



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISA PENGGANTIAN MESIN KAPAL LAUT KARGO
PADA SALAH SATU PERUSAHAAN PELAYARAN DI
INDONESIA**

SKRIPSI

**RICHARD
0606044190**

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI
JAKARTA
DESEMBER 2008**



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISA PENGGANTIAN MESIN KAPAL LAUT KARGO
PADA SALAH SATU PERUSAHAAN PELAYARAN DI
INDONESIA**

SKRIPSI

diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik

**RICHARD
0606044190**

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI
JAKARTA
DESEMBER 2008**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

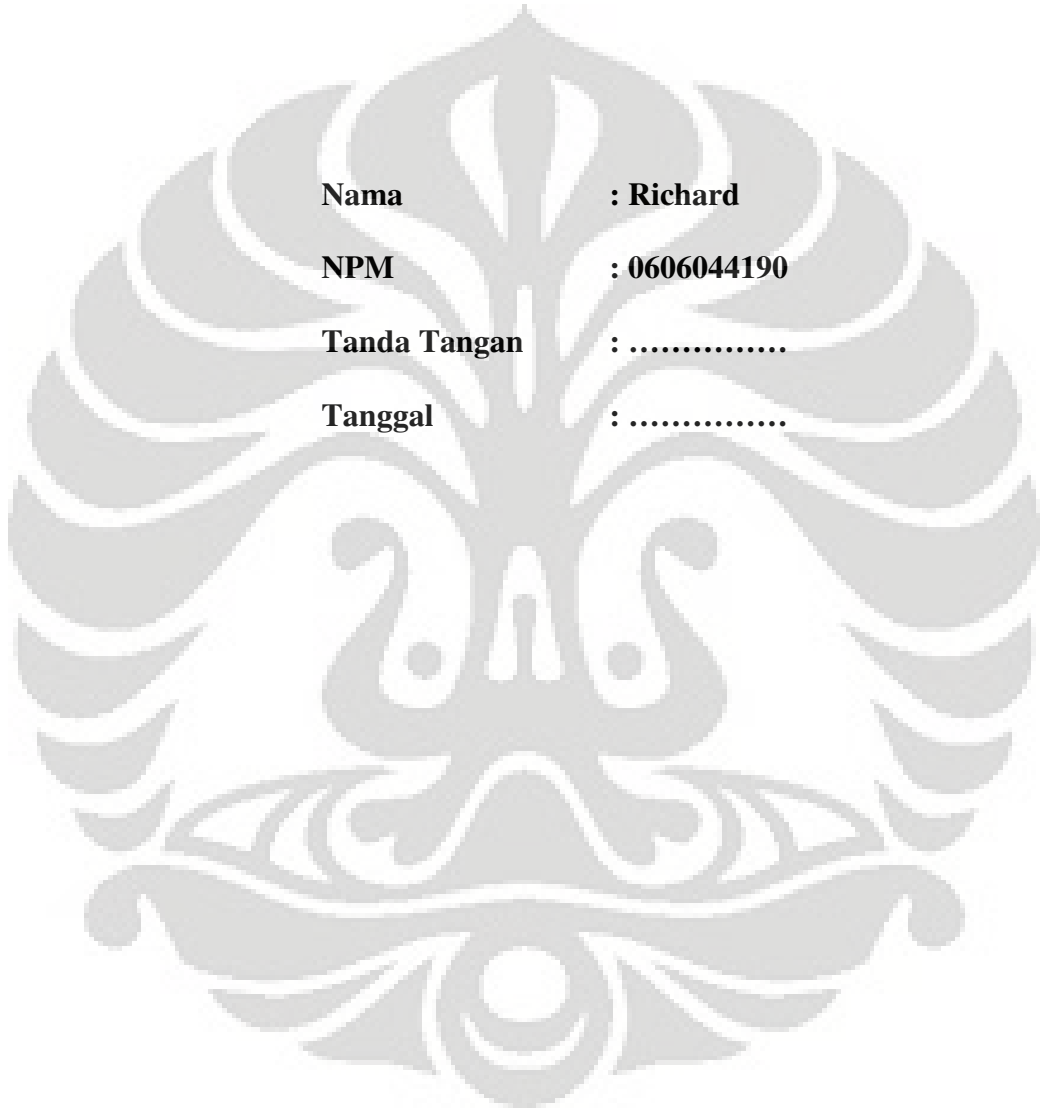
**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Richard

NPM : 0606044190

Tanda Tangan :

Tanggal :



PERSETUJUAN

Skripsi dengan Judul :

“Analisa Penggantian Mesin Kapal Laut Kargo Pada Salah Satu Perusahaan Pelayaran Di Indonesia”

Dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Industri Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Indonesia dan disetujui untuk diajukan dalam sidang ujian skripsi.

Depok, 23 Desember 2008

Ir. Amar Rachman, MEIM

NIP. 130 702 238

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Richard
NPM : 0606044190
Program Studi : Teknik Industri
Judul Skripsi : Analisa Penggantian Mesin Kapal Laut Kargo
Pada Salah Satu Perusahaan Pelayaran
Di Indonesia

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang di perlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. Amar Rachman, MEIM (.....)
Penguji : Ir. Yadrifil, MSc (.....)
Penguji : Arian Dhini, ST, MT (.....)
Penguji : Farizal, Ph.D (.....)

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal :

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan nikmat-Nya yang tiada terkira, serta atas bimbingan-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan pada waktunya. Skripsi ini disusun dalam rangka melengkapi salah satu persyaratan untuk menyelesaikan Program Pendidikan Tingkat Sarjana di Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Dalam pelaksanaan dan penyelesaian skripsi ini penulis banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Amar Rachman, MEIM Selaku dosen pembimbing skripsi penulis
2. Bapak Farizal, Ph.D yang telah banyak memberikan masukan dan saran bagi penulis
3. Ibu. Titi yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang saya perlukan
4. Kedua orang tua dan seluruh keluarga saya yang telah banyak memberikan dukungan material dan spiritual bagi saya
5. Teman-teman TI 06 terutama Paristo, Andri Amir dan Ruth yang selalu kompak
6. Dan seluruh pihak yang turut membantu dan memberikan dukungan yang tidak bisa disebutkan satu-persatu

Penulis menyadari masih banyak keterbatasan dalam penulisan skripsi ini, oleh karena itu penulis dengan senang hati akan menerima kritik dan saran yang membangun dari pembaca. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi para pembaca.

Jakarta, Desember 2008

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Richard
NPM : 0606044190
Program Studi : Teknik Industri
Departemen : Teknik Industri
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Analisa Penggantian Mesin Kapal Laut Kargo Pada Salah Satu Perusahaan Pelayaran Di Indonesia

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Dibuat di : Jakarta

Pada Tanggal : 23 Desember 2008

Yang menyatakan

(Richard)

vi

ABSTRAK

Nama : Richard
Program Studi : Teknik Industri
Judul : Analisa penggantian mesin kapal laut kargo pada salah satu perusahaan pelayaran di Indonesia

Perusahaan pelayaran yang menjadi objek penelitian dalam skripsi ini bergerak dalam bidang jasa transportasi laut, dalam hal ini jasa pengiriman barang dalam bentuk peti kemas (*container*). Dalam memenuhi permintaan konsumen (perusahaan yang mencarter kapal), perusahaan ini memiliki dua buah kapal laut kargo semi container untuk mengantar barang dari satu tujuan ke tujuan lain. Dengan bertambahnya umur kapal laut kargo semi container yang dimiliki perusahaan tersebut, maka banyak pula permasalahan yang timbul, salah satunya yaitu permasalahan mesin kapal. Mesin kapal laut kargo pada umumnya memiliki umur ekonomis sekitar dua puluh lima sampai tiga puluh tahun, namun didalam kenyataannya tidak banyak mesin kapal yang dapat beroperasi selama itu. Hal tersebut bisa diakibatkan oleh *maintenance* atau perawatan mesin yang tidak sesuai dengan prosedur, atau pihak *maintenance* yang sengaja mengabaikan prosedur-prosedur pemeliharaan demi mendapatkan keuntungan. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dilakukan analisa penggantian mesin kapal dengan Ilmu Ekonomi Teknik menggunakan metode Annual Equivalen. Pada penelitian ini, kenapa menggunakan metode Annual Equivalen, karena metode ini dianggap cukup efektif dan akurat terhadap perhitungan yang menggunakan dua investasi dengan umur sisa yang berbeda. Langkah selanjutnya yaitu dengan menghitung Annual Equivalen dari mulai penggantian yang dilakukan saat ini sampai dengan penggantian sepuluh tahun kemudian. Dengan demikian maka dapat diketahui waktu yang tepat untuk melakukan penggantian.

Kata kunci : Ekonomi Teknik, Analisa Penggantian, Annual Equivalen

ABSTRACT

Name : Richard

Major : Industrial Engineering

Title : Analysis engine replacement of cargo boat at one of the sea transport company in Indonesia

Sea transport company that becoming research object in this study make a move in the field of sea transportation service, in this case service delivery of goods in the form of container. To fulfill request of consumer, this company have two semi cargo boat of container to deliver goods from one target to other target. By increasing semi cargo boat age that had by the company, hence there are also many problems of arising out, one of them that is a problems of motorship. Cargo ship machine in general have economic age about twenty five until thirty year, but in reality not many motorship able to operate during that. The mentioned can be resulted from the maintenance or treatment of machine which disagree with procedure, or the maintenance department which intend to disregard conservancy procedures for the shake of getting large of profit. Consider of that problems, hence to analyse engine replacement of the ship with Economics Technique use method of Annual Equivalen. This method is assumed effective enough accurate and to calculation using two invesment with different remains age. The next step is by counting and calculating Annual Equivalen from starting replacement in this time up to replacement ten years later. Thereby hence can know by right time to do replacement.

Keywords: Engineering Economy, Replacement Analysis, Annual Equivalen

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASIKARYA ILMIAH.....	vi
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Diagram Keterkaitan Masalah.....	2
1.3 Perumusan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Metodologi Penelitian.....	5
1.7 Sistematika Penulisan.....	7
BAB II LANDASAN TEORI.....	8
2.1 Konsep Penggantian.....	8
2.1.1 Umur Dari Suatu Aset.....	9
2.1.2 Kepentingan Untuk Penggantian.....	9
2.2 Biaya Produksi.....	11
2.3 Klasifikasi Biaya.....	11
2.3.1 Biaya Berdasarkan Waktu.....	12
2.3.2 Biaya Berdasarkan Sifat Penggunaan.....	13
2.4 Biaya Pelayanan Berulang.....	14
2.5 Pertimbangan Biaya Modal.....	15
2.6 Pertimbangan Biaya Operasi.....	16
2.6.1 Tenaga.....	16
2.6.2 Energi.....	16
2.6.3 Pemeliharaan.....	16
2.6.4 Pengurangan Waktu.....	17
2.6.5 <i>Over Head</i>	17
2.7 Metode Ekuivalensi.....	17
2.8 Depresiasi Aset.....	20
2.8.1 Tujuan Depresiasi Aset.....	20
2.8.2 Metode SLD.....	20

2.8.3 Metode DBD.....	21
2.9 Interest Rate.....	22
2.10 Metode Penyelesaian.....	22
2.10.1 Metode AE.....	23
2.11 Konsep Aset <i>Defender</i> dan <i>Challenger</i>	26
BAB III PENGUMPULAN DATA.....	29
3.1 Gambaran Umum Kapal Caraka Jaya III-27.....	29
3.2 Gambaran Umum Mesin.....	30
3.2.1 Mesin Induk.....	30
3.2.2 Mesin Bantu (<i>generator</i>).....	31
3.3 Unit Pendukung.....	32
BAB IV PENGOLAHAN DAN ANALISA DATA.....	50
4.1 Perhitungan Data Menggunakan Metode AE.....	51
4.1.1 Jika Dilakukan Penggantian Sekarang.....	52
4.1.2 Jika Dilakukan Penggantian Satu Tahun Kemudian.....	57
4.1.3 Jika Dilakukan Penggantian Dua Tahun Kemudian.....	62
4.1.4 Jika Dilakukan Penggantian Tiga Tahun Kemudian.....	68
4.1.5 Jika Dilakukan Penggantian Empat Tahun Kemudian.....	74
4.1.6 Jika Dilakukan Penggantian Lima Tahun Kemudian.....	80
4.1.7 Jika Dilakukan Penggantian Enam Tahun Kemudian.....	86
4.1.8 Jika Dilakukan Penggantian Tujuh Tahun Kemudian.....	92
4.1.9 Jika Dilakukan Penggantian Delapan Tahun Kemudian.....	98
4.1.10 Jika Dilakukan Penggantian Sembilan Tahun Kemudian.....	104
4.1.11 Jika Dilakukan Penggantian Sepuluh Tahun Kemudian.....	110
4.2 Analisa Penggantian.....	118
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	119
5.1 Kesimpulan.....	119
5.2 Saran.....	119
DAFTAR REFERENSI.....	120
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2-1.	Tabel Informasi Dalam Analisis Penggantian	27
Tabel 3-1.	Tabel Biaya Perawatan Mesin Periode 2005 – 2006.....	38
Tabel 3-2.	Tabel Biaya Perawatan Mesin Periode 2006 – 2007.....	41
Tabel 3-3.	Tabel Biaya Perawatan Mesin Periode 2007 – 2008.....	44
Tabel 3-4.	Tabel Data Estimasi Biaya Perawatan Mesin Baru.....	47
Tabel 3-5.	Tabel Penurunan Benefit Defender.....	48
Tabel 3-6.	Tabel Peningkatan Cost Defender.....	49
Tabel 4-1.	Tabel Perhitungan penggantian saat ini.....	54
Tabel 4-2.	Tabel Analisis penggantian saat ini.....	56
Tabel 4-3.	Tabel Perhitungan penggantian satu tahun kemudian.....	59
Tabel 4-4.	Tabel Analisis penggantian satu tahun kemudian.....	61
Tabel 4-5.	Tabel Perhitungan penggantian dua tahun kemudian.....	64
Tabel 4-6.	Tabel Analisis penggantian dua tahun kemudian.....	67
Tabel 4-7.	Tabel Perhitungan penggantian tiga tahun kemudian.....	70
Tabel 4-8.	Tabel Analisis penggantian tiga tahun kemudian.....	73
Tabel 4-9.	Tabel Perhitungan penggantian empat tahun kemudian.....	76
Tabel 4-10.	Tabel Analisis penggantian empat tahun kemudian.....	79
Tabel 4-11.	Tabel Perhitungan penggantian lima tahun kemudian.....	82
Tabel 4-12.	Tabel Analisis penggantian lima tahun kemudian.....	85
Tabel 4-13.	Tabel Perhitungan penggantian enam tahun kemudian.....	88
Tabel 4-14.	Tabel Analisis penggantian enam tahun kemudian.....	91
Tabel 4-15.	Tabel Perhitungan penggantian tujuh tahun kemudian.....	94
Tabel 4-16.	Tabel Analisis penggantian tujuh tahun kemudian.....	97
Tabel 4-17.	Tabel Perhitungan penggantian delapan tahun kemudian.....	100
Tabel 4-18.	Tabel Analisis penggantian delapan tahun kemudian.....	103
Tabel 4-19.	Tabel Perhitungan penggantian sembilan tahun kemudian.....	106
Tabel 4-20.	Tabel Analisis penggantian sembilan tahun kemudian.....	109
Tabel 4-21.	Tabel Perhitungan penggantian sepuluh tahun kemudian.....	112
Tabel 4-22.	Tabel Analisis penggantian sembilan tahun kemudian.....	115
Tabel 4-23.	Tabel Penurunan AE Terhadap Tahun Penggantian.....	116

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Diagram Keterkaitan Masalah.....	4
Gambar 1.2.	Diagram Alir Metodologi Penelitian.....	6
Gambar 2.1.	Umur Biaya Pada Analisis Penggantian.....	10
Gambar 2.2.	Grafik Depresiasi Garis Lurus.....	21
Gambar 2.3.	Cash flow investasi.....	23
Gambar 2.4a.	Format non-annual.....	24
Gambar 2.4b.	Format annual.....	24
Gambar 2.5.	Perbandingan Biaya Equivalen Defender & Challenger....	28
Gambar 3.1.	Gambar mesin induk	30
Gambar 3.2.	Gambar generator.....	32
Gambar 3.3.	Gambar Lo. Purifier.....	33
Gambar 3.4.	Gambar Oil Pump.....	34
Gambar 3.5.	Gambar Fo. Supply pump.....	35
Gambar 3.6.	Gambar Fo. Transfer Pump.....	35
Gambar 3.7.	Gambar Lo. Transfer Pump.....	36
Gambar 3.8.	Gambar Air Compressor.....	37
Gambar 3.9.	Gambar Air Reservoir.....	37
Gambar 4.1.	Diagram Cash Flow penggantian saat ini.....	53
Gambar 4.2.	Diagram Cash Flow penggantian 1 tahun kemudian.....	58
Gambar 4.3.	Diagram Cash Flow penggantian 2 tahun kemudian.....	63
Gambar 4.4.	Diagram Cash Flow penggantian 3 tahun kemudian.....	69
Gambar 4.5.	Diagram Cash Flow penggantian 4 tahun kemudian.....	75
Gambar 4.6.	Diagram Cash Flow penggantian 5 tahun kemudian.....	81
Gambar 4.7.	Diagram Cash Flow penggantian 6 tahun kemudian.....	87
Gambar 4.8.	Diagram Cash Flow penggantian 7 tahun kemudian.....	93
Gambar 4.9.	Diagram Cash Flow penggantian 8 tahun kemudian.....	99
Gambar4.10.	Diagram Cash Flow penggantian 9 tahun kemudian.....	105
Gambar4.11.	Diagram Cash Flow penggantian 10 tahun kemudian.....	111
Gambar 4.12.	Penurunan AE Terhadap Tahun Penggantian.....	117

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 :	Data Maintenance Perusahaan 2006-2008
Lampiran 2 :	<i>Ship Particular</i>
Lampiran 3 :	<i>List of Machine & Equipment</i>



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jasa transportasi laut sering dijadikan pilihan utama untuk mengirim dan menerima barang dalam bentuk peti kemas (*container*) dengan jumlah banyak, karena dinilai sangat efektif dalam mengirim barang dengan volume yang sangat besar meskipun membutuhkan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan jasa transportasi udara.

Sehubungan dengan jasa transportasi laut yang sering dipilih, maka perusahaan pengelola jasa tersebut harus benar-benar memperhatikan segi keselamatan baik awak kapal maupun barang. Sampai dengan saat ini sudah banyak terjadi kasus kecelakaan, seperti kasus kapal tenggelam karena kelebihan muatan, kasus kapal yang terbakar karena sistem pemadaman yang kurang baik, kasus kapal mogok di tengah laut karena kerusakan mesin dan lain sebagainya. Dari beberapa kasus tersebut dapat kita simpulkan bahwa segi *maintenance* atau perawatan terhadap kapal (terutama mesin kapal) tersebut kurang mendapat perhatian oleh beberapa perusahaan perkapalan.

Pada kasus kapal mogok karena kerusakan mesin, akan berdampak terhadap waktu pengiriman barang. Hal tersebut akan merugikan para pengguna jasa pengiriman barang, karena pesanan barang yang di antar menjadi terlambat atau tidak sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan. Apabila hal tersebut terjadi, maka para pengguna jasa tersebut akan beralih pada perusahaan jasa transportasi laut yang memiliki profesionalisme dalam ketepatan waktu. Oleh karena itu setiap perusahaan jasa transportasi laut harus memperhatikan aspek utama yaitu perawatan mesin kapal.

Perusahaan yang memiliki mesin-mesin kapal baru pada umumnya tidak mengeluarkan banyak biaya dalam hal perawatan, namun pada perusahaan dengan kondisi mesin kapal yang sudah lama, harus mengeluarkan banyak biaya perawatan. Selanjutnya akan muncul suatu pertanyaan, manakah yang lebih efisien dalam hal pembiayaan, antara melakukan perawatan berkala pada mesin lama, dengan melakukan pembelian mesin baru.

Pada penelitian ini, akan diketahui perlu tidaknya suatu mesin kapal untuk diganti atau dipertahankan dari segi biaya perawatan berkala, yaitu dengan cara menganalisa biaya yang dikeluarkan untuk perawatan mesin lama dalam waktu tertentu, dengan biaya untuk penggantian mesin baru. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Ekonomi Teknik. Suatu asset atau mesin yang telah digunakan dalam periode tertentu dan fungsinya sangat dibutuhkan untuk jangka panjang, akan diganti sewaktu-waktu dengan mesin baru. Jadi metode ini menjelaskan perlukah suatu asset diganti atau dipertahankan, dan bila mana harus diganti, kapan waktu penggantian yang tepat.

1.2. Diagram Keterkaitan Masalah

Untuk melihat gambaran sistematis yang lebih menyeluruh, maka disusun suatu diagram keterkaitan masalah seperti pada gambar 1.1.

1.3. Perumusan Masalah

Pokok permasalahan yang akan dibahas adalah perlunya dilakukan suatu perhitungan dari segi biaya perawatan mesin lama untuk mengetahui pada periode kapan sebaiknya mesin tersebut sudah harus diganti.

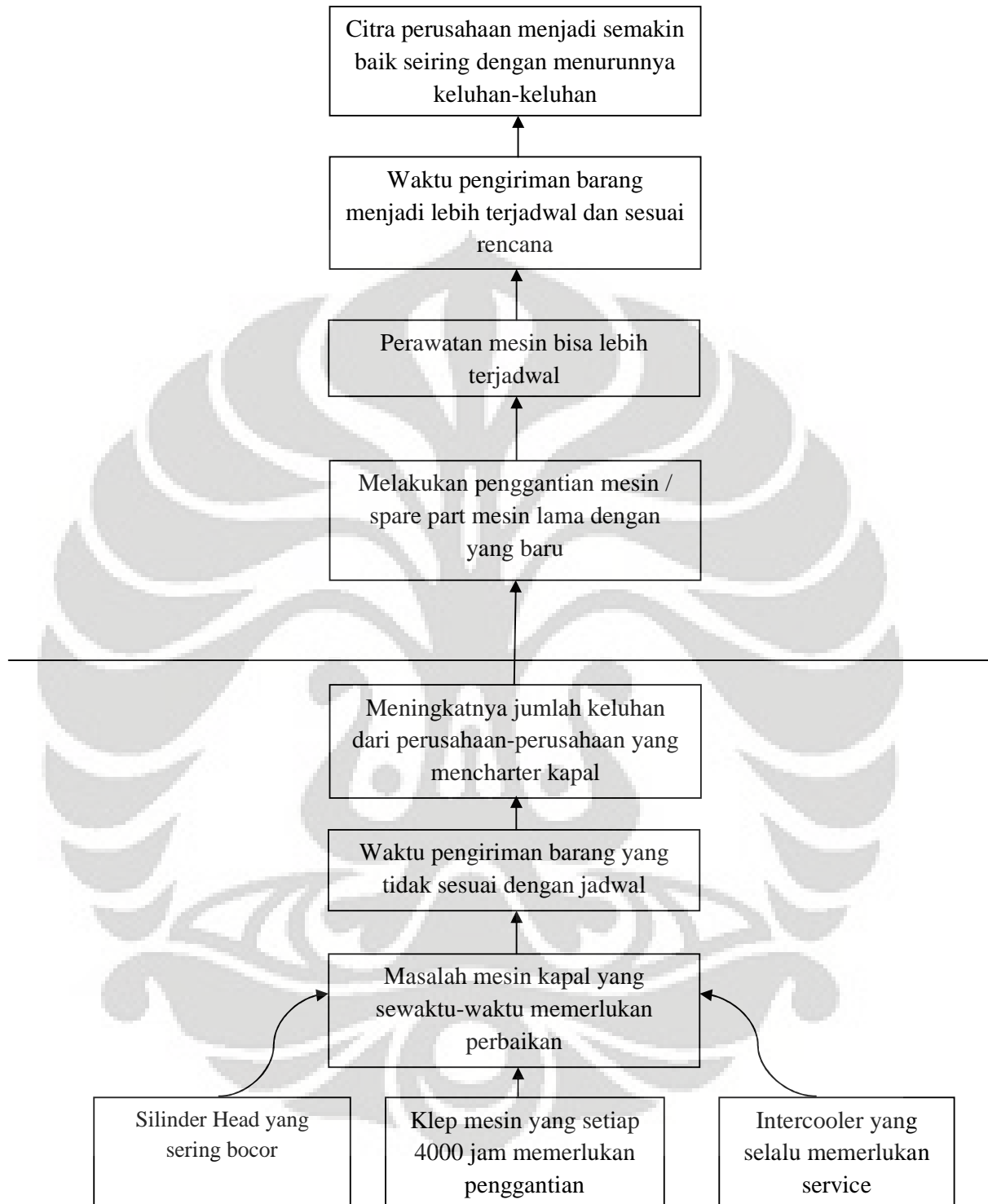
1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan Yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah mengambil suatu keputusan ekonomi mengenai kapan waktu yang tepat untuk dilakukan penggantian mesin, dinilai dari segi biaya perawatan dengan menggunakan metode Annual Equivalen.

1.5. Batasan Masalah

Data diambil terbatas pada penilaian satu kapal saja, yaitu di kapal Caraka Jaya Niaga III-27.



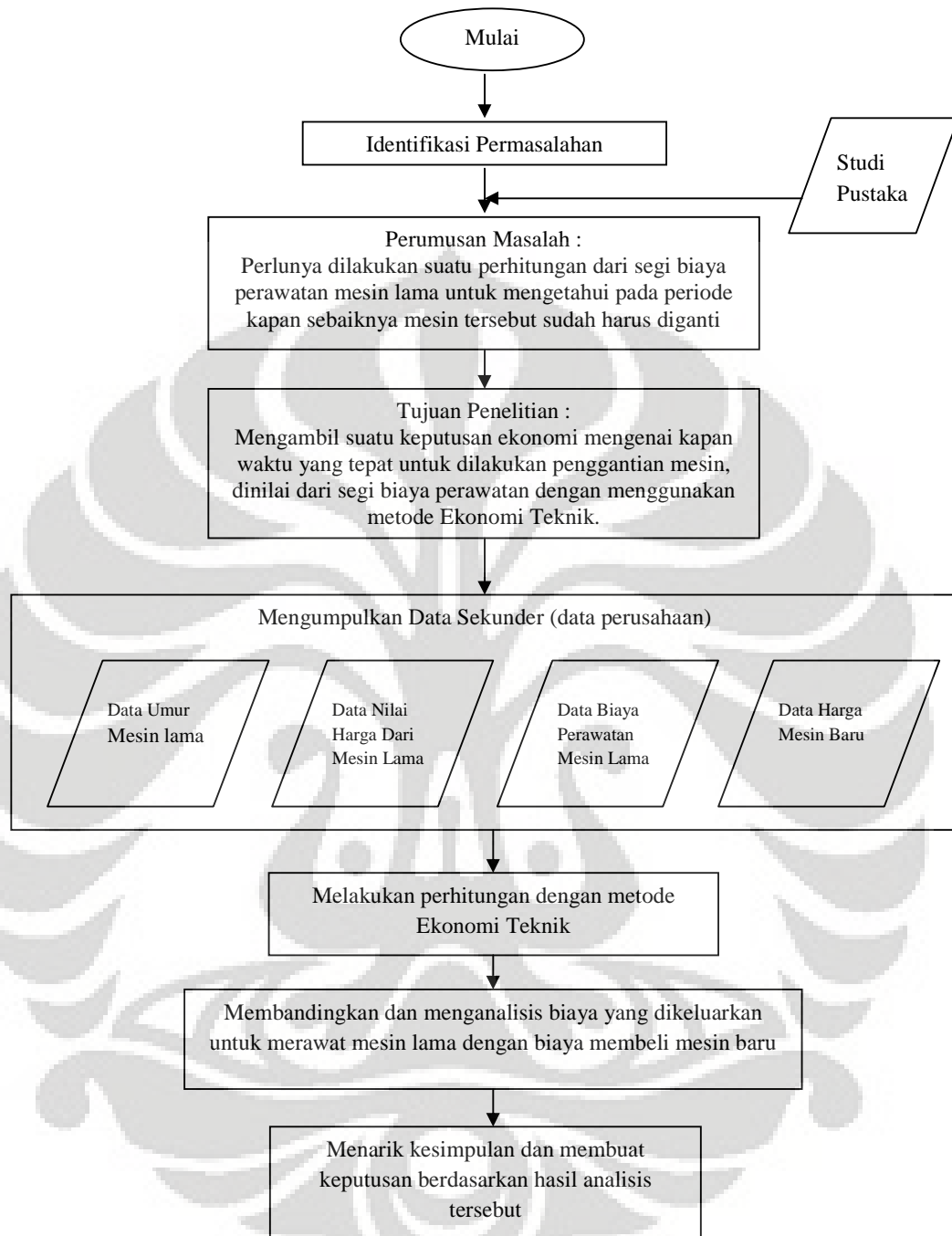


Gambar 1-1. Diagram keterkaitan Masalah

1.6. Metodologi Penelitian

Berikut ini adalah langkah-langkah metodologi yang digunakan dalam penelitian ini, sebagaimana tergambar pada diagram alir dari metodologi penelitian (gambar 1.2.)

1. Melakukan identifikasi permasalahan di perusahaan
2. Mengumpulkan dan menyusun studi literatur yang berkaitan dengan masalah yang telah diidentifikasi.
3. Merumuskan masalah, yaitu perlunya dilakukan suatu perhitungan dari segi biaya perawatan mesin lama untuk mengetahui pada periode kapan sebaiknya mesin tersebut sudah harus diganti.
4. Menentukan tujuan, yaitu mengambil suatu keputusan ekonomi mengenai kapan waktu yang tepat untuk dilakukan penggantian mesin, dinilai dari segi biaya perawatan dengan menggunakan metode Ekonomi Teknik.
5. Mengidentifikasi data yang akan dibutuhkan dan selanjutnya mengumpulkan data sekunder dari perusahaan.
6. Melakukan perhitungan dengan metode Ekonomi Teknik
7. Membandingkan dan menganalisis biaya yang dikeluarkan untuk merawat mesin lama dengan biaya membeli mesin baru.
8. Menarik kesimpulan dan membuat keputusan berdasarkan hasil analisis tersebut.



Gambar 1-2. Diagram Alir Metodologi Penelitian

1.7. Sistematika Penulisan

Penulisan laporan penelitian ini dibagi menjadi lima bab.

Bab 1 merupakan bab pendahuluan, menjelaskan mengenai latar belakang permasalahan, diagram yang menggambarkan keterkaitan masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian yang ingin dicapai, batasan masalah yang dilakukan, metodologi penelitian yang dilakukan oleh penulis, serta sistematika penulisan.

Bab 2 yang merupakan bab landasan teori, berisikan mengenai teori-teori yang berkaitan dengan metode yang digunakan.

Bab 3 merupakan bab pengumpulan data, menjelaskan mengenai data yang diambil oleh penulis yang diambil selama penelitian, dan akan dijadikan input dalam pengolahan data yang akan dilakukan pada tahap selanjutnya.

Bab 4 merupakan pengolahan data dan analisis hasil yang diperoleh.

Bab 5 merupakan kesimpulan yang diambil berdasarkan hasil penelitian dan analisisnya.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Konsep Penggantian

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 analisis penggantian (*replacement*), umur aset yang digunakan adalah umur ekonomis¹.

Untuk menentukan kapan suatu aset harus diganti atau masih perlu dipertahankan, tentu tidak cukup hanya dilihat secara fisiknya, tetapi perlu dilihat unsur-unsur ekonomisnya, yaitu dengan membandingkan antara ongkos yang dikeluarkan oleh aset tersebut dengan manfaat yang akan diperolehnya. Sebab dapat saja terjadi suatu aset masih menguntungkan, namun tersedia alternatif lain (aset pengganti) yang lebih menguntungkan.

Analisis penggantian ditujukan untuk mengetahui kapan suatu aset yang dipertahankan (*defender*) harus diganti, kemudian alternative mesin mana saja yang dapat dijadikan sebagai penggantinya (*challenger*), serta kapan penggantian tersebut harus dilakukan². Oleh karena itu, analisis penggantian digunakan untuk menentukan apakah peralatan yang digunakan saat ini perlu diganti dengan peralatan yang lebih baru dan ekonomis, dan kapan sebaiknya penggantian itu sebaiknya dilakukan. Penentuan waktu penggantian menjadi tujuan utama dari analisis penggantian. Keputusan penggantian ini lebih didasarkan pada performa ekonomi suatu aset dibandingkan dengan kriteria-kriteria fisik.

¹ Drs. M. Giatman, MSIE, (2006). *Ekonomi Teknik*

² Dr. Ir. Waldiyono, MS, (2008). *Ekonomi Teknik* (Konsepsi, Teori & Aplikasi)

2.1.1 Umur Dari Suatu Aset

Suatu aset untuk dukungan dalam analisis adalah berarti produksi dan memerlukan komitmen dari modal yang memiliki batas relatif sesuai dengan kontribusinya dalam mencapai keuntungan³.

Suatu aset memiliki umur layanan yang bervariasi dimana jika didefinisikan menurut fungsinya adalah sebagai berikut :

1. Umur pelayanan adalah periode produksi untuk mana aset dikehendaki.
2. Umur fisik adalah termasuk keseluruhan dari umur aset, dari awal dibuat sampai tidak dapat dipakai dan menjadi barang bekas.
3. Umur ekonomis adalah periode pelayanan dari pemasangan sampai penggantian suatu aset.

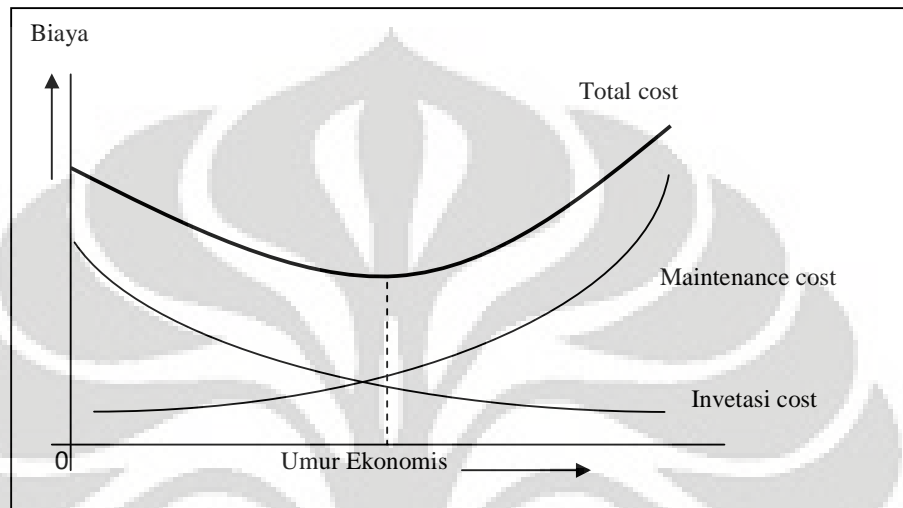
2.1.2 Kepentingan Untuk Penggantian

Ada beberapa alasan yang mendasari dilakukannya penggantian terhadap suatu aset, yaitu sebagai berikut :

1. Penambahan Kapasitas
Penambahan output produksi dari suatu usaha tentunya menuntut penambahan/perluasan kapasitas fasilitas/mesin. Hal ini akan dapat dipenuhi dengan berbagai cara, antara lain dengan 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 variable ini akan menghasilkan total cost yang optimal pada waktu tertentu.

³ *Ibid.*, p227

Sebagai ilustrasi diperlihatkan pada gambar 2-1 pada saat ongkos perawatan meningkat lebih cepat dari pada kontribusi penurunan ongkos investasi, dapat dikatakan pada saat itu ongkos perawatan sudah berlebihan.



Gambar 2-1. Unsur Biaya Pada Analisis Penggantian

3. Penurunan Produktivitas (*Deterioration*)

Penurunan produktivitas alat yang disebabkan penurunan fungsi fisik dari alat tersebut dapat disebabkan 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 lain sebagainya.

4. Keusangan Alat (*Obsolescence*)

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

Penurunan fungsi-fungsi fisik dan keusangan ini dapat terjadi sendiri-sendiri atau saling melengkapi satu sama lainnya. Banyak hal yang menyebabkan keputusan penggantian tidak dapat dilaksanakan. Hal ini terjadi karena prediksi pengeluaran yang berkaitan dengan peralatan baru masih mengandung ketidakpastian dan resiko, sedangkan pengeluaran dari alat yang dimiliki saat ini relatif lebih pasti. Keterbatasan dana untuk membeli alat baru merupakan kendala dalam melakukan penggantian⁴.

2.2 Biaya Produksi

Dalam membicarakan biaya sebenarnya ada dua istilah atau *terminology* biaya yang perlu mendapat perhatian, yaitu sebagai berikut :

1. Biaya (*cost*), yang dimaksud dengan biaya disini adalah semua pengorbanan yang dibutuhkan dalam rangka mencapai suatu tujuan yang diukur dengan nilai uang
2. Pengeluaran (*expencc*), yang dimaksud dengan *expencc* ini biasanya yang berkaitan dengan sejumlah uang yang dikeluarkan dalam rangka mendapatkan hasil yang diharapkan

Dari dua pengertian diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa biaya (*cost*) mempunyai pengertian yang jauh lebih lengkap dan mendalam dari pengeluaran (*expencc*).

2.3 Klasifikasi Biaya

Konsep dan istilah biaya telah berkembang selaras dengan kebutuhan disiplin keilmuan dan profesi, sehingga dalam mengklasifikasikan biaya, banyak pendekatan yang dapat ditemui. Klasifikasi biaya dapat dibedakan berdasarkan :

1. Biaya berdasarkan waktunya
2. Biaya berdasarkan kelompok sifat penggunaannya
3. Biaya berdasarkan produknya
4. Biaya berdasarkan volume produk

⁴ *Ibid.*, p227

2.3.1 Biaya Berdasarkan Waktu

Biaya berdasarkan waktu dapat pula dibedakan atas :

- a. Biaya masa lalu (*historical cost*), yaitu biaya yang secara riil telah dikeluarkan yang dibuktikan dengan catatan historis pengeluaran kegiatan.

Tujuan mempelajari biaya historis ini antara lain :

1. Sebagai dasar dalam penyusunan atau estimasi biaya masa datang.
 2. Sebagai dasar dalam pertanggungjawaban pimpinan atau pihak yang berwenang atas biaya-biaya yang telah dikeluarkan
- b. Biaya perkiraan (*predictive cost*), yaitu perkiraan biaya yang akan dikeluarkan bila kegiatan itu dilaksanakan. Ada beberapa tujuan orang menghitung biaya prediktif ini, antara lain :

1. Memperkirakan pemakaian biaya dalam merealisasikan suatu rencana kegiatan masa datang dalam rangka menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut :
 - Berapa biaya yang dikeluarkan untuk menjalankan rencana tersebut?
 - Cukupkah dana yang tersedia?
 - Apakah biaya tersebut sudah ideal, atautkah terlalu mahal?
2. Memastikan apakah biaya yang dikeluarkan itu masih mungkin diperbaiki atau diturunkan tanpa mengurangi hasil secara kualitas maupun kuantitas.

Penggunaan data biaya prediktif pada umumnya selalu dipakai oleh kelompok perencana/desainer termasuk kelompok Teknik Industri.

c. Biaya aktual (*actual cost*), yaitu biaya yang sebenarnya dikeluarkan. Biaya ini perlu diperhitungkan jika panjangnya jarak waktu antara pembelian bahan dengan waktu proses atau penjualan, sehingga terjadi perubahan harga pasar. Maka perlu dipikirkan bagaimana metode pembebanan biaya terhadap produk bersangkutan. Metode-metode perhitungan yang lazim dipakai adalah :

- first-in first-out (FIFO)
- last-in first-out (LIFO)
- rata-rata (*average method*)
- harga standar (*standard price method*)

2.3.2 Biaya Berdasarkan Sifat Penggunaannya

Biaya berdasarkan klasifikasi penggunaan setidaknya dapat dibedakan atas tiga jenis, yaitu :

1. Biaya Investasi (*Investment Cost*)

Yaitu biaya yang ditanamkan dalam rangka menyiapkan kebutuhan usaha untuk siap beropersi dengan baik. Biaya ini biasanya dikeluarkan pada awal-awal kegiatan usaha dalam jumlah yang relatif besar dan berdampak jangka panjang untuk kesinambungan usaha tersebut. Investasi sering juga dianggap sebagai modal dasar usaha yang dibelanjakan untuk persiapan dan pembangunan sarana prasarana dan fasilitas usaha termasuk pengembangan dan peningkatan sumberdaya manusianya.

Contoh biaya investasi :

- penyediaan fasilitas produksi, mesin-mesin, peralatan dan fasilitas kerja lainnya
- pengadaan armada kendaraan
- pengadaan sarana pendukung seperti perabotan kantor, komputer untuk sistem informasi manajemen, dan sebagainya
- pendidikan dan pelatihan sumber daya manusia

2. Biaya Operasional (*Operational Cost*)

Yaitu biaya yang dikeluarkan dalam rangka menjalankan aktivitas usaha tersebut sesuai dengan tujuan. Biaya ini biasanya dikeluarkan secara rutin dalam jumlah yang relatif sama atau sesuai dengan jadwal kegiatan/produksi. Contoh pemakaian biaya ini antara lain :

- pembelian bahan baku produk
- Pembayaran gaji/upah karyawan
- Pembelian bahan pendukung lainnya
- Pengeluaran-pengeluaran aktivitas organisasi dan administrasi usaha
- dan lain-lain

3. Biaya Perawatan (*Maintenance Cost*)

Yaitu biaya yang dikeluarkan dalam rangka menjaga/menjamin *performance* kerja fasilitas atau peralatan agar selalu prima dan siap untuk dioperasikan. Sifat pengeluaran ini umumnya dibedakan menjadi dua, yaitu :

- biaya perawatan rutin/periodic (*preventive maintenance*)
- biaya perawatan insidental (kuratif)

2.4 Biaya Pelayanan Berulang (*Life Cycle Cost*)

Ada dua tahapan pokok dalam pelayanan berulang suatu aset, yaitu :

1. Tahapan pembelian awal dari aset, termasuk perencanaan dan pemeliharaan
2. Tahapan operasi atau produksi

Biaya pelayanan berulang memasukkan semua unsur biaya yang berhubungan dengan aset selama masa pelayanan dari pemasangan sampai aset menjadi barang bekas. Tujuannya adalah untuk meminimalkan biaya tersebut selama masa pelayanan dari suatu aset⁵.

⁵ *Ibid.*, p228

2.5 Pertimbangan Biaya Modal

Ada dua hal yang diperhatikan dalam mempertimbangkan biaya modal, yaitu :

a. Investasi Awal

Investasi awal termasuk biaya pembelian, transportasi, instalasi dari aset sampai siap produksi atau beroperasi. Biaya yang berkaitan dengan pemeliharaan dan pengembangan sampai perencanaan final dan produksi, dimasukkan kedalam harga beli dari suatu aset. Transportasi, instalasi dan biaya “*debugging*” mungkin menjadi signifikan dan umurnya ditentukan kedalam harga beli. Biaya-biaya ini harus dimasukkan kedalamnya untuk mencapai biaya total awal dari nilai investasi.

b. Nilai Sisa

Pemilihan suatu aset terhadap aset lain adalah suatu pertanyaan dari nilai ekonomi. Satu factor dalam penentuan nilai itu adalah nilai pasar dari barang bekasnya. Nilai pasar dari banyak peralatan dapat diramalkan melalui ringkasan pelelangan (*auction*)⁶. Jumlah spesifiknya tergantung dari sejumlah faktor seperti :

1. Penampilan
2. Jumlah dari bagian yang potensial dapat digunakan
3. Kondisi mekanis
4. Iklim ekonomi
5. Ragam kemampuan dari aset

⁶ *Ibid.*, p228

2.6 Pertimbangan Biaya Operasi

Dalam pertimbangan ekonomi, telah diuraikan semua biaya yang berkaitan dengan operasi suatu aset. Untuk mengevaluasi alternatif dengan suatu apresiasi untuk perbedaannya, sangatlah penting untuk mengetahui biaya individual⁷.

Komponen biaya operasi yang utama dan harus diperhatikan adalah sebagai berikut :

1. Tenaga
2. Energi
3. Pemeliharaan
4. Pengurangan Waktu (*Down Time*)
5. Over Head

2.6.1 Tenaga

Upah tenaga termasuk :

1. Keuntungan perusahaan yang dipertimbangkan
2. Biaya transportasi
3. Supervisi
4. Administrasi

2.6.2 Energi

Secara umum, peralatan produksi memerlukan energy misalnya BBM, tenaga listrik, atau energi termal. Biaya energi sangat dominan dalam pertimbangan untuk penggantian peralatan maupun keputusan investasi baru.

2.6.3 Pemeliharaan

Seluruh bagian mekanikal sangat dipengaruhi oleh keausan dan kegagalan. Pemeliharaan preventif sebelumnya atau pemeliharaan korektif sesudahnya, adalah biaya yang signifikan. Biaya-biaya akibat kegagalan produksi tidak dapat dihindarkan, tetapi mungkin dapat digunakan untuk mempromosikan umur

⁷ *Ibid.*, p229

rencana yang lebih panjang dan memberikan tambahan reliabilitas peralatan yang emergensi. Peralatan yang dipengaruhi oleh suatu program pemeliharaan preventif, umumnya memiliki umur yang lebih panjang dari pada peralatan yang hanya memiliki program pemeliharaan korektif sesudahnya.

2.6.4 Pengurangan Waktu (*Down Time*)

Biaya yang sering terlihat tetapi ulit untuk dikuantifikasikan memiliki biaya pengurangan waktu.

Suatu alat produksi yang beroperasi memiliki beberapa biaya diantaranya :

1. Kehilangan produksi
2. Tenaga tidak produktif selama menggunakannya
3. Biaya penggantian jangka pendek
4. Biaya lembur

2.6.5 Over Head

Biaya administrasi, biaya pemeliharaan gedung dan alat, atau sebagian biaya yang tidak secara spesifik menunjukkan pada suatu fungsi, dihitung sebagai biaya overhead. Presentasi anggaran, kebijakan dan pemasaran mempengaruhi alokasi overhead dan sebagai hasilnya, mereka dipengaruhi oleh perubahan waktu.

2.7 Metode Ekuivalensi

Metode ekuivalensi adalah metode yang digunakan dalam menghitung kesamaan nilai uang dari suatu waktu ke waktu yang lain. Konsep ekuivalensi mengatakan bila sejumlah uang yang berbeda dibayar pada waktu yang berbeda dapat menghasilkan nilai yang sama (ekuivalen)⁸. Metode ekuivalen ini merupakan dasar untuk melakukan perhitungan dan analisis cash flow. Cash flow dapat dibedakan menjadi dua yaitu :

⁸ Drs. M. Giatman, MSIE, (2006). *Ekonomi Teknik*

1. Cash Flow Tunggal (*Single Payment*)

Jika sejumlah uang saat ini (*present*) = P, dipinjamkan pada seseorang dengan suku bunga (*rate of interest*) = i, maka uang tersebut pada periode ke-n akan menghasilkan nilai uang masa depan (*future*) = F⁹.

Untuk mencari nilai F tersebut, dapat dipakai formula berikut ini :

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

$$P = F (1 + i)^{-n} \dots\dots\dots(2)$$

Faktor pengali $(1 + i)^n$ diatas disebut faktor pembungaan majemuk tunggal. Jika kita menggunakan table bunga dalam perhitungan ekuivalensi, maka persamaan diatas diubah menjadi persamaan faktor bunga berikut ini :

$$F = P (F/P, i, n) \dots\dots\dots(1a)$$

$$P = F (P/F, i, n) \dots\dots\dots(2a)$$

2. Cash Flow Annual

Cash flow annual adalah cash flow yang sama besarnya setiap periode.

a) Hubungan Annual dengan Future

Dengan menguraikan bentuk annual menjadi bentuk tunggal (*single*), dan selanjutnya masing-masing diasumsikan sebagai suatu yang terpisah¹⁰, maka diperoleh formula sebagai berikut :

$$F = A \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i} \right] \dots\dots\dots (3)$$

⁹ *Ibid.*, p44
¹⁰ *Ibid.*, p48

Selanjutnya rumus tabel bunganya dapat ditulis :

$$F = A (F/A,i,n) \dots\dots\dots(3a)$$

b) Hubungan Future dengan Annual

Jika persamaan (3) dibalikkan, maka akan didapatkan pula hubungan antara F dengan A, yaitu :

$$A = F \left[\frac{i}{(1+i)^n - 1} \right] \dots\dots\dots(4)$$

Selanjutnya rumus tabel bunganya dapat ditulis :

$$A = F (A/F,i,n) \dots\dots\dots(4a)$$

c) Hubungan Annual dengan Present

Jika sejumlah uang (*present*) didistribusikan secara merata setiap periode akan diperoleh besaran ekuivalen sebesar A, yaitu :

$$A = P \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right] \dots\dots\dots(5)$$

Selanjutnya rumus tabel bunganya dapat ditulis :

$$A = P (A/P,i,n) \dots\dots\dots(5a)$$

d) Hubungan Present dengan Annual

Jika persamaan (5) dibalikkan, maka akan didapatkan pula hubungan antara P dengan A, yaitu :

$$P = A \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right] \dots\dots\dots(6)$$

Selanjutnya rumus tabel bunganya dapat ditulis :

$$A = P (A/P,i,n) \dots\dots\dots(6a)$$

2.8 Depresiasi Aset

Depresiasi adalah penyusutan atau penurunan nilai aset bersamaan dengan berlalunya waktu. Sebagaimana diketahui pengertian aset mencakup *current asset* dan *fixed asset*, namun aset yang hanya terkena depresiasi adalah aset tetap (*fixed asset*) yang pada umumnya bersifat fisik¹¹.

Depresiasi dapat dibedakan atas beberapa sebab, yaitu :

1. Penyusutan Fisik (*Deterioration*), yaitu penyusutan yang disebabkan oleh berkurangnya kemampuan fisik dari suatu aset untuk menghasilkan produksi karena keausan dan kemerosotan.
2. Penyusutan Fungsional (*Obsolescence*), yaitu penyusutan suatu aset yang disebabkan oleh kekunoan/using.
3. Penyusutan Moneter (*Monetary Depreciation*), yaitu penyusutan yang disebabkan adanya perubahan tingkat suku bunga moneter.

2.8.1 Tujuan Depresiasi Aset

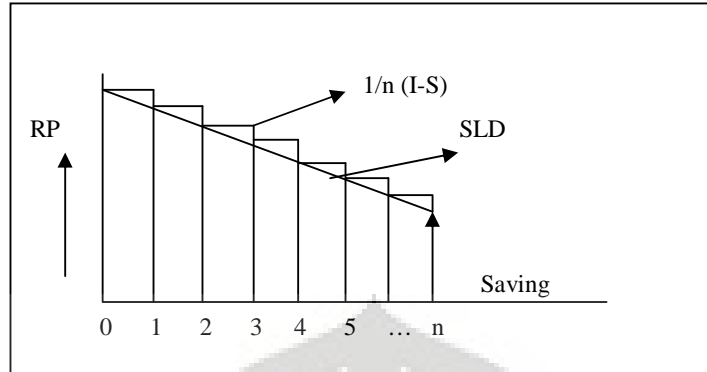
Secara umum ada beberapa alasan dilakukannya perhitungan depresiasi ini yaitu :

1. Untuk menyediakan dana pengembalian modal yang telah diinvestasikan dalam kekayaan fisik.
2. Untuk memungkinkan adanya biaya penyusutan yang dibebankan pada biaya produksi atau jasa yang dihasilkan dari penggunaan aset-aset.
3. Sebagai dasar pengurangan pembayaran pajak pendapatan/usaha yang harus dibayarkan.

2.8.2 Metode *Straight of Line Depreciation* (SLD)

Secara teori ada berbagai metode perhitungan depresiasi, namun yang akan digunakan dalam penelitian ini hanyalah metode SLD. Metode depresiasi garis lurus (SLD) pada dasarnya memberikan hasil perhitungan depresiasi yang sama setiap tahun selama umur perhitungan aset, maka nilai buku aset setiap akhir tahun jika dibuat grafiknya akan membentuk garis lurus seperti gambar 2.2.

¹¹ *Ibid.*, p143



Gambar 2-2. Grafik Depresiasi Garis Lurus

Parameter-parameter yang diperlukan dalam perhitungan ini adalah nilai investasi, umur produktif aset/lamanya aset akan dikenakan depresiasi, nilai sisa aset pada akhir umur produktif aset¹². Formula yang digunakan sebagai berikut :

$$SLD = \frac{1}{N} (I - S) \dots \dots \dots (1)$$

Dimana : SLD = Jumlah depresiasi pertahun
 I = Investasi
 S = Nilai sisa aset akhir umur produktif
 N = Lamanya aset akan didepresiasi

2.8.3 Metode Declining balance Depreciation (DBD)

Metode DBD mempunyai asumsi bahwa nilai aset menurun lebih cepat pada awal-awal tahun permulaan dari pada tahun-tahun akhir dari usia kegunaannya¹³. Formula yang digunakan sebagai berikut :

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

Keterangan : R = tingkat depresiasi/tahun
 S = nilai sisa umur produktif
 I = investasi awal
 n = umur aset

¹² *Ibid.*, p146

¹³ *Ibid.*, p151

2.9 Interest Rate

Dalam perhitungan Annual Equivalen, tingkat suku bunga sangat berpengaruh terhadap hasil perhitungan, sedangkan suku bunga yang digunakan berhubungan pula dengan MARR (*Minimum Atractive Rate of Return*)¹⁴. Formula yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$\text{MARR} = i + Cc + \alpha \dots\dots\dots(2)$$

Dimana : *i* = suku bunga investasi
 Cc = biaya yang dikeluarkan untuk mendapat investasi
 α = faktor resiko investasi

Oleh karena itu dalam perhitungan ini, nilai dari interest rate yang di gunakan adalah sebesar :

$$\begin{aligned} \text{MARR} &= i + Cc + \alpha \\ &= 8 + 0 + 7 \\ &= 15 \% \end{aligned}$$

Dimana *i* (suku bunga) yang digunakan adalah suku bunga deposito yang saat ini berkisar antara ± 6–8 % pertahun, sedangkan nilai *Cc* tidak diperhitungkan karena dianggap tidak ada biaya yang dikeluarkan untuk mendapat investasi dan faktor resiko yang di pakai sebesar 7 %, mengingat kondisi perekonomian yang saat ini sedang tidak stabil. Penentuan suku bunga ini juga didasari atas pertimbangan dari pihak perusahaan sebagai pemegang investasi.

2.10 Metode Penyelesaian

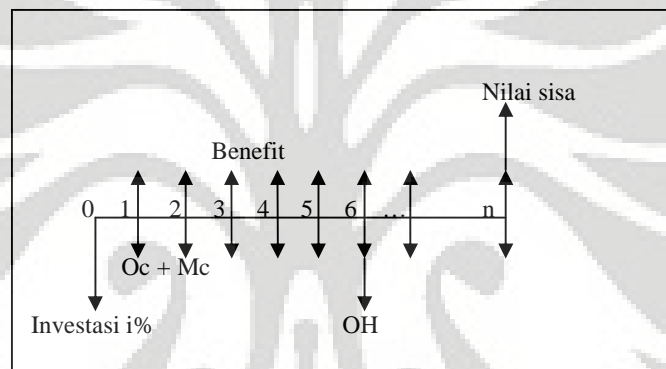
Suatu investasi merupakan kegiatan menanamkan modal jangka panjang, dimana selain investasi tersebut perlu pula disadari dari awal bahwa investasi akan diikuti oleh sejumlah pengeluaran lain yang secara periodic perlu disiapkan.

¹⁴ *Ibid.*, p90

Pengeluaran tersebut terdiri dari biaya operasional, biaya perawatan, dan biaya-biaya lainnya yang tidak dapat dihindarkan.

Disamping pengeluaran, investasi juga akan menghasilkan sejumlah keuntungan atau manfaat, mungkin dalam bentuk penjualan-penjualan produk benda atau jasa. Penyelesaian untuk masalah penggantian tergantung pada beberapa faktor, seperti tipe industri, tipe peralatan, kemudahan pengumpulan data, alasan penggantian dan lain sebagainya. Tujuan dan parameter harus jelas ditetapkan sebelum melakukan studi ekonomi.

Secara umum kegiatan investasi akan menghasilkan komponen cash flow seperti gambar 2-3 berikut :



Gambar 2-3. Cash flow investasi

Terdapat beberapa metode dalam mengevaluasi kelayakan investasi dan yang umum dipakai yaitu:

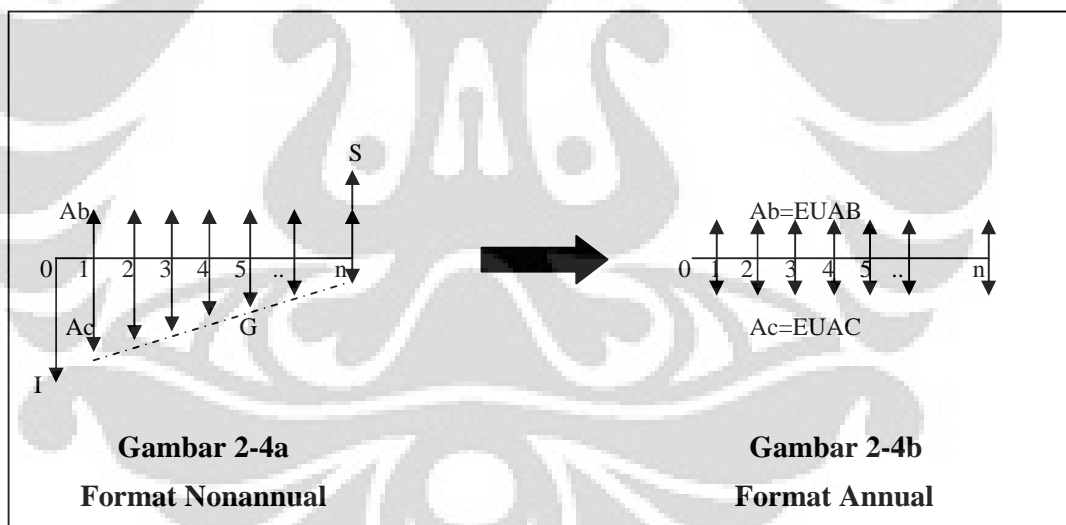
1. Metode Net Present Value (NPV)
2. Metode Annual Ekuivalen (AE)
3. Metode Internal Rate of Return (IRR)
4. Metode Benefit Cost Ratio (BCR)
5. Metode Pay Back Period (PBP)
6. Metode Discounted Payback Periode

Pada dasarnya semua metode tersebut konsisten satu sama lain, artinya jika dievaluasi dengan metode NPV dan metode lainnya akan menghasilkan rekomendasi yang sama, tetapi informasi spesifik yang dihasilkan tentu akan berbeda. Pada penelitian ini, metode yang akan digunakan hanya metode Annual

Equivalen, karena metode ini dianggap cukup efektif dan akurat terhadap perhitungan yang menggunakan dua investasi dengan umur sisa yang berbeda. Lain hal dengan beberapa metode lain seperti metode NPV, BCR, IRR dan PBP yang harus memakai langkah penyamaan umur investasi yang dianggap tidak begitu akurat bila umur masing-masing alternative bukan merupakan bilangan istimewa, atau jumlah alternatif terlalu banyak. Artinya akan terjadi sekian kali re-investasi semu yang tentu saja menjadikan alternatif gabungan menjadi tidak ideal lagi.

2.10.1 Metode Annual Equivalent (AE)

Metode annual ekuivalen konsepnya merupakan kebalikan dari metode NPV. Jika pada metode NPV seluruh aliran cash ditarik pada posisi present, sebaliknya pada metode AE ini, aliran cashnya didistribusikan secara merata pada setiap periode waktu sepanjang umur investasi¹⁵, baik cash-in maupun cash-out seperti terlihat pada gambar 2-4a dan 2-4b dibawah ini.



Hasil pendistribusian secara merata dari cash-in menghasilkan rata pendapatan pertahun dan disebut dengan *Equivalent Uniform Annual of Benefit* (EUAB).

¹⁵ Drs. M. Giatman, MSIE, (2006). *Ekonomi Teknik*

Sedangkan hasil pendistribusian cash-out secara merata disebut *Equivalent Uniform Annual of Cost* (EUAC). EUAB dikurangi EUAC disebut dengan *Annual Equivalent* (AE)¹⁶.

Berdasarkan konsep tersebut, diperoleh formula umum sebagai berikut :

$$EUAB = \sum_{t=0}^n Cb_t (FBA)_t \dots \dots \dots (1)$$

$$EUAC = \sum_{t=0}^n Cc_t (FBA)_t \dots \dots \dots (2)$$

$$AE = \sum_{t=0}^n Cf_t (FBA)_t \dots \dots \dots (3)$$

$$AE = EUAB - EUAC$$

Dimana : Cb = cash flow benefit
 Cc = cash flow cost
 Cf = cash flow utuh
 FBA = faktor bunga annual
 t = periode waktu
 n = umur investasi

❖ Kriteria Keputusan

Untuk mengetahui apakah suatu rencana investasi tersebut layak ekonomis atau tidak, diperlukan suatu ukuran/kriteria tertentu dalam metode AE, yaitu :

Jika : $AE \geq 0$ artinya investasi akan menguntungkan/
 Layak (*feasible*)
 $AE \leq 0$ artinya investasi tidak menguntungkan/
 Tidak layak (*unfeasible*)

¹⁶ *Ibid.*, p75

2.11 Konsep Aset *Defender* dan *Challenger*

Besar dan lamanya cash flow dari aset yang dipertahankan (*defender*) dan aset baru (*challenger*) biasanya sangat berbeda. Aset baru selalu memiliki ongkos investasi yang lebih tinggi dan ongkos operasional serta perawatan lebih rendah dibandingkan dengan aset lama. Nilai sekarang dari aset yang dipertahankan adalah nilai jual dari aset tersebut yang berlaku pada saat ini, sedangkan nilai sekarang dari aset pengganti adalah seluruh biaya yang dikeluarkan untuk pengadaan alat tersebut sampai dapat dioperasikan. Dengan demikian, nilai sekarang dari aset pengganti meliputi biaya pembelian alat, biaya pengadaan alat, biaya pelatihan dan sebagainya.

Biaya yang terjadi untuk aset yang dipertahankan pada masa lalu tidak dipertimbangkan dalam analisis penggantian ini, hal ini disebabkan karena biaya tersebut tidak akan dapat tertutupi, sehingga hanya kondisi yang akan datang dari aset yang akan dipertimbangkan. Biaya-biaya masa lalu yang tidak tertutupi dikatakan sebagai “*sunk cost*”¹⁷. Rumus ekonomis dari aset yang dipertahankan dihitung dari sisa masa pakai ekonomisnya mulai analisis dilakukan, sedangkan umur ekonomis untuk aset pengganti diperoleh dari rencana penggunaan. Kriteria yang biasa dipakai dalam mengambil keputusan disesuaikan dengan sifat *cash flow* dan umur sisa aset serta umur analisis aset pengganti¹⁸.

Dibawah ini terdapat beberapa kriteria-kriteria yang dapat digunakan dalam mengambil suatu keputusan, yaitu :

1. Umur aset lama dengan aset pengganti sama
 - Jika umur sisa aset lama dengan aset pengganti dianggap sama, analisis dapat menggunakan metode *Net Present Value* (NPV).
 - Jika nilai manfaat dari kedua alternatif aset (*defender* dan *challenger*) per periodenya relatif sama, cukup digunakan analisis *Present Worth of Cost* (PWC) dengan kriteria keputusan NPV terbesar atau PWC terkecil.

¹⁷ *Ibid.*, p176

¹⁸ *Ibid.*, p177

2. Umur aset lama dengan aset pengganti tidak sama

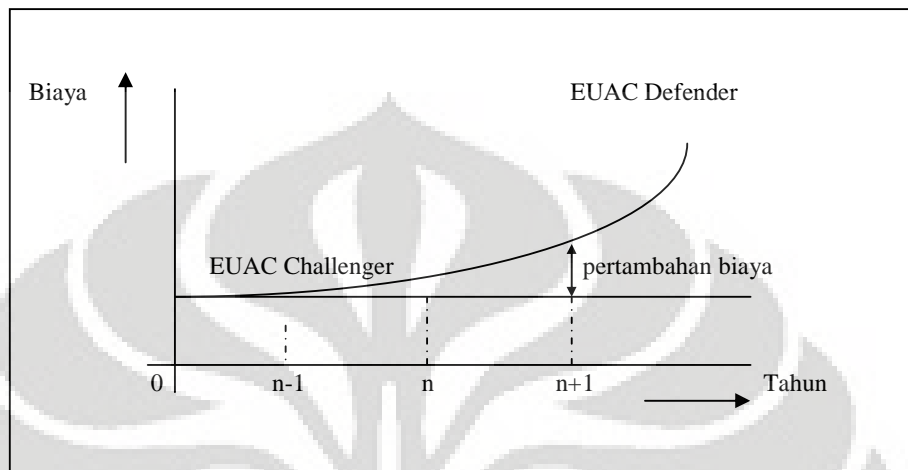
- Jika umur aset lama tidak sama dengan umur aset pengganti, metode analisis yang umumnya dipakai adalah metode *Annual Equivalen* (AE) bila cash flow benefit dan cost-nya diperoleh dengan lengkap.
- Jika hanya cash flow cost-nya saja yang diperoleh, biasanya dipakai metode *Equivalen Uniform Annual of Cost* (EUAC).
- Penggantian akan ideal dilakukan pada saat EUAC *defender* sama dengan EUAC *challenger*, atau EUAC *defender* lebih kecil dari EUAC *challenger*.

Informasi yang dibutuhkan dalam analisis *replacement* untuk masing-masing aset adalah sebagai berikut :

Tabel 2-1. Tabel informasi dalam analisis penggantian

Defender	Challenger
Nilai pasar sekarang/market value	Investasi ditambah biaya instalasi
Biaya operasional tahunan	Biaya operasional tahunan
Nilai jual kembali yang akan datang (S_n)	Nilai jual kembali yang akan datang (S_n)
Pendapatan operasional tahunan	Pendapatan operasional tahunan
Umur ekonomis tersisa	Umur ekonomis

Keterlambatan penggantian dalam beberapa periode saja akan mengakibatkan tambahan biaya yang semakin lama semakin meningkat seperti terlihat pada gambar 2-5. dibawah ini.



Gambar 2-5. Perbandingan Biaya Equivalen Tahunan Defender & Challenger

BAB III PENGUMPULAN DATA

3.1 Gambaran Umum Kapal Caraka Jaya Niaga III-27



Name of Vessel	: MV. Caraka Jaya Niaga III-27
Type of Vessel	: Semi Container
Flag	: Indonesia
Length	: 98 Meter
Breadth	: 16.5 Meter
Depth	: 7.8 Meter
Build year	: 1993
DWT	: 3650 Ton
GRT	: 3257 Ton
NRT	: 1412 Ton
Number of Cargo	: 3
Number of Crew	: 23 Person

3.2 Gambaran Umum Mesin

Mesin pada kapal Caraka Jaya Niaga III-27 terbagi atas dua jenis, yaitu :

1. 1 Unit Mesin Induk
2. 3 Unit Mesin Bantu (generator)

3.2.1 Mesin Induk

Spesifikasi :

Main Engine :

Maker	: PAL – MAN – B&W – MITSUI
Type	: 5S26MC
Horse Power	: 1740 HP
RPM	: 196 RPM
Number of Cylinder	: 5



Gambar 3-1. Gambar mesin induk

Auxilliary Engine :

Maker	: YANMAR
Type	: 6 KHL 5 TA
Horse Power	: 260 HP
RPM	: 1500 RPM

3.2.2 Bagian-bagian Mesin Induk :

1. Cylinder Cover :
Merupakan penutup dari silinder liner, fungsinya untuk menjaga pembakaran agar dapat berlangsung dengan baik.
2. Piston
Bergerak naik turun pada saat pembakaran berlangsung, piston menggerakkan poros engkol.
3. Cylinder Liner
Merupakan tempat terjadinya proses pembakaran.
4. Croshead With Connecting Rod
Merupakan komponen penyambung piston dengan poros engkol.
5. Crankshaft and Trust Bearing
Crankshaft merupakan poros engkol yang bergerak untuk memutar baling-baling.
6. Mechanical Control Gear
Merupakan komponen penyambung untuk menggerakkan pompa bahan bakar.
7. Starting Air System
Merupakan komponen untuk menstart mesin.
8. Exhaust Valve
Merupakan komponen untuk membuang udara bekas pembakaran.
9. Fuel Oil System
Merupakan komponen untuk mengabutkan bahan bakar dengan udara kedalam silinder sehingga menghasilkan pembakaran.
10. Turbocharger System
Merupakan komponen untuk memasukkan udara murni kedalam silinder dan mendorong uap bekas keluar menuju cerobong.
11. Safety Equipment (klep pengaman)
Merupakan komponen untuk mengamankan tekanan berlebih didalam silinder.

3.2.3 Mesin Bantu (Generator)

Mesin bantu atau motor lampu fungsinya untuk menggerakkan pompa-pompa seperti, pompa air laut, pompa bahan bakar, pompa air tawar, pompa oli, kompresor udara, mesin jangkar, pompa derek dan lain sebagainya.

Spesifikasi :

Maker	: TAIYO ELECRIC, MFG
Type	: TWY 31 C
Output	: 250 KVA
Volt	: 380 V
RPM	: 1500 RPM
Weight	: 1100 Kg
Current	: 370 A
Manufacture	: October 1991



Gambar 3-2. Gambar generator

3.3 Unit Pendukung

1. Lubricating Oil Purifier

Merupakan pesawat pendukung dari *Main Engine* yang berfungsi untuk memisahkan minyak dengan kotoran atau air, agar oli tetap terjaga kebersihannya sebelum masuk kembali ke motor induk.

Spesifikasi :

Maker	: Mitsubishi Kakoki Kaisha
Output	: 15 KW
Volt	: 380 V
Speed	: 9000 RPM
Capacity	: 700 liter/hour
Frequency	: 50 Hz
Weight	: 260 Kg



Gambar 3-3. Gambar Lo. Purifier

2. Oil Pump

Merupakan pesawat pendukung dari *Main Engine* yang berfungsi untuk memompa oli dari sump tank (penampungan oli) masuk kedalam sistem pelumasan motor induk.

Spesifikasi :

Maker	: TAIYO ELECRIC, MFG
Output	: 18 KW
Volt	: 380 V
Speed	: 975 RPM
Frequency	: 50 Hz
Weight	: 279 Kg



Gambar 3-4. Gambar Oil Pump

3. Fuel Oil Supply Pump

Merupakan pesawat pendukung dari *Main Engine* yang berfungsi untuk memompa bahan bakar kedalam injector motor induk.

Spesifikasi :

Maker	: TAIYO ELECRIC, MFG
Output	: 2 KW
Volt	: 380 V
Speed	: 950 RPM
Frequency	: 50 Hz
Weight	: 65 Kg



Gambar 3-5. Gambar Fo. Supply pump

4. Fuel Oil Transfer Pump

Merupakan pesawat pendukung dari *Main Engine* yang berfungsi sebagai pemindah bahan bakar dari tangki dasar ke tangki service mesin.

Spesifikasi :

Maker	: TAIYO ELECRIC, MFG
Output	: 2.2 KW
Volt	: 380 V
Speed	: 950 RPM
Frequency	: 50 Hz
Weight	: 65 Kg



Gambar 3-6. Gambar Fo. Transfer Pump

5. Lubricating Oil Transfer Pump

Merupakan pesawat pendukung dari *Main Engine* yang berfungsi untuk memindahkan oli dari tangki ke tangki.

Spesifikasi :

Maker	: TAIYO ELECRIC, MFG
Output	: 1.5 KW
Volt	: 380 V
Speed	: 930 RPM
Frequency	: 50 Hz
Weight	: 35.2 Kg



Gambar 3-7. Gambar Lo. Transfer Pump

6. Air Compressor

Merupakan pesawat pendukung dari *Main Engine* yang berfungsi untuk menghisap udara dari luar yang kemudian di kompres masuk kedalam botol angin (air reservoir).

Spesifikasi :

Maker	: TAIYO ELECRIC, MFG
Output	: 11 KW
Horse Power	: 1100 HP
Volt	: 380 V

Universitas Indonesia



Gambar 3-8. Gambar Air Compressor

7. Air Reservoir

Merupakan pesawat pendukung dari *Main Engine* yang berfungsi sebagai penampungan udara/penyimpanan udara dari kompresor udara.

Spesifikasi :

Maker	: HEMMI IRON WORKS
Capacity	: 1200 liter
Working Pressure	: 30 Kg/ cm^2
Weight	: 800 Kg



Gambar 3-9. Gambar Air Reservoir

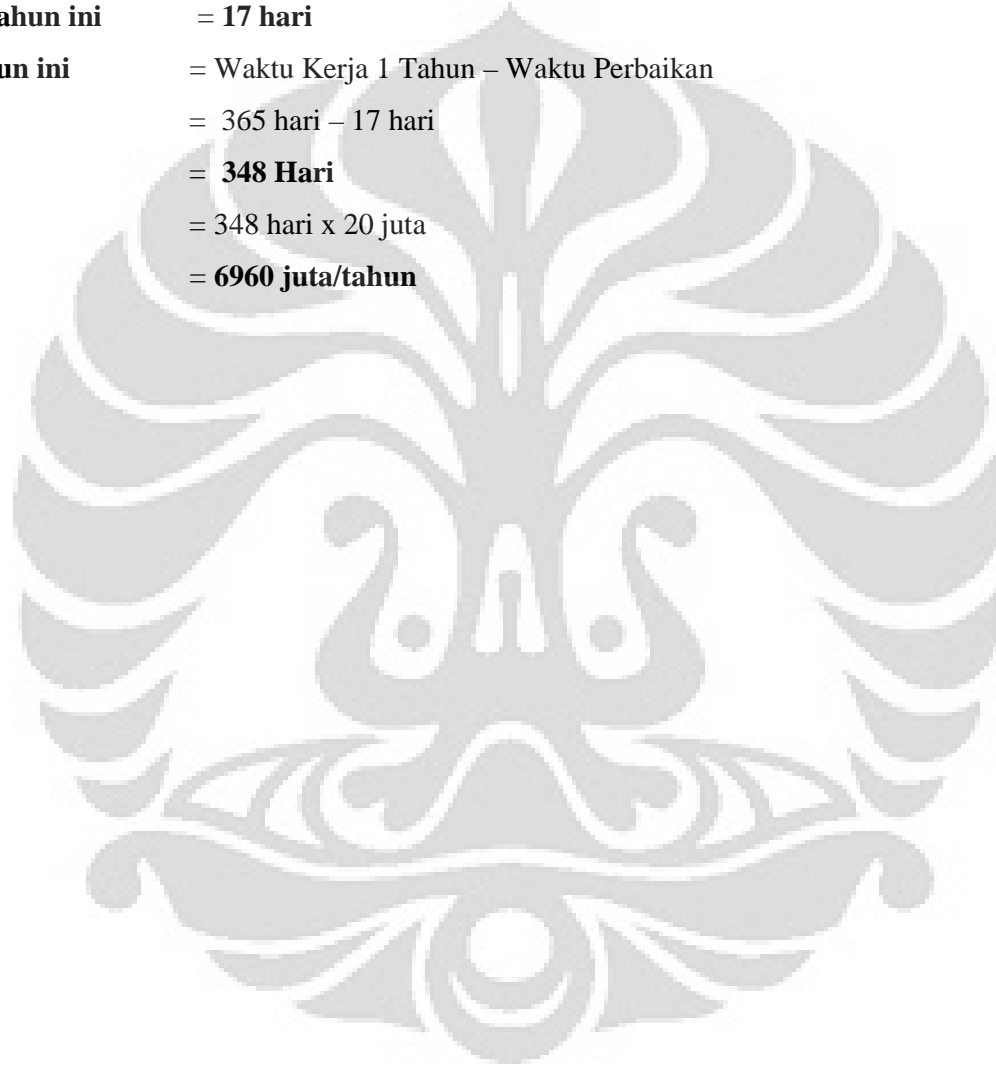
Tabel 3-1. Tabel Biaya Perawatan Mesin Kapal Caraka Jaya Niaga III-27 Periode November 2005 – November 2006

Tanggal	Keterangan	Kapal	Jumlah Biaya
20 Desember 2005	Biaya reparasi injector (Main Engine) 5 Cylinder @ Rp. 100.000,00	CJN III-27	Rp. 500.000,00
24 Januari 2006	Biaya reparasi injector (Main Engine) 5 Cylinder @ Rp. 100.000,00	CJN III-27	Rp. 500.000,00
18 Februari 2006	Biaya kalibrasi Turbocharge Main Engine	CJN III-27	Rp. 2.000.000,00
18 Februari 2006	Biaya reparasi Fo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 200.000,00
27 Maret 2006	Biaya reparasi Lo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 500.000,00
28 Maret 2006	Biaya penggantian Ring Piston Main Engine 5 cylinder @ Rp. 5.000.000,00	CJN III-27	Rp. 25.000.000,00
29 Maret 2006	Biaya reparasi injector (Main Engine) 5 Cylinder @ Rp. 100.000,00	CJN III-27	Rp. 500.000,00
15 April 2006	Biaya service Intercooler Main Engine	CJN III-27	Rp. 900.000,00
15 April 2006	Biaya rekondisi 1 buah Spindle Valve Motor Induk dan 1 buah Vane Whell	CJN III-27	Rp. 1.500.000,00
26 Mei 2006	Biaya reparasi Lo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 500.000,00
19 Juni 2006	Biaya reparasi Fo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 200.000,00
19 Juni 2006	Biaya Penggantian 2 pcs Mechanical Seal Lo. Pump (Main	CJN III-27	Rp. 1.200.000,00

Universitas Indonesia

	Engine) @Rp. 600.000,00		
18 Juli 2006	Biaya reparasi Fo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 200.000,00
19 Juli 2006	Biaya penggantian 3 pcs Ball Bearing Supply Pump (Main Engine) @Rp. 80.000,00	CJN III-27	Rp. 240.000,00
05 Agustus 2006	Biaya Penggantian 2 pcs Mechanical Seal Lo. Pump (Main Engine) @Rp. 600.000,00	CJN III-27	Rp. 1.200.000,00
22 Agustus 2006	Biaya reparasi Fo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 200.000,00
29 Agustus 2006	Biaya reparasi Lo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 500.000,00
29 Agustus 2006	Biaya reparasi injector (Main Engine) 5 Cylinder @ Rp.100.000,00	CJN III-27	Rp. 500.000,00
13 September 2006	Biaya penggantian 3 pcs Ball Bearing Supply Pump (Main Engine) @Rp. 80.000,00	CJN III-27	Rp. 240.000,00
28 September 2006	Biaya reparasi injector (Main Engine) 5 Cylinder @ Rp. 100.000,00	CJN III-27	Rp. 500.000,00
28 September 2006	Biaya reparasi Lo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 500.000,00
26 Oktober 2006	Biaya reparasi 1 pcs Cylinder Head Mesin MITSUI (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 3.250.000,00
Total Biaya			Rp. 40.830.000,00

Waktu Perbaikan Tahun ini = 17 hari
Waktu Operasi Tahun ini = Waktu Kerja 1 Tahun – Waktu Perbaikan
= 365 hari – 17 hari
= **348 Hari**
Benefit = 348 hari x 20 juta
= **6960 juta/tahun**



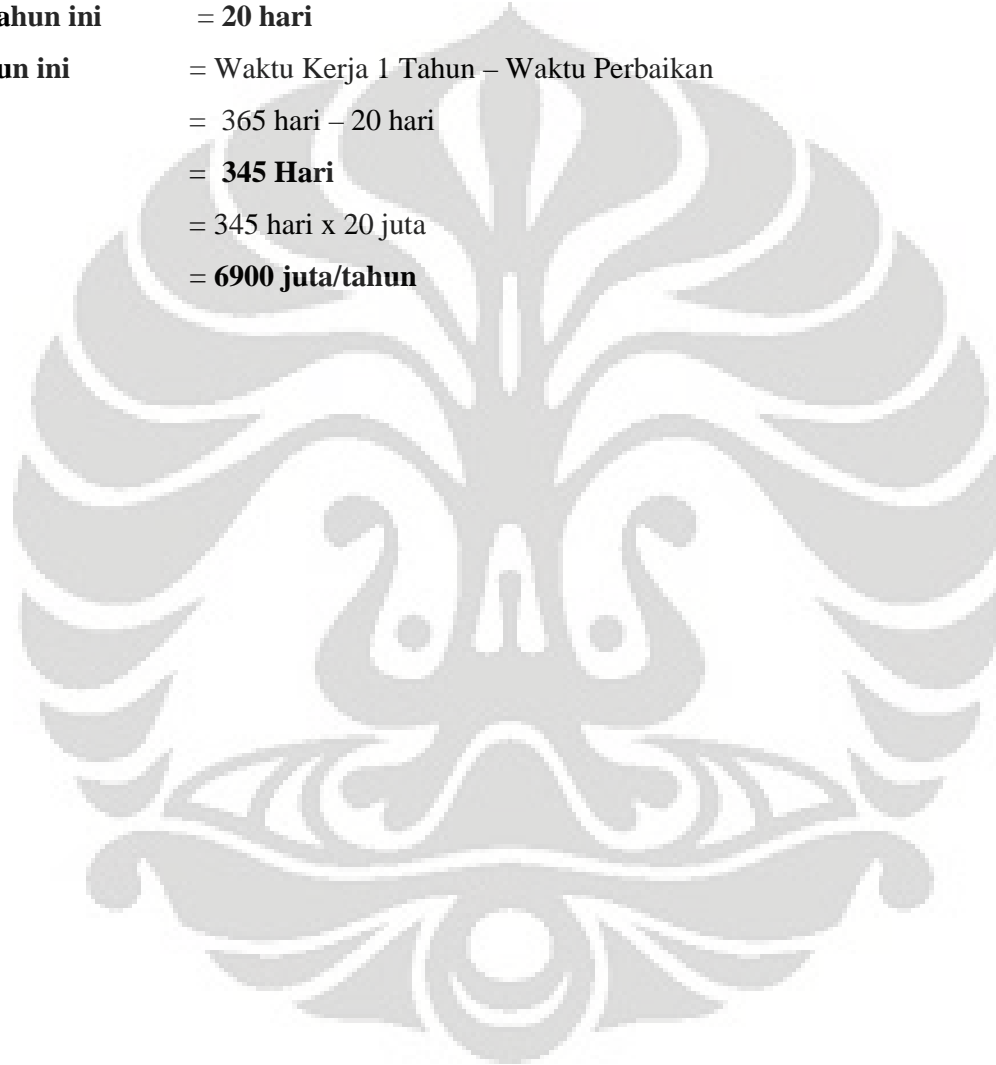
Tabel 3-2. Tabel Biaya Perawatan Mesin Kapal Caraka Jaya Niaga III-27 Periode November 2006 – November 2007

Tanggal	Keterangan	Kapal	Jumlah Biaya
15 November 2006	Biaya rekondisi 1 buah Spindle Valve Motor Induk dan 1 buah Vane Whell	CJN III-27	Rp. 1.500.000,00
05 Desember 2006	Biaya Penggantian 2 pcs Mechanical Seal Lo. Pump (Main Engine) @Rp. 600.000,00	CJN III-27	Rp. 1.200.000,00
12 Desember 2006	Biaya Service 2 Silinder Head Mesin MITSUI (Main Engine) yang bocor @ Rp. 1.500.000,00	CJN III-27	Rp. 3.000.000,00
26 Desember 2006	Biaya reparasi 1 pcs Cylinder Head Mesin MITSUI (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 3.250.000,00
27 Desember 2006	Biaya reparasi Fo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 200.000,00
27 Desember 2006	Biaya reparasi Lo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 500.000,00
24 Januari 2007	Biaya penggantian Ring Piston Main Engine 5 cylinder @ Rp. 5.000.000,00	CJN III-27	Rp. 25.000.000,00
24 Januari 2007	Biaya reparasi injector (Main Engine) 5 Cylinder @ Rp. 100.000,00	CJN III-27	Rp. 500.000,00
15 Februari 2007	Biaya service Intercooler Main Engine	CJN III-27	Rp. 900.000,00
20 Maret 2007	Biaya reparasi injector (Main Engine) 5 Cylinder @ Rp. 100.000,00	CJN III-27	Rp. 500.000,00
26 Maret 2007	Biaya reparasi Lo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 500.000,00
11 April 2007	Biaya Penggantian 2 pcs Mechanical Seal Lo. Pump (Main Engine) @Rp. 600.000,00	CJN III-27	Rp. 1.200.000,00

Universitas Indonesia

18 April 2007	Biaya reparasi Fo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 200.000,00
08 Mei 2007	Biaya penggantian 3 pcs Ball Bearing Supply Pump (Main Engine) @Rp. 80.000,00	CJN III-27	Rp. 240.000,00
24 Mei 2007	Biaya reparasi injector (Main Engine) 5 Cylinder @ Rp. 100.000,00	CJN III-27	Rp. 500.000,00
22 Juni 2007	Biaya reparasi Fo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 200.000,00
29 Juni 2007	Biaya reparasi Lo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 500.000,00
23 Juli 2007	Biaya Perbaikan 2 Cylinder Head yang bocor, @ Rp. 1.500.000,00	CJN III-27	Rp. 3.000.000,00
23 Juli 2007	Biaya reparasi injector (Main Engine) 5 Cylinder @ Rp.100.000,00	CJN III-27	Rp. 500.000,00
13 Agustus 2007	Biaya Penggantian 2 pcs Mechanical Seal Lo. Pump (Main Engine) @Rp. 600.000,00	CJN III-27	Rp. 1.200.000,00
13 September 2007	Biaya penggantian 3 pcs Ball Bearing Supply Pump (Main Engine) @Rp. 80.000,00	CJN III-27	Rp. 240.000,00
20 September 2007	Biaya reparasi injector (Main Engine) 5 Cylinder @ Rp. 100.000,00	CJN III-27	Rp. 500.000,00
28 September 2007	Biaya reparasi Lo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 500.000,00
18 Oktober 2007	Biaya kalibrasi Turbocharge Main Engine	CJN III-27	Rp. 2.000.000,00
19 Oktober 2007	Biaya reparasi Fo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 200.000,00
Total Biaya			Rp. 48.030.000,00

Waktu Perbaikan Tahun ini = 20 hari
Waktu Operasi Tahun ini = Waktu Kerja 1 Tahun – Waktu Perbaikan
= 365 hari – 20 hari
= **345 Hari**
Benefit = 345 hari x 20 juta
= **6900 juta/tahun**



Tabel 3-3. Tabel Biaya Perawatan Mesin Kapal Caraka Jaya Niaga III-27 Periode November 2007 – November 2008

Tanggal	Keterangan	Kapal	Jumlah Biaya
19 November 2007	Biaya reparasi injector (Main Engine) 5 Cylinder @ Rp. 100.000,00	CJN III-27	Rp. 500.000,00
19 November 2007	Biaya service Intercooler Main Engine	CJN III-27	Rp. 900.000,00
07 Desember 2007	Biaya Service 4 Silinder Head Mesin MITSUI (Main Engine) yang bocor @ Rp. 1.500.000,00	CJN III-27	Rp. 6.000.000,00
14 Desember 2007	Biaya Penggantian 2 pcs Mechanical Seal Lo. Pump (Main Engine) @Rp. 600.000,00	CJN III-27	Rp. 1.200.000,00
27 Desember 2007	Biaya reparasi Lo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 500.000,00
27 Desember 2007	Biaya reparasi Fo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 200.000,00
16 Januari 2008	Biaya penggantian 3 pcs Ball Bearing Supply Pump (Main Engine) @Rp. 80.000,00	CJN III-27	Rp. 240.000,00
23 Januari 2008	Biaya reparasi injector (Main Engine) 5 Cylinder @ Rp. 100.000,00	CJN III-27	Rp. 500.000,00
16 Februari 2008	Biaya Penggantian 5 buah Nozle injector,@ Rp. 2.500.000,00	CJN III-27	Rp. 12.500.000,00
23 Februari 2008	Biaya reparasi Fo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 200.000,00
23 Februari 2008	Biaya penggantian 3 pcs Ball Bearing Supply Pump (Main Engine) @Rp. 80.000,00	CJN III-27	Rp. 240.000,00
16 Maret 2008	Biaya reparasi Lo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 500.000,00
25 Maret 2008	Biaya reparasi injector (Main Engine) 5 Cylinder @ Rp. 100.000,00	CJN III-27	Rp. 500.000,00

Universitas Indonesia

26 Maret 2008	Biaya reparasi Fo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 200.000,00
15 April 2008	Biaya Penggantian 2 pcs Mechanical Seal Lo. Pump (Main Engine) @Rp. 600.000,00	CJN III-27	Rp. 1.200.000,00
15 April 2008	Biaya reparasi Fo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 200.000,00
08 Mei 2008	Biaya penggantian Crank pin bearing 5 silinder @ Rp. 4.000.000,00	CJN III-27	Rp. 20.000.000,00
14 Mei 2008	Biaya penggantian 3 pcs Ball Bearing Supply Pump (Main Engine) @Rp. 80.000,00	CJN III-27	Rp. 240.000,00
21 Mei 2008	Biaya reparasi injector (Main Engine) 5 Cylinder @ Rp. 100.000,00	CJN III-27	Rp. 500.000,00
24 Juni 2008	Biaya reparasi Lo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 500.000,00
24 Juni 2008	Biaya reparasi Fo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 200.000,00
26 Juni 2008	Biaya service Intercooler Main Engine	CJN III-27	Rp. 900.000,00
19 Juli 2008	Biaya Service 1 Silinder Head Mesin MITSUI (Main Engine) yang bocor @ Rp. 1.500.000,00	CJN III-27	Rp. 1.500.000,00
23 Juli 2008	Biaya reparasi Fo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 200.000,00
23 Juli 2008	Biaya reparasi injector (Main Engine) 5 Cylinder @ Rp. 100.000,00	CJN III-27	Rp. 500.000,00
27 Juli 2008	Biaya rekondisi 1 buah Spindle Valve Motor Induk dan 1 buah Vane Whell	CJN III-27	Rp. 1.500.000,00
10 Agustus 2008	Biaya Penggantian 4 pcs Mechanical Seal Lo. Pump (Main Engine) @Rp. 600.000,00	CJN III-27	Rp. 2.400.000,00

24 Agustus 2008	Biaya reparasi Fo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 200.000,00
09 September 2008	Biaya reparasi injector (Main Engine) 5 Cylinder @ Rp. 100.000,00	CJN III-27	Rp. 500.000,00
16 September 2008	Biaya penggantian 3 pcs Ball Bearing Supply Pump (Main Engine) @Rp. 80.000,00	CJN III-27	Rp. 240.000,00
23 September 2008	Biaya reparasi injector (Main Engine) 5 Cylinder @ Rp. 100.000,00	CJN III-27	Rp. 500.000,00
23 September 2008	Biaya reparasi Lo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 500.000,00
20 Oktober 2008	Biaya reparasi Fo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 200.000,00
Total Biaya			Rp. 56.160.000,00

Waktu Perbaikan Tahun ini

= **26 hari**

Waktu Operasi Tahun ini

= Waktu Kerja 1 Tahun – Waktu Perbaikan

= 365 hari – 26 hari

= **339 Hari**

Benefit

= 339 hari x 20 juta

= **6780 juta/tahun**

Tabel 3-4. Tabel Data Estimasi Biaya Perawatan Untuk Mesin Baru Per 4 tahun

Jenis Perawatan	Periode Perawatan	Jumlah Biaya
Biaya reparasi Injector 5 Cylinder @ Rp. 100.000,00 x 17	2000 jam	Rp. 8.500.000,00
Biaya reparasi Lo. Filter Rp. 500.000,00 x 11	3000 jam	Rp. 5.500.000,00
Biaya reparasi Fo. Filter Rp. 200.000,00 x 17	2000 jam	Rp. 3.400.000,00
Biaya penggantian 3 pcs Ball Bearing Supply Pump @Rp. 80.000,00 x 8	6 bulan	Rp. 1.920.000,00
Biaya Penggantian 2 pcs Mechanical Seal Lo. Pump @Rp. 600.000,00 x 8	6 bulan	Rp. 9.600.000,00
Biaya kalibrasi Turbocharge	4 tahun	Rp. 2.000.000,00
Biaya penggantian Ring Piston 5 cylinder @ Rp. 5.000.000,00 x 2	2 tahun	Rp. 50.000.000,00
Total Biaya Per 4 Tahun		Rp. 80.920.000,00
Total Biaya Per Tahun		Rp. 20.230.000,00

Waktu Perbaikan Pertahun

= 16 hari

Waktu Operasi Tahun ini

= Waktu Kerja 1 Tahun – Waktu Perbaikan

= 365 hari – 16 hari

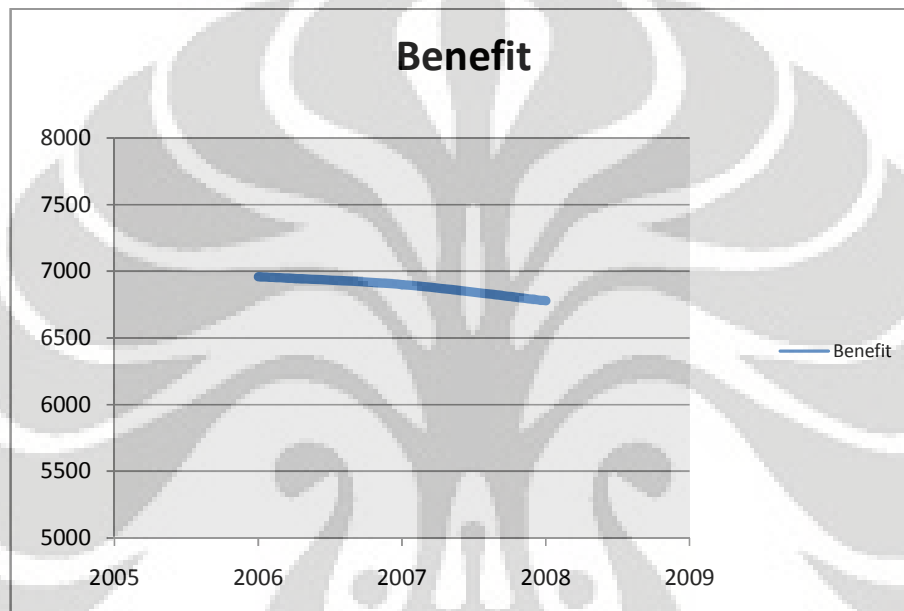
= **349 Hari****Benefit Challenger**

= 349 hari x 20 juta

= **6980 juta/tahun**

Tabel 3-5. Tabel Penurunan Benefit Defender

Tahun	Benefit
2005 – 2006	Rp. 6960 Juta
2006 – 2007	Rp. 6900 Juta
2007 - 2008	Rp. 6780 Juta

**Gambar 3-10. Penurunan benefit defender 3 tahun terakhir**

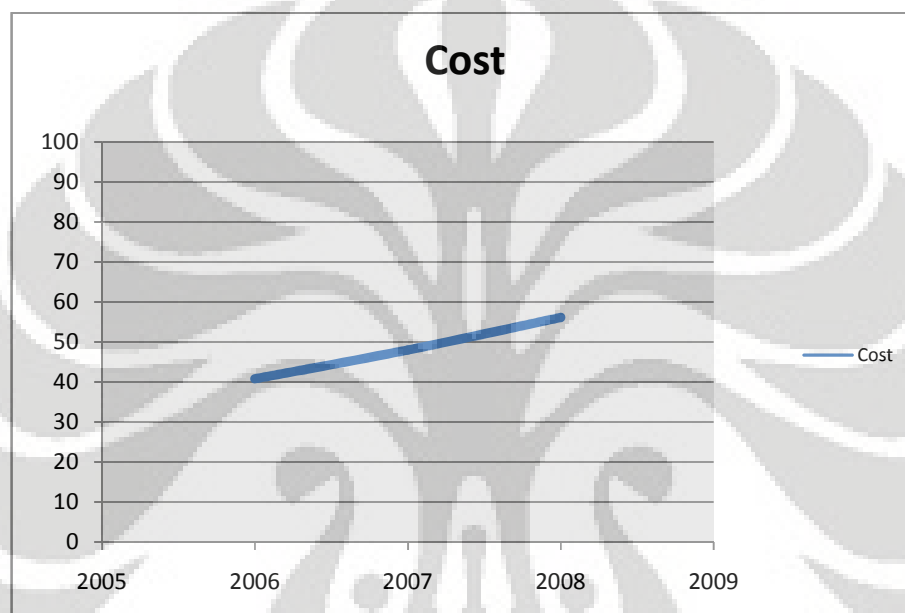
Faktor Penurunan Benefit Setiap Tahunnya :

$$= \left\{ \frac{6966 - 6780}{\frac{6960}{100}} \right\} / 2$$

$$= 1,3 \%$$

Tabel 3-6. Tabel Peningkatan Cost Defender

Tahun	Benefit
2005 – 2006	Rp. 40,83 Juta
2006 – 2007	Rp. 48,03 Juta
2007 - 2008	Rp. 56,16 Juta

**Gambar 3-11. Peningkatan Cost defender 3 tahun terakhir**

Faktor Peningkatan Cost setiap tahunnya :

$$= \left\{ \frac{56,16 - 40,83}{\frac{56,16}{100}} \right\} / 2$$

$$= 13,6 \%$$

BAB IV

PENGOLAHAN DAN ANALISA DATA

Input yang digunakan dalam pengolahan data yaitu berupa data dari perusahaan mengenai biaya perawatan dan perbaikan mesin lama selama kurun waktu tiga tahun terakhir, dan juga data survey mengenai harga mesin baru, biaya estimasi perawatan untuk mesin baru dan lain sebagainya. Dalam melakukan analisa perhitungan digunakan metode Annual Equivalen, karena metode ini dianggap cukup efektif dan akurat terhadap perhitungan yang menggunakan dua investasi dengan umur sisa yang berbeda.

Lain hal dengan beberapa metode lain seperti metode NPV, BCR, IRR dan PBP yang harus memakai langkah penyamaan umur investasi yang dianggap tidak begitu akurat bila umur masing-masing alternative bukan merupakan bilangan istimewa, atau jumlah alternatif terlalu banyak. Artinya akan terjadi sekian kali re-investasi semu yang tentu saja menjadikan alternatif gabungan menjadi tidak ideal lagi.

Tujuan dalam analisis penggantian mesin ini adalah :

1. Menghitung nilai Annual Equivalen mulai dari penggantian yang dilakukan saat ini sampai penggantian lima tahun kedepan.
2. Mengidentifikasi hasil perhitungan mulai penggantian yang dilakukan saat ini sampai penggantian lima tahun yang akan datang.
3. Mengambil keputusan apakah dilakukan penggantian mesin sekarang, beberapa tahun yang akan datang, atau tidak melakukan penggantian dan tetap mempertahankan mesin lama.

4.1 Penghitungan Data Menggunakan Metode Annual Equivalen (AE)

Pada metode Annual Equivalen ini, aliran *cash* didistribusikan secara merata pada setiap periode waktu sepanjang umur investasi, baik cash-in maupun cash-outnya. Hasil pendistribusian secara merata dari cash-in menghasilkan rata pendapatan pertahun dan disebut dengan *Equivalent Uniform Annual of Benefit* (EUAB). Sedangkan hasil pendistribusian cash-out secara merata disebut *Equivalent Uniform Annual of Cost* (EUAC). EUAB dikurangi EUAC disebut dengan *Annual Equivalent* (AE)¹.

Berdasarkan konsep tersebut, diperoleh formula umum sebagai berikut :

$$EUAB = \sum_{t=0}^n Cb_t (FBA)_t \dots \dots \dots (1)$$

$$EUAC = \sum_{t=0}^n Cc_t (FBA)_t \dots \dots \dots (2)$$

$$AE = \sum_{t=0}^n Cf_t (FBA)_t \dots \dots \dots (3)$$

$$AE = EUAB - EUAC$$

Dimana : Cb = cash flow benefit
 Cc = cash flow cost
 Cf = cash flow utuh
 FBA = faktor bunga annual
 t = periode waktu
 n = umur investasi

❖ Kriteria Keputusan

Untuk mengetahui apakah suatu rencana investasi tersebut layak ekonomis atau tidak, diperlukan suatu ukuran/kriteria tertentu dalam metode AE, yaitu :

Jika : $AE \geq 0$ artinya investasi akan menguntungkan.

$AE \leq 0$ artinya investasi tidak menguntungkan.

¹ Drs. M. Giatman, MSIE, (2006). *Ekonomi Teknik*

4.1.1 Jika Dilakukan Penggantian Sekarang ($t = 0$)

Diketahui data-data sebagai berikut :

Mesin Lama

- Benefit : 20 Juta/hari
- Benefit dalam tahun 2007-2008 = $365 - 26 \times 20 \text{ juta} = 6780 \text{ juta}$
- Faktor penurunan benefit setiap tahun = $\pm 1,3 \% = 88,1 \text{ juta}$
- Biaya operasional dalam tahun 2007-2008 = 56.160.000,00
- Faktor peningkatan biaya operasional setiap tahun = $\pm 13,6 \% = 7,6 \text{ juta}$
- *Book Value* tahun ini = 1400 juta

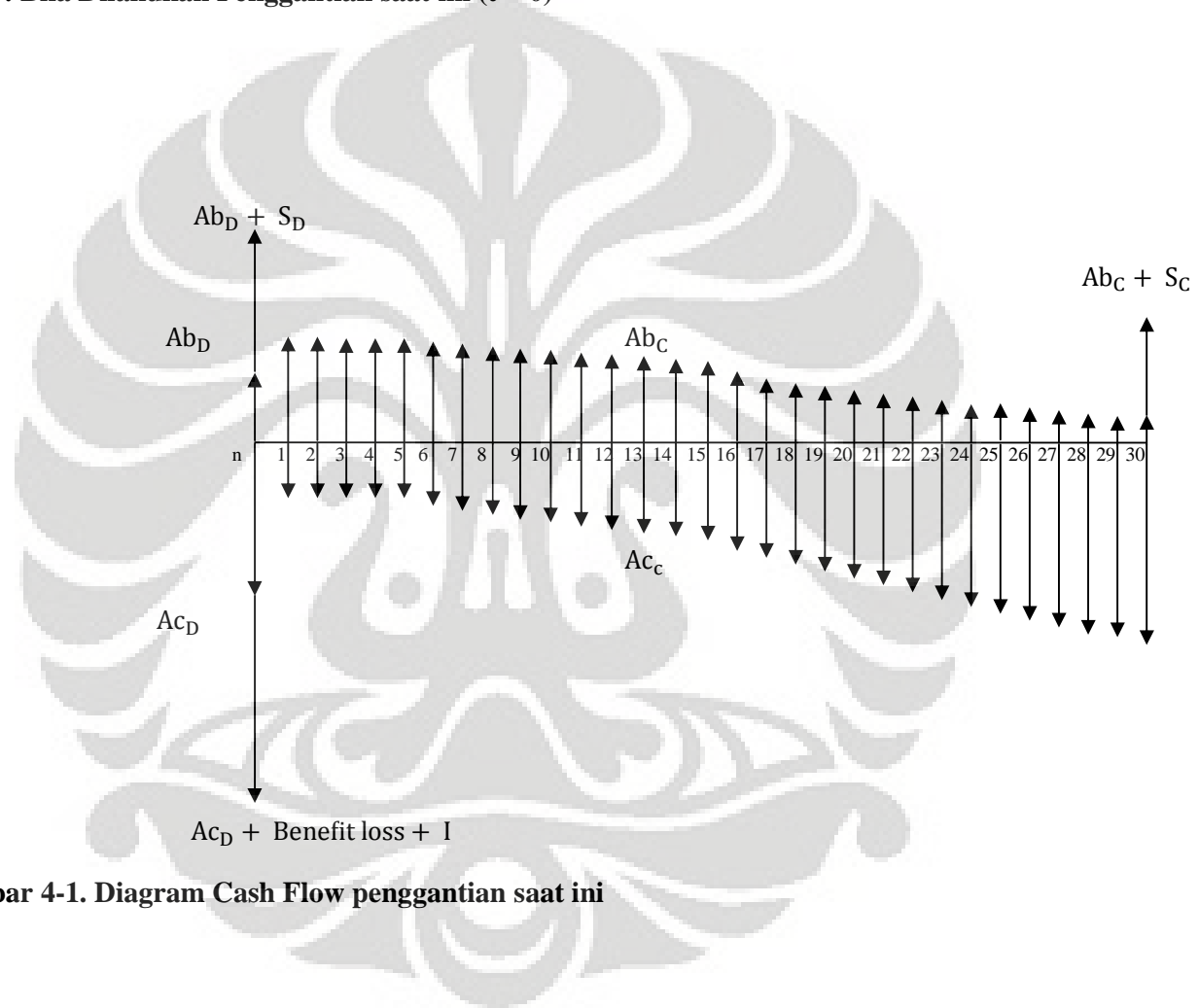
Mesin Baru

- Operational Cost : Rp. 20,230 Juta/Tahun
- Operational Cost naik 5% setelah tahun ke 5
- Benefit : 20 Juta/hari
- Benefit setelah tahun ke 5 berkurang $\pm 1,04 \%$
- Faktor kegagalan beroperasi dalam satu tahun : 16 hari
- Benefit dalam satu tahun $365 - 16 \times (20 \text{ juta}) = 6980 \text{ juta}$
- Investasi mesin baru = Rp. 4,8 Miliar
- Faktor Depresiasi :

$$\begin{aligned} \text{SLD} &= (1/\text{lama aset didepresiasi}) \times (\text{investasi} - \text{nilai sisa umur produktif}) \\ &= (1/10) \times (4800 - 1100) \\ &= 370 \text{ juta/tahun} \end{aligned}$$
- Keuntungan karena depresiasi :

$$\begin{aligned} &= (\text{benefit} \times \text{pajak}) - \{(\text{benefit} - \text{SLD}) \times \text{pajak}\} \\ &= (6980 \times 20 \%) - \{(6980 - 370) \times 20 \%\} \\ &= 1396 - 1322 \\ &= 74 \text{ juta} \end{aligned}$$

➤ **Penyelesaian : Bila Dilakukan Penggantian saat ini ($t = 0$)**



Gambar 4-1. Diagram Cash Flow penggantian saat ini

Tabel 4-1. Tabel perhitungan penggantian saat ini

Tahun	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Annual Benefit Cal.	0.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0
Annual Benefit Def.	6780.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Keuntungan karena Depresiasi Cal.	0.0	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nilai Sisa Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nilai Sisa Def.	1400.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total Benefit	8180.0	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0
Inv. Cal.	4800.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	72.6	145.2	217.8	290.4	363.0	435.5	508.1	580.7	653.3	725.9	798.5
Annual Cost Def.	56.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Cost Cal.	0.0	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
Kenaikan Cost Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.1	6.1	7.1	8.1	9.1	10.1	11.1
Kenaikan Cost Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total Cost	4856.1	20.2	20.2	20.2	20.2	93.8	167.4	241.0	314.6	388.2	461.8	535.4	609.0	682.6	756.2	829.8
Nilai Bersih	3323.9	7033.8	7033.8	7033.8	7033.8	6960.2	6886.6	6813.0	6739.4	6665.8	6592.2	6444.6	6371.0	6297.4	6223.8	6150.2
Nilai Bersih Saat Ini	3323.9	6116.3	5318.5	4624.8	4021.6	3460.4	2977.3	2561.2	2203.1	1894.8	1629.5	1385.2	1190.8	1023.5	879.6	755.8

Keterangan : Biaya dalam (jutaan rupiah)

sambungan Tabel 4-1.

Tahun	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Annual Benefit Cal.	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0
Annual Benefit Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Keuntungan karena Depresiasi Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nilai Sisa Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1100.0
Nilai Sisa Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total Benefit	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	8080.0
Inv. Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Cal.	871.1	943.7	1016.3	1088.9	1161.4	1234.0	1306.6	1379.2	1451.8	1524.4	1597.0	1669.6	1742.2	1814.8	1887.3
Annual Cost Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Cost Cal.	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
Kenaikan Cost Cal.	12.1	13.1	14.1	15.2	16.2	17.2	18.2	19.2	20.2	21.2	22.2	23.2	24.2	25.3	26.3
Kenaikan Cost Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total Cost	903.4	977.0	1050.6	1124.2	1197.8	1271.4	1345.0	1418.6	1492.2	1565.8	1639.4	1713.0	1786.6	1860.2	1933.8
Nilai Bersih	6076.6	6003.0	5929.4	5855.8	5782.2	5708.6	5635.0	5561.4	5487.8	5414.2	5340.6	5267.0	5193.4	5119.8	6146.2
Nilai Bersih Saat Ini	649.4	557.8	479.1	411.5	353.3	303.3	260.3	223.4	191.7	164.5	141.1	121.0	103.7	88.9	92.8

Keterangan : Biaya dalam (jutaan rupiah)

Tabel 4-2. Tabel analisis penggantian saat ini

Keterangan	Defender	Challenger
Investasi	Rp. 3,2 Miliar	Rp. 4,8 Miliar
Nilai Sisa	Rp. 500 Juta	Rp. 1,1 Miliar
Operational Cost	Rp. 56.160.000,00	Rp. 20.230.000,00
Benefit	Rp. 6,78 Miliar	Rp. 6,98 Miliar
Nilai Jual kembali	Rp. 1,4 Miliar	-
Suku Bunga	15 %	15 %

Penyelesaian :

Dengan menggunakan *Microsoft Office Excel* dalam perhitungan, maka didapat nilai Annual Equivalensi sebesar **Rp. 7235,52 Juta**

4.1.2 Jika Dilakukan Penggantian 1 Tahun Kemudian ($t = 1$)

Mesin Lama

- Benefit : 20 Juta/hari
- Benefit dalam tahun 2007-2008 = $365 - 26 \times 20 \text{ juta} = 6780 \text{ juta}$
- Faktor penurunan benefit setiap tahun = $\pm 1,3 \% = 88,1 \text{ Juta}$
- Biaya operasional dalam tahun 2007-2008 = 56.160.000,00
- Faktor peningkatan biaya operasional setiap tahun = $\pm 13,6 \% = 7,6 \text{ Juta}$
- penyusutan book value/tahun :

$$R = 1 - \left\{ \frac{S}{I} \right\}^{\frac{1}{n}} \quad R = \text{Depresiasi/thn}$$

$$R = 1 - \left\{ \frac{500}{1400} \right\}^{\frac{1}{15}} \quad S = \text{Saving}$$

$$R = 1 - \{0,933\} \quad n = \text{umur aset}$$

$$R = 6,7 \% \text{ pertahun} \quad I = \text{Investasi}$$

- Book Value tahun ini = $1400 - 94 = 1306 \text{ juta}$

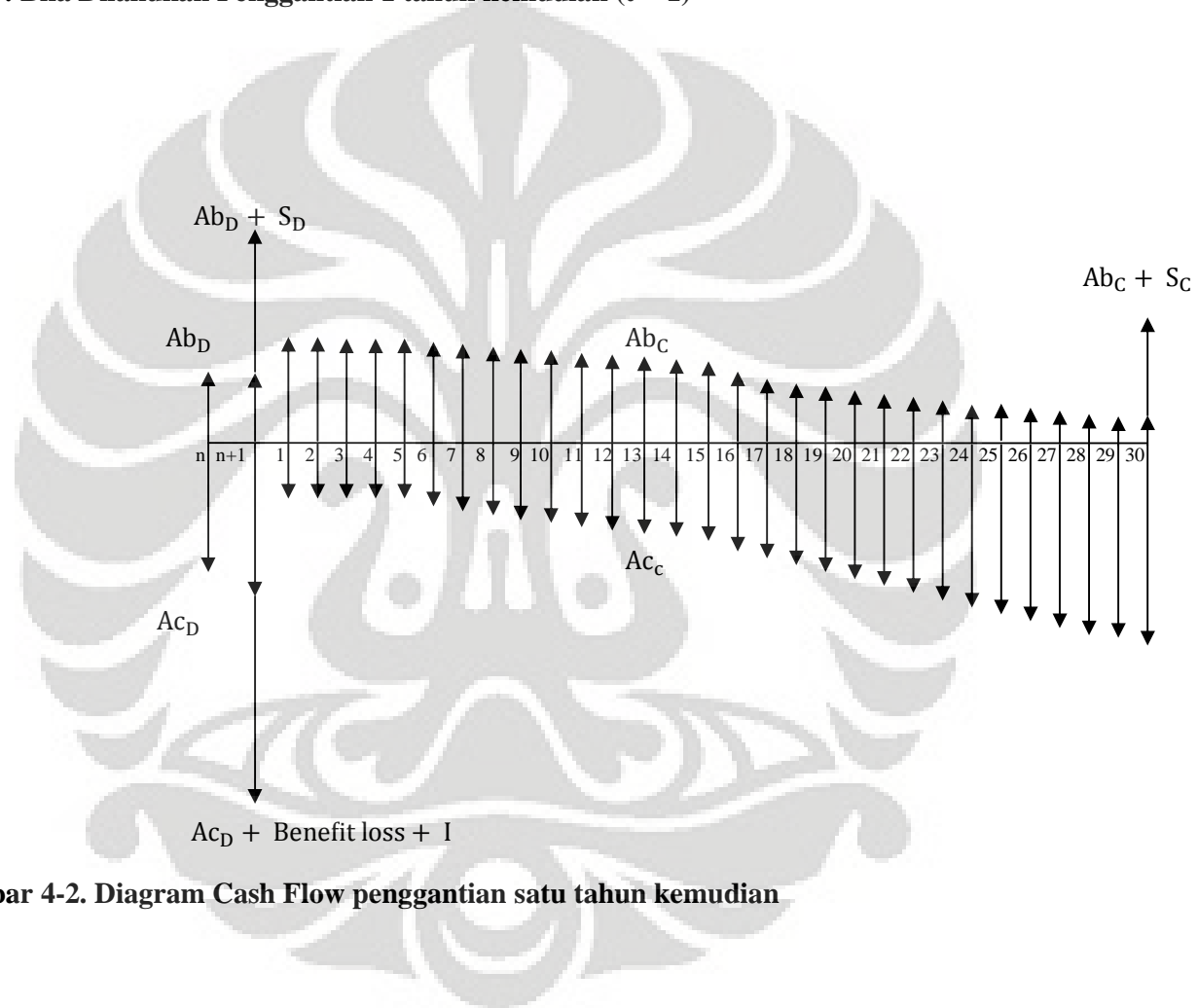
Mesin Baru

- Operational Cost : Rp. 20,230 Juta/Tahun
- Operational Cost naik 5% setelah tahun ke 5
- Benefit setelah tahun ke 5 berkurang $\pm 1,04 \%$
- Benefit dalam satu tahun $365 - 16 \times (20 \text{ juta}) = 6980 \text{ juta}$
- Investasi mesin baru = Rp. 4,8 Miliar
- Faktor Depresiasi :

$$\begin{aligned} \text{SLD} &= (1/\text{lama aset didepresiasi}) \times (\text{investasi} - \text{nilai sisa umur produktif}) \\ &= (1/10) \times (4800 - 1100) \\ &= 370 \text{ juta/tahun} \end{aligned}$$
- Keuntungan karena depresiasi :

$$\begin{aligned} &= (\text{benefit} \times \text{pajak}) - \{(\text{benefit} - \text{SLD}) \times \text{pajak}\} \\ &= (6980 \times 20 \%) - \{(6980 - 370) \times 20 \%\} \\ &= 1396 - 1322 \\ &= 74 \text{ juta} \end{aligned}$$

➤ **Penyelesaian : Bila Dilakukan Penggantian 1 tahun kemudian ($t = 1$)**



Gambar 4-2. Diagram Cash Flow penggantian satu tahun kemudian

Tabel 4-3. Tabel perhitungan penggantian satu tahun kemudian

Tahun	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Annual Benefit Def.	6780.0	6780.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Keuntungan karena Depresiasi Cal.	0.0	0.0	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nilai Sisa Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nilai Sisa Def.	0.0	1306.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Benefit Cal.	0.0	0.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0
Total Benefit	6780.0	8086.0	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0
Inv. Cal.	0.0	4800.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Def.	0.0	88.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	72.6	145.1	217.7	290.3	362.9	435.4	508.0	580.6	653.1	725.7
Annual Cost Def.	56.1	56.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Cost Cal.	0.0	0.0	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
Kenaikan Cost Def.	0.0	7.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kenaikan Cost Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.1	6.1	7.1	8.1	9.1	10.1
Total Cost	56.1	4951.8	20.2	20.2	20.2	20.2	93.8	167.4	241.0	314.6	388.1	461.7	535.3	608.9	682.5	756.0
Nilai Bersih	6723.9	3134.2	7033.8	7033.8	7033.8	7033.8	6960.2	6886.6	6813.0	6739.5	6665.9	6592.3	6444.7	6371.1	6297.6	6224.0
Nilai Bersih Saat Ini	6723.9	2725.4	5318.5	4624.8	4021.6	3497.0	3009.1	2588.9	2227.2	1915.8	1647.7	1417.0	1204.6	1035.5	890.0	764.9

Keterangan : Biaya dalam (jutaan rupiah)

sambungan Tabel 4-3.

Tahun	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Annual Benefit Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Keuntungan karena Depresiasi Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nilai Sisa Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1100.0
Nilai Sisa Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Benefit Cal.	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0
Total Benefit	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	8080.0
Inv. Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Cal.	798.3	870.8	943.4	1016.0	1088.6	1161.1	1233.7	1306.3	1378.8	1451.4	1524.0	1596.5	1669.1	1741.7	1814.3	1886.8
Annual Cost Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Cost Cal.	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
Kenaikan Cost Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kenaikan Cost Cal.	11.1	12.1	13.1	14.1	15.2	16.2	17.2	18.2	19.2	20.2	21.2	22.2	23.2	24.2	25.3	26.3
Total Cost	829.6	903.2	976.8	1050.4	1123.9	1197.5	1271.1	1344.7	1418.3	1491.8	1565.4	1639.0	1712.6	1786.2	1859.7	1933.3
Nilai Bersih	6150.4	6076.8	6003.2	5929.7	5856.1	5782.5	5708.9	5635.3	5561.8	5488.2	5414.6	5341.0	5267.4	5193.9	5120.3	6146.7
Nilai Bersih Saat Ini	657.3	564.7	485.1	416.6	357.8	307.2	263.8	226.4	194.3	166.7	143.0	122.7	105.2	90.2	77.3	80.7

Keterangan : Biaya dalam (jutaan rupiah)

Tabel 4-4. Tabel analisis penggantian satu tahun kemudian

Keterangan	Defender	Challenger
Investasi	Rp. 3,2 Miliar	Rp. 4,8 Miliar
Nilai Sisa	Rp. 500 Juta	Rp. 1,1 Miliar
Operational Cost	Rp. 63.700.000,00	Rp. 20.230.000,00
Benefit	Rp. 6,69 Miliar	Rp. 6,98 Miliar
Nilai Jual kembali	Rp. 1306 Juta	-
Suku Bunga	15 %	15 %

- **Penyelesaian :**

Dengan menggunakan *Microsoft Office Excel* dalam perhitungan, maka didapat nilai Annual Equivalensi sebesar **Rp. 7276,20 Juta**

4.1.3 Jika Dilakukan Penggantian 2 Tahun Kemudian ($t = 2$)

Mesin Lama

- Benefit : 20 Juta/hari
- Benefit dalam tahun 2007-2008 = $365 - 26 \times 20 \text{ juta} = 6780 \text{ juta}$
- Faktor penurunan benefit setiap tahun = $\pm 1,3 \% = 88,1 \text{ Juta}$
- Biaya operasional dalam tahun 2007-2008 = 56.160.000,00
- Faktor peningkatan biaya operasional setiap tahun = $\pm 13,6 \% = 7,6 \text{ Juta}$
- Depresiasi/tahun :

$R = 1 - \left\{ \frac{S}{I} \right\}^{\frac{1}{n}}$	R = Depresiasi/thn
$R = 1 - \left\{ \frac{500}{1400} \right\}^{\frac{1}{15}}$	S = Saving
$R = 1 - \{0,933\}$	n = umur aset
$R = 6,7 \% \text{ pertahun}$	I = Investasi
- Book Value tahun ini = $1306 - 87,5 = 1218,5 \text{ juta}$

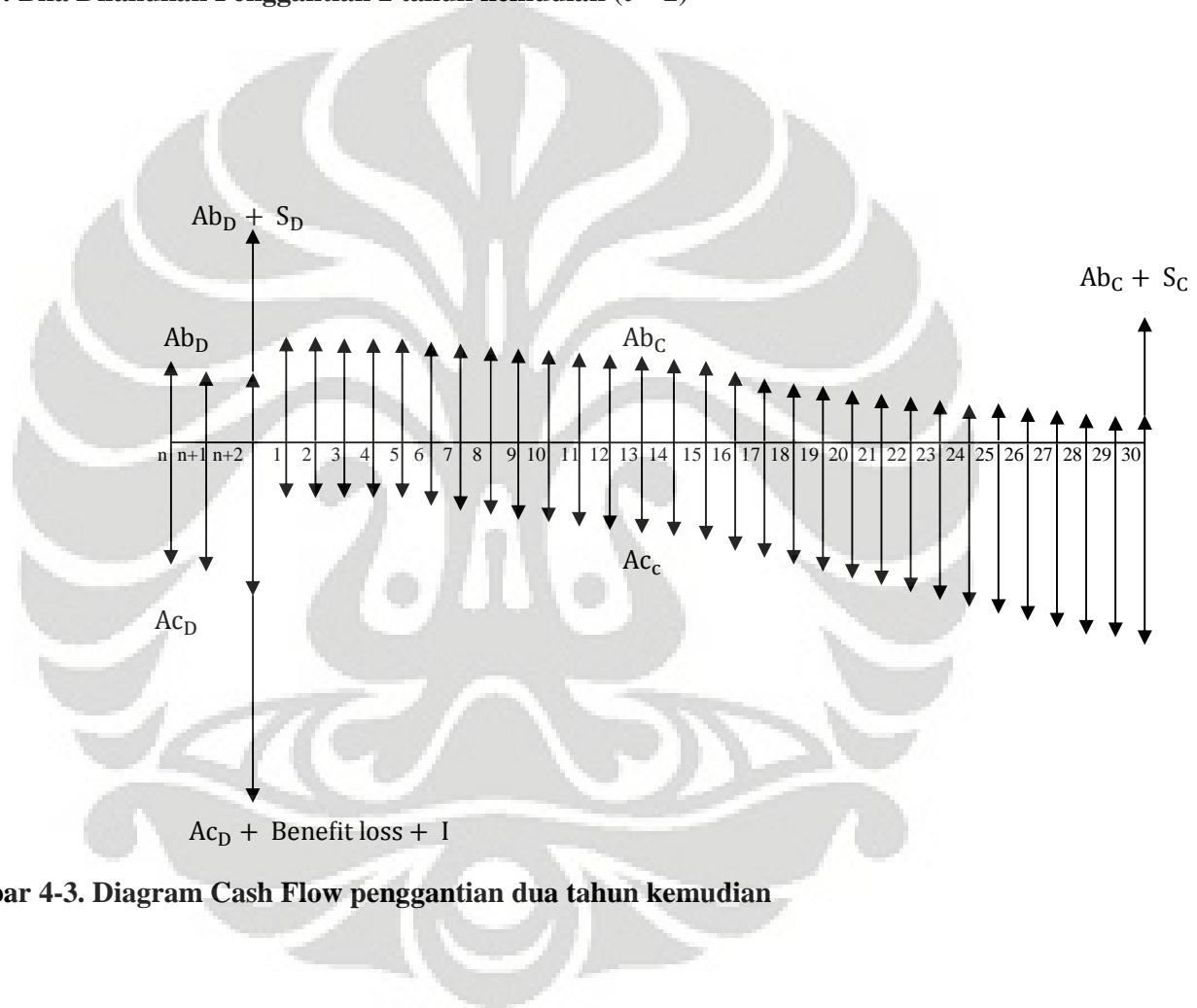
Mesin Baru

- Operational Cost : Rp. 20,230 Juta/Tahun
- Operational Cost naik 5% setelah tahun ke 5
- Benefit setelah tahun ke 5 berkurang $\pm 1,04 \%$
- Benefit dalam satu tahun $365 - 16 \times (20 \text{ juta}) = 6980 \text{ juta}$
- Investasi mesin baru = Rp. 4,8 Miliar
- Faktor Depresiasi :

SLD	= (1/lama aset didepresiasi) x (investasi – nilai sisa umur produktif)
	= $(1/10) \times (4800-1100)$
	= 370 juta/tahun
- Keuntungan karena depresiasi :

	= (benefit x pajak) – {(benefit – SLD) x pajak}
	= $(6980 \times 20 \%) - \{(6980 - 370) \times 20 \%\}$
	= 1396 – 1322
	= 74 juta

➤ **Penyelesaian : Bila Dilakukan Penggantian 2 tahun kemudian ($t = 2$)**



Gambar 4-3. Diagram Cash Flow penggantian dua tahun kemudian

Tabel 4-5. Tabel perhitungan penggantian dua tahun kemudian

Tahun	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Annual Benefit Def.	6780.0	6780.0	6780.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Keuntungan karena Depresiasi Cal.	0.0	0.0	0.0	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0
Nilai Sisa Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nilai Sisa Def.	0.0	0.0	1218.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Benefit Cal.	0.0	0.0	0.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0
Total Benefit	6780.0	6780.0	7998.5	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0
Inv. Cal.	0.0	0.0	4800.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Def.	0.0	88.1	176.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	72.6	145.1	217.7	290.3
Annual Cost Def.	56.1	56.1	56.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Cost Cal.	0.0	0.0	0.0	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
Kenaikan Cost Def.	0.0	7.6	15.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kenaikan Cost Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0
Total Cost	56.1	151.8	5047.5	20.2	20.2	20.2	20.2	93.8	167.4	241.0	314.6
Nilai Bersih	6723.9	6628.2	2951.0	7033.8	7033.8	7033.8	7033.8	6960.2	6886.6	6813.0	6739.5
Nilai Bersih Saat Ini	6723.9	5763.7	2231.4	4624.8	4021.6	3497.0	3040.9	2616.6	2251.2	1936.7	1665.9

Keterangan : Biaya dalam (jutaan rupiah)

sambungan tabel 4-5.

Tahun	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Annual Benefit Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Keuntungan karena Depresiasi Cal.	74.0	74.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nilai Sisa Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nilai Sisa Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Benefit Cal.	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0
Total Benefit	7054.0	7054.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0
Inv. Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Cal.	362.9	435.4	508.0	580.6	653.1	725.7	798.3	870.8	943.4	1016.0	1088.6
Annual Cost Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Cost Cal.	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
Kenaikan Cost Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kenaikan Cost Cal.	5.1	6.1	7.1	8.1	9.1	10.1	11.1	12.1	13.1	14.1	15.2
Total Cost	388.1	461.7	535.3	608.9	682.5	756.0	829.6	903.2	976.8	1050.4	1123.9
Nilai Bersih	6665.9	6592.3	6444.7	6371.1	6297.6	6224.0	6150.4	6076.8	6003.2	5929.7	5856.1
Nilai Bersih Saat Ini	1432.8	1232.1	1047.4	900.4	773.9	665.1	571.5	491.0	421.8	362.3	311.1

Keterangan : Biaya dalam (jutaan rupiah)

sambungan Tabel 4-5.

Tahun	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Annual Benefit Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Keuntungan karena Depresiasi Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nilai Sisa Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1100.0
Nilai Sisa Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Benefit Cal.	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0
Total Benefit	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	8080.0
Inv. Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Cal.	1161.1	1233.7	1306.3	1378.8	1451.4	1524.0	1596.5	1669.1	1741.7	1814.3	1886.8
Annual Cost Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Cost Cal.	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
Kenaikan Cost Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kenaikan Cost Cal.	16.2	17.2	18.2	19.2	20.2	21.2	22.2	23.2	24.2	25.3	26.3
Total Cost	1197.5	1271.1	1344.7	1418.3	1491.8	1565.4	1639.0	1712.6	1786.2	1859.7	1933.3
Nilai Bersih	5782.5	5708.9	5635.3	5561.8	5488.2	5414.6	5341.0	5267.4	5193.9	5120.3	6146.7
Nilai Bersih Saat Ini	267.2	229.4	196.9	169.0	145.0	124.4	106.7	91.5	78.4	67.2	70.2

Keterangan : Biaya dalam (jutaan rupiah)

Tabel 4-6. Tabel analisis penggantian dua tahun kemudian

Keterangan	Defender	Challenger
Investasi	Rp. 3,2 Miliar	Rp. 4,8 Miliar
Nilai Sisa	Rp. 500 Juta	Rp. 1,1 Miliar
Operational Cost	Rp. 71.300.000,00	Rp. 20.230.000,00
Benefit	Rp. 6,60 Miliar	Rp. 6,98 Miliar
Nilai Jual kembali	Rp. 1,21 Miliar	-
Suku Bunga	15 %	15 %

- **Penyelesaian :**

Dengan menggunakan *Microsoft Office Excel* dalam perhitungan, maka didapat nilai Annual Equivalensi sebesar **Rp. 7302,76 Juta**

4.1.4 Jika Dilakukan Penggantian 3 Tahun Kemudian ($t = 3$)

Mesin Lama

- Benefit : 20 Juta/hari
- Benefit dalam tahun 2007-2008 = $365 - 26 \times 20 \text{ juta} = 6780 \text{ juta}$
- Faktor penurunan benefit setiap tahun = $\pm 1,3 \% = 88,1 \text{ Juta}$
- Biaya operasional dalam tahun 2007-2008 = 56.160.000,00
- Faktor peningkatan biaya operasional setiap tahun = $\pm 13,6 \% = 7,6 \text{ Juta}$
- Depresiasi/tahun :

$R = 1 - \left\{ \frac{S}{I} \right\}^{\frac{1}{n}}$	R = Depresiasi/thn
$R = 1 - \left\{ \frac{500}{1400} \right\}^{\frac{1}{15}}$	S = Saving
$R = 1 - \{0,933\}$	n = umur aset
$R = 6,7 \% \text{ pertahun}$	I = Investasi
- Book Value tahun ini = $1218,5 - 81,63 = 1136,8 \text{ juta}$

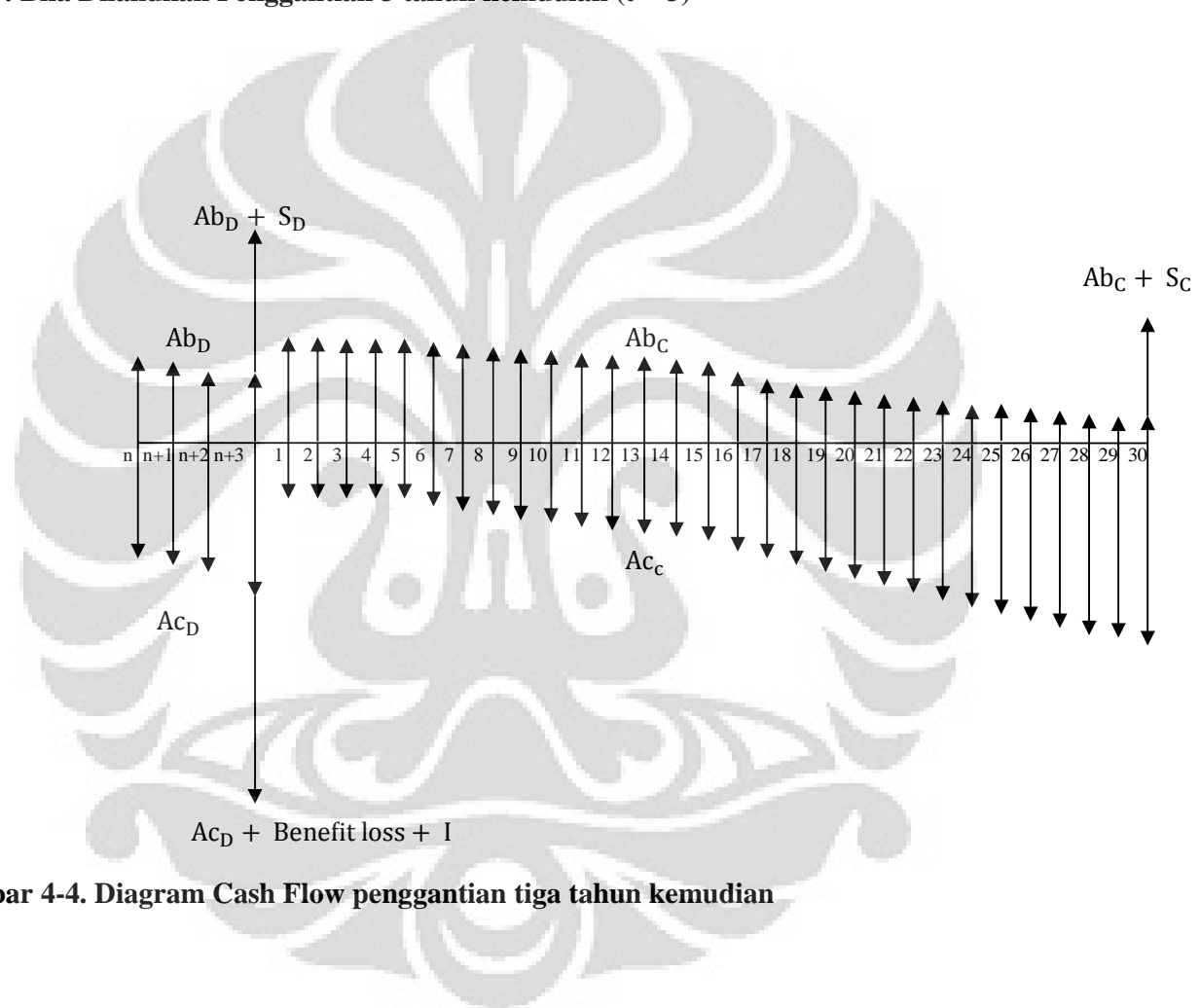
Mesin Baru

- Operational Cost : Rp. 20,230 Juta/Tahun
- Operational Cost naik 5% setelah tahun ke 5
- Benefit setelah tahun ke 5 berkurang $\pm 1,04 \%$
- Benefit dalam satu tahun $365 - 16 \times (20 \text{ juta}) = 6980 \text{ juta}$
- Investasi mesin baru = Rp. 4,8 Miliar
- Faktor Depresiasi :

SLD	= (1/lama aset didepresiasi) x (investasi – nilai sisa umur produktif)
	= $(1/10) \times (4800-1100)$
	= 370 juta/tahun
- Keuntungan karena depresiasi :

	= (benefit x pajak) – {(benefit – SLD) x pajak}
	= $(6980 \times 20 \%) - \{(6980 - 370) \times 20 \%\}$
	= $1396 - 1322$
	= 74 juta

➤ **Penyelesaian : Bila Dilakukan Penggantian 3 tahun kemudian ($t = 3$)**



Gambar 4-4. Diagram Cash Flow penggantian tiga tahun kemudian

Tabel 4-7. Tabel perhitungan penggantian tiga tahun kemudian

Tahun	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Annual Benefit Def.	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Keuntungan karena Depresiasi Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0
Nilai Sisa Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nilai Sisa Def.	0.0	0.0	0.0	1136.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Benefit Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0
Total Benefit	6780.0	6780.0	6780.0	7916.8	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0
Inv. Cal.	0.0	0.0	0.0	4800.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Def.	0.0	88.1	176.2	264.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	72.6	145.1	217.7
Annual Cost Def.	56.1	56.1	56.1	56.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Cost Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
Kenaikan Cost Def.	0.0	7.6	15.2	22.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kenaikan Cost Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	2.0	3.0
Total Cost	56.1	151.8	247.5	5143.2	20.2	20.2	20.2	20.2	93.8	167.4	241.0
Nilai Bersih	6723.9	6628.2	6532.5	2773.6	7033.8	7033.8	7033.8	7033.8	6960.2	6886.6	6813.0
Nilai Bersih Saat Ini	6723.9	5763.7	4939.5	1823.7	4021.6	3497.0	3040.9	2644.3	2275.3	1957.6	1684.1

Keterangan : Biaya dalam (jutaan rupiah)

sambungan Tabel 4-7.

Tahun	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Annual Benefit Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Keuntungan karena Depresiasi Cal.	74.0	74.0	74.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nilai Sisa Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nilai Sisa Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Benefit Cal.	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0
Total Benefit	7054.0	7054.0	7054.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0
Inv. Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Cal.	290.3	362.9	435.4	508.0	580.6	653.1	725.7	798.3	870.8	943.4	1016.0	1088.6
Annual Cost Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Cost Cal.	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
Kenaikan Cost Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kenaikan Cost Cal.	4.0	5.1	6.1	7.1	8.1	9.1	10.1	11.1	12.1	13.1	14.1	15.2
Total Cost	314.6	388.1	461.7	535.3	608.9	682.5	756.0	829.6	903.2	976.8	1050.4	1123.9
Nilai Bersih	6739.5	6665.9	6592.3	6444.7	6371.1	6297.6	6224.0	6150.4	6076.8	6003.2	5929.7	5856.1
Nilai Bersih Saat Ini	1448.6	1245.9	1071.4	910.8	783.0	673.0	578.4	497.0	427.0	366.8	315.0	270.6

Keterangan : Biaya dalam (jutaan rupiah)

sambungan Tabel 4-7.

Tahun	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
Annual Benefit Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Keuntungan karena Depresiasi Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nilai Sisa Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1100.0
Nilai Sisa Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Benefit Cal.	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0
Total Benefit	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	8080.0
Inv. Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Cal.	1161.1	1233.7	1306.3	1378.8	1451.4	1524.0	1596.5	1669.1	1741.7	1814.3	1886.8
Annual Cost Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Cost Cal.	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
Kenaikan Cost Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kenaikan Cost Cal.	16.2	17.2	18.2	19.2	20.2	21.2	22.2	23.2	24.2	25.3	26.3
Total Cost	1197.5	1271.1	1344.7	1418.3	1491.8	1565.4	1639.0	1712.6	1786.2	1859.7	1933.3
Nilai Bersih	5782.5	5708.9	5635.3	5561.8	5488.2	5414.6	5341.0	5267.4	5193.9	5120.3	6146.7
Nilai Bersih Saat Ini	232.3	199.4	171.2	146.9	126.1	108.1	92.8	79.6	68.2	58.5	61.0

Keterangan : Biaya dalam (jutaan rupiah)

Tabel 4-8. Tabel analisis penggantian tiga tahun kemudian

Keterangan	Defender	Challenger
Investasi	Rp. 3,2 Miliar	Rp. 4,8 Miliar
Nilai Sisa	Rp. 500 Juta	Rp. 1,1 Miliar
Operational Cost	Rp. 78.900.000,00	Rp. 20.230.000,00
Benefit	Rp. 6,51 Miliar	Rp. 6,98 Miliar
Nilai Jual kembali	Rp. 1,13 Miliar	-
Suku Bunga	15 %	15 %

- **Penyelesaian :**

Dengan menggunakan *Microsoft Office Excel* dalam perhitungan, maka didapat nilai Annual Equivalensi sebesar **Rp. 7318,13 Juta**

4.1.5 Jika Dilakukan Penggantian 4 Tahun Kemudian ($t = 4$)

Mesin Lama

- Benefit : 20 Juta/hari
- Benefit dalam tahun 2007-2008 = $365 - 26 \times 20 \text{ juta} = 6780 \text{ juta}$
- Faktor penurunan benefit setiap tahun = $\pm 1,3 \% = 88,1 \text{ Juta}$
- Biaya operasional dalam tahun 2007-2008 = 56.160.000,00
- Faktor peningkatan biaya operasional setiap tahun = $\pm 13,6 \% = 7,6 \text{ Juta}$
- Depresiasi/tahun :

$$R = 1 - \left\{ \frac{S}{I} \right\}^{\frac{1}{n}} \quad R = \text{Depresiasi/thn}$$

$$R = 1 - \left\{ \frac{500}{1400} \right\}^{\frac{1}{15}} \quad S = \text{Saving}$$

$$R = 1 - \{0,933\} \quad n = \text{umur aset}$$

$$R = 6,7 \% \text{ pertahun} \quad I = \text{Investasi}$$
- Book Value tahun ini = $1136,8 - 76,16 = 1060,6 \text{ juta}$

Mesin Baru

- Operational Cost : Rp. 20,230 Juta/Tahun
- Operational Cost naik 5% setelah tahun ke 5
- Benefit setelah tahun ke 5 berkurang $\pm 1,04 \%$
- Benefit dalam satu tahun $365 - 16 \times (20 \text{ juta}) = 6980 \text{ juta}$
- Investasi mesin baru = Rp. 4,8 Miliar
- Faktor Depresiasi :

$$\text{SLD} = (1/\text{lama aset didepresiasi}) \times (\text{investasi} - \text{nilai sisa umur produktif})$$

$$= (1/10) \times (4800 - 1100)$$

$$= 370 \text{ juta/tahun}$$
- Keuntungan karena depresiasi :

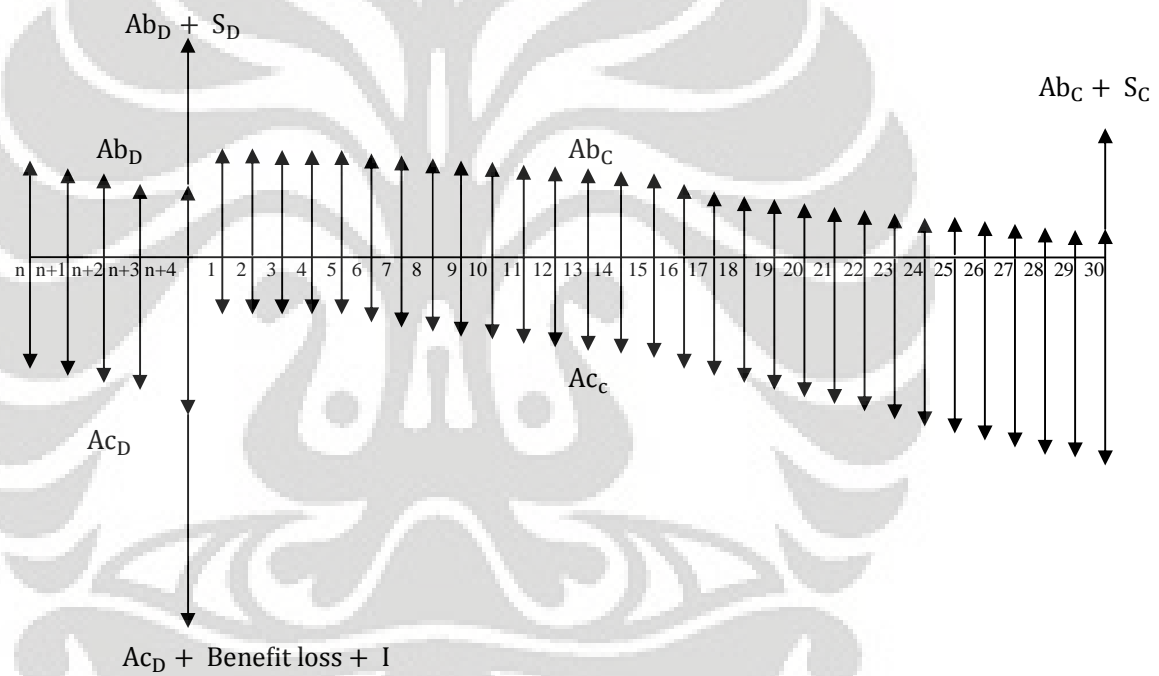
$$= (\text{benefit} \times \text{pajak}) - \{(\text{benefit} - \text{SLD}) \times \text{pajak}\}$$

$$= (6980 \times 20 \%) - \{(6980 - 370) \times 20 \%\}$$

$$= 1396 - 1322$$

$$= 74 \text{ juta}$$

➤ **Penyelesaian : Bila Dilakukan Penggantian 4 tahun kemudian ($t = 4$)**



Gambar 4-5. Diagram Cash Flow penggantian empat tahun kemudian

Tabel 4-9. Tabel perhitungan penggantian empat tahun kemudian

Tahun	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Annual Benefit Def.	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Keuntungan karena Depresiasi Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0
Nilai Sisa Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nilai Sisa Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	1060.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Benefit Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0
Total Benefit	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	7840.6	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0
Inv. Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	4800.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Def.	0.0	88.1	176.2	264.3	352.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	72.6	145.1
Annual Cost Def.	56.1	56.1	56.1	56.1	56.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Cost Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
Kenaikan Cost Def.	0.0	7.6	15.2	22.8	30.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kenaikan Cost Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	2.0
Total Cost	56.1	151.8	247.5	343.2	5238.9	20.2	20.2	20.2	20.2	93.8	167.4
Nilai Bersih	6723.9	6628.2	6532.5	6436.8	2601.7	7033.8	7033.8	7033.8	7033.8	6960.2	6886.6
Nilai Bersih Saat Ini	6723.9	5763.7	4939.5	4232.3	1487.5	3497.0	3040.9	2644.3	2299.4	1978.5	1702.3

Keterangan : Biaya dalam (jutaan rupiah)

sambungan Tabel 4-9.

Tahun	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Annual Benefit Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Keuntungan karena Depresiasi Cal.	74.0	74.0	74.0	74.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nilai Sisa Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nilai Sisa Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Benefit Cal.	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0
Total Benefit	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0
Inv. Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Cal.	217.7	290.3	362.9	435.4	508.0	580.6	653.1	725.7	798.3	870.8	943.4	1016.0
Annual Cost Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Cost Cal.	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
Kenaikan Cost Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kenaikan Cost Cal.	3.0	4.0	5.1	6.1	7.1	8.1	9.1	10.1	11.1	12.1	13.1	14.1
Total Cost	241.0	314.6	388.1	461.7	535.3	608.9	682.5	756.0	829.6	903.2	976.8	1050.4
Nilai Bersih	6813.0	6739.5	6665.9	6592.3	6444.7	6371.1	6297.6	6224.0	6150.4	6076.8	6003.2	5929.7
Nilai Bersih Saat Ini	1464.4	1259.7	1083.4	931.7	792.0	680.8	585.2	502.9	432.2	371.3	319.0	274.0

Keterangan : Biaya dalam (jutaan rupiah)

sambungan Tabel 4-9.

Tahun	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
Annual Benefit Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Keuntungan karena Depresiasi Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nilai Sisa Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1100.0
Nilai Sisa Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Benefit Cal.	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0
Total Benefit	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	8080.0
Inv. Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Cal.	1088.6	1161.1	1233.7	1306.3	1378.8	1451.4	1524.0	1596.5	1669.1	1741.7	1814.3	1886.8
Annual Cost Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Cost Cal.	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
Kenaikan Cost Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kenaikan Cost Cal.	15.2	16.2	17.2	18.2	19.2	20.2	21.2	22.2	23.2	24.2	25.3	26.3
Total Cost	1123.9	1197.5	1271.1	1344.7	1418.3	1491.8	1565.4	1639.0	1712.6	1786.2	1859.7	1933.3
Nilai Bersih	5856.1	5782.5	5708.9	5635.3	5561.8	5488.2	5414.6	5341.0	5267.4	5193.9	5120.3	6146.7
Nilai Bersih Saat Ini	235.3	202.0	173.4	148.9	127.8	109.6	94.0	80.7	69.2	59.3	50.8	53.1

Keterangan : Biaya dalam (jutaan rupiah)

Tabel 4-10. Tabel analisis penggantian empat tahun kemudian

Keterangan	Defender	Challenger
Investasi	Rp. 3,2 Miliar	Rp. 4,8 Miliar
Nilai Sisa	Rp. 500 Juta	Rp. 1,1 Miliar
Operational Cost	Rp. 86.500.000,00	Rp. 20.230.000,00
Benefit	Rp. 6,42 Miliar	Rp. 6,98 Miliar
Nilai Jual kembali	Rp. 1,06 Miliar	-
Suku Bunga	15 %	15 %

- **Penyelesaian :**

Dengan menggunakan *Microsoft Office Excel* dalam perhitungan, maka didapat nilai Annual Equivalensi sebesar **Rp. 7324,71 Juta**

4.1.6 Jika Dilakukan Penggantian 5 Tahun Kemudian ($t = 5$)

Mesin Lama

- Benefit : 20 Juta/hari
- Benefit dalam tahun 2007-2008 = $365 - 26 \times 20 \text{ juta} = 6780 \text{ juta}$
- Faktor penurunan benefit setiap tahun = $\pm 1,3 \% = 88,1 \text{ Juta}$
- Biaya operasional dalam tahun 2007-2008 = 56.160.000,00
- Faktor peningkatan biaya operasional setiap tahun = $\pm 13,6 \% = 7,6 \text{ Juta}$
- Depresiasi/tahun :

$R = 1 - \left\{ \frac{S}{I} \right\}^{\frac{1}{n}}$	R = Depresiasi/thn
$R = 1 - \left\{ \frac{500}{1400} \right\}^{\frac{1}{15}}$	S = Saving
$R = 1 - \{0,933\}$	n = umur aset
$R = 6,7 \% \text{ pertahun}$	I = Investasi
- Book Value tahun ini = $1060,6 - 71,06 = 989,5 \text{ juta}$

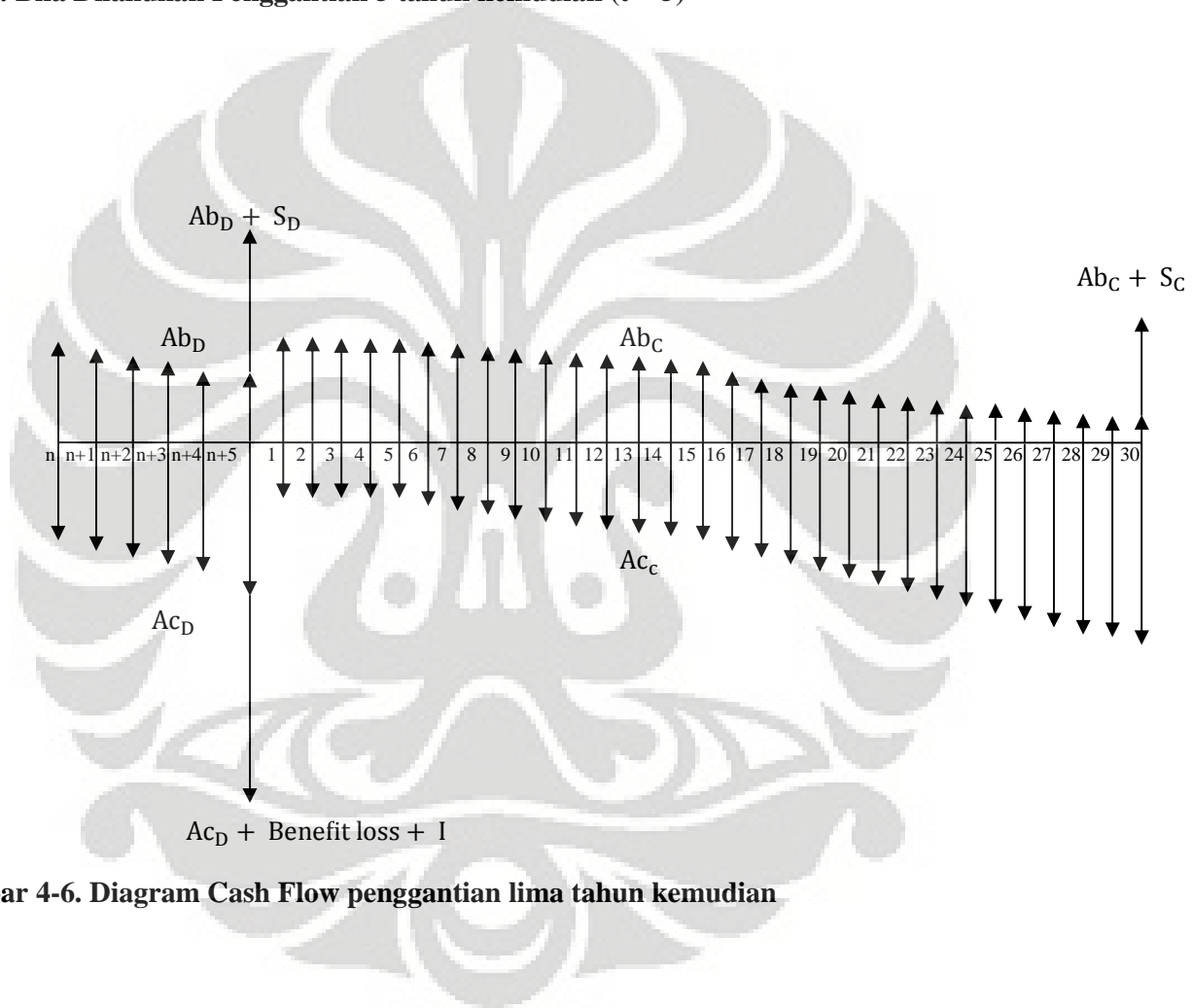
Mesin Baru

- Operational Cost : Rp. 20,230 Juta/Tahun
- Operational Cost naik 5% setelah tahun ke 5
- Benefit setelah tahun ke 5 berkurang $\pm 1,04 \%$
- Benefit dalam satu tahun $365 - 16 \times (20 \text{ juta}) = 6980 \text{ juta}$
- Investasi mesin baru = Rp. 4,8 Miliar
- Faktor Depresiasi :

SLD	= (1/lama aset didepresiasi) x (investasi – nilai sisa umur produktif)
	= $(1/10) \times (4800-1100)$
	= 370 juta/tahun
- Keuntungan karena depresiasi :

	= (benefit x pajak) – {(benefit – SLD) x pajak}
	= $(6980 \times 20 \%) - \{(6980 - 370) \times 20 \%\}$
	= 1396 – 1322
	= 74 juta

➤ **Penyelesaian : Bila Dilakukan Penggantian 5 tahun kemudian ($t = 5$)**



Gambar 4-6. Diagram Cash Flow penggantian lima tahun kemudian

Tabel 4-11. Tabel perhitungan penggantian lima tahun kemudian

Tahun	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Annual Benefit Def.	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Keuntungan karena Depresiasi Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0
Nilai Sisa Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nilai Sisa Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	989.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Benefit Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0
Total Benefit	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	7769.5	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0
Inv. Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4800.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Def.	0.0	88.1	176.2	264.3	352.4	440.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	72.6	145.1
Annual Cost Def.	56.1	56.1	56.1	56.1	56.1	56.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Cost Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
Kenaikan Cost Def.	0.0	7.6	15.2	22.8	30.4	38.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kenaikan Cost Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	2.0
Total Cost	56.1	151.8	247.5	343.2	438.9	5334.6	20.2	20.2	20.2	20.2	93.8	167.4
Nilai Bersih	6723.9	6628.2	6532.5	6436.8	6341.1	2434.9	7033.8	7033.8	7033.8	7033.8	6960.2	6886.6
Nilai Bersih Saat Ini	6723.9	5763.7	4939.5	4232.3	3625.5	1210.6	3040.9	2644.3	2299.4	1999.4	1720.5	1480.2

Keterangan : Biaya dalam (jutaan rupiah)

sambungan Tabel 4-11.

Tahun	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Annual Benefit Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Keuntungan karena Depresiasi Cal.	74.0	74.0	74.0	74.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nilai Sisa Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nilai Sisa Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Benefit Cal.	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0
Total Benefit	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0
Inv. Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Cal.	217.7	290.3	362.9	435.4	508.0	580.6	653.1	725.7	798.3	870.8	943.4	1016.0
Annual Cost Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Cost Cal.	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
Kenaikan Cost Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kenaikan Cost Cal.	3.0	4.0	5.1	6.1	7.1	8.1	9.1	10.1	11.1	12.1	13.1	14.1
Total Cost	241.0	314.6	388.1	461.7	535.3	608.9	682.5	756.0	829.6	903.2	976.8	1050.4
Nilai Bersih	6813.0	6739.5	6665.9	6592.3	6444.7	6371.1	6297.6	6224.0	6150.4	6076.8	6003.2	5929.7
Nilai Bersih Saat Ini	1273.4	1095.3	942.1	810.2	688.7	592.0	508.9	437.3	375.8	322.9	277.4	238.2

Keterangan : Biaya dalam (jutaan rupiah)

sambungan Tabel 4-11.

Tahun	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
Annual Benefit Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Keuntungan karena Depresiasi Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nilai Sisa Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1100.0
Nilai Sisa Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Benefit Cal.	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0
Total Benefit	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	8080.0
Inv. Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Cal.	1088.6	1161.1	1233.7	1306.3	1378.8	1451.4	1524.0	1596.5	1669.1	1741.7	1814.3	1886.8
Annual Cost Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Cost Cal.	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
Kenaikan Cost Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kenaikan Cost Cal.	15.2	16.2	17.2	18.2	19.2	20.2	21.2	22.2	23.2	24.2	25.3	26.3
Total Cost	1123.9	1197.5	1271.1	1344.7	1418.3	1491.8	1565.4	1639.0	1712.6	1786.2	1859.7	1933.3
Nilai Bersih	5856.1	5782.5	5708.9	5635.3	5561.8	5488.2	5414.6	5341.0	5267.4	5193.9	5120.3	6146.7
Nilai Bersih Saat Ini	204.6	175.7	150.8	129.4	111.1	95.3	81.8	70.1	60.2	51.6	44.2	46.2

Keterangan : Biaya dalam (jutaan rupiah)

Tabel 4-12. Tabel analisis penggantian lima tahun kemudian

Keterangan	Defender	Challenger
Investasi	Rp. 3,2 Miliar	Rp. 4,8 Miliar
Nilai Sisa	Rp. 500 Juta	Rp. 1,1 Miliar
Operational Cost	Rp. 94.100.000,00	Rp. 20.230.000,00
Benefit	Rp. 6,33 Miliar	Rp. 6,98 Miliar
Nilai Jual kembali	Rp. 0,98 Miliar	-
Suku Bunga	15 %	15 %

- **Penyelesaian :**

Dengan menggunakan *Microsoft Office Excel* dalam perhitungan, maka didapat nilai Annual Equivalensi sebesar **Rp. 7324,48 Juta**

4.1.7 Jika Dilakukan Penggantian 6 Tahun Kemudian ($t = 6$)

Mesin Lama

- Benefit : 20 Juta/hari
- Benefit dalam tahun 2007-2008 = $365 - 26 \times 20 \text{ juta} = 6780 \text{ juta}$
- Faktor penurunan benefit setiap tahun = $\pm 1,3 \% = 88,1 \text{ Juta}$
- Biaya operasional dalam tahun 2007-2008 = 56.160.000,00
- Faktor peningkatan biaya operasional setiap tahun = $\pm 13,6 \% = 7,6 \text{ Juta}$
- Depresiasi/tahun :

$R = 1 - \left\{ \frac{S}{I} \right\}^{\frac{1}{n}}$	R = Depresiasi/thn
$R = 1 - \left\{ \frac{500}{1400} \right\}^{\frac{1}{15}}$	S = Saving
$R = 1 - \{0,933\}$	n = umur aset
$R = 6,7 \% \text{ pertahun}$	I = Investasi
- Book Value tahun ini = $989,5 - (989,5 \times 6,7 \%) = 923,2 \text{ juta}$

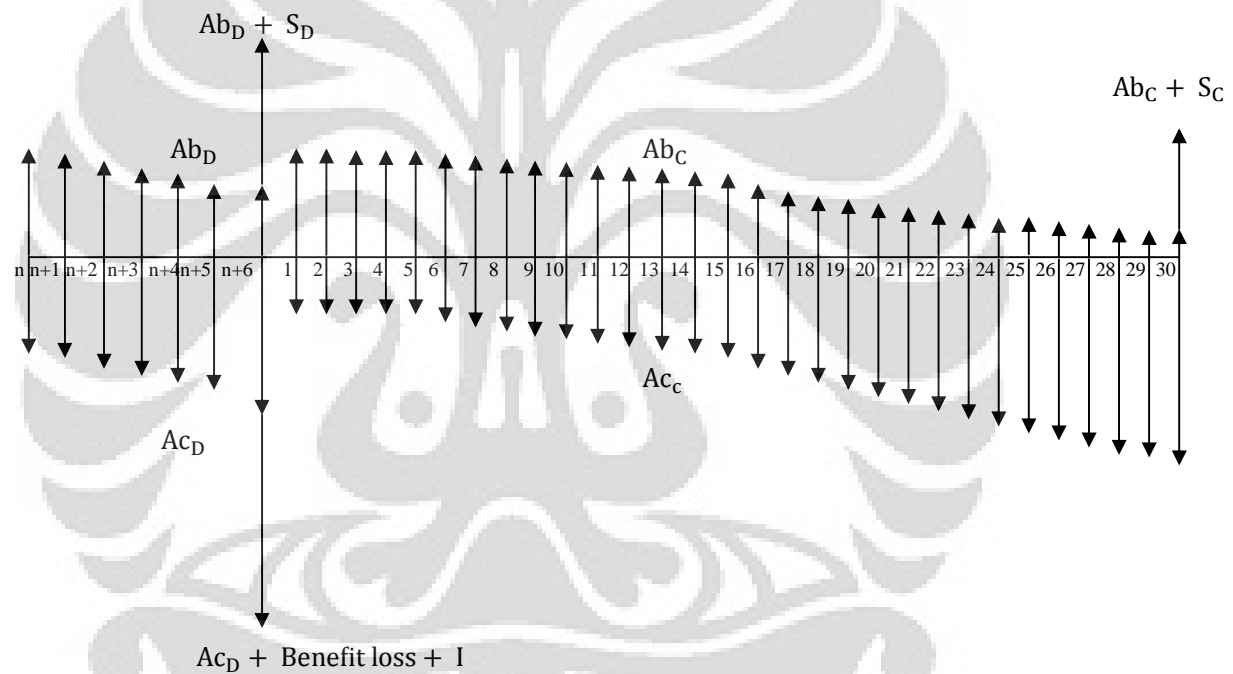
Mesin Baru

- Operational Cost : Rp. 20,230 Juta/Tahun
- Operational Cost naik 5% setelah tahun ke 5
- Benefit setelah tahun ke 5 berkurang $\pm 1,04 \%$
- Benefit dalam satu tahun $365 - 16 \times (20 \text{ juta}) = 6980 \text{ juta}$
- Investasi mesin baru = Rp. 4,8 Miliar
- Faktor Depresiasi :

SLD	= (1/lama aset didepresiasi) x (investasi – nilai sisa umur produktif)
	= $(1/10) \times (4800-1100)$
	= 370 juta/tahun
- Keuntungan karena depresiasi :

	= (benefit x pajak) – {(benefit – SLD) x pajak}
	= $(6980 \times 20 \%) - \{(6980 - 370) \times 20 \%\}$
	= 1396 – 1322
	= 74 juta

➤ **Penyelesaian : Bila Dilakukan Penggantian 6 tahun kemudian ($t = 6$)**



Gambar 4-7. Diagram Cash Flow penggantian enam tahun kemudian

Tabel 4-13. Tabel perhitungan penggantian enam tahun kemudian

Tahun	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Annual Benefit Def.	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Keuntungan karena Depresiasi Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0
Nilai Sisa Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nilai Sisa Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	923.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Benefit Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0
Total Benefit	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	7703.2	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0
Inv. Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4800.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Def.	0.0	88.1	176.2	264.3	352.4	440.5	528.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	72.6
Annual Cost Def.	56.1	56.1	56.1	56.1	56.1	56.1	56.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Cost Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
Kenaikan Cost Def.	0.0	7.6	15.2	22.8	30.4	38.0	45.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kenaikan Cost Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
Total Cost	56.1	151.8	247.5	343.2	438.9	534.6	5430.3	20.2	20.2	20.2	20.2	93.8
Nilai Bersih	6723.9	6628.2	6532.5	6436.8	6341.1	6245.4	2272.9	7033.8	7033.8	7033.8	7033.8	6960.2
Nilai Bersih Saat Ini	6723.9	5763.7	4939.5	4232.3	3625.5	3105.1	982.6	2644.3	2299.4	1999.4	1738.6	1496.0

Keterangan : Biaya dalam (jutaan rupiah)

sambungan Tabel 4-13.

Tahun	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Annual Benefit Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Keuntungan karena Depresiasi Cal.	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nilai Sisa Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nilai Sisa Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Benefit Cal.	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0
Total Benefit	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0
Inv. Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Cal.	145.1	217.7	290.3	362.9	435.4	508.0	580.6	653.1	725.7	798.3	870.8	943.4
Annual Cost Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Cost Cal.	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
Kenaikan Cost Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kenaikan Cost Cal.	2.0	3.0	4.0	5.1	6.1	7.1	8.1	9.1	10.1	11.1	12.1	13.1
Total Cost	167.4	241.0	314.6	388.1	461.7	535.3	608.9	682.5	756.0	829.6	903.2	976.8
Nilai Bersih	6886.6	6813.0	6739.5	6665.9	6592.3	6444.7	6371.1	6297.6	6224.0	6150.4	6076.8	6003.2
Nilai Bersih Saat Ini	1287.2	1107.3	952.5	819.2	704.5	598.9	514.8	442.5	380.3	326.8	280.8	241.2

Keterangan : Biaya dalam (jutaan rupiah)

sambungan Tabel 4-13.

Tahun	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Annual Benefit Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Keuntungan karena Depresiasi Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nilai Sisa Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1100.0
Nilai Sisa Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Benefit Cal.	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0
Total Benefit	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	8080.0
Inv. Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Cal.	1016.0	1088.6	1161.1	1233.7	1306.3	1378.8	1451.4	1524.0	1596.5	1669.1	1741.7	1814.3	1886.8
Annual Cost Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Cost Cal.	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
Kenaikan Cost Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kenaikan Cost Cal.	14.1	15.2	16.2	17.2	18.2	19.2	20.2	21.2	22.2	23.2	24.2	25.3	26.3
Total Cost	1050.4	1123.9	1197.5	1271.1	1344.7	1418.3	1491.8	1565.4	1639.0	1712.6	1786.2	1859.7	1933.3
Nilai Bersih	5929.7	5856.1	5782.5	5708.9	5635.3	5561.8	5488.2	5414.6	5341.0	5267.4	5193.9	5120.3	6146.7
Nilai Bersih Saat Ini	207.1	177.9	152.7	131.1	112.6	96.6	82.9	71.1	61.0	52.3	44.9	38.4	40.1

Keterangan : Biaya dalam (jutaan rupiah)

Tabel 4-14. Tabel analisis penggantian enam tahun kemudian

Keterangan	Defender	Challenger
Investasi	Rp. 3,2 Miliar	Rp. 4,8 Miliar
Nilai Sisa	Rp. 500 Juta	Rp. 1,1 Miliar
Operational Cost	Rp. 101.700.000,00	Rp. 20.230.000,00
Benefit	Rp. 6,25 Miliar	Rp. 6,98 Miliar
Nilai Jual kembali	Rp. 0,92 Miliar	-
Suku Bunga	15 %	15 %

- **Penyelesaian :**

Dengan menggunakan *Microsoft Office Excel* dalam perhitungan, maka didapat nilai Annual Equivalensi sebesar **Rp. 7319,03 Juta**

4.1.8 Jika Dilakukan Penggantian 7 Tahun Kemudian (t = 7)

Mesin Lama

- Benefit : 20 Juta/hari
- Benefit dalam tahun 2007-2008 = 365 - 26 x 20 juta = 6780 juta
- Faktor penurunan benefit setiap tahun = $\pm 1,3 \% = 88,1$ Juta
- Biaya operasional dalam tahun 2007-2008 = 56.160.000,00
- Faktor peningkatan biaya operasional setiap tahun = $\pm 13,6 \% = 7,6$ Juta
- Depresiasi/tahun :

$R = 1 - \left\{ \frac{S}{I} \right\}^{\frac{1}{n}}$	R = Depresiasi/thn
$R = 1 - \left\{ \frac{500}{1400} \right\}^{\frac{1}{15}}$	S = Saving
$R = 1 - \{0,933\}$	n = umur aset
$R = 6,7 \% \text{ pertahun}$	I = Investasi
- Book Value tahun ini = $923,5 - (923,5 \times 6,7 \%) = 861,3$ juta

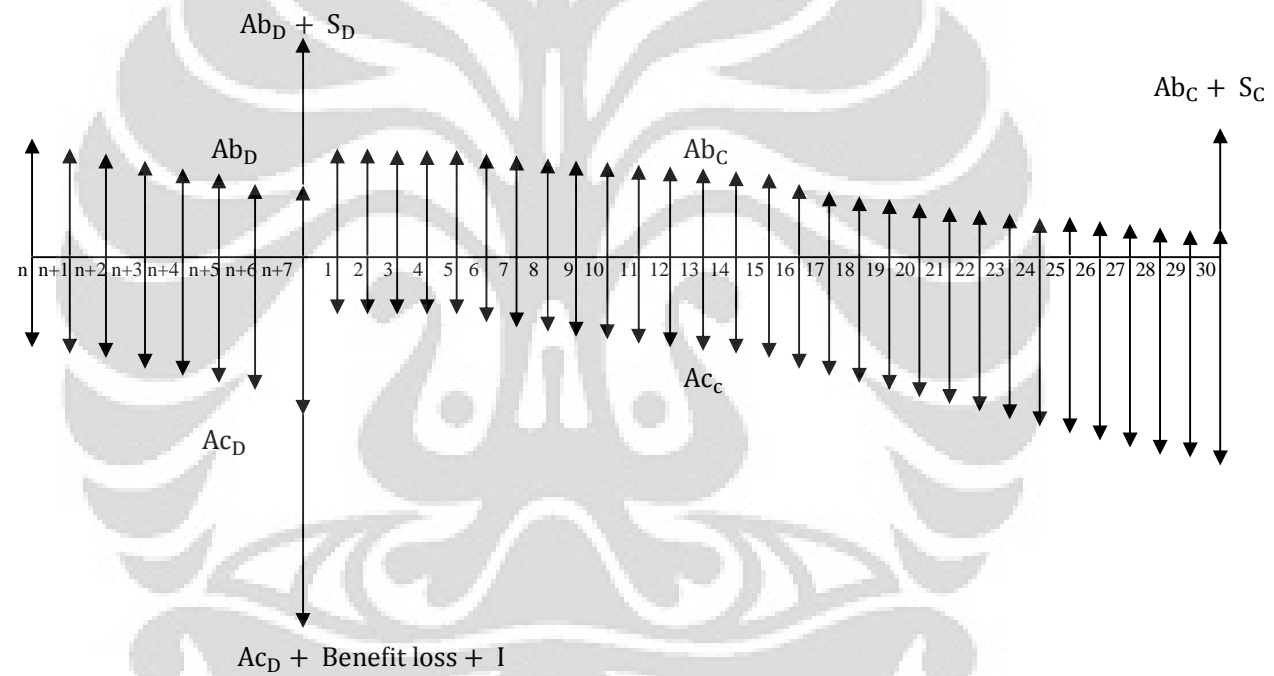
Mesin Baru

- Operational Cost : Rp. 20,230 Juta/Tahun
- Operational Cost naik 5% setelah tahun ke 5
- Benefit setelah tahun ke 5 berkurang $\pm 1,04 \%$
- Benefit dalam satu tahun $365 - 16 \times (20 \text{ juta}) = 6980$ juta
- Investasi mesin baru = Rp. 4,8 Miliar
- Faktor Depresiasi :

SLD	= (1/lama aset didepresiasi) x (investasi - nilai sisa umur produktif)
	= $(1/10) \times (4800-1100)$
	= 370 juta/tahun
- Keuntungan karena depresiasi :

	= (benefit x pajak) - {(benefit - SLD) x pajak}
	= $(6980 \times 20 \%) - \{(6980 - 370) \times 20 \%\}$
	= 1396 - 1322
	= 74 juta

➤ **Penyelesaian : Bila Dilakukan Penggantian 7 tahun kemudian ($t = 7$)**



Gambar 4-8. Diagram Cash Flow penggantian tujuh tahun kemudian

Tabel 4-15. Tabel perhitungan penggantian tujuh tahun kemudian

Tahun	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Annual Benefit Def.	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Keuntungan karena Depresiasi Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	74.0	74.0	74.0	74.0
Nilai Sisa Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nilai Sisa Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	861.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Benefit Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0
Total Benefit	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	7641.3	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0
Inv. Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4800.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Def.	0.0	88.1	176.2	264.3	352.4	440.5	528.6	616.7	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Cost Def.	56.1	56.1	56.1	56.1	56.1	56.1	56.1	56.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Cost Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.2	20.2	20.2	20.2
Kenaikan Cost Def.	0.0	7.6	15.2	22.8	30.4	38.0	45.6	53.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Kenaikan Cost Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total Cost	56.1	151.8	247.5	343.2	438.9	534.6	630.3	5526.0	20.2	20.2	20.2	20.2
Nilai Bersih	6723.9	6628.2	6532.5	6436.8	6341.1	6245.4	6149.7	2115.3	7033.8	7033.8	7033.8	7033.8
Nilai Bersih Saat Ini	6723.9	5763.7	4939.5	4232.3	3625.5	3105.1	2658.7	795.2	2299.4	1999.4	1738.6	1511.9

Keterangan : Biaya dalam (jutaan rupiah)

sambungan Tabel 4-15.

Tahun	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Annual Benefit Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Keuntungan karena Depresiasi Cal.	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nilai Sisa Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nilai Sisa Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Benefit Cal.	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0
Total Benefit	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0
Inv. Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Cal.	72.6	145.1	217.7	290.3	362.9	435.4	508.0	580.6	653.1	725.7	798.3	870.8
Annual Cost Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Cost Cal.	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
Kenaikan Cost Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kenaikan Cost Cal.	1.0	2.0	3.0	4.0	5.1	6.1	7.1	8.1	9.1	10.1	11.1	12.1
Total Cost	93.8	167.4	241.0	314.6	388.1	461.7	535.3	608.9	682.5	756.0	829.6	903.2
Nilai Bersih	6960.2	6886.6	6813.0	6739.5	6665.9	6592.3	6444.7	6371.1	6297.6	6224.0	6150.4	6076.8
Nilai Bersih Saat Ini	1300.9	1119.3	962.9	828.2	712.3	612.6	520.8	447.7	384.8	330.7	284.2	244.1

Keterangan : Biaya dalam (jutaan rupiah)

sambungan Tabel 4-15.

Tahun	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
Annual Benefit Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Keuntungan karena Depresiasi Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nilai Sisa Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1100.0
Nilai Sisa Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Benefit Cal.	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0
Total Benefit	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	8080.0
Inv. Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Cal.	943.4	1016.0	1088.6	1161.1	1233.7	1306.3	1378.8	1451.4	1524.0	1596.5	1669.1	1741.7	1814.3	1886.8
Annual Cost Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Cost Cal.	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
Kenaikan Cost Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kenaikan Cost Cal.	13.1	14.1	15.2	16.2	17.2	18.2	19.2	20.2	21.2	22.2	23.2	24.2	25.3	26.3
Total Cost	976.8	1050.4	1123.9	1197.5	1271.1	1344.7	1418.3	1491.8	1565.4	1639.0	1712.6	1786.2	1859.7	1933.3
Nilai Bersih	6003.2	5929.7	5856.1	5782.5	5708.9	5635.3	5561.8	5488.2	5414.6	5341.0	5267.4	5193.9	5120.3	6146.7
Nilai Bersih Saat Ini	209.7	180.1	154.7	132.8	114.0	97.9	84.0	72.1	61.8	53.0	45.5	39.0	33.4	34.9

Keterangan : Biaya dalam (jutaan rupiah)

Tabel 4-16. Tabel analisis penggantian tujuh tahun kemudian

Keterangan	Defender	Challenger
Investasi	Rp. 3,2 Miliar	Rp. 4,8 Miliar
Nilai Sisa	Rp. 500 Juta	Rp. 1,1 Miliar
Operational Cost	Rp. 109.300.000,00	Rp. 20.230.000,00
Benefit	Rp. 6,16 Miliar	Rp. 6,98 Miliar
Nilai Jual kembali	Rp. 0,86 Miliar	-
Suku Bunga	15 %	15 %

- **Penyelesaian :**

Dengan menggunakan *Microsoft Office Excel* dalam perhitungan, maka didapat nilai Annual Equivalensi sebesar **Rp. 7309,70 Juta**

4.1.9 Jika Dilakukan Penggantian 8 Tahun Kemudian (t = 8)

Mesin Lama

- Benefit : 20 Juta/hari
- Benefit dalam tahun 2007-2008 = 365 - 26 x 20 juta = 6780 juta
- Faktor penurunan benefit setiap tahun = $\pm 1,3\%$ = 88,1 Juta
- Biaya operasional dalam tahun 2007-2008 = 56.160.000,00
- Faktor peningkatan biaya operasional setiap tahun = $\pm 13,6\%$ = 7,6 Juta
- Depresiasi/tahun :

$R = 1 - \left\{\frac{S}{I}\right\}^{\frac{1}{n}}$	R = Depresiasi/thn
$R = 1 - \left\{\frac{500}{1400}\right\}^{\frac{1}{15}}$	S = Saving
$R = 1 - \{0,933\}$	n = umur aset
$R = 6,7\%$ pertahun	I = Investasi
- Book Value tahun ini = 861,3 - (861,3 x 6,7 %) = 803,5 juta

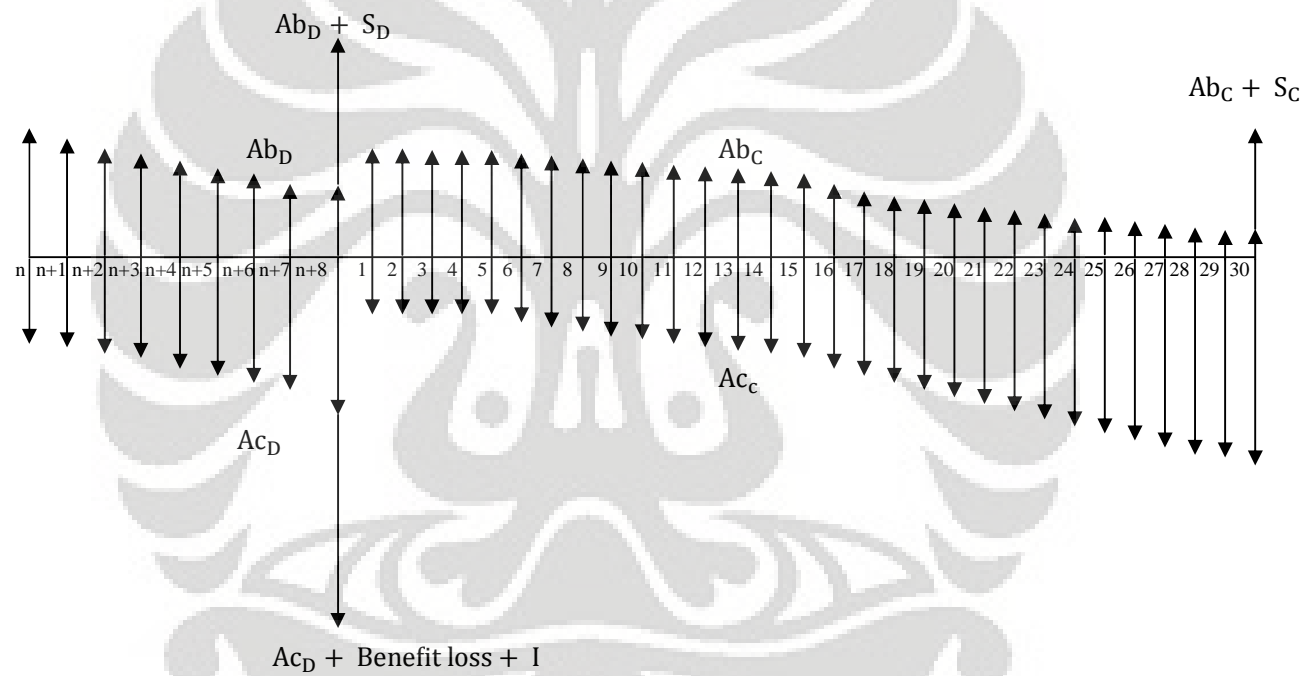
Mesin Baru

- Operational Cost : Rp. 20,230 Juta/Tahun
- Operational Cost naik 5% setelah tahun ke 5
- Benefit setelah tahun ke 5 berkurang $\pm 1,04\%$
- Benefit dalam satu tahun 365 - 16 x (20 juta) = 6980 juta
- Investasi mesin baru = Rp. 4,8 Miliar
- Faktor Depresiasi :

SLD	= (1/lama aset didepresiasi) x (investasi - nilai sisa umur produktif)
	= (1/10) x (4800-1100)
	= 370 juta/tahun
- Keuntungan karena depresiasi :

	= (benefit x pajak) - {(benefit - SLD) x pajak}
	= (6980 x 20 %) - {(6980 - 370) x 20 %}
	= 1396 - 1322
	= 74 juta

➤ **Penyelesaian : Bila Dilakukan Penggantian 8 tahun kemudian ($t = 8$)**



Gambar 4-9. Diagram Cash Flow penggantian delapan tahun kemudian

Tabel 4-17. Tabel perhitungan penggantian delapan tahun kemudian

Tahun	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Annual Benefit Def.	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	0.0	0.0	0.0
Keuntungan karena Depresiasi Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	74.0	74.0	74.0
Nilai Sisa Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nilai Sisa Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	803.5	0.0	0.0	0.0
Annual Benefit Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6980.0	6980.0	6980.0
Total Benefit	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	7583.5	7054.0	7054.0	7054.0
Inv. Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4800.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Def.	0.0	88.1	176.2	264.3	352.4	440.5	528.6	616.7	704.8	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Cost Def.	56.1	56.1	56.1	56.1	56.1	56.1	56.1	56.1	56.1	0.0	0.0	0.0
Annual Cost Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.2	20.2	20.2
Kenaikan Cost Def.	0.0	7.6	15.2	22.8	30.4	38.0	45.6	53.2	60.8	0.0	0.0	0.0
Kenaikan Cost Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total Cost	56.1	151.8	247.5	343.2	438.9	534.6	630.3	726.0	821.7	20.2	20.2	20.2
Nilai Bersih	6723.9	6628.2	6532.5	6436.8	6341.1	6245.4	6149.7	6054.0	5958.3	7033.8	7033.8	7033.8
Nilai Bersih Saat Ini	6723.9	5763.7	4939.5	4232.3	3625.5	3105.1	2658.7	2275.9	1961.8	1999.4	1738.6	1511.9

Keterangan : Biaya dalam (jutaan rupiah)

sambungan Tabel 4-17.

Tahun	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Annual Benefit Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Keuntungan karena Depresiasi Cal.	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nilai Sisa Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nilai Sisa Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Benefit Cal.	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0
Total Benefit	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0
Inv. Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Cal.	0.0	72.6	145.1	217.7	290.3	362.9	435.4	508.0	580.6	653.1	725.7	798.3	870.8
Annual Cost Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Cost Cal.	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
Kenaikan Cost Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kenaikan Cost Cal.	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.1	6.1	7.1	8.1	9.1	10.1	11.1	12.1
Total Cost	20.2	93.8	167.4	241.0	314.6	388.1	461.7	535.3	608.9	682.5	756.0	829.6	903.2
Nilai Bersih	7033.8	6960.2	6886.6	6813.0	6739.5	6665.9	6592.3	6444.7	6371.1	6297.6	6224.0	6150.4	6076.8
Nilai Bersih Saat Ini	1314.7	1131.2	973.3	837.3	720.2	619.4	532.7	452.8	389.3	334.6	287.6	247.1	212.3

Keterangan : Biaya dalam (jutaan rupiah)

sambungan Tabel 4-17.

Tahun	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
Annual Benefit Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Keuntungan karena Depresiasi Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nilai Sisa Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1100.0
Nilai Sisa Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Benefit Cal.	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0
Total Benefit	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	8080.0
Inv. Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Cal.	943.4	1016.0	1088.6	1161.1	1233.7	1306.3	1378.8	1451.4	1524.0	1596.5	1669.1	1741.7	1814.3	1886.8
Annual Cost Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Cost Cal.	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
Kenaikan Cost Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kenaikan Cost Cal.	13.1	14.1	15.2	16.2	17.2	18.2	19.2	20.2	21.2	22.2	23.2	24.2	25.3	26.3
Total Cost	976.8	1050.4	1123.9	1197.5	1271.1	1344.7	1418.3	1491.8	1565.4	1639.0	1712.6	1786.2	1859.7	1933.3
Nilai Bersih	6003.2	5929.7	5856.1	5782.5	5708.9	5635.3	5561.8	5488.2	5414.6	5341.0	5267.4	5193.9	5120.3	6146.7
Nilai Bersih Saat Ini	182.4	156.6	134.5	115.5	99.2	85.1	73.0	62.7	53.8	46.1	39.6	33.9	29.1	30.3

Keterangan : Biaya dalam (jutaan rupiah)

Tabel 4-18. Tabel analisis penggantian delapan tahun kemudian

Keterangan	Defender	Challenger
Investasi	Rp. 3,2 Miliar	Rp. 4,8 Miliar
Nilai Sisa	Rp. 500 Juta	Rp. 1,1 Miliar
Operational Cost	Rp. 116.900.000,00	Rp. 20.230.000,00
Benefit	Rp. 6,07 Miliar	Rp. 6,98 Miliar
Nilai Jual kembali	Rp. 0,80 Miliar	-
Suku Bunga	15 %	15 %

- **Penyelesaian :**

Dengan menggunakan *Microsoft Office Excel* dalam perhitungan, maka didapat nilai Annual Equivalensi sebesar **Rp. 7297,53 Juta**

4.1.10 Jika Dilakukan Penggantian 9 Tahun Kemudian (t = 9)

Mesin Lama

- Benefit : 20 Juta/hari
- Benefit dalam tahun 2007-2008 = 365 - 26 x 20 juta = 6780 juta
- Faktor penurunan benefit setiap tahun = $\pm 1,3 \% = 88,1$ Juta
- Biaya operasional dalam tahun 2007-2008 = 56.160.000,00
- Faktor peningkatan biaya operasional setiap tahun = $\pm 13,6 \% = 7,6$ Juta
- Depresiasi/tahun :

$$R = 1 - \left\{ \frac{S}{I} \right\}^{\frac{1}{n}} \quad R = \text{Depresiasi/thn}$$

$$R = 1 - \left\{ \frac{500}{1400} \right\}^{\frac{1}{15}} \quad S = \text{Saving}$$

$$R = 1 - \{0,933\} \quad n = \text{umur aset}$$

$$R = 6,7 \% \text{ pertahun} \quad I = \text{Investasi}$$
- Book Value tahun ini = $803,5 - (803,5 \times 6,7 \%) = 749,6$ juta

Mesin Baru

- Operational Cost : Rp. 20,230 Juta/Tahun
- Operational Cost naik 5% setelah tahun ke 5
- Benefit setelah tahun ke 5 berkurang $\pm 1,04 \%$
- Benefit dalam satu tahun $365 - 16 \times (20 \text{ juta}) = 6980$ juta
- Investasi mesin baru = Rp. 4,8 Miliar
- Faktor Depresiasi :

$$\text{SLD} = (1/\text{lama aset didepresiasi}) \times (\text{investasi} - \text{nilai sisa umur produktif})$$

$$= (1/10) \times (4800 - 1100)$$

$$= 370 \text{ juta/tahun}$$
- Keuntungan karena depresiasi :

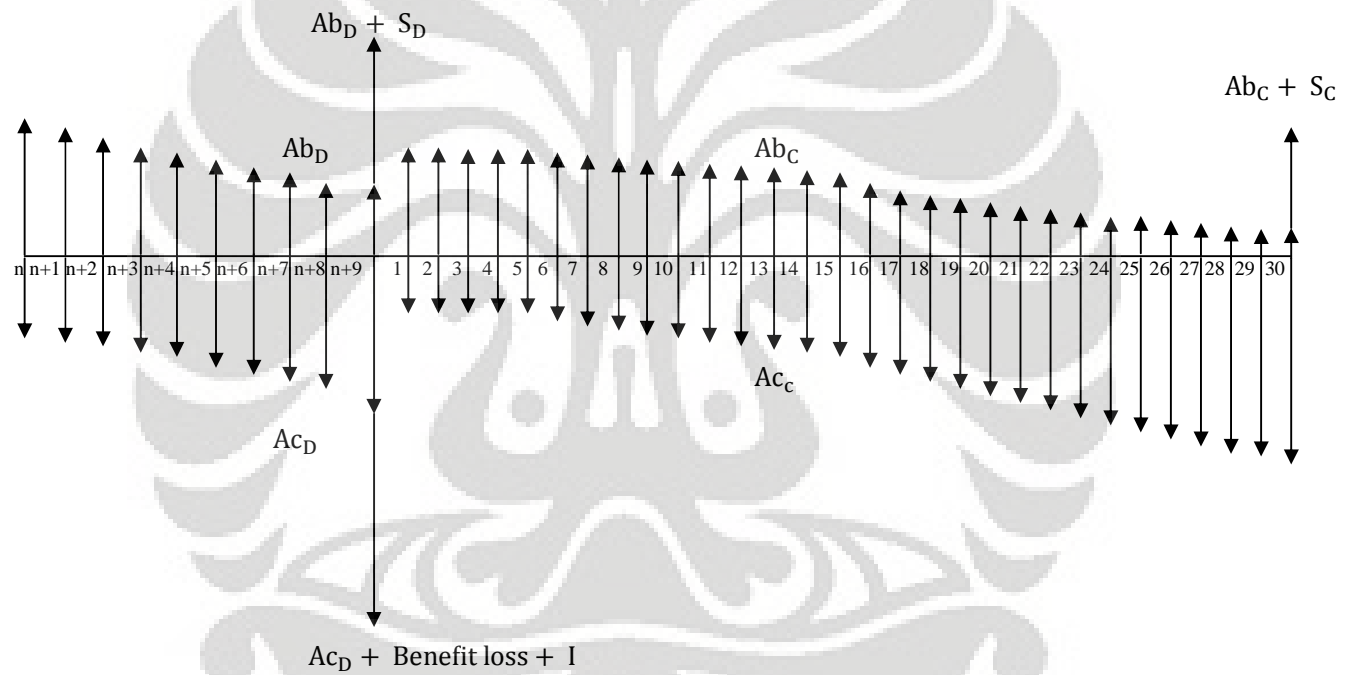
$$= (\text{benefit} \times \text{pajak}) - \{(\text{benefit} - \text{SLD}) \times \text{pajak}\}$$

$$= (6980 \times 20 \%) - \{(6980 - 370) \times 20 \%\}$$

$$= 1396 - 1322$$

$$= 74 \text{ juta}$$

➤ **Penyelesaian : Bila Dilakukan Penggantian 9 tahun kemudian (t = 9)**



Gambar 4-10. Diagram Cash Flow penggantian sembilan tahun kemudian

Tabel 4-19. Tabel perhitungan penggantian sembilan tahun kemudian

Tahun	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Annual Benefit Def.	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	0.0	0.0
Keuntungan karena Depresiasi Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	74.0	74.0
Nilai Sisa Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nilai Sisa Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	749.6	0.0	0.0
Annual Benefit Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6980.0	6980.0
Total Benefit	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	7529.6	7054.0	7054.0
Inv. Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4800.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Def.	0.0	88.1	176.2	264.3	352.4	440.5	528.6	616.7	704.8	792.9	0.0	0.0
Penurunan Benefit Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Cost Def.	56.1	56.1	56.1	56.1	56.1	56.1	56.1	56.1	56.1	56.1	0.0	0.0
Annual Cost Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.2	20.2
Kenaikan Cost Def.	0.0	7.6	15.2	22.8	30.4	38.0	45.6	53.2	60.8	68.4	0.0	0.0
Kenaikan Cost Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total Cost	56.1	151.8	247.5	343.2	438.9	534.6	630.3	726.0	821.7	5717.4	20.2	20.2
Nilai Bersih	6723.9	6628.2	6532.5	6436.8	6341.1	6245.4	6149.7	6054.0	5958.3	1812.2	7033.8	7033.8
Nilai Bersih Saat Ini	6723.9	5763.7	4939.5	4232.3	3625.5	3105.1	2658.7	2275.9	1947.8	515.1	1738.6	1511.9

Keterangan : Biaya dalam (jutaan rupiah)

sambungan Tabel 4-19.

Tahun	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Annual Benefit Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Keuntungan karena Depresiasi Cal.	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nilai Sisa Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nilai Sisa Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Benefit Cal.	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0
Total Benefit	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0
Inv. Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Cal.	0.0	0.0	72.6	145.1	217.7	290.3	362.9	435.4	508.0	580.6	653.1	725.7	798.3
Annual Cost Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Cost Cal.	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
Kenaikan Cost Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kenaikan Cost Cal.	0.0	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.1	6.1	7.1	8.1	9.1	10.1	11.1
Total Cost	20.2	20.2	93.8	167.4	241.0	314.6	388.1	461.7	535.3	608.9	682.5	756.0	829.6
Nilai Bersih	7033.8	7033.8	6960.2	6886.6	6813.0	6739.5	6665.9	6592.3	6444.7	6371.1	6297.6	6224.0	6150.4
Nilai Bersih Saat Ini	1314.7	1143.2	983.7	846.3	728.1	626.3	538.6	463.2	393.8	338.5	291.0	250.0	214.9

Keterangan : Biaya dalam (jutaan rupiah)

sambungan Tabel 4-19.

Tahun	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
Annual Benefit Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Keuntungan karena Depresiasi Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nilai Sisa Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1100.0
Nilai Sisa Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Benefit Cal.	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0
Total Benefit	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	8080.0
Inv. Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Cal.	870.8	943.4	1016.0	1088.6	1161.1	1233.7	1306.3	1378.8	1451.4	1524.0	1596.5	1669.1	1741.7	1814.3	1886.8
Annual Cost Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Cost Cal.	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
Kenaikan Cost Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kenaikan Cost Cal.	12.1	13.1	14.1	15.2	16.2	17.2	18.2	19.2	20.2	21.2	22.2	23.2	24.2	25.3	26.3
Total Cost	903.2	976.8	1050.4	1123.9	1197.5	1271.1	1344.7	1418.3	1491.8	1565.4	1639.0	1712.6	1786.2	1859.7	1933.3
Nilai Bersih	6076.8	6003.2	5929.7	5856.1	5782.5	5708.9	5635.3	5561.8	5488.2	5414.6	5341.0	5267.4	5193.9	5120.3	6146.7
Nilai Bersih Saat Ini	184.6	158.6	136.2	117.0	100.4	86.2	74.0	63.5	54.5	46.8	40.1	34.4	29.5	25.3	26.4

Keterangan : Biaya dalam (jutaan rupiah)

Tabel 4-20. Tabel analisis penggantian sembilan tahun kemudian

Keterangan	Defender	Challenger
Investasi	Rp. 3,2 Miliar	Rp. 4,8 Miliar
Nilai Sisa	Rp. 500 Juta	Rp. 1,1 Miliar
Operational Cost	Rp. 124.500.000,00	Rp. 20.230.000,00
Benefit	Rp. 5,98 Miliar	Rp. 6,98 Miliar
Nilai Jual kembali	Rp. 0,74 Miliar	-
Suku Bunga	15 %	15 %

- **Penyelesaian :**

Dengan menggunakan *Microsoft Office Excel* dalam perhitungan, maka didapat nilai Annual Equivalensi sebesar **Rp. 7283,41 Juta**

4.1.11 Jika Dilakukan Penggantian 10 Tahun Kemudian (t = 10)

Mesin Lama

- Benefit : 20 Juta/hari
- Benefit dalam tahun 2007-2008 = 365 - 26 x 20 juta = 6780 juta
- Faktor penurunan benefit setiap tahun = $\pm 1,3\%$ = 88,1 Juta
- Biaya operasional dalam tahun 2007-2008 = 56.160.000,00
- Faktor peningkatan biaya operasional setiap tahun = $\pm 13,6\%$ = 7,6 Juta
- Depresiasi/tahun :

$R = 1 - \left\{\frac{S}{I}\right\}^{\frac{1}{n}}$	R = Depresiasi/thn
$R = 1 - \left\{\frac{500}{1400}\right\}^{\frac{1}{15}}$	S = Saving
$R = 1 - \{0,933\}$	n = umur aset
$R = 6,7\%$ pertahun	I = Investasi
- Book Value tahun ini = 749,6 - (749,6 x 6,7 %) = 699,3 juta

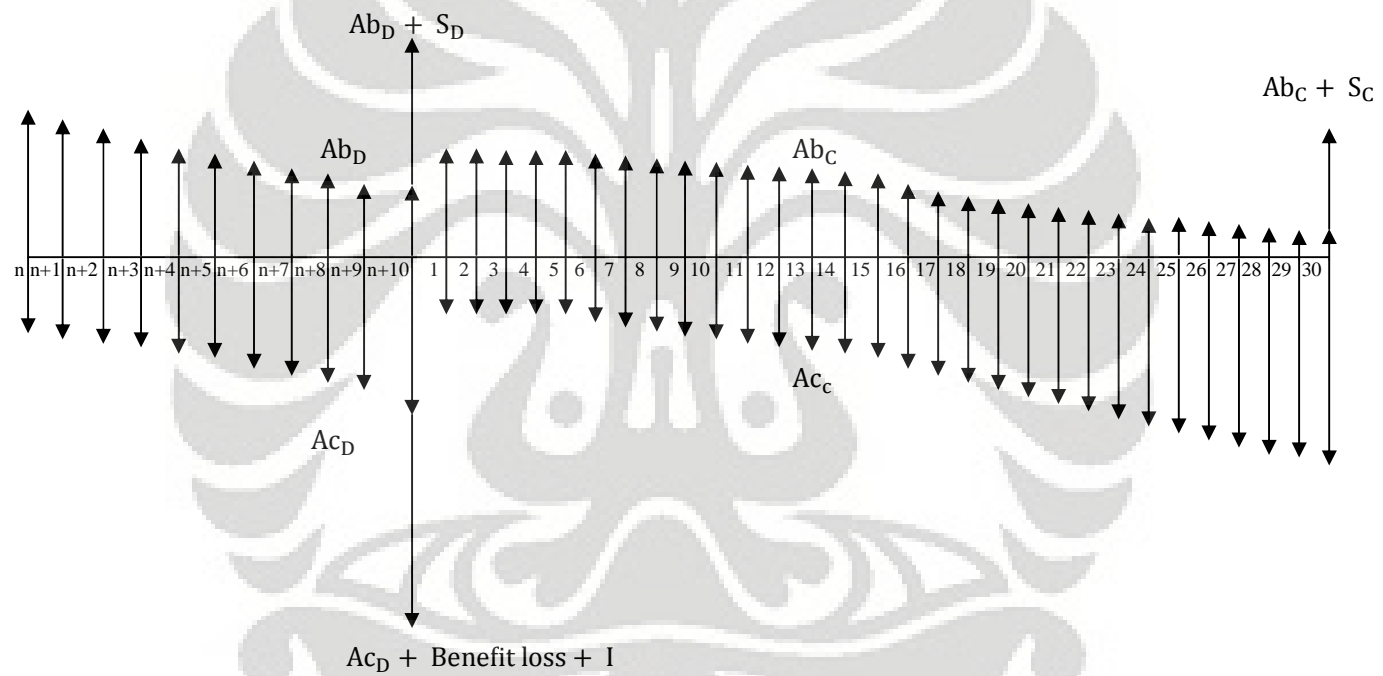
Mesin Baru

- Operational Cost : Rp. 20,230 Juta/Tahun
- Operational Cost naik 5% setelah tahun ke 5
- Benefit setelah tahun ke 5 berkurang $\pm 1,04\%$
- Benefit dalam satu tahun 365 - 16 x (20 juta) = 6980 juta
- Investasi mesin baru = Rp. 4,8 Miliar
- Faktor Depresiasi :

SLD	= (1/lama aset didepresiasi) x (investasi - nilai sisa umur produktif)
	= (1/10) x (4800-1100)
	= 370 juta/tahun
- Keuntungan karena depresiasi :

	= (benefit x pajak) - {(benefit - SLD) x pajak}
	= (6980 x 20 %) - {(6980 - 370) x 20 % }
	= 1396 - 1322
	= 74 juta

➤ **Penyelesaian : Bila Dilakukan Penggantian 10 tahun kemudian ($t = 10$)**



Gambar 4-11. Diagram Cash Flow penggantian sepuluh tahun kemudian

Tabel 4-21. Tabel perhitungan penggantian sepuluh tahun kemudian

Tahun	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Annual Benefit Def.	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	0.0	0.0
Keuntungan karena Depresiasi Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	74.0	74.0
Nilai Sisa Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nilai Sisa Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	699.3	0.0	0.0
Annual Benefit Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6980.0	6980.0
Total Benefit	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	6780.0	7479.3	7054.0	7054.0
Inv. Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4800.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Def.	0.0	88.1	176.2	264.3	352.4	440.5	528.6	616.7	704.8	792.9	881.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Cost Def.	56.1	56.1	56.1	56.1	56.1	56.1	56.1	56.1	56.1	56.1	56.1	0.0	0.0
Annual Cost Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.2	20.2
Kenaikan Cost Def.	0.0	7.6	15.2	22.8	30.4	38.0	45.6	53.2	60.8	68.4	76.0	0.0	0.0
Kenaikan Cost Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total Cost	56.1	151.8	247.5	343.2	438.9	534.6	630.3	726.0	821.7	917.4	5813.1	20.2	20.2
Nilai Bersih	6723.9	6628.2	6532.5	6436.8	6341.1	6245.4	6149.7	6054.0	5958.3	5862.6	1666.2	7033.8	7033.8
Nilai Bersih Saat Ini	6723.9	5763.7	4939.5	4232.3	3625.5	3105.1	2658.7	2275.9	1947.8	1666.5	411.9	1511.9	1314.7

Keterangan : Biaya dalam (jutaan rupiah)

sambungan Tabel 4-21.

Tahun	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Annual Benefit Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Keuntungan karena Depresiasi Cal.	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nilai Sisa Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nilai Sisa Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Benefit Cal.	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0
Total Benefit	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0	7054.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0
Inv. Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Cal.	0.0	0.0	72.6	145.1	217.7	290.3	362.9	435.4	508.0	580.6	653.1	725.7	798.3	870.8
Annual Cost Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Cost Cal.	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
Kenaikan Cost Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kenaikan Cost Cal.	0.0	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.1	6.1	7.1	8.1	9.1	10.1	11.1	12.1
Total Cost	20.2	20.2	93.8	167.4	241.0	314.6	388.1	461.7	535.3	608.9	682.5	756.0	829.6	903.2
Nilai Bersih	7033.8	7033.8	6960.2	6886.6	6813.0	6739.5	6665.9	6592.3	6444.7	6371.1	6297.6	6224.0	6150.4	6076.8
Nilai Bersih Saat Ini	1143.2	994.1	855.4	735.9	633.1	544.6	468.4	402.8	342.4	294.3	253.0	217.4	186.8	160.5

Keterangan : Biaya dalam (jutaan rupiah)

sambungan Tabel 4-21.

Tahun	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Annual Benefit Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Keuntungan karena Depresiasi Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nilai Sisa Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1100.0
Nilai Sisa Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Benefit Cal.	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0
Total Benefit	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	6980.0	8080.0
Inv. Cal.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Penurunan Benefit Cal.	943.4	1016.0	1088.6	1161.1	1233.7	1306.3	1378.8	1451.4	1524.0	1596.5	1669.1	1741.7	1814.3	1886.8
Annual Cost Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Annual Cost Cal.	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
Kenaikan Cost Def.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kenaikan Cost Cal.	13.1	14.1	15.2	16.2	17.2	18.2	19.2	20.2	21.2	22.2	23.2	24.2	25.3	26.3
Total Cost	976.8	1050.4	1123.9	1197.5	1271.1	1344.7	1418.3	1491.8	1565.4	1639.0	1712.6	1786.2	1859.7	1933.3
Nilai Bersih	6003.2	5929.7	5856.1	5782.5	5708.9	5635.3	5561.8	5488.2	5414.6	5341.0	5267.4	5193.9	5120.3	6146.7
Nilai Bersih Saat Ini	137.9	118.4	101.7	87.3	75.0	64.4	55.2	47.4	40.7	34.9	29.9	25.6	22.0	22.9

Keterangan : Biaya dalam (jutaan rupiah)

Tabel 4-22. Tabel analisis penggantian sepuluh tahun kemudian

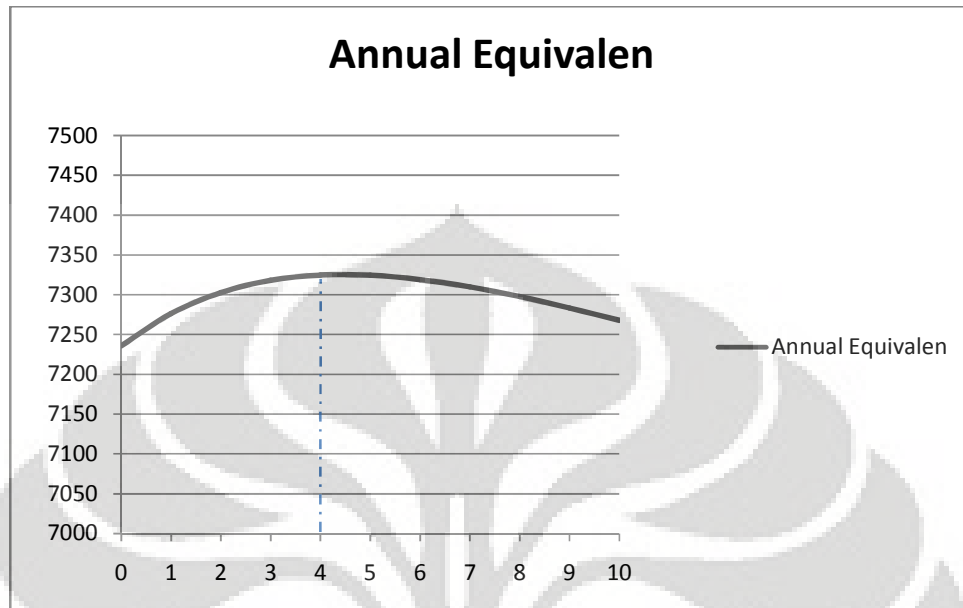
Keterangan	Defender	Challenger
Investasi	Rp. 3,2 Miliar	Rp. 4,8 Miliar
Nilai Sisa	Rp. 500 Juta	Rp. 1,1 Miliar
Operational Cost	Rp. 132.100.000,00	Rp. 20.230.000,00
Benefit	Rp. 5,89 Miliar	Rp. 6,98 Miliar
Nilai Jual kembali	Rp. 0,69 Miliar	-
Suku Bunga	15 %	15 %

- **Penyelesaian :**

Dengan menggunakan *Microsoft Office Excel* dalam perhitungan, maka didapat nilai Annual Equivalensi sebesar **Rp. 7268,02 Juta**

Tabel 4-23. Tabel Annual Equivalen Terhadap Tahun Penggantian

Tahun Penggantian	Annual Equivalen
0	Rp. 7235,52 Juta
1	Rp. 7276,20 Juta
2	Rp. 7302,76 Juta
3	Rp. 7318,13 Juta
4	Rp. 7324,71 Juta
5	Rp. 7324,48 Juta
6	Rp. 7319,03 Juta
7	Rp. 7309,70 Juta
8	Rp. 7297,53 Juta
9	Rp. 7283,41 Juta
10	Rp. 7268,02 Juta

Grafik Annual Equivalen Terhadap Tahun Penggantian**Gambar 4-12. Penurunan AE Terhadap Tahun Penggantian**

4.2 Analisa Penggantian

- Dalam analisis Annual Equivalen terhadap tahun penggantian seperti yang terdapat pada gambar 4.12 diatas menunjukkan peningkatan AE dari tahun penggantian sekarang sampai 4 tahun kemudian, hal ini dikarenakan benefit yang dihasilkan oleh Defender masih lebih besar dibandingkn dengan peningkatan cost dan penurunan benefitnya setiap tahun.
- Namun pada penggantian tahun ke 5 sampai tahun-tahun berikutnya, AE mulai menunjukkan penurunan, hal ini dikarenakan oleh biaya peningkatan cost yang sudah tidak dapat ditutupi lagi oleh benefit Defender yang semakin besar penurunannya akibat bertambahnya jam tidak beroperasi dikarenakan meningkatnya intensitas kerusakan mesin Defender tersebut.
- Hal – hal lain yang juga dapat menurunkan tingkat Annual Equivalen yaitu semakin berkurangnya *market value* atau nilai sisa dari mesin lama (*defender*) akibat depresiasi aset dan lain sebagainya.

BAB V

KESIMPULAN & SARAN

5.1 Kesimpulan

Menurut hasil yang ditunjukkan oleh perhitungan di bab sebelumnya, maka disarankan agar melakukan penggantian mesin empat tahun kemudian, karena melihat grafik Annual Equivalen yang meningkat sampai tahun keempat, kemudian secara perlahan mulai menurun sampai tahun-tahun berikutnya. Dengan demikian, maka penggantian mesin harus dilakukan empat tahun kemudian, karena jika tidak dilakukan, maka penambahan biaya operasional cost dari mesin lama akan semakin membesar seiring dengan penundaan waktu penggantian, sedangkan profit yang di dapatkan akan semakin menurun karena bertambahnya hari tidak beroperasi akibat kerusakan mesin yang semakin sering terjadi.

5.2 Saran

Maintenance yang baik di dukung dengan operator dan mekanik yang baik akan dapat menahan laju pertambahan biaya operasioanal dari mesin lama jika dilakukan sesuai dengan prosedur yang baik dan terencana yang telah ditetapkan sebelumnya.

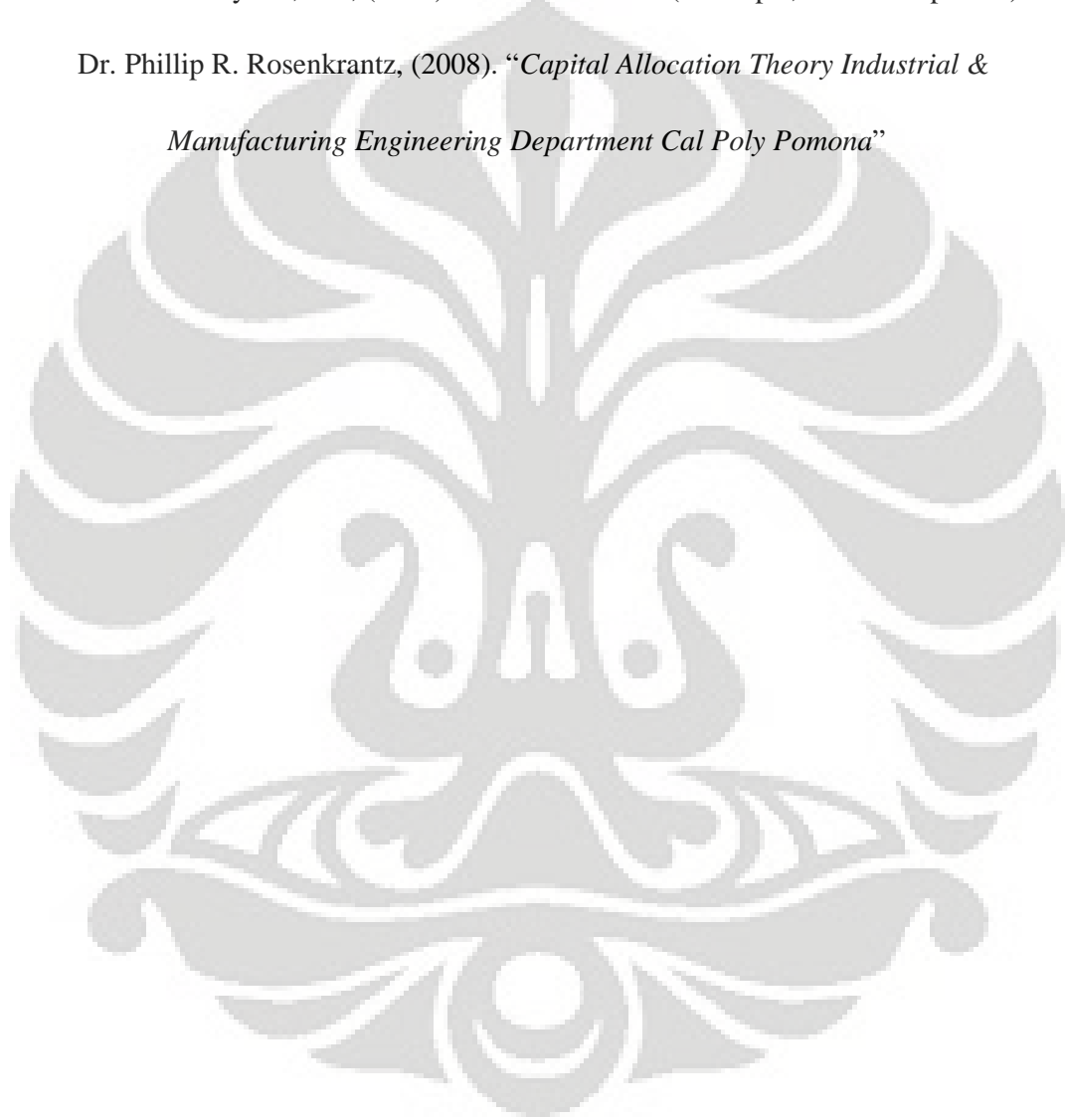
DAFTAR REFERENSI

Leland Blank, P.E & Anthony Tarquin, P.E, (2005). *Engineering Economy*

Drs. M. Giatman, MSIE, (2006). *Ekonomi Teknik*

Dr. Ir. Waldiyono, MS, (2008). *Ekonomi Teknik (Konsepsi, Teori & Aplikasi)*

Dr. Phillip R. Rosenkrantz, (2008). “*Capital Allocation Theory Industrial & Manufacturing Engineering Department Cal Poly Pomona*”



Biaya Perawatan Mesin Kapal Caraka Jaya Niaga III-27 Periode November 2005 – November 2006

Tanggal	Keterangan	Kapal	Jumlah Biaya
20 Desember 2005	Biaya reparasi injector (Main Engine) 5 Cylinder @ Rp. 100.000,00	CJN III-27	Rp. 500.000,00
24 Januari 2006	Biaya reparasi injector (Main Engine) 5 Cylinder @ Rp. 100.000,00	CJN III-27	Rp. 500.000,00
18 Februari 2006	Biaya kalibrasi Turbocharge Main Engine	CJN III-27	Rp. 2.000.000,00
18 Februari 2006	Biaya reparasi Fo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 200.000,00
27 Maret 2006	Biaya reparasi Lo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 500.000,00
28 Maret 2006	Biaya penggantian Ring Piston Main Engine 5 cylinder @ Rp. 5.000.000,00	CJN III-27	Rp. 25.000.000,00
29 Maret 2006	Biaya reparasi injector (Main Engine) 5 Cylinder @ Rp. 100.000,00	CJN III-27	Rp. 500.000,00
15 April 2006	Biaya service Intercooler Main Engine	CJN III-27	Rp. 900.000,00
15 April 2006	Biaya rekondisi 1 buah Spindle Valve Motor Induk dan 1 buah Vane Whell	CJN III-27	Rp. 1.500.000,00
26 Mei 2006	Biaya reparasi Lo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 500.000,00
19 Juni 2006	Biaya reparasi Fo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 200.000,00
19 Juni 2006	Biaya Penggantian 2 pcs Mechanical Seal Lo. Pump (Main Engine) @Rp. 600.000,00	CJN III-27	Rp. 1.200.000,00

18 Juli 2006	Biaya reparasi Fo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 200.000,00
19 Juli 2006	Biaya penggantian 3 pcs Ball Bearing Supply Pump (Main Engine) @Rp. 80.000,00	CJN III-27	Rp. 240.000,00
05 Agustus 2006	Biaya Penggantian 2 pcs Mechanical Seal Lo. Pump (Main Engine) @Rp. 600.000,00	CJN III-27	Rp. 1.200.000,00
22 Agustus 2006	Biaya reparasi Fo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 200.000,00
29 Agustus 2006	Biaya reparasi Lo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 500.000,00
29 Agustus 2006	Biaya reparasi injector (Main Engine) 5 Cylinder @ Rp.100.000,00	CJN III-27	Rp. 500.000,00
13 September 2006	Biaya penggantian 3 pcs Ball Bearing Supply Pump (Main Engine) @Rp. 80.000,00	CJN III-27	Rp. 240.000,00
28 September 2006	Biaya reparasi injector (Main Engine) 5 Cylinder @ Rp. 100.000,00	CJN III-27	Rp. 500.000,00
28 September 2006	Biaya reparasi Lo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 500.000,00
26 Oktober 2006	Biaya reparasi 1 pcs Cylinder Head Mesin MITSUI (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 3.250.000,00
Total Biaya			Rp. 40.830.000,00

Biaya Perawatan Mesin Kapal Caraka Jaya Niaga III-27 Periode November 2006 – November 2007

Tanggal	Keterangan	Kapal	Jumlah Biaya
15 November 2006	Biaya rekondisi 1 buah Spindle Valve Motor Induk dan 1 buah Vane Whell	CJN III-27	Rp. 1.500.000,00
05 Desember 2006	Biaya Penggantian 2 pcs Mechanical Seal Lo. Pump (Main Engine) @Rp. 600.000,00	CJN III-27	Rp. 1.200.000,00
12 Desember 2006	Biaya Service 2 Silinder Head Mesin MITSUI (Main Engine) yang bocor @ Rp. 1.500.000,00	CJN III-27	Rp. 3.000.000,00
26 Desember 2006	Biaya reparasi 1 pcs Cylinder Head Mesin MITSUI (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 3.250.000,00
27 Desember 2006	Biaya reparasi Fo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 200.000,00
27 Desember 2006	Biaya reparasi Lo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 500.000,00
24 Januari 2007	Biaya penggantian Ring Piston Main Engine 5 cylinder @ Rp. 5.000.000,00	CJN III-27	Rp. 25.000.000,00
24 Januari 2007	Biaya reparasi injector (Main Engine) 5 Cylinder @ Rp. 100.000,00	CJN III-27	Rp. 500.000,00
15 Februari 2007	Biaya service Intercooler Main Engine	CJN III-27	Rp. 900.000,00
20 Maret 2007	Biaya reparasi injector (Main Engine) 5 Cylinder @ Rp. 100.000,00	CJN III-27	Rp. 500.000,00
26 Maret 2007	Biaya reparasi Lo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 500.000,00
11 April 2007	Biaya Penggantian 2 pcs Mechanical Seal Lo. Pump (Main Engine) @Rp. 600.000,00	CJN III-27	Rp. 1.200.000,00
18 April 2007	Biaya reparasi Fo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 200.000,00

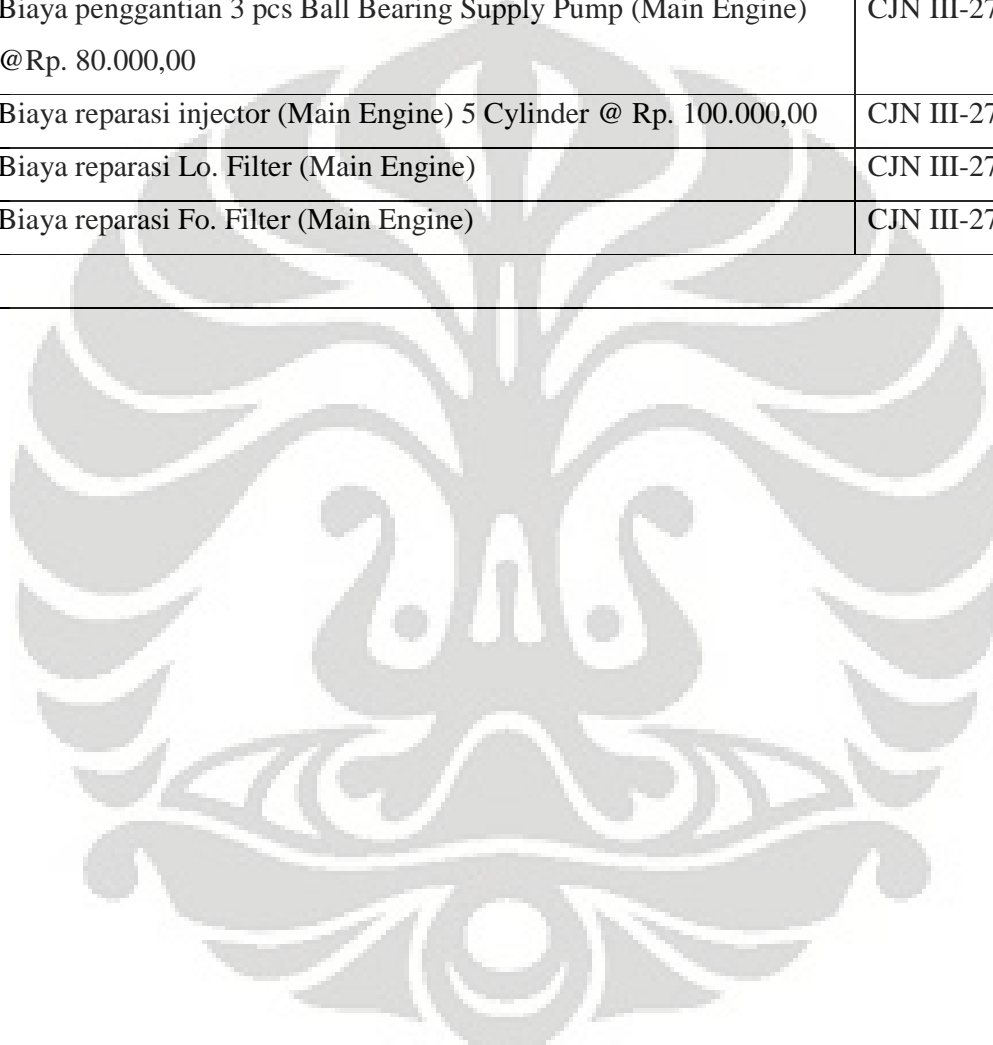
08 Mei 2007	Biaya penggantian 3 pcs Ball Bearing Supply Pump (Main Engine) @Rp. 80.000,00	CJN III-27	Rp. 240.000,00
24 Mei 2007	Biaya reparasi injector (Main Engine) 5 Cylinder @ Rp. 100.000,00	CJN III-27	Rp. 500.000,00
22 Juni 2007	Biaya reparasi Fo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 200.000,00
29 Juni 2007	Biaya reparasi Lo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 500.000,00
23 Juli 2007	Biaya Perbaikan 2 Cylinder Head yang bocor, @ Rp. 1.500.000,00	CJN III-27	Rp. 3.000.000,00
23 Juli 2007	Biaya reparasi injector (Main Engine) 5 Cylinder @ Rp.100.000,00	CJN III-27	Rp. 500.000,00
13 Agustus 2007	Biaya Penggantian 2 pcs Mechanical Seal Lo. Pump (Main Engine) @Rp. 600.000,00	CJN III-27	Rp. 1.200.000,00
13 September 2007	Biaya penggantian 3 pcs Ball Bearing Supply Pump (Main Engine) @Rp. 80.000,00	CJN III-27	Rp. 240.000,00
20 September 2007	Biaya reparasi injector (Main Engine) 5 Cylinder @ Rp. 100.000,00	CJN III-27	Rp. 500.000,00
28 September 2007	Biaya reparasi Lo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 500.000,00
18 Oktober 2007	Biaya kalibrasi Turbocharge Main Engine	CJN III-27	Rp. 2.000.000,00
19 Oktober 2007	Biaya reparasi Fo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 200.000,00
Total Biaya			Rp. 48.030.000,00

Biaya Perawatan Mesin Kapal Caraka Jaya Niaga III-27 Periode November 2007 – November 2008

Tanggal	Keterangan	Kapal	Jumlah Biaya
19 November 2007	Biaya reparasi injector (Main Engine) 5 Cylinder @ Rp. 100.000,00	CJN III-27	Rp. 500.000,00
19 November 2007	Biaya service Intercooler Main Engine	CJN III-27	Rp. 900.000,00
07 Desember 2007	Biaya Service 4 Silinder Head Mesin MITSUI (Main Engine) yang bocor @ Rp. 1.500.000,00	CJN III-27	Rp. 6.000.000,00
14 Desember 2007	Biaya Penggantian 2 pcs Mechanical Seal Lo. Pump (Main Engine) @Rp. 600.000,00	CJN III-27	Rp. 1.200.000,00
27 Desember 2007	Biaya reparasi Lo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 500.000,00
27 Desember 2007	Biaya reparasi Fo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 200.000,00
16 Januari 2008	Biaya penggantian 3 pcs Ball Bearing Supply Pump (Main Engine) @Rp. 80.000,00	CJN III-27	Rp. 240.000,00
23 Januari 2008	Biaya reparasi injector (Main Engine) 5 Cylinder @ Rp. 100.000,00	CJN III-27	Rp. 500.000,00
16 Februari 2008	Biaya Penggantian 5 buah Nozle injector,@ Rp. 2.500.000,00	CJN III-27	Rp. 12.500.000,00
23 Februari 2008	Biaya reparasi Fo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 200.000,00
23 Februari 2008	Biaya penggantian 3 pcs Ball Bearing Supply Pump (Main Engine) @Rp. 80.000,00	CJN III-27	Rp. 240.000,00
16 Maret 2008	Biaya reparasi Lo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 500.000,00
25 Maret 2008	Biaya reparasi injector (Main Engine) 5 Cylinder @ Rp. 100.000,00	CJN III-27	Rp. 500.000,00
26 Maret 2008	Biaya reparasi Fo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 200.000,00

15 April 2008	Biaya Penggantian 2 pcs Mechanical Seal Lo. Pump (Main Engine) @Rp. 600.000,00	CJN III-27	Rp. 1.200.000,00
15 April 2008	Biaya reparasi Fo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 200.000,00
08 Mei 2008	Biaya penggantian Crank pin bearing 5 silinder @ Rp. 4.000.000,00	CJN III-27	Rp. 20.000.000,00
14 Mei 2008	Biaya penggantian 3 pcs Ball Bearing Supply Pump (Main Engine) @Rp. 80.000,00	CJN III-27	Rp. 240.000,00
21 Mei 2008	Biaya reparasi injector (Main Engine) 5 Cylinder @ Rp. 100.000,00	CJN III-27	Rp. 500.000,00
24 Juni 2008	Biaya reparasi Lo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 500.000,00
24 Juni 2008	Biaya reparasi Fo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 200.000,00
26 Juni 2008	Biaya service Intercooler Main Engine	CJN III-27	Rp. 900.000,00
19 Juli 2008	Biaya Service 1 Silinder Head Mesin MITSUI (Main Engine) yang bocor @ Rp. 1.500.000,00	CJN III-27	Rp. 1.500.000,00
23 Juli 2008	Biaya reparasi Fo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 200.000,00
23 Juli 2008	Biaya reparasi injector (Main Engine) 5 Cylinder @ Rp. 100.000,00	CJN III-27	Rp. 500.000,00
27 Juli 2008	Biaya rekondisi 1 buah Spindle Valve Motor Induk dan 1 buah Vane Whell	CJN III-27	Rp. 1.500.000,00
10 Agustus 2008	Biaya Penggantian 4 pcs Mechanical Seal Lo. Pump (Main Engine) @Rp. 600.000,00	CJN III-27	Rp. 2.400.000,00
24 Agustus 2008	Biaya reparasi Fo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 200.000,00
09 September 2008	Biaya reparasi injector (Main Engine) 5 Cylinder @ Rp. 100.000,00	CJN III-27	Rp. 500.000,00

16 September 2008	Biaya penggantian 3 pcs Ball Bearing Supply Pump (Main Engine) @Rp. 80.000,00	CJN III-27	Rp. 240.000,00
23 September 2008	Biaya reparasi injector (Main Engine) 5 Cylinder @ Rp. 100.000,00	CJN III-27	Rp. 500.000,00
23 September 2008	Biaya reparasi Lo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 500.000,00
20 Oktober 2008	Biaya reparasi Fo. Filter (Main Engine)	CJN III-27	Rp. 200.000,00
Total Biaya			Rp. 56.160.000,00



Data Estimasi Biaya Perawatan Untuk Mesin Baru Per 4 tahun

Jenis Perawatan	Periode Perawatan	Jumlah Biaya
Biaya reparasi Injector 5 Cylinder @ Rp. 100.000,00 x 17	2000 jam	Rp. 8.500.000,00
Biaya reparasi Lo. Filter Rp. 500.000,00 x 11	3000 jam	Rp. 5.500.000,00
Biaya reparasi Fo. Filter Rp. 200.000,00 x 17	2000 jam	Rp. 3.400.000,00
Biaya penggantian 3 pcs Ball Bearing Supply Pump @Rp. 80.000,00 x 8	6 bulan	Rp. 1.920.000,00
Biaya Penggantian 2 pcs Mechanical Seal Lo. Pump @Rp. 600.000,00 x 8	6 bulan	Rp. 9.600.000,00
Biaya kalibrasi Turbocharge	4 tahun	Rp. 2.000.000,00
Biaya penggantian Ring Piston 5 cylinder @ Rp. 5.000.000,00 x 2	2 tahun	Rp. 50.000.000,00
Total Biaya Per 4 Tahun		Rp. 80.920.000,00
Total Biaya Per Tahun		Rp. 20.230.000,00