.783.000	49
2002	66.590.200.00	8	66.590.200	532.721.600	64
2003	89.559.000.00	9	89.559.000	806.031.000	81
2004	89.871.400.00	10	89.871.400	898.714.000	100
2005	118.750.000.00	11	118.750.000	1.306.250.000	121
2006	121.331.900.00	12	121.331.900	1.455.982.800	144
2007	133.396.500.00	13	133.396.500	1.734.154.500	169
2008	146.251.000.00	14	146.251.000	2.047.514.000	196
2009	150.591.000.00	15	150.591.000	2.258.865.000	225
2010	156.642.500.00	16	156.642.500	2.506.280.000	256
2011	157.865.500.00	17	157.865.500	2.683.713.500	289
Jumlah		153	1.529.271.000	17.536.326.700	1.785
Rata-Rata		9	89.957.118	1.031.548.629	105

$$b = \frac{\sum tA - n(\bar{t})(\bar{a})}{\sum t^2 - n(\bar{t})^2}$$

$$b = \frac{(17.536.326700) - (17 \times 9 \times 89.957.118)}{(1.785) - (17 \times 81)}$$

$$b = 9,247,274$$

$$a = (\bar{a}) - b(\bar{t})$$

$$a = 89,957,118 - 9,247,274 \times 9$$

$$a = 6,731,654$$

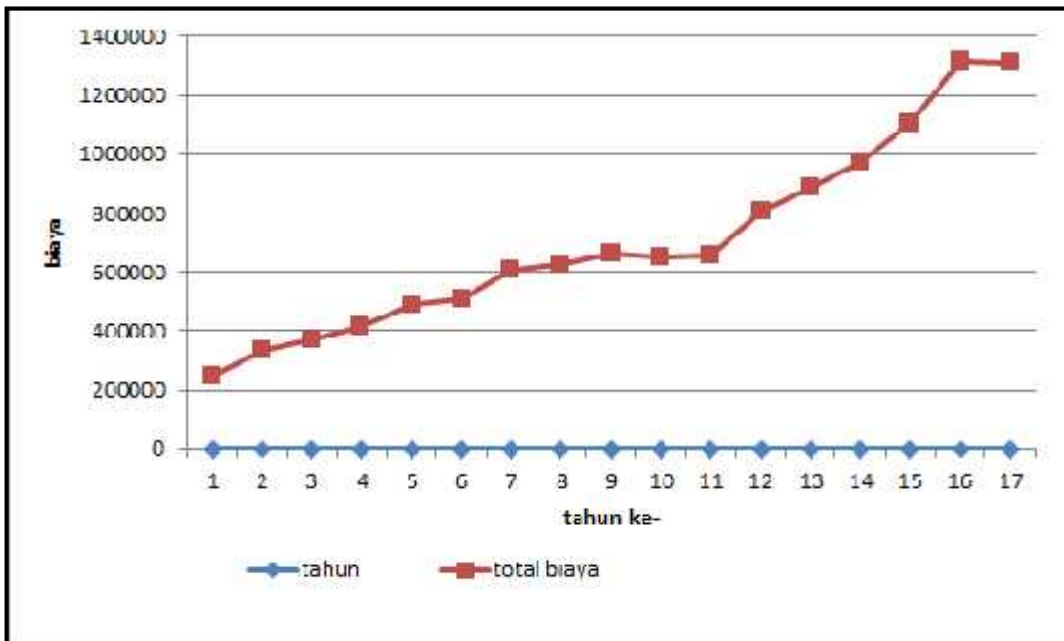
Perhitungan peramalan biaya operasional mesin *boiler* dapat dilihat pada Tabel 4.29 dengan persamaan : $f_t = 6,731,654 + 9,247,274 (t)$

Tabel 4.26 Rekapitulasi Hasil Peramalan Biaya Operasional

Tahun	t	f
2012	18	173.182.586
2013	19	182.429.860
2014	20	191.677.134
2015	21	200.924.408
2016	22	210.171.682
2017	23	219.418.956
2018	24	228.666.230
2019	25	237.913.504

4.3.9 Peramalan Biaya Downtime

Peramalan harus dilakukan karena biaya tahunan rata-rata mesin *boiler* belum diperoleh. Peramalan beberapa tahun kedepan dilakukan terhadap nilai konstan biaya operasi dan nilai konstan biaya *down time*.



Gambar 4.3 Grafik Pola Data Biaya *Downtime*

Pemilihan teknik peramalan ini didasarkan atas bentuk pola data. Pada analisa replacement study di sini digunakan peramalan dengan pola trend. bisa kita lihat berdasarkan grafik bahwa biaya-biaya yang ada memiliki kecenderungan naik dari tahun ke tahun. Metode yang dipakai untuk peramalan biaya-biaya tersebut adalah *Metode Trend Line Analysis Model*.

1. *Metode Trend Line Analysis Model*

Bentuk persamaannya adalah:

$$f_t = a + b(t)$$

Dimana:

f_t = Nilai peramalan

a = intersep

b = *slope*/tingkat perubahan biaya

Slope dan intersep dari persamaan dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$b = \frac{\sum tA - n(\bar{t})(\bar{a})}{\sum t^2 - n(\bar{t})^2}$$

$$a = (\bar{a}) - b(\bar{t})$$

Dimana:

b = *slope*/tingkat perubahan biaya

a = intersep

t = indeks waktu

\bar{t} = nilai rata rata dari t

A = Variabel permintaan

\bar{a} = nilai rata-rata biaya per periode waktu. rata-rata dari A

Tabel 4.27 Perhitungan *Metode Trend Line Analysis Model*

Tahun	Total biaya	<i>t</i>	<i>A</i>	<i>t.A</i>	<i>t</i> ²
1995	245.000	1	245.000	245.000	1
1996	331.500	2	331.500	663.000	4
1997	372.000	3	372.000	1.116.000	9
1998	417.000	4	417.000	1.668.000	16
1999	486.667	5	486.667	2.433.335	25
2000	506.667	6	506.667	3.040.002	36
2001	609.500	7	609.500	4.266.500	49
2002	624.883	8	624.883	4.999.064	64
2003	663.167	9	663.167	5.968.503	81
2004	651.667	10	651.667	6.516.670	100
2005	660.000	11	660.000	7.260.000	121
2006	804.000	12	804.000	9.648.000	144
2007	887.500	13	887.500	11.537.500	169
2008	970.667	14	970.667	13.589.338	196
2009	1.106.000	15	1.106.000	16.590.000	225
2010	1.314.500	16	1.314.500	21.032.000	256
2011	1.309.000	17	1.309.000	22.253.000	289
Jumlah		153	11.959.718	132.825.912	1.785
Rata-Rata		9	703.513	7.813.289	105

$$b = \frac{\sum tA - n(\bar{t})(\bar{a})}{\sum t^2 - n(\bar{t})^2}$$

$$b = \frac{(132.825.912) - (17 \times 9 \times 703.513)}{(1.785) - (17 \times 81)}$$

$$b = 61,736$$

$$a = (\bar{a}) - b(\bar{t})$$

$$a = (703.513) - 61.736 \times 9$$

$$a = 147.885$$

Perhitungan peramalan biaya downtime mesin *boiler* dapat dilihat pada Tabel 4.29 dengan persamaan : $f_t = 147.885 + 61.736 (t)$

Tabel 4.28 Rekapitulasi Hasil Peramalan Biaya
downtime Metode Trend Line Analysis Model

Tahun	t	f
2012	18	1.259.133
2013	19	1.320.869
2014	20	1.382.605
2015	21	1.444.341
2016	22	1.506.077
2017	23	1.567.813
2018	24	1.629.549
2019	25	1.691.285

4.3.10 Perhitungan Biaya Tahunan Rata-rata (EAOC) Setelah Peramalan

Perhitungan biaya tahunan rata-rata mesin *boiler* meliputi :

1. Perhitungan Biaya Operasional Tahunan Rata-Rata

Tabel 4.29 Perhitungan Biaya Operasional Tahunan Rata-Rata

Tahun	Biaya Operasional	P.W.F (P/F;6%.n)	P.V Biaya Oprasional	Sigma P.V Biaya Operasional	(A/P;6%.N)	EAOC Operasional
1995	31.737.000	0.9434	29.940.686	29.940.686	1.0600	31.737.127
1996	35.414.000	0.8900	31.518.460	61.459.146	0.5454	33.519.818
1997	36.768.100	0.8396	30.870.497	92.329.643	0.3741	34.540.519
1998	43.412.500	0.7921	34.387.041	126.716.684	0.2886	36.570.435
1999	45.930.400	0.7473	34.323.788	161.040.472	0.2373	38.214.904
2000	46.191.000	0.7050	32.564.655	193.605.127	0.2034	39.379.283
2001	58.969.000	0.6651	39.220.282	232.825.409	0.1791	41.699.031
2002	66.590.200	0.6274	41.778.691	274.604.100	0.1610	44.211.260
2003	89.559.000	0.5919	53.009.972	327.614.072	0.1470	48.159.269
2004	89.871.400	0.5584	50.184.190	377.798.262	0.1359	51.342.784
2005	118.750.000	0.5268	62.557.500	440.355.762	0.1268	55.837.111
2006	121.331.900	0.4970	60.301.954	500.657.716	0.1193	59.728.466
2007	133.396.500	0.4688	62.536.279	563.193.995	0.1130	63.640.921
2008	146.251.000	0.4423	64.686.817	627.880.813	0.1076	67.559.975
2009	150.591.000	0.4173	62.841.624	690.722.437	0.1030	71.144.411
2010	156.642.500	0.3936	61.654.488	752.376.925	0.0990	74.485.316
2011	157.865.500	0.3714	58.631.247	811.008.172	0.0954	77.370.180
2012	173.182.582	0.3503	60.665.858	871.674.030	0.0924	80.542.680
2013	182.429.855	0.3505	63.941.664	935.615.694	0.0896	83.831.166
2014	191.677.129	0.3118	59.764.929	995.380.623	0.0872	86.797.190
2015	200.924.403	0.2942	59.111.959	1.054.492.583	0.0850	89.631.870
2016	210.171.677	0.2775	58.322.640	1.112.815.223	0.0830	92.363.664
2017	219.418.950	0.2618	57.443.881	1.170.259.104	0.0813	95.142.065
2018	228.666.224	0.2470	56.480.557	1.226.739.662	0.0797	97.771.151
2019	237.913.498	0.2330	55.433.845	1.282.173.507	0.0782	100.265.968

2. Perhitungan Biaya Downtime Tahunan Rata-Rata

Tabel 4.30 Perhitungan Biaya Downtime Tahunan Rata-Rata

Tahun	Biaya Downtime	PWF (P/F;6%.n)	P.V Biaya Oprasional	Sigma P.V Biaya Operasional	(A/P;6%.N)	EAOC Downtime
1995	245.000	0.9434	231.133	231.133	1.0600	245.001
1996	331.500	0.8900	295.035	526.168	0.5454	286.972
1997	372.000	0.8396	312.331	838.499	0.3741	313.683
1998	417.000	0.7921	330.306	1.168.805	0.2886	337.317
1999	486.667	0.7473	363.686	1.532.491	0.2373	363.660
2000	506.667	0.7050	357.200	1.889.691	0.2034	384.363
2001	609.500	0.6651	405.378	2.295.069	0.1791	411.047
2002	624.833	0.6274	392.020	2.687.090	0.1610	432.621
2003	663.167	0.5919	392.528	3.079.618	0.1470	452.704
2004	651.667	0.5584	363.891	3.443.509	0.1359	467.973
2005	660.000	0.5268	347.688	3.791.197	0.1268	480.724
2006	804.000	0.4970	399.588	4.190.785	0.1193	499.961
2007	887.500	0.4688	416.060	4.606.845	0.1130	520.573
2008	970.667	0.4423	429.326	5.036.171	0.1076	541.892
2009	1.106.000	0.4173	461.534	5.497.704	0.1030	566.264
2010	1.314.500	0.3936	517.387	6.015.092	0.0990	595.494
2011	1.309.000	0.3714	486.163	6.501.254	0.0954	620.220
2012	1.259.140	0.3503	441.077	6.942.331	0.0924	641.471
2013	1.320.877	0.3505	462.967	7.405.298	0.0896	663.515
2014	1.382.613	0.3118	431.099	7.836.397	0.0872	683.334
2015	1.444.350	0.2942	424.928	8.261.325	0.0850	702.213
2016	1.506.086	0.2775	417.939	8.679.264	0.0830	720.379
2017	1.567.822	0.2618	410.456	9.089.720	0.0813	738.994
2018	1.629.559	0.2470	402.501	9.492.221	0.0797	756.530
2019	1.691.295	0.2330	394.072	9.886.292	0.0782	773.108

3. Perhitungan Total Biaya Tahunan Rata-Rata (EUAC) Setelah Peramalan

Total biaya tahunan rata-rata dihitung tiap tahunnya. umur ekonomis diperoleh jika total biaya tahunan rata-rata *mesin boiler* minimum.

Total biaya tahunan rata-rata dihitung dengan rumus :

$$EUAC = EAOOC + CR$$

Dimana:

EUAC = *Equivalent Uniform Annual Cost*

EAOOC = *Equivalent Annual Operating Cost*

CR = *Capital Recovery*

Tabel 4.31 Perhitungan Biaya Tahunan Rata-Rata Mesin Boiler

Tahun	Tahun ke n	EAOOC Biaya Operasional	EAOOC Biaya Downtime	CR	EUAC
1995	1	31.737.127	245.001	633.333.333	665.315.461
1996	2	33.519.818	286.972	607.420.000	641.226.790
1997	3	34.540.519	313.683	582.690.000	617.544.202
1998	4	36.570.435	337.317	559.080.000	595.987.752
1999	5	38.214.904	363.660	536.400.000	574.978.564
2000	6	39.379.283	384.363	515.100.000	554.863.646
2001	7	41.699.031	411.047	494.530.000	536.640.078
2002	8	44.211.260	432.621	475.066.667	519.710.549
2003	9	48.159.269	452.704	456.600.000	505.211.972
2004	10	51.342.784	467.973	439.150.000	490.960.757
2005	11	55.837.111	480.724	428.590.000	484.907.834
2006	12	59.728.466	499.961	424.530.000	484.758.426
2007	13	63.640.921	520.573	420.575.000	484.736.495
2008	14	67.559.975	541.892	416.620.000	484.721.867
2009	15	71.144.411	566.264	412.875.000	484.585.675
2010	16	74.485.316	595.494	409.200.000	484.280.810
2011	17	77.370.180	620.220	405.315.000	483.305.399
2012	18	80.542.680	641.471	402.960.000	484.144.152
2013	19	83.831.166	663.515	401.420.000	485.914.681
2014	20	86.797.190	683.334	399.200.000	486.680.524

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa biaya operasi setiap tahunnya meningkat. tetapi terjadi penurunan biaya operasi pada tahun ke 17 (tahun 2011). dan biaya operasi tersebut akan naik kembali pada tahun ke 18 (tahun 2012). Maka biaya tahunan rata-rata minimum dan didapatlah umur ekonomis mesin boiler terdapat pada tahun ke 17 (tahun 2011). Dari perhitungan total biaya tahunan rata-rata mesin boiler diperoleh total biaya tahunan rata-rata minimum pada tahun ke-17 (Tahun 2011) sejak tahun pembelian (tahun 1995) sebesar Rp. 483.305.399.

BAB V ANALISA

5.1 Analisa Pengumpulan Data

Data-data yang dibutuhkan untuk menentukan umur ekonomis mesin *Boiler* tipe MP (*Medium Pressure*) di PTPN V PKS Kebun Terantam diperoleh secara langsung dari observasi, interview pada staf perusahaan dan data-data mesin *Boiler* tipe MP (*Medium Pressure*). Adapun data yang digunakan dalam studi kasus ini adalah sebagai berikut :

1. Profil Perusahaan
2. Spesifikasi Mesin dan Harga Awal Pembelian
3. Data Pemakaian Bahan Bakar
4. Data Pemakaian Pelumas
5. Data Biaya *Maintenance* Mesin Boiler
6. Data Jam Operasional dan Jam Perbaikan mesin Boiler
7. Data Upah Operator *Boiler*

Berikut adalah tabel hasil rekapitulasi dari biaya-biaya operasional dan data jam operasional mesin dari tahun 1995-2011 :

Tabel 5.1 Rekapitulasi Biaya Operasional

Tahun	Total Biaya Operasional/ Tahun (Rp)	Jam Perbaikan/ Tahun (Jam)
1995	31,737,000	105
1996	35,414,000	117
1997	36,768,100	124
1998	43,412,500	139
1999	45,930,400	146
2000	46,191,000	152
2001	58,969,000	159
2002	66,590,200	163
2003	89,559,000	173
2004	89,871,400	170

Tabel 5.2 (Lanjutan) Rekapitulasi Biaya Operasional

Tahun	Total Biaya Operasional/ Tahun (Rp)	Jam Perbaikan/ Tahun (Jam)
2005	118,750,000	165
2006	121,331,900	201
2007	133,396,500	213
2008	146,251,000	224
2009	150,591,000	237
2010	156,642,500	239
2011	157,865,500	231

Dari tabel dapat kita analisa bahwa nilai data biaya operasional tiap tahunnya terjadi peningkatan dan untuk jam operasional mesin tiap tahunnya terus menurun, ada pun faktor yang menyebabkan hal tersebut adalah salah satunya dikarenakan jam maintenance terus meningkat sehingga waktu produksi menurun dan ongkos operasional meningkat, banyak faktor yang menyebabkan terus meningkatnya ongkos biaya operasional diantara lain adalah keusangan alat mesin sehingga terjadi ongkos *maintenance* dan naiknya harga biaya bahan bakar sehingga menyebabkan ongkos biaya produksi terus meningkat tiap tahunnya.

5.2 Analisa pengolahan data

5.2.1 Analisa Perhitungan Depresiasi

Dari data dan hasil pengolahan data yang diperoleh, untuk perhitungan nilai depresiasi atau penyusutan digunakan 4 metode yaitu Metode garis lurus (*Straight Line*), Metode Persentase Tetap (*Declining Balance Method*), Metode Jumlah Digit (*Sum Of Years Digit*), Metode Kombinasi Depresiasi. Perhitungan dilakukan selama 20 tahun yang dilakukan dari tahun 1995-2014, Dari ke empat metode tersebut dapat kita analisa hasil pengolahan data yang diperoleh untuk perhitungan depresiasi metode yang terpilih adalah metode kombinasi, yaitu metode penggabungan dari beberapa metode depresiasi yang bertujuan untuk mendapatkan nilai depresiasi yang paling optimal dimana pada perhitungan ini menggunakan cara perbandingan dari beberapa metode depresiasi yang telah dihitung, dimana nilai yang terbesar tiap tahunnya itu lah nilai yang terpilih,

dimana nilai ini bertujuan untuk menyediakan biaya depresiasi mesin yang optimal karena pemakaian suatu mesin akan menurun pada tahun-tahun berikutnya, sehingga perusahaan dapat menjamin kontinuitas usaha bila mesin habis masa pakainya dan perlu diganti dengan mesin yang baru.

5.2.2 Perhitungan biaya tahunan rata-rata (EAOC)

1. Analisa Perhitungan Biaya Operasional tahunan rata-rata

Berdasarkan pengolahan data total biaya operasional dihitung ekivalensinya selama umur pemakaiannya, Suku bunga yang digunakan adalah sebesar 6 % dimana suku bunga ini didapat pada Bank Agro berdasarkan bungan pinjaman investasi. Untuk rekapitulasi hasil perhitungan EAOC bisa dilihat ditabel 5.4.

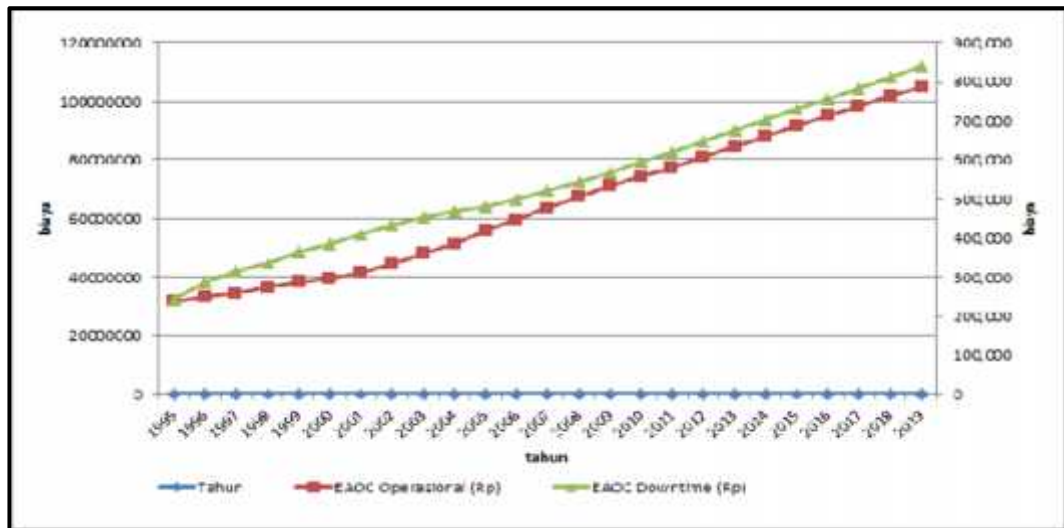
Tabel 5.3 Rekapitulasi hasil perhitungan EAOC operasional dan EAOC downtime

Tahun	EAOC Operasional (Rp)	EAOC <i>Downtime</i> (Rp)
1995	31,737,127	245,001
1996	33,519,818	286,972
1997	34,540,519	313,683
1998	36,570,435	337,317
1999	38,214,904	363,660
2000	39,379,283	384,363
2001	41,699,031	411,047
2002	44,211,260	432,621
2003	48,159,269	452,704
2004	51,342,784	467,973
2005	55,837,111	480,724
2006	59,728,466	499,961
2007	63,640,921	520,573
2008	67,559,975	541,892
2009	71,144,411	566,264
2010	74,485,316	595,494
2011	77,370,180	620,220
2012	80,917,197	648,296

Tabel 5.4 (Lanjutan) Rekapitulasi Hasil Perhitungan EAOC Operasional dan EAOC Downtime

Tahun	EAOC Operasional (Rp)	EAOC Downtime (Rp)
2013	84,678,834	676,634
2014	88,157,516	703,285
2015	91,567,030	729,834
2016	94,931,234	756,447
2017	98,400,191	784,295
2018	101,768,378	811,717
2019	105,046,060	838,771

Pada perhitungan ini digunakan metode peramalan yang bertujuan untuk meramalkan data yang akan datang karena data yang ada pada saat ini belum mencukupi untuk mendapatkan umur ekonomis. Hasil Pada pengolahan data didapatkan hasil data peramalan dari tahun 2012-2019 dimana metode peramalan yang dipakai adalah metode *trend line analysis model*, metode ini terpilih karena bentuk data yang dihasilkan membentuk pola trend. Berikut adalah tabel dan grafik rekapitulasi dari perhitungan EAOC operasional.



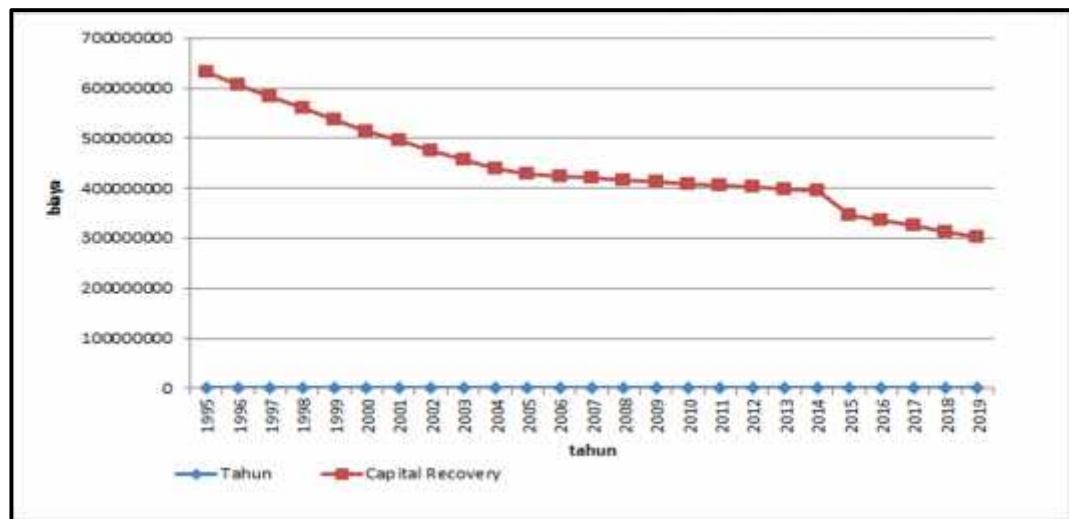
Gambar 5.1 Grafik Rekapitulasi Hasil Perhitungan EAOC Operasional dan EAOC Downtime

Berdasarkan tabel dan grafik diatas bisa kita lihat nilai EAOC operasional dari tahun 1995-2019 mengalami peningkatan, dimana nilai tahun 1995 adalah Rp 31.737.127 sampai dengan tahun 2019 mencapai Rp 105.046.060. Nilai tersebut

nanti akan dijumlahkan dengan nilai EAO *downtime* dan nilai *capital recovery* yang nantinya didapatkan nilai minimum yang merupakan umur ekonomis mesin boiler.

5.2.3 Analisa Perhitungan Pengembalian Modal (*Capital Recovery*)

Berdasarkan pengolahan data dalam perhitungan ini untuk mencari besarnya pengembalian modal, bunga uang yang digunakan adalah sebesar $i = 6\%$ disesuaikan dengan suku bunga bank. Perhitungan dana pengembalian modal (CR) mesin boiler untuk tahun pertama adalah senilai Rp 633.333.333. Untuk perhitungan dana pengembalian modal tahun berikutnya, yaitu untuk umur pemakaian selama n tahun, dilakukan dengan cara yang sama, sehingga diperoleh hasil seperti grafik dibawah ini.



Gambar 5.2 Grafik Rekapitulasi Hasil Perhitungan Perhitungan Pengembalian Modal (*Capital Recovery*)

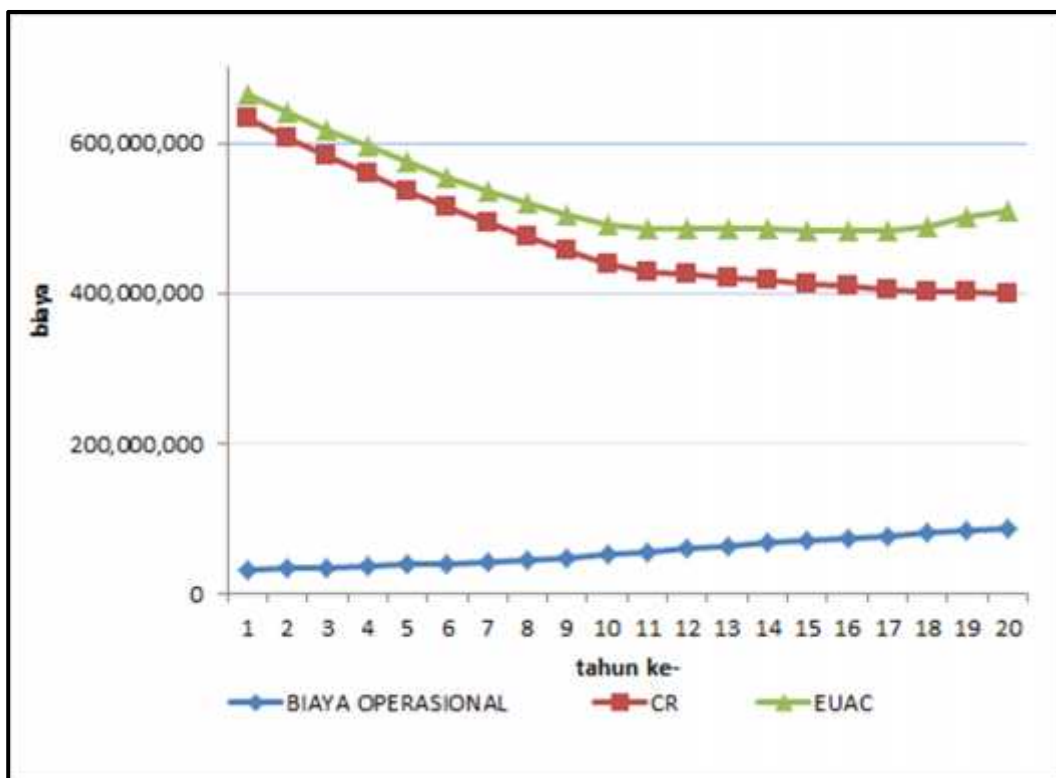
Nilai *capital recovery* dari suatu investasi adalah deret seragam dari modal yang tertanam dalam suatu investasi selama umur investasi tersebut, berdasarkan grafik diatas dapat dianalisa bahwa nilai yang dikeluarkan besar pada awal tahun dan kecil diakhir tahun artinya dimana perusahaan ini mengeluarkan dana pengembalian besar diawal tahun yang bertujuan untuk menghindari kerugian yang diakibatkan proses kinerja mesin pada akhir tahun yang tidak dapat lagi berkerja secara optimal.

5.2.4 Analisa Perhitungan Total Biaya Tahunan Rata-Rata (EUAC)

Dari data dan hasil pengolahan data yang diperoleh setelah dilakukan peramalan dan analisa terhadap mesin boiler diketahui perkiraan Biaya Operasional dan Biaya *Down Time* sampai tahun 2019 serta *Capital Recovery* sampai tahun 2014 sesuai dengan taksiran umur pakai mesin 20 tahun, sehingga perusahaan dapat menentukan total biaya tahunan rata-rata mesin boiler. Total biaya tahunan rata-rata dihitung tiap tahunnya, umur ekonomis diperoleh jika total biaya tahunan rata-rata *mesin boiler* minimum

Tabel 5.5 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Total Biaya Tahunan Rata-Rata

Tahun	Tahun ke n	EAOC Operasional (Rp)	EAOC Downtime (Rp)	CR	EUAC
1995	1	31,737,127	245,001	633.333.333	665,315,461
1996	2	33,519,818	286,972	607.420.000	641,226,790
1997	3	34,540,519	313,683	582.690.000	617,544,202
1998	4	36,570,435	337,317	559.080.000	595,987,752
1999	5	38,214,904	363,660	536.400.000	574,978,564
2000	6	39,379,283	384,363	515.100.000	554,863,646
2001	7	41,699,031	411,047	494.530.000	536,640,078
2002	8	44,211,260	432,621	475.066.667	519.710.549
2003	9	48,159,269	452,704	456.600.000	505.211.972
2004	10	51,342,784	467,973	439.150.000	490.960.757
2005	11	55,837,111	480,724	428.590.000	484.907.834
2006	12	59,728,466	499,961	424.530.000	484.758.426
2007	13	63,640,921	520,573	420.575.000	484.736.495
2008	14	67,559,975	541,892	416.620.000	484.721.867
2009	15	71,144,411	566,264	412.875.000	484.585.675
2010	16	74,485,316	595,494	409.200.000	484.280.810
2011	17	77,370,180	620,220	405.315.000	483.305.399
2012	18	80,917,197	648,296	402.960.000	484.144.152
2013	19	84,678,834	676,634	401.420.000	485.914.681
2014	20	88,157,516	703,285	399.200.000	486.680.524



Gambar 5.3 Grafik Rekapitulasi Hasil Perhitungan Total Biaya Tahunan Rata-Rata (EUAC)

Dari grafik dan tabel di atas dapat di lihat bahwa biaya EUAC setiap tahunnya meningkat. tetapi terjadi penurunan biaya pada tahun ke 17 (tahun 2011). dan biaya EUAC tersebut akan naik kembali pada tahun ke 18 (tahun 2012). Maka biaya tahunan rata-rata minimum terdapat pada tahun ke 17 (tahun 2011). Dari perhitungan total biaya tahunan rata-rata mesin boiler diperoleh total biaya tahunan rata-rata minimum pada tahun ke-17 (Tahun 2011) sejak tahun pembelian (tahun 1995) sebesar Rp. 483.305.399. Nilai ini ditentukan dari hasil peramalan di tahun berikutnya dimana total biaya tahunan rata-rata mengalami peningkatan. Berdasarkan pengolahan tersebut dapat dianalisa bahwa tujuan perhitungan umur ekonomis suatu aset tersebut berguna untuk memperkirakan kapan kapan sebaiknya aset tersebut diganti, oleh karena itu untuk menentukan kapan kapan suatu aset harus diganti atau masih perlu dipertahankan, suatu perusahaan tidak hanya cukup melihat secara fisiknya tetapi perlu dilihat unsur-unsur ekonomisnya.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Setelah perhitungan dan analisis dilakukan terhadap permasalahan pada bab-bab terdahulu, maka dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan empat metode perhitungan depresiasi hasil terbesar dalam perhitungan nilai depresiasi adalah dengan menggunakan metode kombinasi dengan jumlah Rp 4.333.333.333, besarnya nilai depresiasi bertujuan untuk menyediakan dana pengembalian modal yang telah dinvestasikan sebagai saving untuk menjamin keterlajutan usaha perusahaan bila masa pakai mesin habis.
2. Umur ekonomis mesin pada mesin *Boiler* terdapat pada tahun ke 17 (2011) sejak tahun pengoprasian (1995). Total biaya tahunan rata-rata minimum untuk mesin *Boiler* adalah sebesar Rp. 483.305.399. Semakin tua umur mesin *Boiler* maka biaya pemakaian suku cadang, biaya perbaikan dan perawatan akan semakin tinggi sehingga biaya operasinya semakin tinggi pula.

6.2 Saran-saran

1. Apabila umur ekonomis mesin telah lewat dari waktu perhitungan, sebaiknya pihak perusahaan harus segera mengganti mesin tersebut.
2. Perusahaan harus segera mempertahankan kondisi mesin sebaik-baiknya, sehingga dapat mengurangi resiko kerusakan dan akhirnya dapat memperpanjang umur ekonomis mesin tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggriawan, fery, “*Menentukan Umur Ekonomis Dan Break Even Point Mobil (travel) Mitsubishi L300 Trayek Pekanbaru-Dumai pada Po. Batang Kampar*” Skripsi sarjana, Fakultas Sains Dan Teknologi UIN SUSKA, Riau 2012
- Dadan Harun Kurniawan, “*Prinsip-Prinsip Ekonomi Teknik*” PT. Rosida Jaya Putra. Jakarta, 1994
- De garmo, E.P. “*Ekonomi Teknik*”, Edisi Kesepuluh, PT. Prenhallindo, Jakarta, 1999
- E. L. Grant, “*Dasar-dasar Ekonomi Teknik*” Bina Aksara, Jakarta 1994
- Eugene L. Grant, W. Grant ireson, Richard s. Leavenworth, “*Dasar-dasar Ekonomi.*” PT Bina Aksar. Jakarta, 2004
- Giatman, m. “*Ekonomi Teknik.*” PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta: 2006
- G. Khoub Bakht, dkk.” *Determination of Optimum Life (Economic Life) for Mf285 Tractor A Case Study in Center Region of Iran*” Journal of American Science, 2008.
- Hossein Ahmadi Chenarbon. “*Replacement age of agricultural tractor (MF285) in Varamin region (case study)*” Journal of American Science, 2011
- James L. Hoff, “*Equivalent Uniform Annual Cost A New Approach To Roof Life Cycle Analysis*” RCI 21st journal International Convention Phoenix, Arizona, 2006
- Krisdiyanto, Aris. “*Analisa Umur Optimum Bus Damri Di Kota Semarang.*” Tesis, Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro, Semarang. <http://www.petra.ac.id>, 2010.
- Kartasapoera G, Bambang S, “*Kalkulasi Dan Pengendalian Biaya Produksi*” PT Rimeka Cipta. Jakarta 1992
- Pujawan, Nyoman. “*Ekonomi Teknik*”, Guna Widya, Surabaya, 2004.
- Thuensen, G.J. “*Ekonomi teknik*”, PT. Ikrar mandiri abadi, jakarta, 2001
- Taylor G.A. “*Prinsip-prinsip Ekonomi Teknik*”, Bina Aksara; Jakarta , 1995

V. Gaspersz, "*Manajemen Produktivitas Total*" PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1998

V. Gaspersz, "*production planning and inventory control*" Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1998

Waldiyono, "*Ekonomi Teknik Konsepsi, Teori dan Aplikasi Terjemahan*", Penerbit Pustaka Pelajar, Yogyakarta, 2008.

Zeinia rizki, "*Replacement study terhadap mesin thresher pada pabrik kelapa sawit PT. Tolan tiga indonesia kebun perlabian*" karya akhir, program studi teknik manajemen pabrik diploma IV Fakultas Teknik USU, SUMUT 2007