



TUGAS AKHIR – TI 184833

**ANALISIS BIAYA SIKLUS HIDUP MESIN TURBIN DI PT PJB
UP GRESIK**

**NISA UL'ULA NUR RAMADHONI
NRP 0241154000037**

**Dosen Pembimbing
Stefanus Eko Wiratno, S.T., M.T.
NIP. 197103171998021001**

**Ko-Pembimbing
Dewanti Anggrahini, S.T., M.T.
NIP. 198805022019032014**

**DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019**



FINAL PROJECT – TI 1484833

**LIFE CYCLE COST ANALYSIS OF TURBINE MACHINE IN
PT PJB UP GRESIK**

**NISA UL'ULA NUR RAMADHONI
NRP 02411540000037**

Supervisor

**Stefanus Eko Wiratno, S.T., MT
NIP. 197103171998021001**

Co-Supervisor

**Dewanti Anggrahini, S.T., M.T.
NIP. 198805022019032014**

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING

Faculty of Industrial Technology

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2019

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS BIAYA SIKLUS HIDUP MESIN TURBIN DI PT PJB UP
GRESIK**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program Studi S-1 Departemen Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

Oleh:

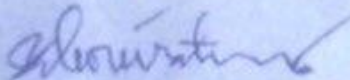
NISA UL'ULA NUR RAMADHONI

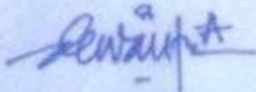
NRP 02411540000037

Disetujui Oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir

Dosen Pembimbing

Dosen Ko-Pembimbing


Stefanus Eko Wiratno, ST., M.T.
NIP. 197103171998021001


Devi Angraeni, S.T., M.T.
NIP. 198805022019032014


SURABAYA, JUNI 2019

**ANALISIS BIAYA SIKLUS HIDUP MESIN TURBIN MX 701 D
AXIAL FLOW REACTION DI PT PJB UP GRESIK**

Nama : Nisa Ul'ula Nur Ramadhoni
NRP : 0241154000037
Pembimbing : Stefanus Eko Wiratno, S.T., M.T.
Ko-Pembimbing : Dewanti Anggrahini, S.T.,M.T.

ABSTRAK

Penelitian ini membahas tentang *life cycle cost analysis* (analisis umur siklus hidup) turbin selama masa operasional pembangkit di PT Pembangkitan Jawa Bali (PJB) UP Gresik. Perhitungan biaya siklus hidup yang mencakup biaya akuisisi (investasi), biaya operasi, dan biaya pemeliharaan pada kasus ini tidak cukup hanya untuk satu siklus saja. Biaya siklus hidup turbin perlu dihitung untuk beberapa siklus sampai mencapai umur pembangkit, termasuk biaya penggantian turbin. Biaya siklus hidup suatu asset dapat dihitung dengan tepat apabila rencana pemeliharaan asset sudah optimal. PJB sudah menerapkan konsep *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dan menggunakan software *Reliasoft* untuk mengestimasi biaya pemeliharaan dan nilai ketidakpastian. Oleh sebab itu, PJB memungkinkan untuk melakukan analisis biaya siklus hidup turbin selama umur pembangkit. Metode *Replacement Analysis* juga digunakan dalam melakukan analisis biaya siklus hidup. Hasil analisis biaya siklus hidup turbin ini merekomendasikan umur ekonomis pemakaian turbin dan kapan penggantian turbin harus dilakukan sehingga dapat meminimumkan total biaya.

Kata Kunci: Pembangkit, Turbin, Analisis Penggantian, LCCA, *Reliasoft*, Umur Ekonomis

LIFE CYCLE COST ANALYSIS OF TURBINE MACHINE MX 701 D AXIAL FLOW REACTION IN PT PJB UP

Name : Nisa Ul'ula Nur Ramadhoni
NRP : 0241154000037
Supervisor : Stefanus Eko Wiratno, S.T., M.T.
Co-Supervisor : Dewanti Anggrahini, S.T., M.T.

ABSTRACT

This research discusses the life cycle cost analysis of the turbine engine during the operational time period of the power plant in PT PJB UP Gresik. The calculation consists of acquisition cost (investment), operation cost, and maintenance cost, which in this case it needs more than one cycle. Life cycle cost of the turbine should be determined for several cycles until it reach the lifetime of the plant, including turbine's replacement cost. Life cycle cost of an asset can be quantified accurately when the asset maintenance plan is optimum. PJB is implementing the reliability-centered method (RCM) method and using the Reliasoft software to estimate the maintenance cost and the uncertainty value. Thus, PJB is able to do the life cycle cost analysis of the turbine for the whole power plant lifetime. The replacement analysis method is also used to support the life cycle cost analysis. This study propose the recommendation of economic life for using turbine and the appropriate time to replace turbine in order to minimize the total cost.

Key Word: Generator, Turbine, Replacement Analysis, LCCA, Reliasoft, Economic Life

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah S.W.T atas limpahan rahmat, berkat, dan hidayah-Nya serta shalawat penulis lanturkan kepada junjungan Nabi Muhammad S.A.W sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Analisis Biaya Siklus Hidup Mesin Turbin di PT PJB UP Gresik”. Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai syarat untuk menyelesaikan studi strata-1 (S1) dan memperoleh gelar Sarjana di Teknik Industri ITS, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Selama proses pengerjaan Tugas Akhir, penulis telah menerima banyak dukungan, masukan, serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Bapak Iyan Sutaro dan Ibu Fitri Noor atas segala dukungan, kasih sayang, ilmu yang telah diberikan, dan doa tulus yang selalu beliau panjatkan. Serta satu-satunya kakak penulis, Alvian Eka yang juga mendoakan atas kelancaran Tugas Akhir.
2. Stefanus Eko Wiratno, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing penelitian Tugas Akhir. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas waktu, bimbingan, arahan, petunjuk, dan motivasi serta kesabaran dalam membimbing dan mengarahkan penulis sehingga penelitian Tugas Akhir dapat selesai tepat waktu.
3. Dewanti Anggrahini, S.T., M.T. selaku dosen ko-pembimbing penelitian Tugas Akhir. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas waktu, bimbingan, arahan, dan petunjuk yang diberikan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak M. Akhidin dan Bapak Gunandi, selaku pembimbing eksternal yang telah meluangkan waktu untuk berdiskusi dan membantu penulis dalam mengumpulkan data penelitian Tugas Akhir.
5. Effi Latiffianti, S.T., M.Sc., Atikah Aghdi Pratiwi, S.T, M.T. selaku penguji seminar proposal dan sidang Tugas Akhir yang telah memberikan

kritik dan saran yang membangun dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir.

6. Nurhadi Siswanto, S.T., MSIE., Ph.D., selaku kepala Departemen Teknik Industri ITS sekaligus peguji proposal dan sidang Tugas Akhir yang telah memberikan waktu, arahan, informasi dan motivasi kepada penulis dalam pengerjaan Tugas Akhir.
7. Dr. Adithya Sudiarno, S.T., M.T., selaku koordinator pelaksanaan tugas akhir di Departemen Teknik Industri ITS yang telah meluangkan waktunya demi membantu mahasiswa untuk menjalankan tahapan selama pengerjaan Tugas Akhir berlangsung.
8. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Departemen Teknik Industri ITS yang telah mendidik dan mengajarkan banyak ilmu dan pelajaran berharga kepada penulis selama masa perkuliahan.
9. Angkatan 2015 (ICARUS) yang selalu memberikan semangat sejak mahasiswa baru hingga dapat menyelesaikan perkuliahan ini.
10. Semua keluarga besar penulis, teman-teman penulis dan pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan, motivasi, doa dan bantuan kepada penulis.

Penulis berharap laporan penelitian Tugas Akhir ini dapat memberikan banyak manfaat bagi semua pihak. Apabila terdapat kesalahan dan kekurangan, penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya. Penulis sangat terbuka terhadap saran dan kritik apabila terdapat kesalahan dalam penulisan Tugas Akhir ini.

Surabaya, Juli 2019

Nisa Ul'ula Nur Ramadhoni

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iv
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	5
1.5.1 Batasan	5
1.5.2 Asumsi.....	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Sistem Tenaga Listrik.....	7
2.2 Mesin Turbin	8
2.3 Keandalan dan Availabilitas.....	9
2.3.1 Keandalan.....	9
2.3.2 Reliability Block Diagram	11
2.3.3 Availabilitas	13
2.4 Pemeliharaan	15
2.4.1 Pengertian Pemeliharaan	15
2.4.2 Strategi Pemeliharaan.....	16
2.5 Aset	17
2.6 <i>Assets Management</i>	18
2.7 <i>Life Cycle Cost Analysis (LCCA)</i>	19
2.8 Konsep <i>Replacement Analysis</i>	24
2.8.1 Konsep Defender dan Challenger	26

2.8.2	Konsep Sunk Cost.....	26
2.8.3	Sudut Pandang dari Luar Sistem.....	26
2.8.4	Umur Ekonomis Suatu Peralatan.....	27
2.9	Kriteria Kelayakan Finansial	29
2.9.1	Net Present Value	29
2.9.2	Payback Period	30
2.9.3	Internal Rate of Return	30
2.10	<i>Reliasoft</i>	31
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....		36
3.1	Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data.....	38
3.1.1	Simulasi Reliasoft.....	38
3.2	Tahap Analisis dan Pembahasan.....	39
3.2.1	Analisis Penggantian	40
3.3	Tahap Kesimpulan dan Saran	41
BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA		42
4.1	Identifikasi Komponen Kritis	42
4.2	Identifikasi Variabel-variabel yang Terkait Perhitungan.....	44
4.3	Perhitungan Biaya Operasi	49
4.3.1	Perhitungan Biaya Pemeliharaan.....	50
4.3.2	Perhitungan Biaya Konsumsi Energi.....	53
4.3.3	Perhitungan Biaya Konsekuensial	55
4.4	Perhitungan <i>Capital Recovery</i>	55
4.5	Perhitungan EUAC	59
BAB 5 ANALISIS DAN PEMBAHASAN		73
5.1	Analisis Kondisi Eksisting.....	73
5.2	Analisis Sensitivitas	75
5.2.1	Pengaruh Harga Awal Turbin	76
5.2.2	Pengaruh Faktor Biaya Pemeliharaan.....	78
5.2.3	Pengaruh Faktor Inflasi.....	80
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN		83
6.1	Kesimpulan	83
6.2	Saran	84

DAFTAR PUSTAKA	85
LAMPIRAN	89
LAMPIRAN A.....	89
LAMPIRAN B.....	91
LAMPIRAN C.....	129
LAMPIRAN D.....	164
BIOGRAFI PENULIS.....	175

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Komponen Utama PLTGU	2
Gambar 1. 2 Persentase Kegagalan Komponen PLTU UP Gresik (Pembangkit Listrik Jawa Bali, 2017)	2
Gambar 2. 1 <i>Cambine Cycle Power Plan</i>	8
Gambar 2. 2 <i>Bathtub Curve</i>	11
Gambar 2. 3 Susunan Komponen Seri.....	11
Gambar 2. 4 Susunan Komponen Paralel.....	12
Gambar 2. 5 Susunan Komponen Paralel dan Seri.....	13
Gambar 2. 6 <i>Life Cycle Aset</i>	19
Gambar 2. 7 Langkah Dasar LCCA.	22
Gambar 2. 8 Grafik Umur Ekonomis	28
Gambar 2. 9 Perbandingan <i>Defender</i> dengan <i>Challenger</i>	28
Gambar 2. 10 <i>Interface BlockSim Diagram</i>	32
Gambar 2. 11 <i>Interface BlockSim Diagram</i>	33
Gambar 2. 12 <i>Interface BlockSim Diagram</i>	33
Gambar 2. 13 <i>Interface BlockSim Diagram</i>	34
Gambar 2. 14 <i>Interface BlockSim Diagram</i>	34
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian	36
Gambar 3. 2 <i>Flowchart</i> Konseptual Simulasi <i>Reliasoft</i>	39
Gambar 3. 3 <i>Flowchart</i> Model Analisis Penggantian	40
Gambar 4. 1 Nilai NPV Pemeliharaan dan Penggantian Turbin	66
Gambar 4. 2 Nilai NPV Pemeliharaan dan Penggantian Turbin	67
Gambar 4. 3 Nilai NPV Pemeliharaan dan Penggantian Turbin	71

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>Life Cycle Cost Of Analysed Assets</i>	21
Tabel 4. 1 Jumlah Kegagalan Komponen Turbin.....	42
Tabel 4. 2 Jumlah Kegagalan Komponen Kritis	43
Tabel 4. 3 Data Historis Waktu Antar Kerusakan 2001-2019.....	45
Tabel 4. 4 Data Historis Jenis Kerusakan 2001-2019	45
Tabel 4. 5 Biaya Pemeliharaan <i>Preventive</i> , Nilai Bunga, Waktu Operasional, Tenaga Kerja, dan Biaya Konsumsi Energi.....	46
Tabel 4. 6 Konsumsi Energi Komponen Kritis.	47
Tabel 4. 7 Nilai Investasi dan Umur Mesin Komponen Kritis.....	47
Tabel 4. 8 Penurunan Produksi Energi Listrik Komponen Kritis.....	48
Tabel 4. 9 Strategi Pemeliharaan <i>Preventive</i>	49
Tabel 4. 10 Biaya Operasi Komponen <i>Sea Water Booster Pump 3B</i> (Rp)	50
Tabel 4. 11 Nilai Parameter Hasil <i>Fitting</i> Distribusi Waktu Antar Kerusakan.....	51
Tabel 4. 12 Nilai Parameter Hasil <i>Fitting</i> Distribusi Waktu Antar Perbaikan.....	51
Tabel 4. 13 Biaya Pemeliharaan	53
Tabel 4. 14 Total Biaya Konsumsi Energi	55
Tabel 4. 15 Nilai Penyusutan.....	56
Tabel 4. 16 Perhitungan <i>Capital Recovery</i> (Rp).....	58
Tabel 4. 17 Hasil Perhitungan Nilai EUAC Komponen <i>Sea Water Booster Pump</i> <i>3B</i>	60
Tabel 4. 18 Umur Ekonomis Komponen Kritis.....	61
Tabel 4. 19 Skala Penggantian Komponen Kritis.....	61
Tabel 4. 20 Biaya Pengeluaran Penggantian Komponen Kritis	63
Tabel 4. 21 Perhitungan Nilai EUAC <i>Defeder</i> Mesin Turbin	65
Tabel 4. 22 Perhitungan Biaya Marjinal <i>Defender</i> dan Nilai EUAC <i>Challenger</i> Mesin Turbin	65
Tabel 4. 23 Perhitungan Biaya Marjinal <i>Defender</i> dan Nilai EUAC <i>Challenger</i> Mesin Turbin	68
Tabel 4. 24 Perhitungan Biaya Marjinal <i>Defeder</i> Mesin Turbin.....	70

Tabel 4. 25 Perhitungan Biaya Marjinal dan Nilai EUAC <i>Challenger</i> Mesin Turbin.....	70
Tabel 5. 2 Perubahan Harga Awal Sudut Pandang Perusahaan	76
Tabel 5. 3 Perubahan Harga Awal Sudut Pandang Pihak Ketiga	77
Tabel 5. 4 Perubahan Biaya Operasi Sudut Pandang Perusahaan.....	78
Tabel 5. 5 Perubahan Biaya Operasi Sudut Pandang Orang Ketiga	79
Tabel 5. 6 Perubahan Tingkat Inflasi Sudut Pandang Perusahaan.....	80
Tabel 5. 7 Perubahan Tingkat Inflasi Sudut Pandang Pihak Ketiga	81

BAB 1

PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai latar belakang dari dilaksanakan penelitian, perumusan masalah, tujuan dari diadakannya penelitian, manfaat yang didapat dari penelitian, ruang lingkup penelitian, serta sistematika penulisan dari laporan penelitian.

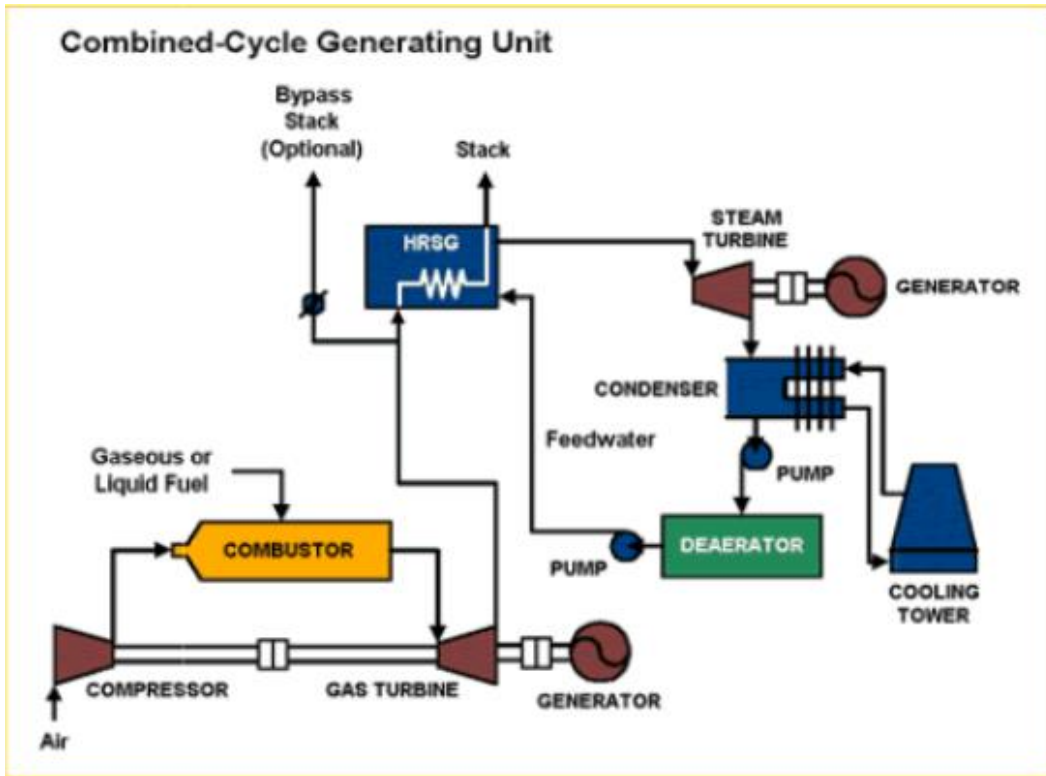
1.1 Latar Belakang

PT Pembangkitan Jawa Bali (PJB) merupakan anak perusahaan dari PT PLN (Persero) yang menyediakan kebutuhan listrik di Indonesia. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Gresik merupakan salah satu pembangkit milik PJB yang dikelola oleh UP Gresik. PLTU ini berkapasitas 2.200 MW dengan energi primer menggunakan gas (Badan Pusat Statistik, 2018).

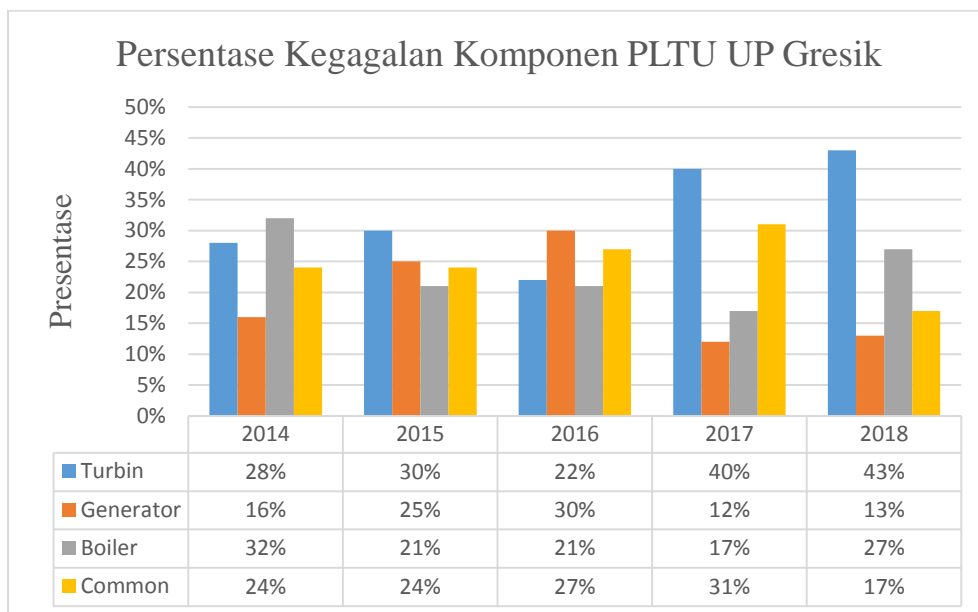
Turbin yang digerakkan oleh gas merupakan peralatan utama untuk memproduksi listrik pada PLTU selain generator, *boiler*, dan *common*. Turbin mengubah energi potensial uap menjadi energi kinetis pada *nozel* dan selanjutnya diubah menjadi energi mekanis pada sudu-sudu turbin yang dipasang pada poros turbin. Gambar 1.1 akan menampilkan susunan peralatan dalam memproduksi energi listrik.

Proses operasional dari sebuah peralatan memiliki potensi untuk mengalami kerusakan. Berdasarkan data tahun 2014 hingga 2018, turbin merupakan peralatan yang paling sering mengalami kerusakan (Gambar 1.2). Kenaikan persentase kegagalan mesin yang signifikan terjadi di tahun 2018. Tingkat keandalan komponen yang semakin menurun menyebabkan mesin rentan mengalami kegagalan. Persentase kegagalan pada mesin turbin berada pada tingkat pertama di tahun 2015, 2017, dan 2018. Persentase tertinggi terjadi di tahun 2018 yaitu sebesar 43% yang dimiliki oleh mesin turbin. Turbin tersusun atas beberapa komponen, yang di dalamnya akan ditunjukkan pada lampiran. Komponen-komponen yang tersusun dalam turbin, beberapa diantaranya adalah

komponen kritis. Komponen kritis dalam hal ini adalah komponen yang memiliki jumlah kegagalan lebih dari 5 kali hingga tahun 2018.



Gambar 1. 1 Komponen Utama PLTGU (Pembangkit Listrik Jawa Bali, 2017)



Gambar 1. 2 Persentase Kegagalan Komponen PLTU UP Gresik (Pembangkit Listrik Jawa Bali, 2017)

PT PLTU UP Gresik saat ini telah melakukan strategi pemeliharaan yang optimal. Strategi yang digunakan oleh perusahaan adalah dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM). RCM merupakan suatu proses yang berkelanjutan untuk menentukan pendekatan pemeliharaan yang paling efektif dalam mendukung misi sebuah perusahaan. Strategi pemeliharaan yang telah diterapkan oleh perusahaan ini dapat digunakan untuk melakukan estimasi terhadap biaya pemeliharaan yang akan dikeluarkan pada periode mendatang.

Perhitungan biaya pemeliharaan merupakan salah satu komponen yang krusial untuk melakukan perhitungan *life cycle cost* dari peralatan tersebut. *Life Cycle Cost Analysis* (LCCA), merupakan sebuah pendekatan sistematis yang melihat kepemilikan sebuah aset atau peralatan melalui 2 komponen besar yaitu Biaya Akuisisi dan Biaya *Sustaining*. Biaya akuisisi sendiri merupakan biaya yang muncul untuk mendapatkan atau memiliki sebuah peralatan sedangkan biaya *sustaining* meliputi biaya-biaya yang perlu dikeluarkan untuk mengoperasikan dan mempertahankan keandalan dari peralatan terkait. Biaya *sustaining* ini secara umum dapat dikategorikan sebagai biaya operasional dan biaya pemeliharaan (Chowdhury & Raghavan, 2012).

LCCA dapat diterapkan untuk menghitung total biaya yang dikeluarkan sepanjang siklus hidup suatu sistem dan langsung berhubungan dengan biaya kepemilikan (Kirk & Dell'Isola, 1995). Beberapa penelitian mengenai metode LCCA telah dilakukan, baik untuk implementasi pada keputusan akuisisi maupun dalam keputusan penggantian dan pemeliharaan aset. Peneliti de Jong, et.al (2009) melakukan riset mengenai kepemilikan mobil rumah tangga di Belanda. Besar pajak kepemilikan mobil akan mengurangi harga penjualan mobil dan menyebabkan waktu kepemilikan mobil meningkat. Kondisi ini membuat konsumen menahan diri untuk membeli mobil dalam jumlah lebih, karena biaya operasi akibat pajak tersebut akan lebih mahal. Konsep LCCA juga digunakan oleh Chowdhury & Raghavan (2012) pada penelitian *Life Cycle Management Level Equipment* (dengan *equipment* sebagai aset).

Penelitian Chowdhury dan Raghavan menawarkan sebuah *framework* yang menghubungkan keandalan dan analisis ekonomi sebuah aset selama *life*

cycle atau masa pakai umur aset. Aset yang diteliti oleh Chowdhury & Raghavan (2012) adalah *reliability based asset*, yaitu aset disiapkan untuk untuk target *performance reliability* tertentu. Dasar pengambilan keputusan yang digunakan dalam penelitian ini adalah skenario dengan *NPV minimum*, yaitu akan diambil *NPV* terkecil dari skenario yang dibuat. Biaya yang terkait dalam perhitungan *NPV* tersebut adalah biaya pemeliharaan, biaya penggantian jika ada, serta biaya *forced outage* dan konsekuensial. Liu, Tremblay & Cirillo (2014) juga melakukan penelitian mengenai kepemilikan kendaraan yang lebih baik, dengan melihat aspek operasinya berdasarkan jarak tempuh kendaraan. Penelitian dilakukan dengan menggunakan Simulasi Monte Carlo.

Pada penelitian ini, digunakan metode LCCA untuk menghitung biaya siklus hidup mesin turbin selama umur pembangkit. Penentuan umur ekonomis dilihat dari total biaya selama sistem pembangkit beroperasi dengan strategi pemeliharaan yang sudah optimal. Total biaya terdiri dari komponen biaya O&M dan biaya akuisisi, dimana biaya O&M didapatkan berdasarkan hasil *Reliasoft*. Selanjutnya, penentuan umur ekonomis ini akan dijadikan sebagai titik analisis penggantian antara pemeliharaan dan penggantian dari aset yang berkaitan. Analisis penggantian dilakukan dengan membandingkan turbin baru, jika biaya siklus hidup turbin baru lebih murah selama umur pembangkit maka keputusan penggantian turbin dilakukan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka permasalahan yang akan diselesaikan pada penelitian ini adalah melakukan perhitungan dan analisis biaya siklus hidup mesin turbin selama umur pembangkit.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Melakukan perhitungan biaya siklus hidup mesin turbin selama umur pembangkit.
2. Mengidentifikasi komponen kritis pada mesin turbin.
3. Menentukan variabel terkait perhitungan analisis penggantian.

4. Menentukan variabel sensitivitas terkait perhitungan.
5. Memberikan rekomendasi penggantian mesin turbin.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Perusahaan dapat menentukan kebijakan penggantian mesin turbin.
2. Mengetahui peningkatan pendapatan dengan efisiensi mesin turbin.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup pada penelitian tugas akhir ini meliputi beberapa batasan dan asumsi, yakni sebagai berikut.

1.5.1 Batasan

Batasan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian ini dilakukan pada PLTU Gas 3.
2. Data yang digunakan dalam penelitian adalah data tahun 2001-2019.
3. Depresiasi mesin yang digunakan oleh perusahaan mengikuti metode *straight line*.

1.5.2 Asumsi

Asumsi yang andigunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Proyeksi umur pembangkit hingga tahun 2056.
2. MARR yang digunakan oleh perusahaan sebesar 10%.
3. Tidak terjadi perubahan strategi pemeliharaan.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan ini terdiri dari Pendahuluan, Tinjauan Pustaka, Metodologi Penelitian, Pengumpulan dan Pengolahan Data, Interpretasi Data dan Analisis, serta Kesimpulan dan Saran. Berikut ini adalah uraian dari masing-masing bab.

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini membahas mengenai latar belakang dari penelitian, pepersamaan permasalahan, tujuan dari penelitian, manfaat yang dapat didapat dari penelitian, ruang lingkup penelitian yang meliputi batasan dan asumsi, serta sistematika penulisan penelitian.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas mengenai teori-teori yang mendasari dan mendukung penelitian. Literatur yang diambil dari beberapa sumber, antara lain buku, jurnal, *website*, *ebook*, dan literatur pendukung lainnya.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metodologi penelitian secara detail yang dilakukan selama pelaksanaan penelitian. Metodologi penelitian meliputi tahap pengumpulan dan pengolahan data, interpretasi data dan analisis, serta pembuatan kesimpulan dan saran.

BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini menjelaskan mengenai pengumpulan dan pengolahan data yang dilakukan oleh penulis secara sistematis. Pengumpulan data dilakukan sesuai dengan kebutuhan penelitian.

BAB 5 ANALISIS PENGGANTIAN

Bab ini dilakukan analisis dan interpretasi terhadap hasil pengolahan data yang dilakukan pada bab sebelumnya. Analisis dan interpretasi disesuaikan dengan tujuan penelitian.

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi penarikan kesimpulan hasil penelitian tugas akhir serta memberikan usulan perbaikan pada penelitian selanjutnya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini akan dibahas mengenai landasan teori yang dipakai dalam penelitian tugas akhir diantaranya sistem tenaga listrik, mesin turbin, keandalan dan availabilitas, strategi pemeliharaan, aset, manajemen aset, kriteria kelayakan finansial, LCCA, konsep *replacement analysis*, dan *Reliasoft*.

2. 1. Sistem Tenaga Listrik

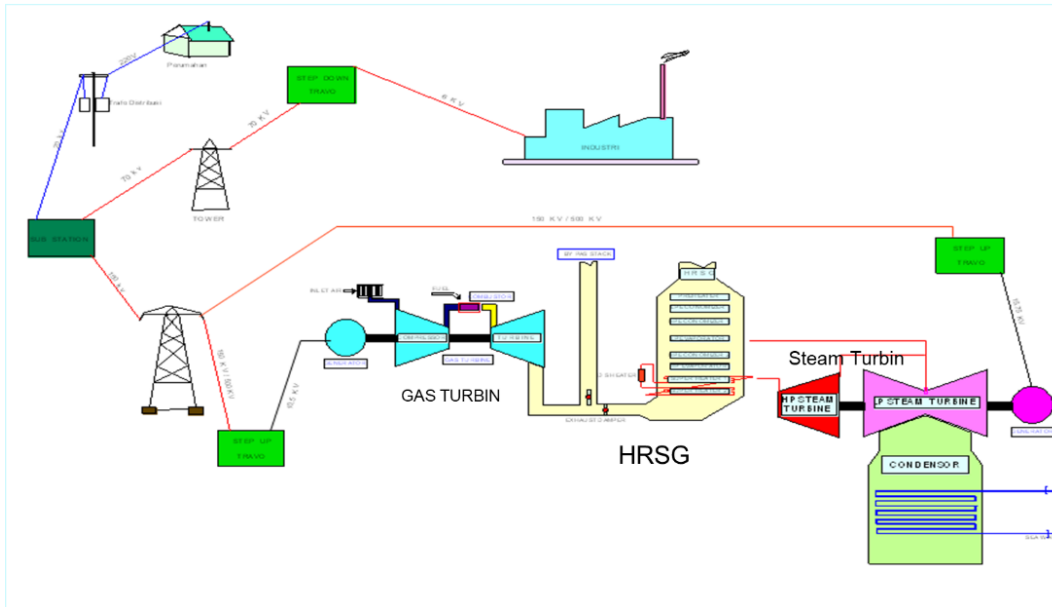
Sistem tenaga listrik merupakan sistem yang kompleks dalam menghasilkan listrik yang kemudian akan disalurkan ke konsumen (Wikarsa, 2010). Secara mendasar sistem tenaga listrik terbagi menjadi tiga bagian utama, yaitu:

1. Sistem pembangkit listrik: Pusat pembangkit untuk memproduksi listrik
2. Sistem transmisi listrik: Sistem penyaluran energi listrik yang dibangkitkan melalui saluran transmisi menuju sistem distribusi atau konsumen
3. Sistem distribusi listrik: Penyaluran energi listrik yang diberikan kepada konsumen melalui suatu sistem distribusi

Prinsip kerja sistem tenaga listrik dimulai dari pembangkit produksi listrik yang disalurkan melalui sistem transmisi menuju gardu – gardu induk selanjutnya disalurkan melalui sistem distribusi ke konsumen. Pembangkit listrik menggunakan prinsip konversi yaitu merubah energi mekanik menjadi energi listrik. Terdapat berbagai jenis pembangkit listrik yaitu PLTU, PLTG, PLTGU, PLTA, PLTD, PLTP, PLTAngin, PLTSa, dan PLTN. Pada dasarnya energi listrik untuk semua jenis pembangkit dihasilkan dari putaran turbin dengan memanfaatkan potensi energi mekanik dari masing-masing sumber energi, walaupun sumber energi yang dihasilkan berbeda-beda. turbin ini yang kemudian dihubungkan dengan Generator untuk menghasilkan energi listrik (Wikarsa, 2010).

PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap), yaitu merupakan pembangkit yang mengandalkan energi kinetik dari uap untuk menghasilkan energi listrik.

Bentuk utama pembangkit listrik jenis ini adalah generator yang dihubungkan ke turbin, dimana untuk dapat memutar Turbin diperlukan energi kinetik dari uap panas atau kering.



Gambar 2. 1 *Combaine Cycle Power Plan* (PT UP Gresik,2017)

PLTU memiliki peralatan mulai dari *Boiler*, Turbin uap, Generator, Trafo, dan masih banyak lagi dengan jenis yang berbeda-beda. Prinsip kerja dari PLTU yaitu dimulai dari air *make up wakter* (air yang dimurnikan) dipanaskan kemudian oksigen pada air dihilangkan setelah itu dipompa hingga masuk ke dalam *economizer*. Selanjutnya akan dialirkan ke pipa untuk dipanaskan pada *tube boiler*. Air dipanaskan akan berbentuk uap yang memiliki temperatur dan tekanan tinggi untuk menggerakkan sudu turbin kemudian sudu turbin akan menggerakkan poros turbin. Kemudian poros turbin akan memutar poros generator yang dihubungkan dengan *coupling* sehingga akan dihasilkan energi listrik (Marsudi, 2006).

2.2 Mesin Turbin

Turbin adalah sebuah mesin berputar yang mengambil energi dari aliran fluida. Fluida yang bergerak menjadikan baling-baling berputar dan menghasilkan energi untuk menggerakkan rotor. Komponen turbin merupakan

penggerak utama dalam sistem pembangkit. Turbin uap merupakan mesin konversi energi yang mengubah energi potensial uap menjadi energi kinetis pada *nozzle* dan selanjutnya diubah menjadi energi mekanis pada sudu-sudu turbin yang dipasang pada poros turbin. Energi mekanis yang dihasilkan dalam bentuk putaran poros turbin dapat secara langsung atau dengan bantuan roda gigi reduksi dihubungkan dengan mekanisme yang digerakan. Turbin memiliki kepadatan tenaga yang besar (berbanding terbalik dengan volume dan bertanya). Hal ini dikarenakan turbin beroperasi pada kecepatan yang sangat tinggi. Turbin memiliki kelebihan dibandingkan dengan penggerak dengan tenaga listrik lain seperti diesel, diantaranya:

- Penggunaan panas yang lebih baik.
- Pengontrolan putaran yang lebih mudah.
- Tidak menghasilkan loncatan bunga api listrik.
- Tidak terpengaruh lingkungan sekeliling yang panas.
- Sisa uap dapat digunakan kembali untuk proses.

2.3 Keandalan dan Availabilitas

Keandalan sebuah aset dapat dilihat dari seberapa baik performansi aset tersebut. Keandalan juga dapat diukur dengan seberapa sering sebuah aset mengalami kerusakan (dalam hal ini mesin). Secara teoritis, sebuah mesin akan memiliki keandalan yang tinggi apabila mesin tersebut jarang mengalami kerusakan atau *breakdown*. Availabilitas atau tersedianya suatu mesin ketika ingin digunakan juga berkaitan dengan keandalan (Elsayed, 2012).

2.3.1 Keandalan

Secara umum arti dari *reliability* atau keandalan adalah sebuah probabilitas dari suatu produk yang beroperasi sesuai fungsinya, untuk jangka waktu tertentu, dalam kondisi operasi tertentu, tanpa adanya *failure* atau kerusakan yang ditimbulkan (Elsayed, 2012). Dengan kata lain, keandalan digunakan sebagai ukuran kesuksesan sebuah sistem berfungsi dengan baik selama *lifespan*. Secara matematis jika ada komponen yang sukses pada t

sebanyak n_s , dan komponen yang rusak sebanyak n_f , maka sebuah keandalan mesin dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$R(t) = \frac{n_s(t)}{n_s(t) + n_f(t)} \quad (2.1)$$

Keterangan:

- $R(t)$: Keandalan sistem pada saat t
 $n_s(t)$: Jumlah komponen berhasil pada saat t
 $n_f(t)$: Jumlah komponen gagal pada saat t

Keandalan merupakan sebuah probabilitas, dimana keandalan bagian dari sebuah komplemen kerusakan (*failure*). Dapat dituliskan secara matematis sebagai berikut.

$$R(t) + F(t) = 1 \quad (2.2)$$

Keterangan:

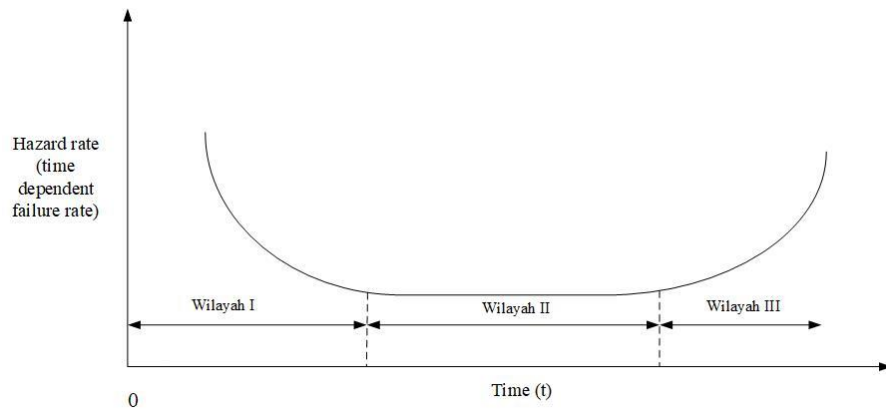
- $R(t)$: Keandalan sistem pada saat t
 $F(t)$: Kerusakan sistem pada saat t

Keandalan juga terkait dengan *hazard function*. *Hazard function* dapat didefinisikan sebagai batas tingkat kegagalan karena perbedaan t (Δt) mendekati nol (Elsayed, 2012). *Hazard function* atau tinggak kegagalan dapat dirumuskan menggunakan persamaan di bawah ini.

$$h(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{R(t) - R(t + \Delta t)}{\Delta t R(t)} = \frac{1}{R(t)} \left[- \frac{d}{dt} R(t) \right] = \frac{f(t)}{R(t)} \quad (2.3)$$

Konsep keandalan juga terkait dengan konsep yang disebut *Bathtub Curve*. Jenis konsep ini mewakili perilaku kegagalan berbagai item dalam fungsi waktu (Elsayed, 2012). *Bathtub Curve* memiliki tiga wilayah, yaitu wilayah I,

wilayah II, dan wilayah III. Gambar 2.3 akan menunjukkan representasi *Bathtub Curve*.

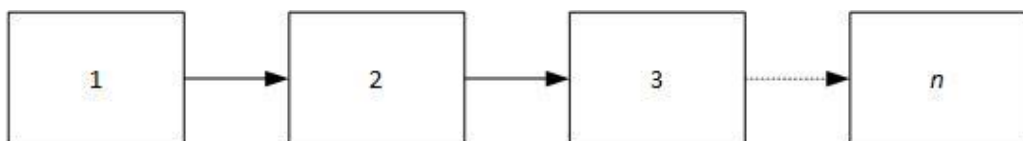


Gambar 2. 2 *Bathtub Curve* (Dhillon, 2010)

Wilayah I disebut sebagai wilayah *burn-in* atau wilayah kematian bayi. Pada wilayah ini memiliki tingkat kegagalan yang tinggi ketika produk pertama kali digunakan, kemudian menurun hingga memenuhi titik pertama wilayah II. Wilayah II disebut sebagai masa pakai, memiliki tingkat bahaya yang konstan selama periode ini hingga memenuhi titik pertama wilayah III. Wilayah III dikenal sebagai periode *wear-out*, di mana tingkat kegagalan meningkat karena waktu penggunaan lebih sering.

2.3.2 Reliability Block Diagram

Dalam menentukan suatu keandalan sebuah sistem yang terdiri dari beberapa komponen, perlu melihat bagaimana susunan komponen tersebut. Susunan komponen dalam suatu sistem bisa berupa seri, paralel, atau campuran. Untuk sistem yang komponennya tersusun secara seri, apabila terdapat setidaknya satu dari n komponen yang rusak maka seluruh sistem akan berhenti.



Gambar 2. 3 Susunan Komponen Seri

Untuk sistem yang tersusun secara seri, maka keandalan sistem dengan n komponen dapat dihitung dengan persamaan di bawah ini.

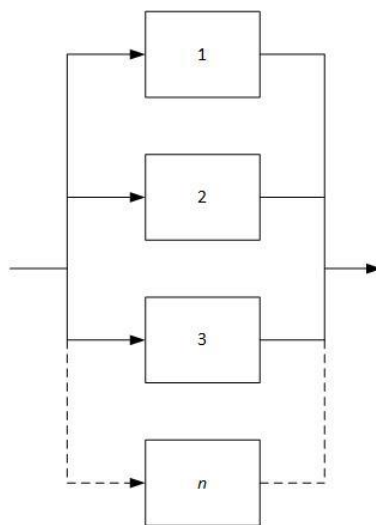
$$R_s = R_1 \times R_2 \times R_3 \times \dots \times R_n \quad (2.4)$$

Keterangan:

R_s : Keandalan sistem di mana komponen disusun secara seri.

$P_{(xi)}$: Kemungkinan komponen i bekerja dengan baik.

Sedangkan untuk sistem yang tersusun secara paralel, maka ketika terdapat satu dari n komponen yang rusak sistem akan tetap berjalan.



Gambar 2. 4 Susunan Komponen Paralel

Untuk sistem yang tersusun secara paralel, keandalan sistem dengan n komponen tersusun paralel dapat dihitung dengan persamaan di bawah ini:

$$R_p = 1 - [(1 - R_1) \times (1 - R_2) \times (1 - R_3) \times \dots \times (1 - R_n)] \quad (2.5)$$

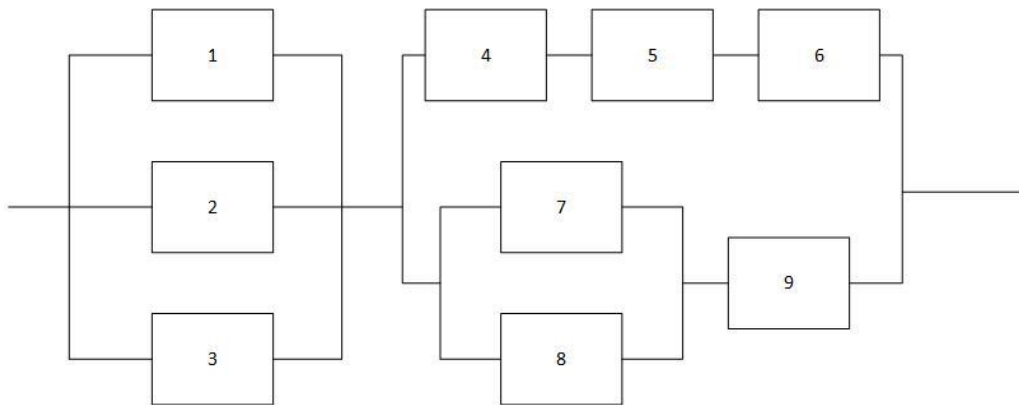
Keterangan:

R_s : Keandalan sistem di mana komponen disusun secara paralel.

$P_{(xi)}$: Kemungkinan komponen i bekerja dengan baik.

Sistem yang tersusun dengan komponen campuran antara seri dan paralel, maka perhitungan keandalan sistem dapat dilakukan dengan cara *breakdown* per susunan komponen kemudian dihitung menggunakan kombinasi Persamaan (2.4) dan (2.5). Gambar 2.6 merupakan contoh susunan komponen campuran yaitu gabungan dari sistem seri dan paralel.

Jika susunan komponen campuran ditemukan (komponen disusun sedemikian rupa yang terdiri dari komponen seri dan paralel dalam satu sistem), maka perhitungan keandalan sistem dapat dilakukan dengan memecah sistem sesuai dengan cara komponen disusun. Setelah itu dihitung menggunakan kombinasi persamaan (4) dan (5). Jika model sulit atau hampir tidak dapat dipecah menjadi seri-paralel, parallel-seri, dan lain-lain cara untuk menghitung keandalan adalah dengan melakukan dekomposisi, pengurangan jalur, penelusuran jalur, dan metode.



Gambar 2. 5 Susunan Komponen Paralel dan Seri

2.3.3 *Availabilitas*

Availabilitas terkait dengan durasi *up time* sebuah mesin selama operasi dan merupakan sebuah pengukuran seberapa sering dan seberapa lama sebuah sistem atau mesin beroperasi sebagaimana mestinya dan dalam kondisi yang baik (Barringer & Hotel, 1997). Besarnya availabilitas sebuah sistem dipengaruhi oleh dua hal yaitu *uptime* dan *downtime*. Permasalahan dalam availabilitas sebuah

sistem setidaknya dipengaruhi oleh tiga faktor yaitu peningkatan *time to failure*, penurunan *downtime* dikarenakan perbaikan atau peningkatan terjadwal, dan pemenuhan dari point 1 dan 2 dengan biaya seminimum mungkin (Davidson, 1988).

Menurut Ireson, et.al. (1996), terdapat tiga istilah yang sering digunakan dalam hal availabilitas yaitu, pertama adalah availabilitas yang melekat (*inherent availability*). Istilah ini berasal dari sudut pandang personel *maintenance* yang dapat didefinisikan dengan persamaan dibawah ini.

$$A_i = \frac{MTBF}{(MTBF + MTTR)} \quad (2.6)$$

Keterangan:

A_i : Availabilitas yang melekat

$MTBF$: *Mean Time Between Failure* (rata-rata waktu antar kerusakan)

$MTTR$: *Mean Time To Failure* (rata-rata waktu perbaikan)

Kedua adalah availabilitas yang tercapai (*achieved availability*) yang berasal dari sudut pandang departmen pemeliharaan pada umumnya dapat didefinisikan sebagai berikut.

$$A_a = \frac{MTBM}{(MTBM + MAMT)} \quad (2.7)$$

Keterangan:

A_a : Availabilitas yang tercapai

$MTBM$: *Mean Time Between Corrective and Preventive Maintenance* (rata-rata waktu antar perbaikan korektif dan preventif)

$MAMT$: *Mean Active Maintenance Time* (rata-rata waktu pemeliharaan saat aktif)

Ketiga adalah *operational availability* (availabilitas operasional) yang berasal dari sudut pandang pengguna atau *user* dapat didefinisikan sebagai berikut.

$$A_o = \frac{MTBM}{(MTBM + MT)} \quad (2.8)$$

Keterangan:

A_o : Availabilitas operasional

MDT : *Mean Down Time* (rata-rata waktu kerusakan)

DT : *Ready Time* (siklus operasional – (MTBM + MDT))

2.4 Pemeliharaan

Mesin yang mengalami kerusakan memerlukan adanya tindakan perbaikan. Selama mesin sedang diperbaiki, maka akan terjadi *downtime* di mana mesin tidak mampu melakukan aktivitasnya dikarenakan terdapat kerusakan. Pemeliharaan merupakan suatu tindakan untuk dapat mencegah atau mengurangi seringnya terjadi *downtime*.

2.4.1 Pengertian Pemeliharaan

Pemeliharaan merupakan suatu aktivitas yang dirasa perlu untuk mengembalikan sebuah peralatan atau mesin ke kondisi tertentu. Tindakan pemeliharaan biasanya dilakukan dengan tujuan untuk mengembalikan kondisi mesin atau peralatan pada tingkat keandalan tertentu atau tertinggi yang masih mungkin dicapai. Namun tindakan pemeliharaan tidak dapat mengembalikan keadaan mesin atau peralatan pada kondisi saat membeli baru kecuali dilakukan penggantian (*replacement*) pada mesin tersebut.

2.4.2 *Strategi Pemeliharaan*

Strategi tindakan pemeliharaan memiliki berbagai macam jenis, disesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi pada mesin tersebut. Berikut merupakan jenis dari strategi pemeliharaan yang akan dijelaskan.

2.4.2.1 *Pemeliharaan Corrective*

Pemeliharaan secara korektif merupakan tindakan perbaikan atau penggantian sebuah komponen atau peralatan yang dilakukan setelah terjadi kerusakan atau kegagalan. Dalam jenis strategi pemeliharaan ini tindakan perbaikan dilakukan ketika komponen atau peralatan sudah mengalami kerusakan, dengan kata lain pemeliharaan korektif bersifat reaktif yaitu harus menunggu hingga terjadi kerusakan baru akan dilakukan perbaikan untuk mengembalikan ke tingkat keandalan tertentu.

2.4.2.2 *Pemeliharaan Preventive*

Pemeliharaan preventif berbeda dengan strategi pemeliharaan jenis korektif. Pada strategi pemeliharaan korektif baru akan dilakukan ketika komponen atau peralatan mengalami kerusakan sedangkan pada strategi pemeliharaan *preventive* melakukan sebelum komponen atau peralatan mengalami kerusakan. Pemeliharaan ini bertujuan untuk menghindari adanya kerusakan secara tiba-tiba yang nantinya memerlukan tindakan korektif lebih lanjut. Strategi pemeliharaan ini muncul karena ada kalanya tindakan pemeliharaan korektif akan menimbulkan biaya lebih besar akibat *breakdown*. Strategi pemeliharaan *preventive* dapat dilakukan secara berkala dengan frekuensi tertentu.

2.4.2.3 *Pemeliharaan Preventif*

Strategi Pemeliharaan ini hampir sama dengan strategi pemeliharaan preventif, pada pemeliharaan ini melakukan pendeteksian perubahan kondisi fisik sebagai tanda kerusakan sehingga langsung dilakukan perbaikan. Pendeteksian tanda kerusakan dapat dilakukan berdasarkan kondisi atau statistik.

Selain strategi pemeliharaan *corrective*, *preventive*, dan *predictive* masih terdapat jenis pemeliharaan lainnya yaitu seperti *reliability centered maintenance*, *risk based inspection*, dan *total productive maintenance*.

2.5 Aset

Aset merupakan sumber daya dengan nilai ekonomi yang dimiliki oleh individu, perusahaan ataupun negara, dengan harapan akan memberikan keuntungan atau manfaat di masa yang akan datang. Perusahaan harus memiliki hak atas aset tersebut sebagai tanda atas kepemilikan aset (Barone, 2019). Dalam akuntansi, aset dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa tipe, antara lain:

- a. *Current Assets*: Sumber daya jangka pendek yang akan dikonversikan sebagai kas dalam waktu satu tahun misalnya material, *inventory* dan lain-lain.
- b. *Fixed Assets*: Sumber daya jangka panjang misalnya tanah, bangunan, mesin dan lain-lain. Penyesuaian untuk umur *fixed assets* dilakukan berdasarkan biaya penyusutan.
- c. *Financial Assets*: Merepresentasikan investasi-investasi dari institusi yang lain misalnya saham, obligasi dan lain-lain.
- d. *Intangible Assets*: Sumber daya ekonomi yang tidak memiliki bentuk fisik, misalnya hak paten, merek dagang, hak cipta dan lain-lain.

Berdasarkan wujudnya, aset dibedakan menjadi dua yaitu *tangible assets* dan *intangible assets*. Menurut Rudianto (2012), *tangible assets* adalah barang yang berwujud milik perusahaan yang bersifat relatif permanen dan digunakan dalam oleh perusahaan bukan untuk diperjualbelikan. Misalnya, tanah (*land*), bangunan atau Gedung (*building*), mesin atau peralatan, dan lain-lain. Menurut Djarwanti (2004), *Intangible assets* merupakan aset yang tidak memiliki wujud secara fisik sebagai hak-hak yang dimiliki oleh perusahaan. Contoh dari aset ini adalah hak cipta (*copyrights*), hak sewa / kontrak (*leaseholds*), hak monopoli (*franchises*), hak paten, dan lain-lain.

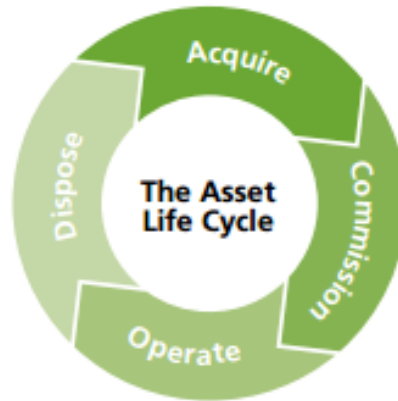
2.6 *Assets Management*

Asset Management merupakan sebuah pola pikir yang melihat *physical assets* sebagai sebuah objek dan sistem yang merespon perubahan lingkungan, dimana aset akan semakin tua dan berubah seiring dengan penggunaannya. *Asset Management* melihat bahwa sebuah *physical asset* memiliki *life cycle*. Aset yang dibahas dalam sebuah *Asset Management* adalah *physical assets* seperti bangunan, infrastruktur, pembangkit listrik dan lain-lain. *Asset Management* tidak berbicara mengenai *financial assets*, *human assets* ataupun *personal assets*. Pemeliharaan dan perawatan merupakan bagian dari pengelolaan suatu aset, selain itu perancangan, pengadaan, instalasi, operasi, dan sebagainya juga merupakan bagian dari pengelolaan aset (Davis, 2014).

Asset Management penting untuk dilakukan dengan alasan sebagai berikut.

1. Mengurangi total biaya operasi dari aset.
2. Mengurangi total *capital costs* dari investasi aset.
3. Meningkatkan performansi operasi aset.
4. Mengurangi potensi dampak kesehatan selama mengoperasikan aset.
5. Mengurangi risiko keselamatan selama mengoperasikan aset.
6. Meminimalkan dampak lingkungan selama mengoperasikan aset.
7. Menjaga dan meningkatkan reputasi organisasi pemilik aset.
8. Meningkatkan performansi regulatori organisasi pemilik aset.
9. Mengurangi risiko legal terkait pengoperasian aset.

Berikut *life cycle* dari *physical assets* menurut Davis disajikan pada Gambar 2.4



Gambar 2. 6 *Life Cycle Aset* (Davis, 2014)

Acquire merupakan fase yang meng-cover perencanaan, desain dan *procurement* dari aset. *Commission* merupakan tahap yang meng-cover aktivitas mulai dari pemasangan atau pembuatan aset dan memastikan bahwa aset tersebut berfungsi dengan baik. *Operate* merupakan fase yang dimana aset sudah beroperasi dengan melakukan pemeliharaan, perbaikan dan peningkatan potensial untuk dapat memenuhi ketika terdapat perubaaan kondisi pada fase ini juga dilakukan *monitoring* dan lain-lain. *Dispose* merupakan fase penghapusan aset secara efektif dari operasi dimana aset sudah tidak digunakan lagi. Pembuangan atau daur ulang aset atau komponennya dalam perencanaan digunakan untuk aset pengganti

2.7 *Life Cycle Cost Analysis (LCCA)*

Life Cycle Cost Analysis (LCCA) adalah suatu metode perencanaan jangka panjang yang efektif untuk dapat mengoptimalkan adanya biaya kehilangan yang tidak direncanakan (Sliter, 2003). Biaya siklus hidup digunakan dalam sektor industri disebabkan oleh beberapa alasan, seperti terjadinya peningkatan biaya operasi dan pemeliharaan, keterbatasan anggaran, adanya kenaikan inflasi serta meningkatnya efektivitas biaya di antara penggunaan produk, peralatan, dan sistem (Dhillon, 2010). LCCA adalah total biaya kepemilikan dan operasi produk, fasilitas atau suatu sistem pada rentang waktu penggunaan. Dalam menentukan LCCA merupakan hal yang penting untuk

mengidentifikasi distribusi biaya. Misalnya, biaya akuisisi merupakan bagian kecil dari total biaya investasi dan pengoperasian sistem (Farr, 2011).

Konsep biaya yang melekat dalam sebuah produk terbagi menjadi tiga kategori sebagai berikut (Barringer & Weber, 1996).

1. Biaya Akuisisi
2. Biaya Operasional dan perawatan
3. Biaya Disposasi

Biaya sebenarnya dari sebuah peralatan (dalam hal ini turbin), didapatkan dengan menggunakan LCCA. Metode ini menghitung keseluruhan biaya mulai dari biaya awal, biaya penggantian, biaya operasional dan pemeliharaan, nilai sisa yang terjadi selama mesin tersebut ada.

Prosedur LCCA adalah sebagai berikut (Woodward, 1997).

a. Unsur-unsur biaya yang diperhatikan adalah semua arus kas yang terjadi selama siklus hidup aset. LCCA aset mencakup semua pengeluaran yang terjadi, mulai dari akuisisi hingga pembuangan di akhir hidupnya. Secara umum semua biaya harus dimasukkan namun pendapat berbeda-beda tergantung kebutuhan dan ketersediaan data.

b. Mendefinisikan struktur biaya melibatkan pengelompokan biaya sehingga dapat mengidentifikasi potensial *trade-off* dalam mencapai nilai LCCA yang optimal. Sifat struktur biaya yang ditetapkan tergantung pada kedalaman analisis yang diperlukan.

c. Memperkirakan hubungan biaya dengan perhitungan matematika yang menggambarkan perkiraan biaya sebuah item atau aktivitas sebagai fungsi dari satu atau lebih variabel independen.

d. Menetapkan metode formulasi LCCA yaitu memilih metodologi yang tepat untuk mengevaluasi LCCA dari aset yang dimiliki.

Analisis LCCA biasanya berdasarkan *cost inputs*. Analisis LCCA memasukkan seluruh biaya yang akan dievaluasi. Biaya yang dimasukkan diantaranya adalah biaya pembelian atau investasi, biaya operasional dan pemeliharaan, biaya konsumsi energi, dan biaya lain-lain yang relevan (Frenning, 2001).

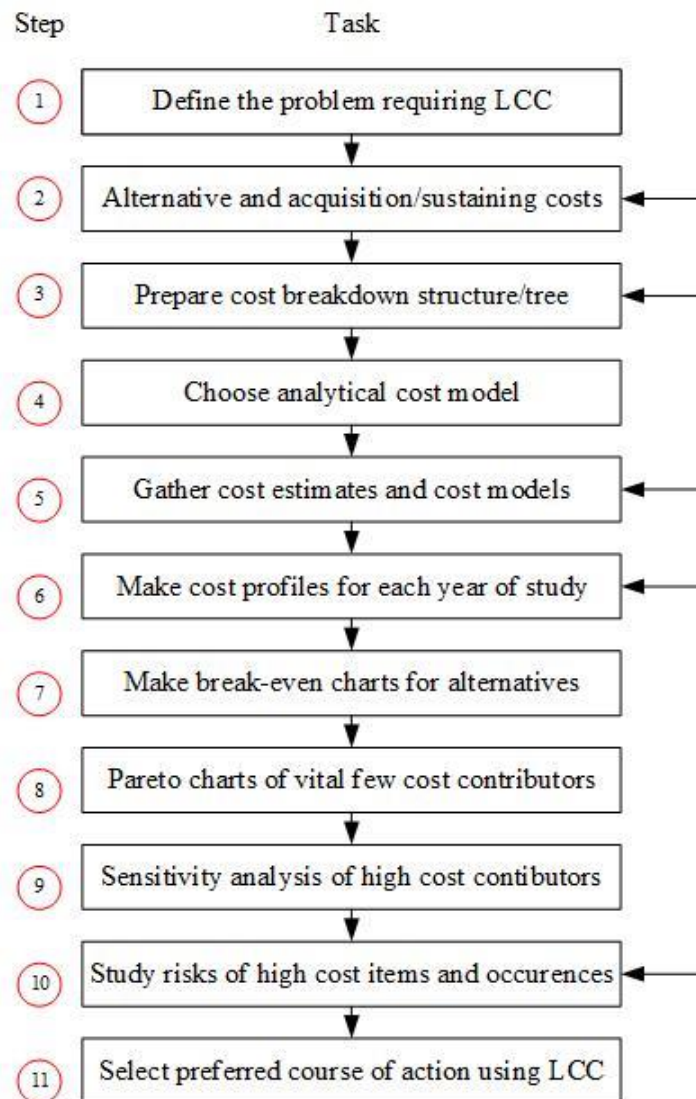
Tabel 2. 1 *Life Cycle Cost Of Analysed Assets*

Jenis Biaya	Keterangan
Biaya investasi atau akuisisi	Biaya pengamatan dan perencanaan suatu pekerjaan
	Biaya projek
	Biaya tanah atau perluasan area kerja jika investasi ini diperlukan
	Biaya yang terkait dengan penempatan bangunan / peralatan/ mesin
	Biaya lain-lain
	Biaya investasi lain-lain
	Biaya operasional dalam penggunaan suatu aset atau peralatan
Biaya operasional	Biaya asumsi energi
	Biaya air dan limbah air
	Biaya pembuangan limbah
	Biaya asuransi dan <i>service</i>
	Biaya keamanan dan keselamatan
	Biaya administrasi
	Biaya kebersihan
Biaya perawatan	Pelayanan dalam melakukan inspeksi, jaminan inspeksi
	Rencana pemeliharaan ketika mengalami <i>downtime</i> dan <i>breaktime</i>
Biaya pembaruan	Biaya perbaikan
	Depresiasi

Tabel 2.1 *Life Cycle Cost Of Analysed Assets* (Lanjutan)

Jenis Biaya	Keterangan
Biaya pemberhentian peralatan	Biaya pemberhentian peralatan/bangunan/mesin
	Biaya bahan baku

Tabel 2.1 merisikan tentang jenis biaya yang digunakan dalam *life cycle cost*. Jenis biaya yang digunakan terdiri dari biaya investasi dan akuisisi, biaya operasional, biaya perawatan, biaya pembaruan, dan biaya pemberhentian peralatan.



Gambar 2. 7 Langkah Dasar LCCA (Barringer , 1998).

Berdasarkan gambar 2.7, berikut akan dijelaskan mengenai langkah dasar LCCA menurut Barringer (1998).

a. Mengidentifikasi permasalahan yang akan dianalisis.

Langkah permulaan melibatkan tahap pendefinisian masalah. Kebutuhan untuk LCCA dalam mengevaluasi alternatif teknologi sebagai bagian dari studi kelayakan yang mengarah pada pendekatan sistem desain, alternatif kebijakan perawatan, alternatif skenario operasi, alternatif metode distribusi dan transportasi dan lain sebagainya. Peneliti perlu untuk mengidentifikasi masalah dan menjelaskan pendekatan yang dilakukan dalam pemecahan masalah.

b. Identifikasi alternatif-alternatif yang layak.

Langkah penting dalam menyelesaikan LCCA yaitu mengidentifikasi alternatif yang layak dan proyeksi dari setiap alternatif dalam konteks keseluruhan daur hidup. Analisis perlu menetapkan kebutuhan sistem operasi dan konsep perawatan pada saat dilaksanakan analisis.

c. Mengembangkan *Cost Breakdown Structure* (CBS).

Langkah berikutnya adalah mengembangkan struktur dari alokasi atau pengumpulan biaya berhubungan dengan aktivitas dari setiap alternatif. CBS terdiri dari biaya penelitian dan pengembangan, biaya konstruksi dan produksi, biaya operasional dan dukungan perawatan, biaya penghentian dan pembuangan produk, serta pemilihan modal biaya yang tepat.

d. Pemilihan model biaya yang tepat.

Pemilihan model biaya yang dimaksud adalah biaya yang nyata dan sederhana. Biaya sederhana dengan beberapa variasi dalam perbaikan dan pergantian, kompleks dengan variasi acak dan lain sebagainya.

e. Pengembangan perkiraan biaya.

Perkiraan biaya merupakan sebuah pendapat yang berdasarkan analisis dan penentuan dari sebuah peralatan, sistem atau struktur. Pendapat ini bisa datang secara formal maupun informal dengan beberapa metode. Perkiraan biaya dapat menggunakan prosedur teknis dan analogi. Perkiraan biaya dengan prosedur teknis melibatkan para teknisi yang memulai dari sebuah desain dan spesifik untuk setiap tugas produksi atau konstruksi, termasuk peralatan dan perlengkapan yang dibutuhkan.

f. Pembuatan profil biaya setiap tahunnya.

Tahap ini mengidentifikasi setiap aktivitas dalam masa siklus hidup yang akan mengeluarkan biaya. Terdiri dari fungsi-fungsi yang berhubungan dengan perencanaan, penelitian dan pengembangan, uji dan evaluasi, produksi, konstruksi, distribusi produk, penggunaan operasional produk/sistem, perawatan

dan dukungan logistik dan lain sebagainya. Setiap kegiatan akan dikaitkan dengan kategori biaya yang terdapat pada CBS. Unsur biaya yang muncul diproyeksikan pada waktu yang akan digunakan nantinya. Nilai inflasi merupakan faktor yang penting untuk dipertimbangkan pada setiap tahunnya dalam pengembangan profil biaya. Hal ini dikarenakan nilai inflasi merupakan faktor yang sangat signifikan dalam kenaikan biaya produk juga dengan pengurangan daya beli dari uang.

g. Pembuatan *Breakeven Charts* untuk meyederhanakan rincian ke dalam bentuk waktu uang.

Alternatif-alternatif dengan basis biaya akan dibandingkan, sehingga akan terlihat bahwa salah satu alternatif akan lebih disenangi daripada alternatif lain. Namun para peneliti harus menentukan suatu waktu, dimana satu alternatif akan lebih baik daripada alternatif lain, sebelum tiba pada keputusan final. Misalnya, alternatif A akan lebih disukai daripada B, namun setelah 10 tahun, alternatif A tidak lebih baik dari B, maka apakah alternatif A tetap dipilih atau tidak.

h. Menentukan item yang memberikan kontribusi biaya tinggi.

Tahap ini mengidentifikasi item mana saja yang menimbulkan potensi risiko dan mana saja yang mungkin untuk dikembangkan dengan tujuan mengurangi keseluruhan biaya siklus hidup.

i. Analisis sensitivitas.

Ketika menentukan item yang berkontribusi tinggi terhadap biaya dan juga faktor utamanya, maka selanjutnya melakukan pemelihan *input* data yang spesifik. Data tersebut yang nantinya secara signifikan akan mempengaruhi hasil analisis.

2.8 Konsep *Replacement Analysis*

Setiap peralatan yang digunakan memiliki keterbatasan umur atau masa pakai sehingga ketika peralatan telah digunakan hingga habis masa pakainya maka akan diganti dengan peralatan yang serupa. Kebijakan ini menentukan kapan suatu alat harus diganti dimana tidak hanya dapat dilihat dari kondisi fisik pada alat tersebut, tetapi juga mempertimbangkan umur ekonomis yang berkaitan

dengan alternatif pemakaian atau pengantiannya dengan alat yang baru. Penggantian suatu peralatan atau aset adalah suatu keputusan yang mempertimbangkan apabila aset sudah usang. Kegagalan dalam mengambil suatu keputusan akan mempengaruhi perlambatan atau penghentian operasi. Masalah dalam penggantian peralatan adalah melakukan penggantian saat ini juga atau menunda penggantian peralatan dengan peralatan yang lebih baru dan lebih baik. (Park, 2007)

Menurut Sullivan, William G, et.al. (2004), terdapat tiga alasan dasar mengapa suatu penggantian perlu dilakukan, yaitu:

1. *Obsolescence*
2. *Depletion*
3. *Deterioration due to aging*

Obsolescence atau keusangan merupakan perubahan kondisi aset yang dipengaruhi oleh lingkungan eksternal terhadap aset tersebut. Keusangan terjadi sebagai dampak dari *continuous improvement* dari peralatan-peralatan produksi. Kebutuhan untuk *improvement* secara terus menerus menyebabkan sebuah aset dapat diganti pada saat aset tersebut masih berada dalam kondisi operasi yang baik. Keusangan dari suatu aset atau peralatan karena berkembangnya alat-alat baru dengan tingkat teknologi yang lebih canggih dan kapasitas lebih besar.

Depletion merupakan hilangnya nilai pasar aset secara bertahap karena aset digunakan hingga pada n (umur aset). *Depletion* dapat disebut juga sebagai depresiasi atau penyusutan, dimana nilai aset akan habis sampai umur desain aset.

Deterioration due to aging atau kerusakan akibat penuaan dapat menyebabkan pada menurunnya *service* yang diberikan, meningkatnya biaya operasi, meningkatnya biaya pemeliharaan atau kombinasi antara ketiganya. Salah satu akibat dari menurunnya aset yang diberikan adalah kerusakan aset atau peralatan terjadi lebih sering dan setiap kerusakan membutuhkan waktu lama untuk diperbaikinya. Ada beberapa konsep dasar dalam melakukan sebuah analisis penggantian suatu peralatan, antara lain konsep *defender* dan *challenger*, konsep *sunk cost*, sudut pandang dari luar sistem, dan umur ekonomis suatu peralatan.

2.8.1 *Konsep Defender dan Challenger*

Analisis penggantian digunakan untuk menentukan apakah peralatan atau aset yang digunakan saat ini perlu diganti dengan peralatan yang lebih baru dan lebih ekonomis. Kapan penggantian sebaiknya dilakukan, dalam hal ini *defender* sebagai aset yang dipertimbangkan untuk diganti sedangkan *challenger* sebagai peralatan atau aset yang diusulkan untuk mengganti aset saat ini. Aset baru selalu memiliki biaya investasi yang lebih tinggi dengan biaya operasional dan perawatan lebih rendah, sedangkan untuk aset lama biasanya biaya operasional dan perawatan lebih tinggi. Nilai sekarang pada aset lama merupakan harga jual dan dianggap sebagai nilai awal dari *defender*. Nilai awal dari *challenger* adalah semua biaya yang diperlukan agar alat atau aset tersebut dapat dioperasikan.

2.8.2 *Konsep Sunk Cost*

Sunk cost merupakan ongkos yang terjadi pada masa yang lalu dan tidak dapat tertutupi sehingga tidak dipertimbangkan dalam analisis-analisis ekonomi teknik yang berkaitan dengan kondisi masa yang akan datang. Dalam analisis penggantian aset, konsep *sunk cost* tidak dipertimbangkan atau diabaikan karena hanya kondisi mendatang dari suatu aset yang akan dipertimbangkan. *Sunk cost* juga disebut sebagai biaya hangus di mana tidak memiliki relevansi dengan keputusan penggantian yang harus dibuat (kecuali ketika mempengaruhi pajak penghasilan) (Sullivan, et al., 2003).

$$\text{Sunk Cost} = \text{nilai buku saat ini} - \text{nilai jual saat ini} \quad (2.9)$$

Nilai buku suatu aset adalah nilai aset yang tercatat atau tercantum pada catatan akuntansi, yaitu dapat disebut sebagai nilai awal dari aset tersebut yang sebelumnya sudah dikurangi dengan nilai total depresiasi yang telah terjadi sampai saat itu.

2.8.3 *Sudut Pandang dari Luar Sistem*

Sudut pandang pihak luar cukup objektif dan lebih disukai karena membandingkan performansi ekonomi dari aset yang dimiliki (*defender*) dan

alternatif pembandingnya (*challenger*), pihak ketiga yang bertindak seolah-olah tidak merasa memiliki aset tersebut. Pihak ketiga bebas menentukan keputusan apakah akan memilih *defender* dengan ongkos awal sebesar harga jualnya saat itu atau memilih *challenger* sebagai alternatif lain. Pendekatan sudut pandang pihak luar menganggap nilai sisa atau nilai jual dari suatu aset pada saat itu merupakan biaya investasi dari *defender*.

2.8.4 Umur Ekonomis Suatu Peralatan

Perhitungan umur ekonomis suatu aset digunakan dalam perkiraan aset tersebut sebaiknya diganti atau tidak. Umur ekonomis suatu aset merupakan titik waktu di mana total biaya-biaya tahunan yang terjual adalah pada nilai *minimum*. Total biaya-biaya tahunan ini terdiri dari *capital recovery (CAPEX)* dan *O&M cost (OPEX)*. Biaya *O & M cost* atau biaya operasional dan perawatan akan meningkat dengan berjalannya waktu pemakaian dari alat tersebut. Biaya-biaya tahunan disebut sebagai *Equivalent Uniform Annual Cost (EUAC)*, semakin panjang masa pakai dari suatu aset atau peralatan maka EUAC akan semakin menurun. Berikut rumus konversi *cash flow* menjadi *annual cash flow* yang dapat digunakan:

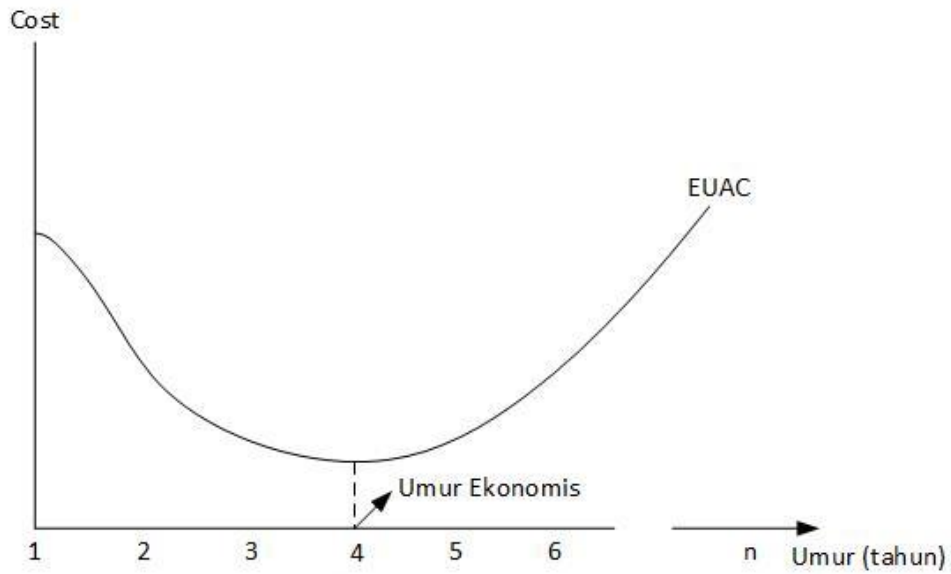
$$A = F(A/F, i\%, N) \quad (2.10)$$

atau

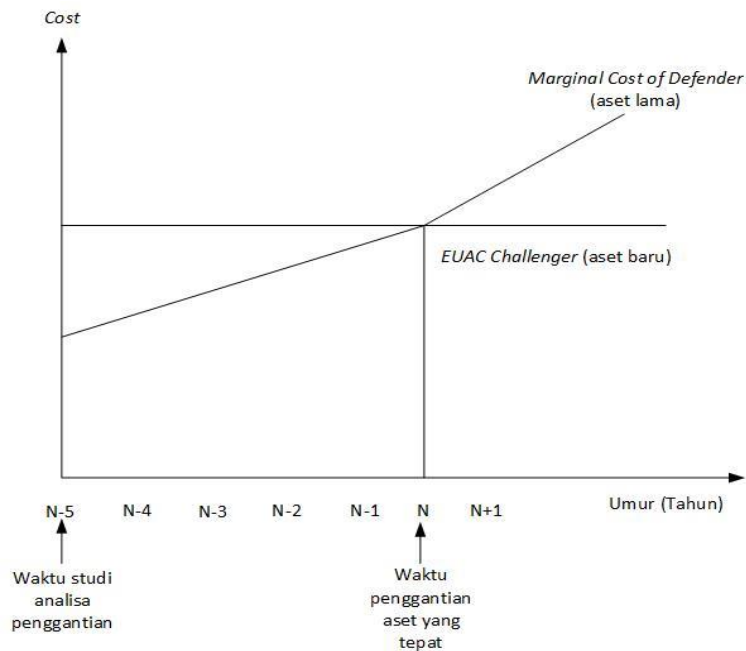
$$A = P(A/P, i\%, N) \quad (2.11)$$

Dalam menentukan kapan suatu aset akan diganti yaitu dengan menentukan umur ekonomis. Perhitungan umur ekonomis suatu aset diperoleh dengan cara melakukan perhitungan EUAC. Perhitungan EUAC yang digunakan dalam analisis penggantian dapat dibedakan menjadi dua yaitu, ketika umur aset atau masa pakai aset diketahui dan ketika masa paka aset tidak diketahui. Pada saat umur asset diketahui, maka perbandingan EUAC digunakan untuk memilih alternatif terbaik diantara defender vs challenger. Kondisi lain saat umur aset tidak diketahui, maka analisis EUAC dapat digunakan untuk memberikan saran bahwa

umur ekonomis akan terjadi dimana *EUAC minimum* atau ketika biaya-biaya ekuivalen tahunan yang muncul *minimum* (titik *Economic Service Life*).



Gambar 2. 8 Grafik Umur Ekonomis



Gambar 2. 9 Perbandingan *Defender* dengan *Challenger* (Sullivan, et al., 2003)

2.9 Kriteria Kelayakan Finansial

Terdapat beberapa kriteria yang digunakan untuk melakukan analisis kelayakan finansial yaitu *Net Present Value* (NPV), *Payback Period* dan *Internal Rate of Return* (IRR). Berikut akan dijelaskan mengenai kriteria yang digunakan dalam analisis kelayakan finansial.

2.9.1 *Net Present Value*

Net Present Value atau NPV merupakan aliran kas yang dikonversikan menjadi nilai sekarang (P) dan dijumlah sehingga P yang diperoleh mencerminkan nilai netto dari keseluruhan aliran kas yang terjadi selama horizon perencanaan. Tingkat bunga yang dipakai untuk melakukan konversi adalah *Minimum Attractive Rate of Return* (MARR). Perhitungan secara matematis dapat dilakukan menggunakan persamaan berikut.

$$P(i) = \sum_{t=0}^N \frac{A_t}{(1+i)^t} \quad (2.12)$$

atau

$$P(i) = \sum_{t=0}^N A_t(P/F, i\%, t) \quad (2.13)$$

Keterangan:

$P_{(i)}$ = Nilai sekarang dari keseluruhan aliran kas pada tingkat bunga $i\%$

$A_{(i)}$ = Aliran kas pada akhir periode t

i = MARR

N = Horizon perencanaan (periode)

Jika nilai NPV memiliki netto lebih tinggi dari nilai NPV alternatif lainnya maka akan dipilih. Jika nilai NPV yang memiliki awal netto lebih besar dari nol, maka secara finansial alternatif tersebut layak untuk dilakukan (menghasilkan tingkat pengembalian diatas MARR).

2.9.2 Payback Period

Payback Period pada dasarnya adalah jumlah periode (tahun) yang diperlukan untuk mengembalikan ongkos investasi awal dengan tingkat pengembalian tertentu. Perhitungan yang dilakukan berdasarkan aliran kas, baik tahunan maupun nilai sisa. Berikut adalah rumus matematis untuk mendapatkan periode pengembalian pada suatu tingkat pengembalian (*rate of return*).

$$P(i) = -P + \sum_{t=0}^{N'} A_t(P/F, i\%, t) \quad (2.14)$$

Apabila suatu alternatif memiliki masa pakai ekonomis lebih besar dari periode pengembalian (N'), maka alternatif tersebut layak untuk diterima (ada cukup waktu untuk mengembalikan modal).

2.9.3 Internal Rate of Return

Rate of return (ROR) adalah suatu tingkat penghasilan yang mengakibatkan nilai *net present value* (NPV) dari suatu investasi sama dengan nol. *Rate of Return* atau ROR yang dikenal antara lain *Internal Rate of Return* (IRR), *External Rate of Return* (ERR) dan *Explicit Reinvestment Rate of Return* (ERRR). Disebut IRR apabila diasumsikan setiap hasil yang diperoleh langsung diinvestasikan kembali dengan tingkat ROR yang sama. Pada studi kelayakan IRR merupakan jenis yang sering digunakan. Berikut rumus yang dapat digunakan untuk mendapatkan ROR.

$$NPV = PW_R - PW_E \quad (2.15)$$

atau

$$NPV = \sum_{t=0}^N R_t(P/F, i\%, t) + \sum_{t=0}^N E_t(P/F, i\%, t) = 0 \quad (2.16)$$

Keterangan:

PW_R = Nilai *present worth* dari semua pemasukan

PW_E = Nilai *present worth* dari semua pengeluaran

R_t = Penerimaan netto yang terjadi pada periode ke-t

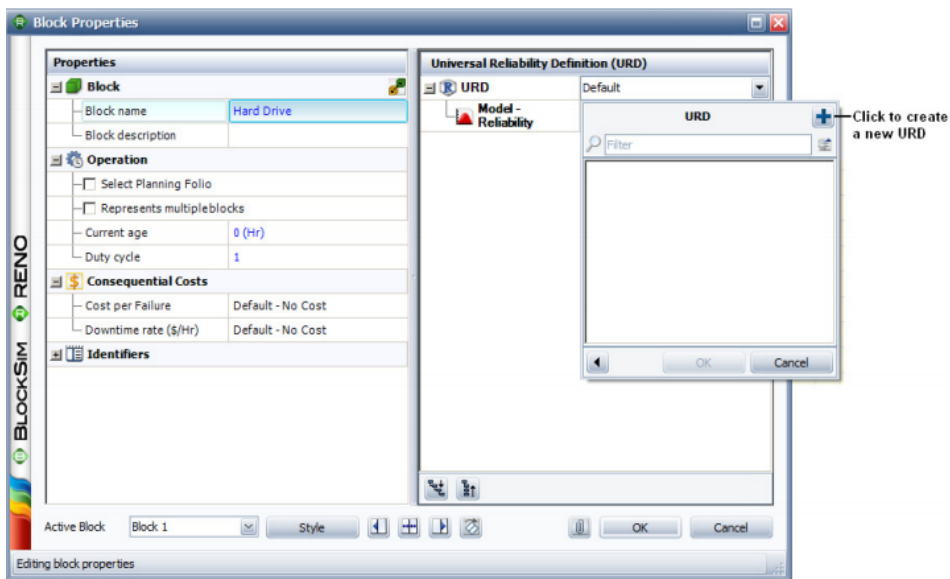
E_t = Pengeluaran netto yang terjadi pada periode ke-t, termasuk investasi awal

Perhitungan ROR juga dapat dihitung dengan menggunakan deretan seragam (*annual worth*) yang akan berlaku nilai *Equivalent Uniform Annual Revenue* (EUAR) adalah deretan seragam yang menyatakan pendapatan (aliran kas masuk) sedangkan EUAC adalah deretan seragam yang menyatakan pengeluaran (aliran kas keluar). Jika IRR suatu alternatif $>$ *Weighted Average Cost of Capital* (WACC) maka investasi dinyatakan layak.

2.10 *Reliasoft*

Block Sim Diagram adalah *platform* yang digunakan dalam *software ReliaSoft* untuk keandalan sistem, ketersediaan, pemeliharaan, dan analisis terkait. *BlockSim* untuk membangun dan menjalankan analisis kompleks untuk setiap skenario probabilistik atau deterministik menggunakan pendekatan simulasi pemodelan diagram alur intuitif. *Reliability Block Diagram* (RBD) adalah representasi grafis tentang bagaimana komponen-komponen suatu sistem terhubung dengan keandalan. Setiap blok dalam RBD mewakili komponen dari keseluruhan sistem atau proses yang diwakili. RBD dapat menentukan keandalan dan karakteristik lain dalam masing-masing komponen. Pada *BlockSim Diagram* dapat mengetahui keandalan dan avabilitas dari suatu komponen dengan memasukan data-data yang diperlukan. Data yang diperlukan diantaranya waktu antar kerusakan, serta strategi pemeliharaan yang dilakukan oleh perusahaan. Berikut merupakan cara-cara yang dilakukan dalam penggunaan *BlockSim Diagram*.

1. Membuat RBD

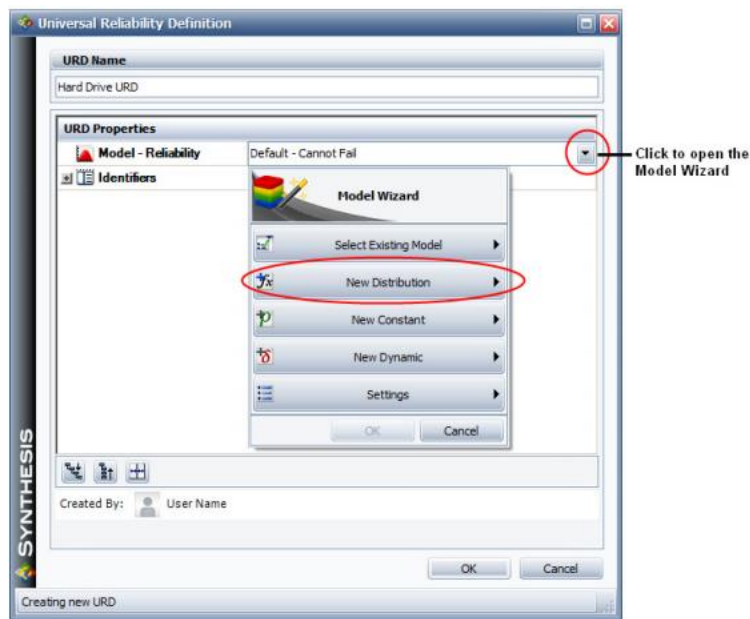


Gambar 2. 10 *Interface BlockSim Diagram*

Pada blok ini akan mewakili *hard drive*. Untuk menentukan properti blok keandalan, dengan membuat *Universal Reliability Definition (URD)*. URD adalah sumber daya yang digunakan untuk mewakili sekumpulan properti yang dapat diterapkan pada blok standar di RBD dan untuk kejadian dalam *fault tree*. Properti ini dapat mencakup perilaku kegagalan dan pemeliharaan.

2. Melakukan *fitting distribution* dengan model Wizard

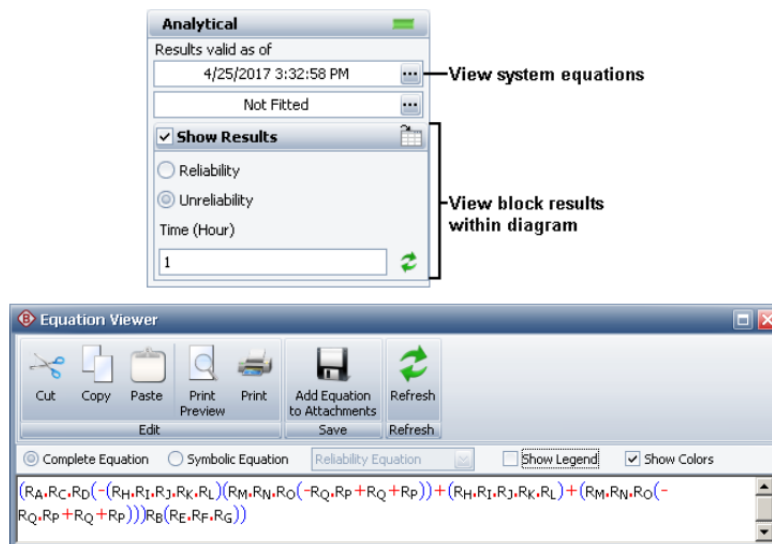
Fitting distribution dilakukan untuk mengetahui parameter yang digunakan dalam perhitungan *Mean Time To Failure (MTTF)* dan *Mean Time Between Failure (MTBF)*. Hasil dari perhitungan distribusi sebagai *input* dari perhitungan *Reliability*.



Gambar 2. 11 Interface BlockSim Diagram (Way, 2018)

3. Melakukan analisis diagram

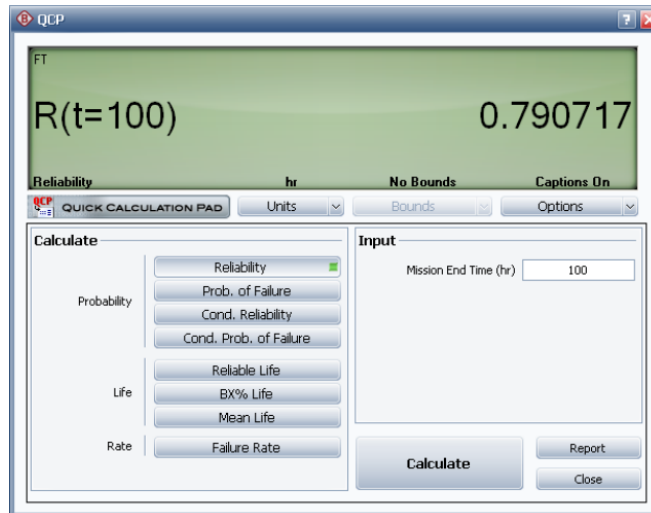
Analisis diagram untuk mengetahui nilai *reliability* dan *unreliability* dapat dilakukan seperti pada Gambar 2.7 dibawah ini.



Gambar 2. 12 Interface BlockSim Diagram (Way, 2018)

4. Menghitung metrik

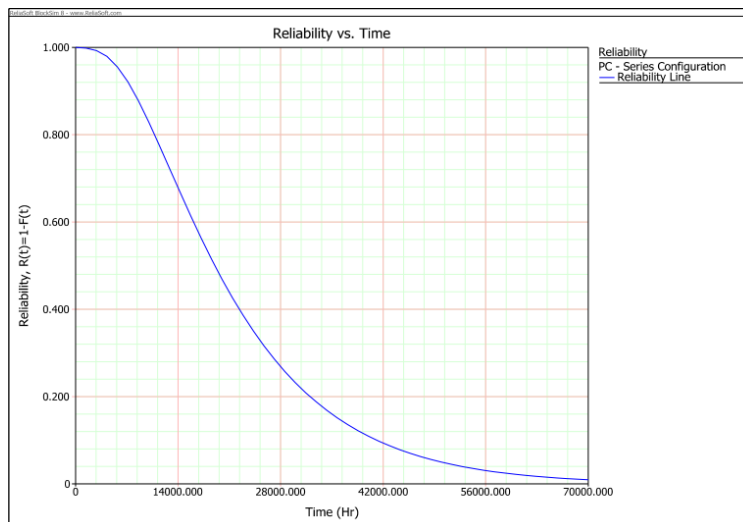
Quick Calculation Pad (QCP) digunakan untuk menghitung nilai keandalan pada suatu sistem atau komponen. Gambar 2.12 merupakan *interface* dalam penggunaan QCP.



Gambar 2. 13 *Interface BlockSim Diagram* (Way, 2018)

5. Menampilkan *plot*

Klik ikon plot pada panel kontrol untuk membuka lembaran plot, pada Gambar 2.13 merupakan *interface BlockSim Diagram* untuk menampilkan plot.



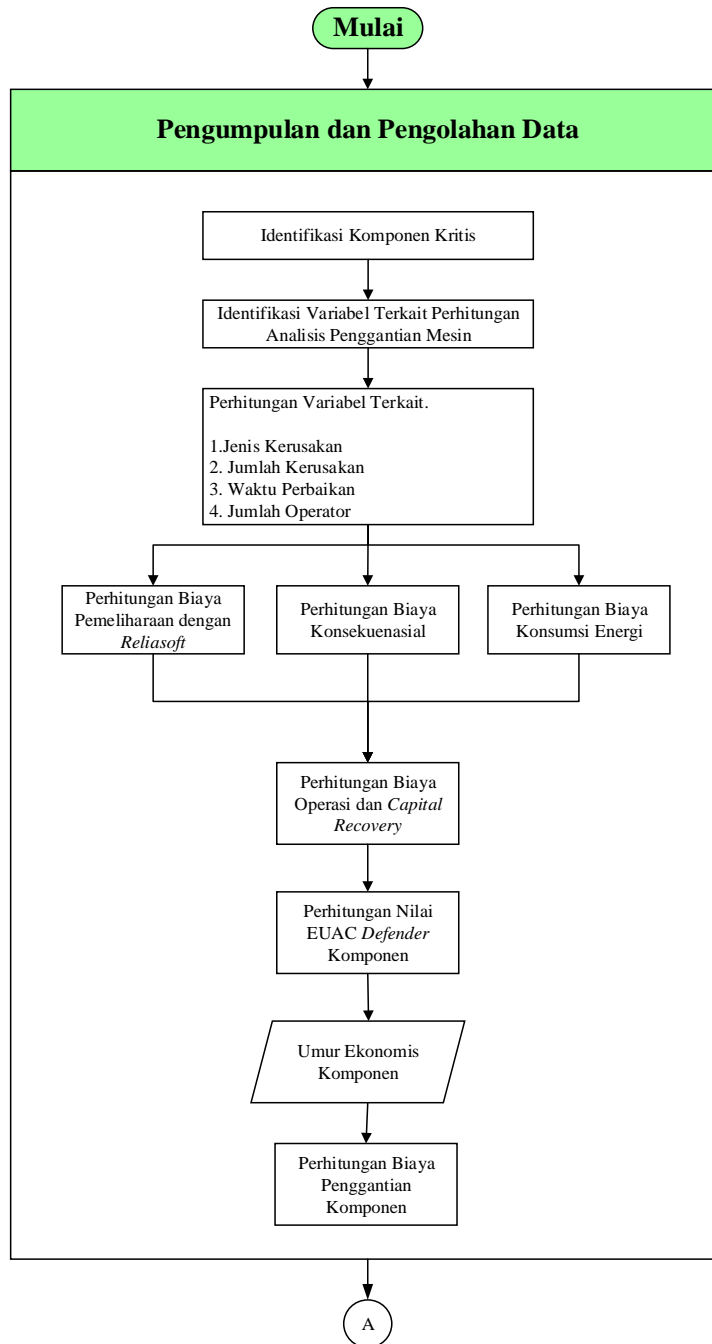
Gambar 2. 14 *Interface BlockSim Diagram* (Way, 2018)

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

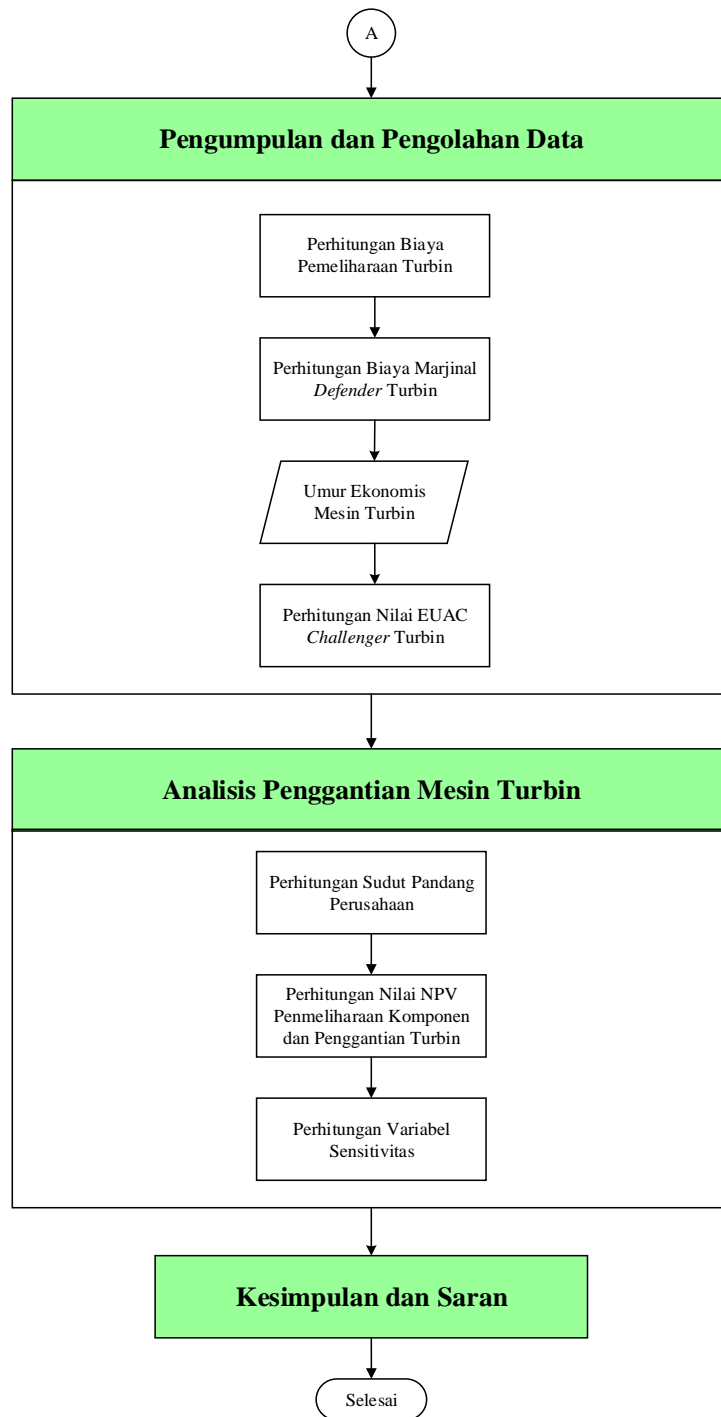
BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab metodologi penelitian akan menjelaskan langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian. Berikut *flowchart* yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 *Flowchart* Metodologi Penelitian



Gambar 3.1 *Flowchart* Metodologi Penelitian (Lanjutan)

Tahap dalam melakukan penelitian tugas akhir dimulai melakukan pengumpulan dan pengolahan data. Interpretasi data dan analisis dilakukan setelah tahap selanjutnya. Penarikan kesimpulan dihasilkan sesuai dengan tujuan penelitian dan memberikan saran untuk penelitian selanjutnya.

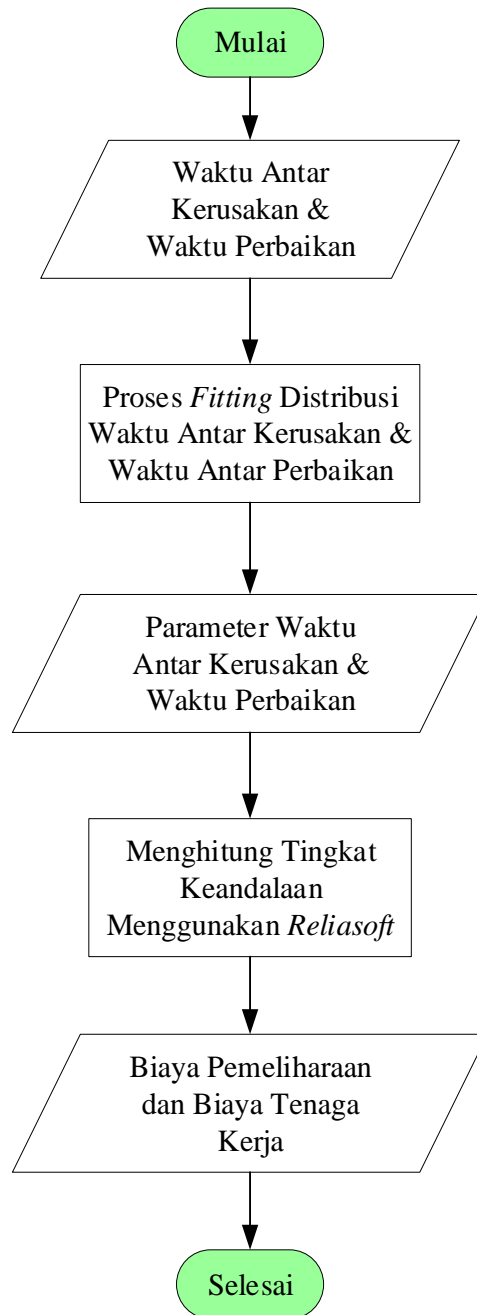
3.1 Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data

Tahap ini dilakukan pengumpulan dan pengolahan data. Pengumpulan data terkait dalam perhitungan analisis penggantian mesin Turbin. Identifikasi komponen kritis dilakukan untuk mengetahui komponen yang paling berpengaruh dalam kegagalan mesin turbin. Mesin turbin terdiri dari beberapa komponen yang tersusun secara seri, sehingga apabila terjadi kegagalan pada salah satu komponen maka komponen turbin tidak beroperasi. Identifikasi variabel-variabel yang terkait dalam perhitungan analisis penggantian komponen turbin. Identifikasi dilakukan untuk mengetahui variabel sensitivitas, yang mempengaruhi keputusan penggantian komponen turbin.

Tahap selanjutnya adalah pengolahan data dalam menentukan penggantian komponen turbin. Pengolahan data analisis penggantian komponen dilakukan mulai dari perhitungan variabel terkait yaitu jumlah kerusakan, waktu perbaikan, dan jumlah operator dengan menggunakan Simulasi *Reliasoft*. Strategi pemeliharaan optimal sebagai *input* perhitungan biaya pemeliharaan berdasarkan hasil *Reliasoft*. Biaya operasi didapatkan dari hasil penjumlahan biaya pemeliharaan, biaya konsumsi energi, dan biaya konsekuensial. Hasil perhitungan operasi dan *capital recovery* sebagai *input* perhitungan nilai EUAC.

3.1.1 Simulasi Reliasoft

Biaya pemeliharaan dalam penelitian ini didapatkan dengan menggunakan *software Reliasoft*. Gambar 3.2 merupakan *flowchart* konseptual Simulasi *Reliasoft*. Simulasi *Reliasoft* dilakukan untuk menentukan biaya pemeliharaan, selain itu Simulasi *Reliasoft* juga dapat menentukan nilai keandalan. Waktu antar kerusakan dan waktu perbaikan sebagai *input* untuk mendapatkan nilai parameter. Strategi pemeliharaan juga sebagai salah satu *input* yang diperlukan dalam menghitung biaya pemeliharaan dengan menggunakan Simulasi *Reliasoft*.



Gambar 3. 2 *Flowchart* Konseptual Simulasi *Reliasoft*

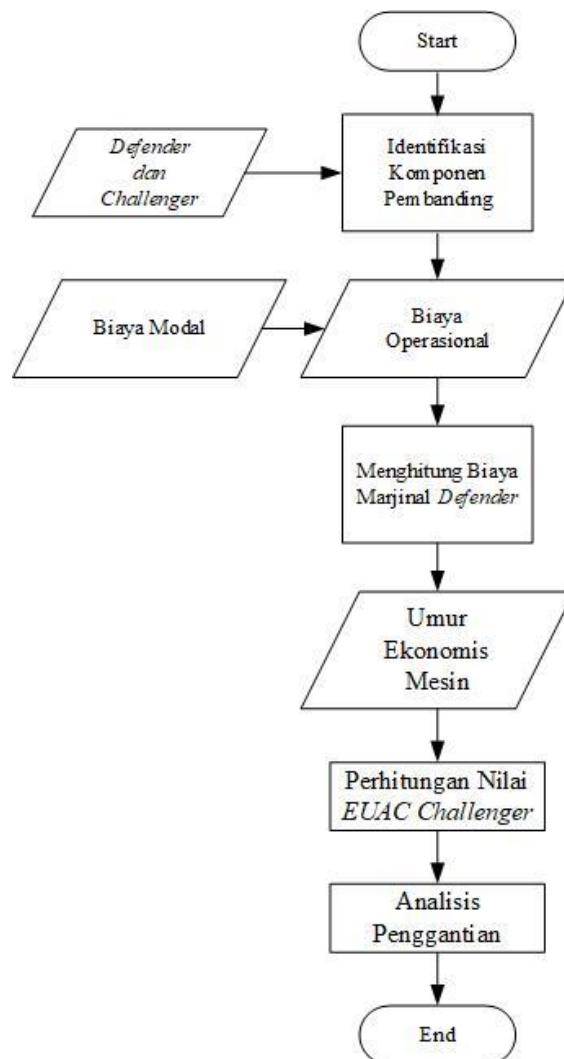
3.2 Tahap Analisis dan Pembahasan

Pada tahap ini akan dilakukan analisis penggantian mesin turbin. Analisis penggantian dilakukan untuk mengetahui alternatif terbaik dalam menentukan keputusan kebijakan apakah aset lama diganti dengan aset baru. Penggantian mesin dilakukan dengan mempertimbangkan nilai NPV antara melakukan

perbaikan untuk setiap komponen kritis dengan membeli mesin turbin baru. Nilai EUAC *challenger* akan dipertimbangkan dalam pembelian mesin baru. Analisis sensitivitas dilakukan untuk mengetahui variabel-variabel yang mempengaruhi adanya pergeseran umur ekonomis Minimum total biaya rata-rata umur hidup mesin digunakan untuk menentukan penggantian mesin.

3.2.1 Analisis Penggantian

Replacement Analysis atau analisis penggantian suatu aset dilakukan untuk menentukapan kapan aset lama akan diganti dengan aset baru atau aset penantang yang lebih efisien. Gambar 3.3 akan menjelaskan *flowchart* dalam menentukan umur ekonomis.



Gambar 3.3 *Flowchart* Model Analisis Penggantian

Langkah pertama yang harus dilakukan dengan melakukan perhitungan nilai EUAC untuk aset lama (*defender*) yaitu dengan menggunakan *capital recovery* atau biaya akuisisi dan biaya operasi untuk setiap periode di awal tahun. Selanjutnya, dilakukan perhitungan *minimum* EUAC untuk aset baru (*challenger*). Perhitungan *minimum* EUAC diperoleh dari perhitungan *annual capital recovery* dan biaya operasi. Hasil perhitungan keduanya akan dibandingkan, apabila nilai EUAC aset lama (*defender*) lebih besar dibandingkan dengan nilai *minimum* EUAC aset baru (*challenger*) maka akan untuk dilakukan penggantian aset. Nilai EUAC aset lama (*defender*) lebih kecil dibandingkan dengan nilai *minimum* EUAC aset baru (*challenger*) maka keputusannya adalah mempertahankan aset.

3.3 Tahap Kesimpulan dan Saran

Tahap ini, akan disusun kesimpulan dan saran dari penelitian yang sudah dilakukan berdasarkan hasil analisis dan interpretasi data. Kesimpulan yang disusun menjawab tujuan dari penelitian dan saran dibuat untuk penelitian selanjutnya dan usulan bagi perusahaan.

BAB 4

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai pengumpulan data dari objek amatan dan kemudian akan dilakukan pengolahan data yang akan menjadi *input*-an dalam melakukan pengerjaan pada bab selanjutnya.

4.1 Identifikasi Komponen Kritis

Mesin turbin terdiri dari beberapa komponen di dalamnya, komponen tersusun secara seri. Apabila terdapat kegagalan pada salah satu komponen maka turbin juga mengalami kegagalan. Lampiran A akan menunjukkan susunan komponen turbin. Tabel 4.1 merupakan hasil rekapan untuk jumlah kegagalan pada komponen turbin.

Tabel 4. 1 Jumlah Kegagalan Komponen Turbin

No Komponen	Nama Komponen	Jumlah Kegagalan
GU0083	<i>Steam Jet Ejector</i>	2
GU0097	<i>EHC Panel</i>	4
GU0284	<i>Turbin Supervisor</i>	3
GU0294	<i>Make Up Water System</i>	4
GU0298	<i>Extraction Steam</i>	3
GU0345	<i>Central Processing A</i>	3
GU0346	<i>Central Processing B</i>	3
GU0360	<i>Gland Steam Condenser</i>	5
GU0365	<i>Deaerator</i>	3
GU0451	<i>Turbin Bearing</i>	3
GU0455	<i>Control Valve</i>	5
GU0480	<i>LP Turbin</i>	4
GU0516	<i>Main Stop Valve</i>	6
GU0524	<i>Condenser 3A</i>	17
GU0525	<i>Condenser 3B</i>	5
GU0538	<i>Gland Steam Exhaust Blower 3A</i>	6
GU0542	<i>HP & IP Turbin</i>	3
GU0592	<i>Heater Drain Pump</i>	3
GU0593	<i>Bar And Travelling Screen 3B</i>	6

Tabel 4.1 Jumlah Kegagalan Komponen Turbin (Lanjutan)

No Komponen	Nama Komponen	Jumlah Kegagalan
GU0604	<i>Circulating Water Pump 3A</i>	8
GU0605	<i>Combine Rebeat Valve</i>	2
GU0617	<i>Sea Water Booster Pump 3A</i>	18
GU0618	<i>Sea Water Booster Pump 3B</i>	17
GU0625	<i>Cooling Water Heat Exchanger 3A</i>	12
GU0626	<i>Cooling Water Heat Exchanger 3B</i>	9
GU0631	<i>Low Pressure Heater</i>	3
GU0637	<i>Low Pressure Heater 2</i>	4
GU0638	<i>Low Pressure Heater 3</i>	2
GU0660	<i>Low Pressure Heater 4</i>	2
GU0666	<i>Ferrouss Injection System</i>	28
GU0670	<i>Chemical Injection System (Kurilex)</i>	6
GU0688	<i>Turning Gear</i>	5
GU0697	<i>Main Oil Tank</i>	2
GU0714	<i>Gland Steam Regulator</i>	5
GU0749	<i>Coolin Water System</i>	5
GU0856	<i>Line Circulating WTR</i>	4
GU0878	<i>Bar And Travelling Screen 3A</i>	2
GU0896	<i>Gland Steam Exhaust Blower 3B</i>	2
GU01242	<i>LP Heater Drain</i>	5

Tabel 4.1 menunjukkan jumlah kegagalan pada 40 komponen mesin turbin. Komponen kritis ditentukan dari sering atau tidaknya komponen mengalami kegagalan. Berdasarkan hasil diskusi perusahaan, komponen kritis ditentukan dengan jumlah kegagalan lebih dari 5 kejadian. Tabel 4.2 berisikan jumlah kegagalan 11 komponen kritis Turbin.

Tabel 4. 2 Jumlah Kegagalan Komponen Kritis

No Komponen	Nama Komponen	Jumlah Kegagalan
GU0516	<i>Main Stop Valve</i>	6
GU0524	<i>Condenser 3A</i>	17
GU0538	<i>Gland Steam Exhaust Blower 3A</i>	6
GU0593	<i>Bar And Travelling Screen 3B</i>	6
GU0604	<i>Circulating Water Pump 3A</i>	8
GU0617	<i>Sea Water Booster Pump 3A</i>	18

Tabel 4.2 Jumlah Kegagalan Komponen Kritis (Lanjutan)

No Komponen	Nama Komponen	Jumlah Kegagalan
GU0618	<i>Sea Water Booster Pump 3B</i>	15
GU0625	<i>Cooling Water Heat Exchanger 3A</i>	12
GU0626	<i>Cooling Water Heat Exchanger 3B</i>	9
GU0666	<i>Ferrouss Injection System</i>	28
GU0670	<i>Chemical Injection System (Kurilex)</i>	6

Jumlah kegagalan yang paling sering dialami yaitu dengan melihat jumlah kegagalan terbesar. Jumlah kegagalan terbesar dimiliki oleh *Ferrous Injection System* sebesar 28 kegagalan. Komponen *Sea Water Booster Pump 3A* mengalami kegagalan sebanyak 18 kejadian hingga tahun 2018. *Condenser 3A* dengan jumlah kegagalan sebanyak 17. Komponen *Sea Water Booster Pump 3B* memiliki jumlah kegagalan sebanyak 15 kejadian. Komponen *Cooling Water Heat Exchanger 3B* dan *Circulating Water Pump 3A* memiliki jumlah kegagalan sebanyak 9 serta 8 kejadian. Jumlah kegagalan sebanyak 6 kali kejadian dimiliki oleh komponen *Main Stop Valve*, *Gland Steam Exhaust Blower 3A*, *Bar And Travelling Screen 3B*, dan *Chemical Injection System (Kurilex)*. Apabila terjadi kegagalan pada salah satu komponen maka akan menyebabkan mesin turbin terhenti.

4.2 Identifikasi Variabel-variabel Terkait Perhitungan

Nilai-nilai variabel membantu dalam perhitungan analisis penggantian mesin. Variabel yang digunakan dalam melakukan perhitungan diantaranya, data historis waktu antar kerusakan, waktu perbaikan, jumlah kerusakan, jumlah operator, dan konsumsi energi setiap komponen. Perhitungan dilakukan berdasarkan data perusahaan yang relevan. Berikut merupakan data-data yang digunakan untuk perhitungan analisis penggantian Turbin. Mesin turbin tersusun atas komponen-komponen di dalamnya. Pengumpulan data dilakukan untuk komponen kritis mesin turbin. Tabel 4.3 menunjukkan waktu antar kerusakan komponen *Sea Water Booster Pump 3B* yang terjadi setiap tahunnya. Kerusakan mesin dapat terjadi akibat lamanya penggunaan, kondisi pengoperasian, atau faktor lingkungan. Strategi pemeliharaan juga dapat mempengaruhi kerusakan

suatu mesin. Waktu kerusakan akan mempengaruhi waktu operasi mesin dalam melakukan produksi.

Tabel 4. 3 Data Historis Waktu Antar Kerusakan 2001-2019

No Komponen	Nama Komponen	Waktu Kerusakan	MTBF (Hari)	MTBF (Jam)
GU0625	<i>Sea Water Booster Pump 3B</i>	9/5/2001	211	5064
GU0625	<i>Sea Water Booster Pump 3B</i>	8/26/2003	720	17280
GU0625	<i>Sea Water Booster Pump 3B</i>	12/26/2003	122	2928
GU0625	<i>Sea Water Booster Pump 3B</i>	3/6/2009	1897	45528
GU0625	<i>Sea Water Booster Pump 3B</i>	12/28/2009	297	7128
GU0625	<i>Sea Water Booster Pump 3B</i>	1/22/2010	25	600
GU0625	<i>Sea Water Booster Pump 3B</i>	3/5/2010	42	1008
GU0625	<i>Sea Water Booster Pump 3B</i>	9/20/2010	199	4776
GU0625	<i>Sea Water Booster Pump 3B</i>	1/2/2012	469	11256
GU0625	<i>Sea Water Booster Pump 3B</i>	5/28/2014	877	21048
GU0625	<i>Sea Water Booster Pump 3B</i>	3/14/2016	656	15744

Komponen-komponen dalam mesin turbin memiliki jenis kerusakan yang berbeda-beda. Waktu perbaikan dan jumlah operator bergantung pada jenis kerusakan komponen. Tabel 4.4 menunjukkan data historis komponen *Sea Water Booster Pump 3B* untuk jenis kerusakan, jumlah kerusakan, waktu perbaikan, dan jumlah operator.

Tabel 4. 4 Data Historis Jenis Kerusakan 2001-2019

Tahun	Jenis Kerusakan	Jumlah Kerusakan	Waktu Perbaikan	Jumlah Operator
2001	<i>Sea water booster pump 3B strainer kotor</i>	1	4	2
2001	<i>Strainer SWBP 3B kotor</i>	1	4	2
2001	<i>Strainer SWBP 3A kotor</i>	1	4	2
2002	<i>Mekanik seal SWBP 3B bocor</i>	1	16	2
2002	<i>Mekanik seal SWBP 3B bocor</i>	1	4	2
2002	<i>SWBP 3B strainer kotor</i>	1	4	2
2006	<i>SWBP 3B mechanic seal bocor</i>	1	4	3

Tabel 4.4 Data Historis Jenis Kerusakan 2001-2019 (Lanjutan)

Tahun	Jenis Kerusakan	Jumlah Kerusakan	Waktu Perbaikan	Jumlah Operator
2006	<i>O Ring oil bearing SWBP 3B Bocor</i>	1	4	3
2008	<i>Mechanic seal SWBP 3B bocor</i>	1	12	4
2008	<i>Cek v/v SWBP 3B selip/loss</i>	1	4	2
2011	<i>Strainer SWBP 3B kotor</i>	1	4	2
2011	<i>Strainer SWBP 3B kotor</i>	1	4	2
2012	<i>Strainer SWBP3B krops</i>	1	4	3
2012	<i>Strainer swbp 3b diff press high kotor</i>	1	4	3
2016	<i>Strainer SWBP kotor, press disch 0.4</i>	1	4	3

Data historis akan digunakan dalam memprediksi tahun 2020 hingga tahun pembangkit berhenti beroperasi. Waktu perbaikan merupakan lama waktu mesin tidak beroperasi pada pemeliharaan *corrective*. Selain itu dibutuhkan data-data yang umumnya digunakan dalam perhitungan nilai EUAC.

Tabel 4. 5 Biaya Pemeliharaan *Preventive*, Nilai Bunga, Waktu Operasional, Tenaga Kerja, dan Biaya Konsumsi Energi

Deskripsi	Nilai
Nilai Bunga (%)	10
Biaya Pemeliharaan <i>Preventive t</i> (Rp)	1.800.000
Waktu Operasional (jam)/tahun	8400
Biaya Tenaga Kerja/jam (Rp)	75.000
Biaya Konsumsi Energi Listrik (Rp)/kWh	1.145
Biaya Konsumsi Energi Bahan Bakar (Rp)/kg	1.387

Tabel 4.5 berisikan data-data umum yang digunakan untuk melakukan perhitungan. Data ini akan digunakan untuk perhitungan dalam menentukan total biaya yang akan diseragamkan. Biaya yang terdapat pada Tabel 4.5 diantaranya, waktu operasional, nilai bunga, biaya pemeliharaan *preventive*, biaya tenaga kerja, dan biaya konsumsi energi. Selain data umum tersebut, terdapat data-data lain yang dibutuhkan yaitu konsumsi energi untuk komponen kritis. Tabel 4.6 berisi mengenai konsumsi energi untuk komponen kritis. Konsumsi energi yang

digunakan berupa listrik dan bahan bakar. Nilai konsumsi energi akan mempengaruhi perhitungan analisis penggantian mesin turbin.

Tabel 4. 6 Konsumsi Energi Komponen Kritis

Nama Komponen	Konsumsi Energi Listrik (kW)	Konsumsi Energi Bahan Bakar (Kg/Hari)
<i>Main Stop Valve</i>	42	34.47
<i>Condenser 3A</i>	63	54.55
<i>Gland Steam Exhaust Blower 3A</i>	57	48.11
<i>Bar And Travelling Screen 3B</i>	47	41.29
<i>Circulating Water Pump 3A</i>	32	23.11
<i>Sea Water Booster Pump 3A</i>	32	23.11
<i>Sea Water Booster Pump 3B</i>	32	23.11
<i>Cooling Water Heat Exchanger 3A</i>	27	18.18
<i>Cooling Water Heat Exchanger 3B</i>	27	18.18
<i>Ferrouss Injection System</i>	44	34.47
<i>Chemical Injection System (Kurilex)</i>	56	48.11

Nilai investasi atau harga awal mesin menjadi hal yang penting dalam perhitungan analisis penggantian mesin. Harga awal akan mengalami penurunan dari tahun ke tahun hingga umur teknis mesin. Tabel 4.7 berisikan harga awal atau nilai beli komponen serta umur teknik komponen kritis mesin turbin.

Tabel 4. 7 Nilai Investasi dan Umur Mesin Komponen Kritis

Nama Komponen	Tahun Investasi	Nilai Investasi
<i>Main Stop Valve</i>	1989	Rp 9.753.039.162,49
<i>Condenser 3A</i>	1999	Rp 869.388.901,63
<i>Gland Steam Exhaust Blower 3A</i>	1999	Rp 956.730.852,75
<i>Bar And Travelling Screen 3B</i>	1989	Rp 885.553.792,36
<i>Circulating Water Pump 3A</i>	1989	Rp 656.730.852,75
<i>Sea Water Booster Pump 3A</i>	1999	Rp 1.729.458.200,00
<i>Sea Water Booster Pump 3B</i>	1989	Rp 533.997.299,92
<i>Cooling Water Heat Exchanger 3A</i>	1989	Rp 1.554.604.738,57
<i>Cooling Water Heat Exchanger 3B</i>	1989	Rp 554.604.738,57
<i>Ferrouss Injection System</i>	1989	Rp 871.806.009,45
<i>Chemical Injection System (Kurilex)</i>	1989	Rp 930.954.355,16

Kerusakan atau aktivitas penggantian komponen menyebabkan adanya waktu perbaikan. Dalam melakukan perbaikan mesin turbin tidak dapat beroperasi, hal ini mengakibatkan produksi listrik tidak berjalan. Produksi listrik yang tidak beroperasi menyebabkan energi listrik tidak dapat terpenuhi. Kondisi seperti ini memunculkan adanya biaya konsekuensi. Tabel 4.8 berisikan penurunan produksi energi listrik untuk masing-masing komponen kritis.

Tabel 4. 8 Penurunan Produksi Energi Listrik Komponen Kritis

No Komponen	Nama Komponen	Penurunan (MW)
GU0516	<i>Main Stop Valve</i>	90
GU0524	<i>Condenser 3A</i>	80
GU0538	<i>Gland Steam Exhaust Blower 3A</i>	170
GU0593	<i>Bar And Travelling Screen 3B</i>	170
GU0604	<i>Circulating Water Pump 3A</i>	80
GU0617	<i>Sea Water Booster Pump 3A</i>	25
GU0618	<i>Sea Water Booster Pump 3B</i>	25
GU0625	<i>Cooling Water Heat Exchanger 3A</i>	90
GU0626	<i>Cooling Water Heat Exchanger 3B</i>	25
GU0666	<i>Ferrouss Injection System</i>	25
GU0670	<i>Chemical Injection System (Kurilex)</i>	170

Penurunan produksi energi listrik terjadi apabila komponen melakukan aktivitas perbaikan atau penggantian. Produksi energi listrik menurun sebesar 170 MW, apabila terjadi perbaikan atau penggantian pada komponen *Gland Steam Exhaust Blower 3A*, *Bar And Travelling Screen 3B*, dan *Chemical Injection System (Kurilex)*. Aktivitas perbaikan dan penggantian terjadi pada komponen *Main Stop Valve* dan *Cooling Water Heat Exchanger 3A* akan menyebabkan penurunan produksi energi listrik sebesar 90 MW. Penurunan energi listrik sebesar 80 MW apabila terjadi aktivitas perbaikan atau penggantian pada komponen *Condenser 3A* dan *Circulating Water Pump 3A*. Aktivitas perbaikan dan penggantian yang terjadi pada komponen *Sea Water Booster Pump 3A*, *Sea Water Booster Pump 3B*, *Cooling Water Heat Exchanger 3B*, dan *Ferrouss Injection System* menyebabkan penurunan produksi energi listrik sebesar 25 MW. Selain itu perusahaan sudah memiliki strategi pemeliharaan yang optimal untuk

strategi pemeliharaan *preventive*. Tabel 4.9 akan menunjukkan strategi pemeliharaan *preventive* untuk masing-masing komponen kritis.

Tabel 4. 9 Strategi Pemeliharaan *Preventive*

No Komponen	Komponen	Skala Pemeliharaan (Hari)	Waktu Pemeliharaan
GU0516	<i>Main Stop Valve</i>	28	4
GU0524	<i>Condenser 3A</i>	28	4
GU0538	<i>Gland Steam Exhaust Blower 3A</i>	28	3
GU0593	<i>Bar And Travelling Screen 3B</i>	28	4
GU0604	<i>Circulating Water Pump 3A</i>	28	3
GU0617	<i>Sea Water Booster Pump 3A</i>	7	4
GU0618	<i>Sea Water Booster Pump 3B</i>	28	3
GU0625	<i>Cooling Water Heat Exchanger 3A</i>	28	32
GU0626	<i>Cooling Water Heat Exchanger 3B</i>	28	4
GU0666	<i>Ferrouss Injection System</i>	28	3
GU0670	<i>Chemical Injection System (Kurilex)</i>	28	2

Strategi pemeliharaan *preventive* untuk semua komponen kecuali komponen *Sea Water Booster Pump 3A*, dilakukan dengan skala 28 hari sekali. Komponen *Sea Water Booster Pump 3A* melakukan strategi pemeliharaan dengan skala 7 hari sekali.

4.3 Perhitungan Biaya Operasi

Variabel data historis waktu antar kerusakan, waktu antar perbaikan, dan jenis kerusakan data historis sebagai *input* dalam menentukan jenis kerusakan tahun 2020 sampai dengan umur pembangkit. Simulasi *Reliasoft* digunakan untuk menentukan data atau variabel *uncertainty* di masa yang akan datang. Perhitungan biaya operasi dilakukan untuk komponen *Sea Water Booster Pump 3B*, variabel disesuaikan dengan kondisi perusahaan. Perhitungan komponen kritis lainnya akan dicantumkan pada lampiran. Perhitungan biaya operasi dapat dilihat berdasarkan Persamaan 4.1.

$$\text{Biaya Operasi} = \text{Biaya Konsumsi Energi} + \text{Biaya Pemeliharaan} + \text{Biaya Konsekuensial} \quad (4.1)$$

Perhitungan biaya operasi dipengaruhi oleh biaya pemeliharaan, biaya konsekuensial, dan biaya konsumsi energi. Perhitungan ketiga biaya tersebut akan dibahas pada sub bab selanjutnya. Tabel 4.10 berisikan biaya pemeliharaan, biaya konsekuensial, dan biaya konsumsi energi. Data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran. Contoh perhitungan biaya operasi sebagai berikut.

$$\begin{aligned} &\text{Biaya Operasi (2002)} \\ &= \text{Rp. } 14.256.777,37 + \text{Rp. } 31.000.000,00 + \text{Rp. } 28.625.000,00 \\ &= \text{Rp. } 73.881.777,37 \end{aligned}$$

Tabel 4. 10 Biaya Operasi Komponen *Sea Water Booster Pump 3B* (Rp)

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsekuensial	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi
2001	27.039.301,00	28.625.000,00	14.277.202,55	69.941.503,55
2002	31.000.000,00	28.625.000,00	14.256.777,37	73.881.777,37
2003	23.400.000,00	-	14.297.627,74	37.697.627,74
2004	23.400.000,00	-	14.297.627,74	37.697.627,74
2005	23.400.000,00	-	14.297.627,74	37.697.627,74
2006	39.560.156,00	28.625.000,00	14.284.010,95	82.469.166,95
2007	23.400.000,00	-	14.297.627,74	37.697.627,74
2008	90.220.022,00	28.625.000,00	14.270.394,16	133.115.416,16
...
2056	60.628.359,00	28.625.000,00	14.236.352,19	103.489.711,19

4.3.1 Perhitungan Biaya Pemeliharaan

Perhitungan biaya pemeliharaan dalam penelitian ini menggunakan Simulasi *Reliasoft*. Data untuk *input* penggunaan Simulasi *Reliasoft* adalah waktu antar kerusakan, waktu perbaikan, jumlah kerusakan, dan strategi pemeliharaan. Strategi pemeliharaan yang optimal sudah dimiliki oleh perusahaan dengan metode RCM. Langkah pertama menentukan parameter dengan *fitting* distribusi waktu antar kerusakan dan waktu perbaikan untuk setiap komponen kritis turbin. *Fitting* distribusi diperoleh menggunakan *software Weibull++*. Tabel 4.11 dan

4.12 berisikan nilai parameter waktu antara kerusakan dan waktu antar perbaikan masing-masing komponen.

Tabel 4. 11 Nilai Parameter Hasil *Fitting* Distribusi Waktu Antar Kerusakan

No Komponen	Nama Komponen	Distribusi	Parameter MTTF	
			Beta	Eta
GU0516	<i>Main Stop Valve (Msv)</i>	Weibull 2	0,5305	22232,00
GU0524	<i>Condenser 3A</i>	Weibull 2	0,7132	6426,51
GU0538	<i>Gland Steam Exhaust Blower 3A</i>	Weibull 2	1,0778	21918,00
GU0593	<i>Bar And Travelling Screen 3B</i>	Weibull 2	1,1431	35197,00
GU0604	<i>Circulating Water Pump 3A</i>	Weibull 2	0,8318	5165,22
GU0617	<i>Sea Water Booster Pump 3A</i>	Weibull 2	1,1065	8613,34
GU0618	<i>Sea Water Booster Pump 3B</i>	Weibull 2	0,732	10122,00
GU0625	<i>Cooling Water Heat Exchanger 3B</i>	Weibull 2	0,8688	11956,00
GU0666	<i>Ferrouss Injection System</i>	Weibull 2	0,6973	4895,92
GU0670	<i>Chemical Injection System (Kurilex)</i>	Weibull 2	0,5886	24896,00

Tabel 4.11 merupakan hasil *fitting* distribusi dengan menggunakan *software Weibull++*. *Weibull 2* merupakan distribusi yang paling sesuai untuk 11 komponen kritis. Tabel 4.12 menunjukkan nilai parameter waktu antar perbaikan.

Tabel 4. 12 Nilai Parameter Hasil *Fitting* Distribusi Waktu Antar Perbaikan

No Komponen	Nama Komponen	Parameter MTTR		
		Distribusi	Beta	Eta
GU0516	<i>Main Stop Valve (Msv)</i>	Weibull 2	1,9065	26,3839
GU0524	<i>Condenser 3A</i>	Weibull 2	1,8276	5,9317
GU0538	<i>Gland Steam Exhaust Blower 3A</i>	Weibull 2	2,1412	2,8344
GU0593	<i>Bar And Travelling Screen 3B</i>	Weibull 2	4,606	3,6791
GU0604	<i>Circulating Water Pump 3A</i>	Weibull 2	1,3186	9,7234
GU0617	<i>Sea Water Booster Pump 3A</i>	Weibull 2	1,4604	0,4005
GU0625	<i>Cooling Water Heat Exchanger 3A</i>	Weibull 2	3,0353	4,1917
GU0626	<i>Cooling Water Heat Exchanger 3B</i>	Weibull 2	3,1187	3,9838
GU0666	<i>Ferrouss Injection System</i>	Weibull 2	1,8932	2,5178
GU0670	<i>Chemical Injection System (Kurilex)</i>	Weibull 2	1,855	5,8805

Biaya pemeliharaan terdiri dari biaya material dan biaya tenaga kerja. Biaya material muncul ketika terdapat aktivitas pemeliharaan *corrective*. Biaya

tenaga kerja dihasilkan dengan adanya aktivitas pemeliharaan *corrective* dan *preventive*. Tenaga kerja yang digunakan berasal dari luar, melainkan bukan karyawan perusahaan. Tabel 4.13 menunjukkan biaya pemeliharaan berdasarkan hasil *Reliasoft*. Data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

$$\text{Biaya Pemeliharaan} = \sum \text{Biaya Material} + \sum \text{Biaya Tenaga Kerja} \quad (4.2)$$

Biaya tenaga kerja untuk melakukan strategi pemeliharaan *preventive* bernilai Rp. 1.800.000 / tindakan. Skala pemeliharaan *preventive* dapat dilihat pada Tabel 4.9. Skala pemeliharaan dilakukan setiap 28 hari sekali, sehingga dalam satu tahun melakukan pemeliharaan *preventive* 13 kali. Strategi pemeliharaan *corrective* biaya tenaga kerja sebesar Rp. 75.000/jam. Biaya material didapatkan dari Simulasi *Reliasoft*. Contoh perhitungan biaya pemeliharaan.

$$\text{Biaya Tenaga Kerja} = \sum \text{Strategi Corrective} + \sum \text{Strategi Preventive} \quad (4.3)$$

$$\text{Biaya Tenaga Kerja} = (n \times t \times B_c) + (S_p \times B_p)$$

Keterangan:

n	= Jumlah Operator
t	= Waktu Non Operasi
B_c	= Biaya Tenaga <i>Corrective</i>
B_p	= Biaya Tenaga <i>Preventive</i>
S_p	= Skala Perbaikan

Biaya Tenaga Kerja (2002)

$$= (2 \times 24 \times \text{Rp. } 75.000) + (13 \times \text{Rp. } 1.800.000)$$

Biaya Tenaga Kerja (2002) = Rp. 36.000.000 + Rp. 23.400.000

$$\text{Biaya Tenaga Kerja (2002)} = \text{Rp. } 27.000.000$$

Biaya tenaga kerja yang dipertimbangkan hanya biaya tenaga kerja dalam melakukan pemeliharaan mesin (*corrective* dan *preventive*). Biaya tenaga kerja dalam administrasi maupun pengoperasian mesin tidak dipertimbangkan karena merupakan biaya tetap. Sehingga biaya tenaga kerja administrasi dan pengoperasian dengan jenis mesin yang berbeda akan menghasilkan biaya tenaga kerja yang sama.

Tabel 4. 13 Biaya Pemeliharaan

Tahun	Jumlah Operator	Waktu Non Operasi	Biaya Material (Rp)	Biaya Tenaga Kerja (Rp)	Biaya Pemeliharaan (Rp)
2001	2	12	1.839.301,00	25.200.000,00	27.039.301,00
2002	2	24	4.000.000,00	27.000.000,00	31.000.000,00
2003	10	0	-	23.400.000,00	23.400.000,00
2004	0	0	-	23.400.000,00	23.400.000,00
2005	2	0	-	23.400.000,00	23.400.000,00
2006	3	8	14.360.156,00	25.200.000,00	39.560.156,00
2007	0	0	-	23.400.000,00	23.400.000,00
2008	3	16	63.220.022,00	27.000.000,00	90.220.022,00
...
2056	4	36	26.428.359,00	34.200.000,00	60.628.359,00

4.3.2 Perhitungan Biaya Konsumsi Energi

Kehilangan produksi disebabkan mesin yang tidak dapat diandalkan atau tidak tersedia. Total waktu yang tersedia untuk melakukan produksi berkurang akibat adanya waktu perbaikan, sehingga mesin berhenti. Hal ini menyebabkan biaya konsumsi energi berkurang. Perhitungan untuk konsumsi energi dapat dilihat pada Persamaan 4.4.

$$\text{Biaya Konsumsi Energi} = \text{Waktu Operasi} \times \text{Biaya Energi} \quad (4.4)$$

Produksi dilakukan selama 24 jam dalam satu hari, selama satu tahun terdapat 350 hari. Biaya konsumsi energi dipengaruhi oleh variabel waktu operasi mesin. Waktu operasi berkaitan dengan kegagalan mesin, apabila sering terjadi kegagalan mesin maka waktu operasi menjadi berkurang. Simulasi *Reliasoft*

digunakan untuk memprediksi nilai kegagalan dari suatu mesin di masa yang akan datang. Contoh perhitungan komponen *Sea Water Booster 3B* dapat dilihat sebagai berikut.

$$\text{Konsumsi Energi Listrik } (K_L) = 0,32 \text{ kW}$$

$$\text{Konsumsi Energi Bahan Bakar } (K_B) = 23,11 \text{ Kg}$$

$$\text{Biaya Energi Listrik/jam } (B_L) = 0,32 \text{ kW} \times \text{Rp. 1.145}$$

$$\text{Biaya Energi Listrik/jam} = \text{Rp. 366,4 /jam}$$

$$\text{Biaya Energi Listrik (2002)} = t \times B_L$$

$$\text{Biaya Energi Bahan Bakar/Hari} = t \times B_B$$

Keterangan :

t = Waktu Operasi (tahun)

B_L = Biaya Energi Listrik/jam

B_B = Biaya Energi Bahan Bakar/hari

$$\text{Biaya Energi Listrik (1 tahun)} = 8388 \text{ jam} \times \text{Rp. 366,4}$$

$$\text{Biaya Energi Listrik (1 tahun)} = \text{Rp. 3.073.363,2}$$

$$\text{Biaya Bahan Bakar (1 tahun)} = 350 \text{ hari} \times \text{Rp. 32.056,76}$$

$$\text{Biaya Bahan Bakar (1 tahun)} = \text{Rp. 11.203.837,62}$$

Total Biaya Konsumsi Energi (1 tahun)

$$= \text{Energi Listrik} + \text{Energi Bahan Bakar}$$

Total Biaya Konsumsi Energi (1 tahun)

$$= \text{Rp. 3.073.363,2} + \text{Rp. 11.203.837,62}$$

Total Biaya Energi Listrik (1 tahun) = Rp. 14.277.202,55

Mesin sering terhenti akibat adanya proses pemeliharaan atau penggantian komponen, menyebabkan biaya energi berkurang karena mesin

terhenti. Tabel 4.14 berisikan hasil perhitungan untuk biaya konsumsi energi yang terjadi setiap tahun. Data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4. 14 Total Biaya Konsumsi Energi

Tahun	Waktu Operasi	Energi Listrik	Energi Bahan Bakar	Total Biaya Konsumsi Energi
2001	8388	Rp 3.073.363,20	Rp 11.203.837,62	Rp 14.277.200,82
2002	8376	Rp 3.068.966,40	Rp 11.187.809,24	Rp 14.256.775,64
2003	8400	Rp 3.077.760,00	Rp 11.219.866,00	Rp 14.297.626,00
2004	8400	Rp 3.077.760,00	Rp 11.219.866,00	Rp 14.297.626,00
2005	8400	Rp 3.077.760,00	Rp 11.219.866,00	Rp 14.297.626,00
...
2056	8364	Rp 3.064.569,60	Rp 11.171.782,59	Rp 14.236.352,19

4.3.3 Perhitungan Biaya Konsekuensial

Perhitungan biaya konsekuensial dipengaruhi oleh aktivitas perbaikan atau penggantian mesin. Aktivitas perbaikan atau penggantian menyebabkan produksi energi listrik terhenti. Penurunan produksi energi listrik mengakibatkan permintaan energi listrik tidak terpenuhi. Perhitungan biaya konsekuensial dapat dilihat pada persamaan 4.5. Contoh perhitungan dapat dilihat sebagai berikut.

$$\text{Biaya Konsekuensial} = \text{Penurunan Produksi Energi Listrik (MW)} \times \text{Harga Listrik (kWh)} \quad (4.5)$$

$$\text{Biaya Konsekuensial} = (25 \text{ MW} \times 1000 \times \text{Rp. 1.145})$$

$$\text{Biaya Konsekuensial} = \text{Rp. 28.625.000}$$

4.4 Perhitungan Capital Recovery

Biaya akuisisi atau biaya perolehan adalah faktor yang paling berpengaruh terhadap biaya penyusutan. Biaya perolehan menjadi dasar perhitungan seberapa besar nilai depresiasi yang harus dialokasikan per periode. Biaya ini diperoleh dari sejumlah uang yang dikeluarkan dalam memperoleh aktiva tetap hingga siap digunakan. Suatu mesin hanya dapat dipakai selama selang waktu tertentu. Biaya investasi akan habis (tersisa sedikit) setelah selang waktu tersebut. Oleh sebab itu, jika dilihat dari waktu ke waktu selama selang

waktu tersebut, nilai mesin telah berkurang atau mengalami penyusutan. Umur teknis adalah lama waktu suatu mesin dapat dipakai secara teknis. Komponen – komponen turbin dan mesin turbin memiliki umur teknis 20 tahun. Umur teknis didapatkan dari metode penyusutan aktiva tetap pada Pasal 11 Undang-undang Nomer 17 tahun 2000. Untuk aktiva kelompok I samapi dengan kelompok IV disusutkan dengan memakai metode *straight line*. Penetapan kelompok-kelompok aktiva tetap diatur dalam Keputusan Menteri Keuangan Nomor 138/KMK.03/2002. Tabel 4.15 merupakan nilai penyusutan untuk komponen kritis turbin dan mesin turbin dengan contoh perhitungan sebagai berikut.

$$D_t = \frac{P}{N} \quad (4.6)$$

Keterangan :

D_t = Besarnya depresiasi tahun ke tahun

P = Harga awal aset

N = Masa Pakai (umur aset)

$$D_t = \frac{P}{N}$$

$$D_t = \frac{\text{Rp. 533.997.299,92}}{20}$$

$$D_t = \text{Rp. 26.699.865,00}$$

Tabel 4. 15 Nilai Penyusutan

Komponen	Umur Teknis	Nilai Penyusutan
<i>Main Stop Valve</i>	20	Rp 487.651.958,12
<i>Condenser 3A</i>	20	Rp 43.469.445,08
<i>Gland Steam Exhaust Blower 3A</i>	20	Rp 47.836.542,64
<i>Bar And Travelling Screen 3B</i>	20	Rp 44.277.689,62
<i>Circulating Water Pump 3A</i>	20	Rp 32.836.542,64

Tabel 4.15 Nilai Penyusutan (Lanjutan)

Komponen	Umur Teknis	Nilai Penyusutan
<i>Sea Water Booster Pump 3A</i>	20	Rp 86.472.910,00
<i>Sea Water Booster Pump 3B</i>	20	Rp 26.699.865,00
<i>Cooling Water Heat Exchanger 3A</i>	20	Rp 77.730.236,93
<i>Cooling Water Heat Exchanger 3B</i>	20	Rp 27.730.236,93
<i>Ferrouss Injection System</i>	20	Rp 43.590.300,47
<i>Chemical Injection System (Kurilex)</i>	20	Rp 46.547.717,76
Mesin Turbin	20	Rp 1.514.843.445,18

Perhitungan depresiasi pada komponen *Sea Water Booster Pump 3B* menggunakan umur teknis 20 tahun, sehingga komponen akan diganti setiap 20 tahun sekali. Berikut merupakan contoh perhitungan *salvage value* atau nilai sisa (nilai buku) pada komponen *Sea Water Booster Pump 3B*.

$$\text{Salvage Value (2020)} = P - \{(\text{tahun beli}_{(n)} - \text{tahun saat ini}) \times D_t\} \quad (4.7)$$

Keterangan :

P = Harga awal aset

D_t = Besarnya depresiasi tahun ke tahun

Salvage Value (2001)

$$= \text{Rp. } 533.997.299,92 - \{(1989 - 2009)\} \times \text{Rp } 26.699.865,00$$

$$\text{Salvage Value (2001)} = \text{Rp. } 533.997.299,92 - (12 \times \text{Rp } 26.699.865,00)$$

$$\text{Salvage Value (2001)} = \text{Rp. } 213.598.919,97$$

Hasil perhitungan menunjukkan nilai buku pada tahun 2001 terjadi sebesar Rp. 213.598.919,97. *Capital Recovery* atau biaya pengembalian modal adalah biaya riil yang harus dikeluarkan oleh perusahaan untuk memperoleh hutang, saham preferen, maupun laba ditahan sebagai investasi perusahaan. Berikut merupakan rumus yang digunakan dalam melakukan perhitungan *capital recovery*.

$$\Sigma \text{Capital Cost} = (\text{First Cost} - \text{Salvage Cost})(A / P, \%, n) + \text{Salvage Cost} \times \% \quad (4.8)$$

Tabel 4.16 menunjukkan hasil perhitungan *capital recovery* yang digunakan untuk menentukan nilai EUAC dalam analisis penggantian mesin. Perhitungan dihitung berdasarkan persamaan 4.6, contoh perhitungan dapat dilihat sebagai berikut.

$$\Sigma \text{Capital Cost (2001)} = (\text{First Cost} - \text{Salvage Cost})(A / P, \%, n) + \text{Salvage Cost} \times \text{nilai bunga} (\%)$$

$$\Sigma \text{Capital Cost (2001)} = (\text{Rp. 533.997.299,92} - \text{Rp. 213.598.919,97})(A / P, 10\%, 2) + \text{Rp. 213.598.919,97} \times 10\%$$

$$\Sigma \text{Capital Cost (2001)} = \text{Rp. 352.438.217,95} + \text{Rp. 21.359.892,00}$$

$$\Sigma \text{Capital Cost (2001)} = \text{Rp. 373.798.109,94}$$

Tabel 4. 16 Perhitungan *Capital Recovery* (Rp)

Tahun	Nilai Buku (a)	(A/P,%n) (b)	(a).(i)	Capital Recovery
2001	213.598.919,97	352.438.217,95	21.359.892,00	373.798.109,94
2002	186.899.054,97	199.994.703,04	18.689.905,50	218.684.608,54
2003	160.199.189,98	150.309.753,58	16.019.919,00	166.329.672,57
2004	133.499.324,98	126.345.418,04	13.349.932,50	139.695.350,53
2005	106.799.459,98	112.693.713,98	10.679.946,00	123.373.659,97
...
2056	347.098.244,95	18.780.210,14	34.709.824,49	53.490.034,63

Tabel 4.16 menunjukkan nilai *capital recovery* yang menurun setiap tahunnya hingga masa umur pembangkit. Hal ini dikarenakan nilai komponen yang semakin menurun akibat adanya depresiasi. *First cost* atau harga awal didapat pada Tabel 4.7. Data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

4.5 Perhitungan EUAC

Nilai EUAC didapatkan dengan menghitung biaya operasi dan *capital recovery*. Nilai *minimum* EUAC sebagai dasar dalam mengambil keputusan melakukan penggantian mesin. Biaya operasional atau *Operating Costs (OC)* yang termasuk dari biaya pemeliharaan, biaya tenaga kerja, dan biaya konsumsi energi atau barang habis pakai. Biaya operasional pada metode ini nilai diasumsikan dengan mengalami peningkatan akibat inflasi. Biaya pemeliharaan juga mempertimbangkan kerusakan yang terjadi pada aset atau peralatan. Perhitungan biaya operasional dengan menarik menuju *annual cash flow* dapat dilihat melalui persamaan 4.7.

$$OC(i) = (\sum_{n=1}^N OC_n (P/F, i, n))(A/P, i, n) \quad (4.9)$$

Perhitungan biaya ekuivalensi tahunan juga mempertimbangkan biaya akuisis. Biaya akuisis terdapat dalam perhitungan *capital recovery*. Biaya modal mesin memiliki peran penting dalam menentukan umur mesin karena biaya tersebar sepanjang umur mesin. *Capital recovery* merupakan biaya pengembalian modal untuk menghitung jumlah dari setiap pembayaran yang terjadi pada akhir dari setiap period ke n dengan tingkat bunga (i) (Thuesen & Fabrycky, 2001). Penyusutan dari biaya modal atau akuisis mesin diperhitungkan selama masa pakai. Perhitungan penyusutan dilakukan dengan cara membagi biaya investasi atau harga beli dengan umur mesin. *Capital recovery* dapat dihitung melalui persamaan 4.8.

$$CR(i) = (P - S) X (A/P, i, n) - S_N i \quad (4.10)$$

Perhitungan biaya *operating* dan *capital recovery* akan di jumlah kemudian diseragamkan sehingga menghasilkan EUAC. Perhitungan EUAC dapat dilihat melalui persamaan 4.9.

$$EUAC(i) = CR(i) + OC(i) \quad (4.11)$$


Nilai EUAC atau biaya rata-rata tahunan juga dapat ditentukan melalui perhitungan *marginal cost*, yaitu biaya tambahan yang dikeluarkan ketika memilih untuk mempertahankan aset atau suatu peralatan. Biaya *marginal cost* setiap periode akan ditarik menuju *annual cash flow*. Tabel 4.17 akan menunjukkan hasil perhitungan nilai EUAC yang diperoleh dari biaya operasi dan *capital recovery*.

Berdasarkan perhitungan terjadi penurunan biaya hingga tahun 2007, kemudian terjadi kenaikan di tahun 2008. Nilai *minimum* EUAC atau biaya ekuivalen tahunan terjadi di tahun 2007, hal ini menunjukkan umur ekonomis komponen. *Minimum* EUAC sebesar Rp 174.470.914,81. Umur ekonomis untuk masing-masing komponen kritis menjadi keputusan dalam melakukan perbaikan. Biaya pemeliharaan mesin turbin diperoleh dari total biaya pemeliharaan komponen kritis. Nilai EUAC komponen kritis lainnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4. 17 Hasil Perhitungan Nilai EUAC Komponen *Sea Water Booster Pump 3B*

Tahun	Biaya Operasi	(A/P,%<i>n</i>)	Capital Recovery	EUAC
2001	Rp 69.941.503,55	Rp 69.941.503,55	Rp 373.798.109,94	Rp 443.739.613,50
2002	Rp 73.881.777,37	Rp 75.336.004,30	Rp 218.684.608,54	Rp 294.020.612,83
2003	Rp 37.697.627,74	Rp 66.356.585,95	Rp 166.329.672,57	Rp 232.686.258,52
2004	Rp 37.697.627,74	Rp 62.870.043,51	Rp 139.695.350,53	Rp 202.565.394,05
2005	Rp 37.697.627,74	Rp 61.612.578,98	Rp 123.373.659,97	Rp 184.986.238,95
2006	Rp 82.469.166,95	Rp 70.841.251,64	Rp 112.228.222,48	Rp 183.069.474,12
2007	Rp 37.697.627,74	Rp 70.413.557,81	Rp 104.057.357,01	Rp 174.470.914,81
2008	Rp 133.115.416,16	Rp 86.939.666,52	Rp 97.759.855,81	Rp 184.699.522,32
2009	Rp 37.697.627,74	Rp 86.488.142,97	Rp 92.723.579,02	Rp 179.211.721,99
...
2056	Rp 103.489.711,19	Rp 326.156.173,48	Rp 54.948.368,03	Rp 381.104.541,50

Keterangan:

 = Umur Ekonomis

Tabel 4. 18 Umur Ekonomis Komponen Kritis.

No Komponen	Nama Komponen	TahuUmur Ekonomis (Tahun)	Min EUAC
GU0516	<i>Main Stop Valve</i>	2009	Rp 1.778.151.344,58
GU0524	<i>Condenser 3A</i>	2005	Rp 244.122.547,95
GU0538	<i>Gland Steam Exhaust Blower 3A</i>	2004	Rp 319.705.449,67
GU0593	<i>Bar And Travelling Screen 3B</i>	2004	Rp 402.611.519,13
GU0604	<i>Circulating Water Pump 3A</i>	2009	Rp 167.591.942,59
GU0617	<i>Sea Water Booster Pump 3A</i>	2004	Rp 394.764.465,06
GU0618	<i>Sea Water Booster Pump 3B</i>	2007	Rp 174.470.914,81
GU0625	<i>Cooling Water Heat Exchanger 3A</i>	2008	Rp 368.643.081,27
GU0626	<i>Cooling Water Heat Exchanger 3B</i>	2009	Rp 155.168.056,28
GU0666	<i>Ferrouss Injection System</i>	2009	Rp 240.547.874,55
GU0670	<i>Chemical Injection System (Kurilex)</i>	2009	Rp 298.084.215,30

Tabel 4.18 menjelaskan umur ekonomis untuk komponen *Main Stop Valve* terjadi di tahun 2009. Komponen *Codenser 3A* dan *Sea Water Booster Pump 3B* umur ekonomis terjadi di tahun 2005 dan 2007. Komponen *Gland Steam Exhaust Blower 3A*, *Bar and Travelling Screen 3B*, dan *Sea Water Booster Pump 3A* umur ekonomis terjadi pada tahun 2004. Komponen *Cooling Water Heat Exchanger 3A* umur ekonomis terjadi pada tahun 2008. Komponen *Circulating Water Pump 3A*, *Cooling Water Heat Exchanger 3B*, *Ferrouss Injection System*, dan *Chemical Injection System (Kurilex)* umur ekonomis terjadi di tahun 2009.

Umur ekonomis menunjukkan adanya penggantian komponen kritis. Penggantian komponen dilakukan secara berkala selama umur pembangkit Tabel 4.19 menunjukkan skala penggantian untuk masing-masing komponen kritis.

Tabel 4. 19 Skala Penggantian Komponen Kritis

No Komponen	Nama Komponen	Skala Penggantian
GU0516	<i>Main Stop Valve</i>	3
GU0524	<i>Condenser 3A</i>	9
GU0538	<i>Gland Steam Exhaust Blower 3A</i>	11

Tabel 4.19 Skala Penggantian Komponen Kritis (Lanjutan)

No Komponen	Nama Komponen	Skala Penggantian
GU0593	<i>Bar And Travelling Screen 3B</i>	4
GU0604	<i>Circulating Water Pump 3A</i>	3
GU0617	<i>Sea Water Booster Pump 3A</i>	11
GU0618	<i>Sea Water Booster Pump 3B</i>	3
GU0625	<i>Cooling Water Heat Exchanger 3A</i>	3
GU0626	<i>Cooling Water Heat Exchanger 3B</i>	3
GU0666	<i>Ferrouss Injection System</i>	3
GU0670	<i>Chemical Injection System (Kurilex)</i>	3

Berdasarkan Tabel 4.19 komponen *Condenser 3A* dan *Bar And Travelling Screen 3B* mengalami penggantian sebanyak 9 dan 4 kali. Komponen *Main Stop Valve*, *Circulating Water Pump 3A*, *Sea Water Booster Pump 3B*, *Cooling Water Heat Exchanger 3A*, *Cooling Water Heat Exchanger 3B*, *Ferrouss Injection System* dan *Chemical Injection System (Kurilex)* melakukan penggantian sebanyak 3 kali. Komponen *Gland Steam Exhaust Blower 3A* dan *Sea Water Booster Pump 3A* melakukan penggantian sebanyak 11 kali. Biaya terkait aktivitas penggantian komponen akan muncul sebagai biaya pemeliharaan mesin turbin. Tabel 4.19 akan menunjukkan biaya pengeluaran penggantian komponen kritis.

Total biaya O&M dari komponen kritis menjadi *input* biaya O&M mesin turbin yang dapat dilihat selengkapnya pada lampiran. Langkah selanjutnya mencari biaya marjinal untuk menentukan penggantian mesin turbin dengan membandingkan nilai EUAC *challenger*. Harga Turbin baru didapat berdasarkan harga pasar saat ini yaitu sebesar Rp. 30.296.868.903,65.

Tabel 4. 20 Biaya Pengeluaran Penggantian Komponen Kritis

Komponen	Biaya Perbaikan	Waktu Repair (jam)	Lost Cost	Pekerja	Gaji Pekerja	Total Repair
Main Stop Valve (Msv)	Rp 9.753.039.162,49	60	Rp 66.000.000,00	6	Rp 27.120.000,00	Rp 9.846.159.162,49
Condenser 3A	Rp 869.388.901,63	70	Rp 77.000.000,00	7	Rp 31.640.000,00	Rp 978.028.901,63
Gland Steam Exhaust Blower 3A	Rp 956.730.852,75	16	Rp 17.600.000,00	4	Rp 18.080.000,00	Rp 992.410.852,75
Bar And Travelling Screen 3B	Rp 885.553.792,36	16	Rp 17.600.000,00	6	Rp 27.120.000,00	Rp 930.273.792,36
Circulating Water Pump 3A	Rp 656.730.852,75	56	Rp 61.600.000,00	7	Rp 31.640.000,00	Rp 749.970.852,75
Sea Water Booster Pump 3A	Rp 1.729.458.200,00	24	Rp 26.400.000,00	4	Rp 18.080.000,00	Rp 1.773.938.200,00
Sea Water Booster Pump 3B	Rp 533.997.299,92	16	Rp 17.600.000,00	2	Rp 9.040.000,00	Rp 560.637.299,92
Cooling Water Heat Exchanger 3A	Rp 1.554.604.738,57	40	Rp 44.000.000,00	5	Rp 22.600.000,00	Rp 1.621.204.738,57
Cooling Water Heat Exchanger 3B	Rp 554.604.738,57	22	Rp 24.200.000,00	4	Rp 18.080.000,00	Rp 596.884.738,57
Ferrouss Injection System	Rp 871.806.009,45	8	Rp 8.800.000,00	2	Rp 9.040.000,00	Rp 889.646.009,45
Chemical Injection System (Kurilex)	Rp 930.954.355,16	16	Rp 17.600.000,00	5	Rp 22.600.000,00	Rp 971.154.355,16
Penggantian Turbin	Rp 30.296.868.903,65	60	Rp 66.000.000,00	7	Rp 31.640.000,00	Rp 30.394.508.903,65

Tabel 4.21 menunjukkan nilai EUAC untuk *defender* mesin turbin, perhitungan dilakukan mulai dari mesin diakuisisi atau dibeli. Nilai EUAC mengalami penurunan hingga tahun 2007. Pada tahun 2008 nilai EUAC mengalami kenaikan hingga umur teknis turbin, selengkapnya dapat dilihat pada lampiran. Nilai *minimum* EUAC terjadi di tahun 2007. Nilai *minimum* EUAC menjadi umur ekonomis, dimana perhitungan biaya marjinal dilakukan mulai dari umur ekonomis. Penggantian turbin dilakukan setiap 18 tahun sekali berdasarkan perhitungan umur ekonomis dari tahun 2001. Biaya marjinal didapat dari penjumlahan biaya tahunan rata-rata operasi dijumlah nilai buku yang dikalikan dengan nilai bunga (%) dan kemudian dijumlahkan dengan nilai depresiasi. Contoh perhitungan biaya marjinal sebagai berikut.

$$\text{Biaya Marjinal} = (A/P, \%, n) \text{Biaya Operasi} + \text{Nilai Buku} (\%) + D_t$$

(4.12)

Biaya Marjinal (2025)

$$\begin{aligned} &= \text{Rp. } 2.429.686.890 + \text{Rp. } 1.214.843.445 (10\%) + \text{Rp. } 1.214.843.445 \\ &= \text{Rp } 9.776.227.822,76 \end{aligned}$$

Biaya marjinal dihitung mulai dari umur ekonomis, sehingga perhitungan dilakukan mulai dari 2025 (umur ekonomis berdasarkan perhitungan 2001). Langkah selanjutnya melakukan perhitungan nilai EUAC *challenger* untuk menentukan keputusan penggantian mesin turbin. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan nilai EUAC pada mesin turbin *challenger* (Tabel 4.22). Nilai EUAC *challenger* akan dibandingkan dengan biaya marjinal *defender* pada umur ekonomisnya. Biaya marjinal *defender* pada tahun 2025 lebih besar dibandingkan nilai EUAC *challenger* sehingga keputusan yang didapat melakukan penggantian mesin turbin di tahun 2025, dengan mempertahankan hingga tahun 2024. Kelengkapan data perhitungan biaya marjinal dan nilai EUAC dapat dilihat pada lampiran.

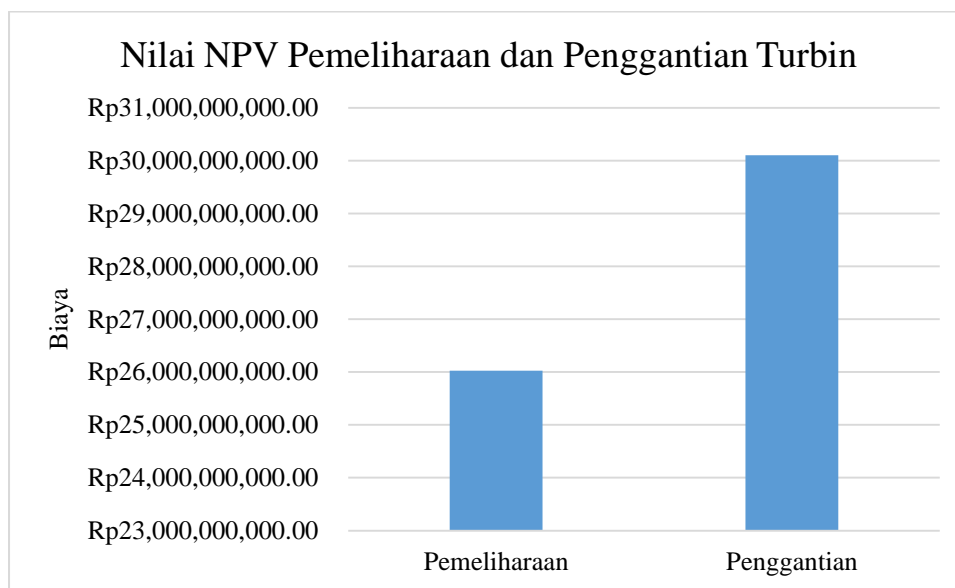
Tabel 4. 21 Perhitungan Nilai EUAC *Defeder* Mesin Turbin

Tahun	Biaya Operasi	(A/P,% <i>n</i>) Biaya Operasi	Nilai Buku	EUAC
2001	Rp 1.211.463.747,16	Rp 1.211.463.747,16	Rp 9.718.747.561,46	Rp 18.219.271.979,72
2002	Rp 1.103.486.256,95	Rp 1.212.592.859,30	Rp 8.503.904.116,28	Rp 11.162.739.172,22
2003	Rp 1.037.027.559,00	Rp 1.225.345.272,32	Rp 7.289.060.671,10	Rp 8.793.342.806,96
2004	Rp 4.179.401.452,86	Rp 2.159.936.537,44	Rp 6.074.217.225,91	Rp 8.516.072.830,46
2005	Rp 2.170.629.352,86	Rp 2.326.695.787,59	Rp 4.859.373.780,73	Rp 7.940.195.412,05
2006	Rp 920.678.599,88	Rp 2.217.315.752,09	Rp 3.644.530.335,55	Rp 7.323.698.142,63
2007	Rp 880.087.157,37	Rp 2.147.939.152,10	Rp 2.429.686.890,37	Rp 6.882.547.289,62
2008	Rp 2.857.080.920,38	Rp 2.446.971.747,00	Rp 1.214.843.445,18	Rp 6.895.043.677,22
...
2056	Rp 947.418.857,42	Rp 16.689.797.470,83	Rp 15.792.964.787,37	Rp 19.123.593.221,04

Tabel 4. 22 Perhitungan Biaya Marjinal *Defender* dan Nilai EUAC *Challenger* Mesin Turbin

Tahun	Biaya Operasi	(A/P,% <i>n</i>) Biaya Operasi	Nilai Buku	Biaya Marjinal	EUAC <i>Challenger</i>
2025	Rp 1.986.838.714,74	Rp 8.367.009.426,34	Rp 2.429.686.890,37	Rp 9.776.227.822,76	Rp 5.537.949.692,92
2026	Rp 957.361.380,35	Rp 8.385.379.889,62	Rp 1.214.843.445,18	Rp 9.782.449.851,58	Rp 5.243.494.958,30
2027	Rp 5.981.144.261,40	Rp 8.904.776.945,64	Rp -	Rp 10.119.620.390,83	Rp 6.034.026.368,08
2028	Rp 1.181.368.299,45	Rp 8.953.826.626,98	Rp 23.082.025.458,47	Rp 10.132.224.768,81	Rp 5.784.565.376,31
2029	Rp 1.002.626.535,64	Rp 8.990.864.975,91	Rp 21.867.182.013,29	Rp 10.157.114.683,29	Rp 5.602.422.632,79
...
2056	Rp 895.933.989,73	Rp 16.207.413.107,83	Rp 15.792.964.787,37	Rp 17.422.256.553,02	Rp 7.712.157.011,16

Biaya marjinal mesin turbin *defender* mengalami kenaikan dari tahun ke tahun, biaya marjinal tahun 2025 sebesar Rp 9.776.227.822,76. Nilai EUAC *challenger* lebih kecil dibandingkan biaya marjinal yaitu sebesar Rp 5.537.949.692,92, sehingga mesin turbin dilakukan penggantian di tahun 2025 yaitu di umur ekonomisnya. Turbin dilakukan penggantian selama 18 tahun sekali, dihitung mulai 2001. Total biaya pemeliharaan mesin turbin dapat dilihat pada lampiran.

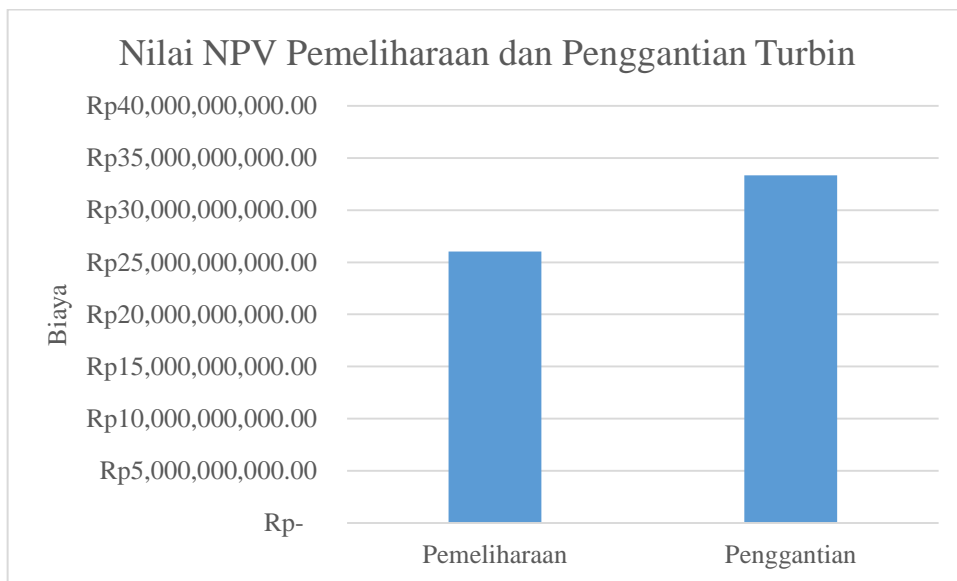


Gambar 4. 1 Nilai NPV Pemeliharaan dan Penggantian Turbin

Nilai NPV yang dikeluarkan untuk pemeliharaan komponen kritis sebesar Rp. 26.027.419.922,30 sedangkan untuk penggantian turbin nilai NPV yang dikeluarkan sebesar Rp. 30.105.068.454,94. Nilai NPV yang dihitung merupakan biaya pengeluaran sehingga semakin kecil nilai NPV maka semakin baik. Hasil menunjukkan biaya pemeliharaan mesin turbin lebih kecil dibandingkan dengan penggantian turbin. Total biaya yang dikeluarkan selama umur pembangkit untuk melakukan pemeliharaan mesin turbin lebih tinggi dibandingkan dengan penggantian mesin turbin.

Perhitungan biaya marjinal berdasarkan metode RA dilakukan pada umur ekonomis. Perhitungan biaya marjinal akan dilakukan mulai dari 2020 untuk melakukan evaluasi mesin turbin diganti atau tetap dipertahankan. Tabel 2.23

menunjukkan perhitungan biaya marginal dihitung mulai dari tahun 2020. Biaya marginal tahun 2020 lebih besar dibandingkan nilai EUAC *challenger*. Biaya marginal mesin turbin *defender* mengalami kenaikan dari tahun ke tahun, biaya marginal tahun 2020 sebesar Rp . 8.342.722.903,20. Nilai EUAC *challenger* lebih kecil dibandingkan biaya marginal yaitu sebesar Rp 4.956.211.192,14, sehingga mesin turbin dilakukan penggantian di tahun 2020. Total biaya pemeliharaan mesin turbin dapat dilihat pada lampiran.




Gambar 4. 2 Nilai NPV Pemeliharaan dan Penggantian Turbin

Nilai NPV yang dikeluarkan untuk pemeliharaan komponen kritis sebesar Rp. 26.027.419.922,30 sedangkan untuk penggantian turbin nilai NPV yang dikeluarkan sebesar Rp. 33.338.273.420,51. Nilai NPV yang dihitung merupakan biaya pengeluaran sehingga semakin kecil nilai NPV maka semakin baik. Hasil menunjukkan biaya pemeliharaan mesin turbin lebih kecil dibandingkan dengan penggantian turbin. Total biaya yang dikeluarkan selama umur pembangkit untuk melakukan pemeliharaan mesin turbin lebih kecil dibandingkan dengan penggantian mesin turbin.

Tabel 4. 23 Perhitungan Biaya Marjinal *Defender* dan Nilai EUAC *Challenger* Mesin Turbin

Tahun	Biaya Operasi	(A/P,% <i>n</i>) Biaya Operasi	Nilai Buku	Biaya Marjinal	EUAC <i>Challenger</i>
2020	Rp 823.361.713,19	Rp 7.898.548.566,65	Rp 9.718.747.561,46	Rp 8.342.722.903,20	Rp 4.956.211.192,14
2021	Rp 836.765.915,73	Rp 7.863.093.608,94	Rp 8.503.904.116,28	Rp 8.409.494.462,27	Rp 4.907.190.264,78
2022	Rp 4.683.750.021,95	Rp 8.238.398.866,23	Rp 7.289.060.671,10	Rp 8.520.682.596,08	Rp 5.562.187.287,44
2023	Rp 1.000.481.149,18	Rp 8.237.214.510,44	Rp 6.074.217.225,91	Rp 8.628.834.150,36	Rp 5.388.455.380,38
2024	Rp 1.065.335.366,48	Rp 8.251.928.181,48	Rp 4.859.373.780,73	Rp 8.725.438.428,10	Rp 5.278.713.743,41
...
2056	Rp 895.933.989,73	Rp 16.207.413.107,83	Rp 15.792.964.787,37	Rp 17.819.773.196,92	Rp 8.083.055.164,20

Keterangan:

 = Umur Ekonomis

Biaya pengeluaran penggantian komponen kritis dapat dilihat pada Tabel 4.19. Total biaya O&M dari komponen kritis menjadi *input* biaya O&M mesin turbin yang dapat dilihat selengkapnya pada lampiran. Langkah selanjutnya mencari biaya marjinal untuk menentukan penggantian mesin turbin dengan membandingkan nilai EUAC *challenger*. Harga Turbin baru didapat berdasarkan harga pasar saat ini yaitu sebesar Rp. 30.296.868.903,65.

Tabel 4.24 menunjukkan nilai EUAC untuk *defender* mesin turbin yang mengalami penurunan hingga tahun 2022, selengkapnya dapat dilihat pada lampiran. Nilai *minimum* EUAC menjadi umur ekonomis, dimana perhitungan biaya marjinal dilakukan mulai dari umur ekonomis. Biaya marjinal didapat dari penjumlahan biaya tahunan rata-rata operasi dijumlah nilai buku yang dikalikan dengan nilai bunga (%) dan kemudian dijumlahkan dengan nilai depresiasi. Contoh perhitungan biaya marjinal sebagai berikut.

$$\text{Biaya Marjinal} = (A/P, \%, n) \text{Biaya Operasi} + \text{Nilai Buku} (\%) + D_t$$

Biaya Marjinal (2022)

$$= \text{Rp. } 1.166.748.858,78 + \text{Rp. } 19.890.313.109,64(10\%) \\ + \text{Rp. } 1.214.843.445,18$$

$$\text{Biaya Marjinal (2022)} = \text{Rp } 4.370.623.614,93$$

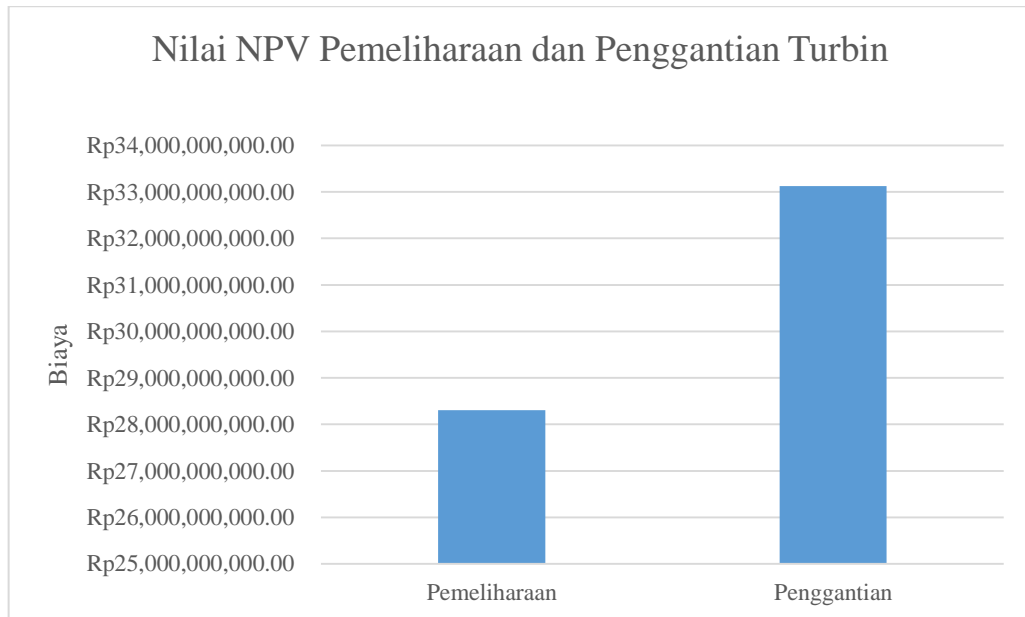
Biaya marjinal mesin turbin *defender* mengalami kenaikan dari tahun ke tahun, biaya marjinal tahun 2026 sebesar Rp 5.844.552.012,45. Nilai EUAC *challenger* lebih kecil dibandingkan biaya marjinal yaitu sebesar Rp 5.786.679.765,15, sehingga mesin turbin dilakukan penggantian di tahun 2026. Turbin dilakukan penggantian selama 19 tahun sekali, dihitung mulai 2007 yaitu terakhir kali turbin diganti berdasarkan perhitungan sudut pandang perusahaan. Total biaya pemeliharaan mesin turbin dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4. 24 Perhitungan Biaya Marjinal *Defeder* Mesin Turbin

Tahun	Biaya Operasi	(A/P,% <i>n</i>) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2020	Rp 1.181.368.299,45	Rp 1.181.368.299,45	Rp 22.320.000.000,00	Rp 4.406.555.794,02	Rp 5.587.924.093,46
2021	Rp 1.002.626.535,64	Rp 1.143.997.294,57	Rp 21.105.156.554,82	Rp 3.949.549.913,62	Rp 5.093.547.208,19
2022	Rp 1.007.690.059,60	Rp 1.166.748.858,78	Rp 19.890.313.109,64	Rp 3.760.972.628,74	Rp 4.927.721.487,52
2023	Rp 1.756.621.019,31	Rp 1.419.132.766,98	Rp 18.675.469.664,45	Rp 3.640.934.302,39	Rp 5.060.067.069,36
2024	Rp 5.912.473.200,11	Rp 2.604.587.427,06	Rp 17.460.626.219,27	Rp 3.549.446.220,17	Rp 6.154.033.647,23
2025	Rp 1.180.774.711,04	Rp 2.513.481.481,17	Rp 16.245.782.774,09	Rp 3.473.167.072,69	Rp 5.986.648.553,86
2026	Rp 1.482.498.702,10	Rp 2.525.377.061,22	Rp 15.030.939.328,91	Rp 3.406.366.827,38	Rp 5.931.743.888,60
...
2056	Rp 947.418.857,42	Rp 12.258.760.954,80	Rp 4.544.530.335,55	Rp 2.568.189.205,66	Rp 14.826.950.160,46

Tabel 4. 25 Perhitungan Biaya Marjinal dan Nilai EUAC *Challenger* Mesin Turbin.

Tahun	Biaya Operasi	(A/P,% <i>n</i>) Biaya Operasi	Nilai Buku	Biaya Marjinal	EUAC Challenger
2022	Rp 1.007.690.059,60	Rp 1.166.748.858,78	Rp 22.320.000.000,00	Rp 4.370.623.614,93	Rp 6.301.151.354,86
2023	Rp 1.756.621.019,31	Rp 1.419.132.766,98	Rp 21.105.156.554,82	Rp 4.501.523.178,60	Rp 6.312.664.572,68
2024	Rp 5.912.473.200,11	Rp 2.604.587.427,06	Rp 19.890.313.109,64	Rp 5.565.493.494,17	Rp 6.227.293.036,99
2025	Rp 1.180.774.711,04	Rp 2.513.481.481,17	Rp 18.675.469.664,45	Rp 5.677.818.859,25	Rp 5.936.103.602,64
2026	Rp 1.482.498.702,10	Rp 2.525.377.061,22	Rp 17.460.626.219,27	Rp 5.844.552.012,45	Rp 5.786.679.765,15
2027	Rp 2.240.851.411,68	Rp 2.686.397.209,99	Rp 16.245.782.774,09	Rp 5.973.655.037,74	Rp 5.761.391.505,54
2028	Rp 884.432.012,02	Rp 2.628.181.517,96	Rp 15.030.939.328,91	Rp 6.363.275.450,85	Rp 5.619.899.947,39
...
2056	Rp 947.418.857,42	Rp 12.258.760.954,80	Rp 4.544.530.335,55	Rp 8.481.003.271,96	Rp 9.334.964.011,74



Gambar 4. 3 Nilai NPV Pemeliharaan dan Penggantian Turbin

Aktivitas penggantian turbin dilakukan 19 tahun sekali berdasarkan perhitungan. Nilai NPV yang dikeluarkan untuk pemeliharaan sebesar Rp. 28.306.396.032.78, sedangkan untuk penggantian turbin NPV yang dikeluarkan sebesar Rp 33.128.625.664.34. Hasil perhitungan berikut menunjukkan biaya pemeliharaan mesin turbin lebih kecil dibandingkan dengan penggantian turbin. Nilai NPV dalam melakukan pemeliharaan turbin lebih kecil. tetapi biaya pemeliharaan yang dikeluarkan setiap tahunnya lebih besar. Aktivitas penggantian turbin memunculkan nilai NPV lebih besar. tetapi biaya pemeliharaan yang dikeluarkan lebih kecil dibandingkan melakukan pemeliharaan turbin.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 5

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada sub bab ini akan dilakukan analisis terhadap hasil pengolahan data yang telah dilakukan pada bab sebelumnya. Analisis yang dilakukan meliputi analisis penggantian Turbin, analisis penggantian dan analisis sensitivitas.

5.1 Analisis Kondisi Eksisting

Proses perhitungan analisis penggantian mesin turbin dilakukan mulai dari mengidentifikasi komponen kritis pada Turbin. Komponen dikatakan kritis ketika sering mengalami kegagalan. Proses identifikasi menghasilkan komponen kritis adalah *Main Stop Valve (MSV)*, *Gland Stream Exhaust Blower 3A*, *Bar&Travelling Screen 3B*, *Circulating Water Pump 3A*, *Sea Water Booster Pump 3A*, *Sea Water Booster Pump 3B*, *Colling Water Heat Exchanger 3A*, *Colling Water Heat Exchanger 3B*, *Ferrouss Injection*, dan *Chemical Injection (Kurilex)*.

Identifikasi variabel terkait merupakan tahap selanjutnya setelah mengidentifikasi komponen kritis. Variabel-variabel yang terkait dalam perhitungan analisis penggantian diantaranya adalah waktu antar kerusakan, waktu perbaikan, jumlah kegagalan, jumlah operator, pola strategi pemeliharaan, umur mesin, nilai investasi, serta inflasi. Semakin tinggi jumlah kegagalan, maka biaya operasi akan semakin meningkat. Hal ini dikarenakan kerusakan mesin mempengaruhi biaya pemeliharaan dan biaya tenaga kerja. Biaya konsumsi energi akan berkurang akibat adanya waktu perbaikan yang mengurangi waktu operasi mesin sehingga mesin berhenti. Lamanya umur mesin juga mempengaruhi perhitungan analisis penggantian. Semakin lama umur mesin semakin kecil penurunan depresiasi. Selain itu, inflasi juga mempengaruhi nilai perhitungan. Adanya nilai inflasi membuat nilai pasar menjadi meningkat atau menurun, sehingga mempengaruhi nilai akuisisi.

Berdasarkan perhitungan biaya rata-rata tahunan operasi semakin lama akan semakin meningkat, sedangkan biaya rata-rata tahunan akuisisi semakin

menurun. Semakin lama umur mesin, tingkat keandalan juga semakin menurun. Hal ini mengakibatkan mesin rentan mengalami kegagalan. Kegagalan yang sering terjadi menyebabkan biaya pemeliharaan meningkat, sehingga biaya operasi ikut meningkat. Tingkat keandalan yang semakin menurun menyebabkan ketersediaan mesin juga semakin menurun sehingga nilai jual semakin rendah.

Biaya pemeliharaan didapatkan dengan menggunakan Simulasi *Reliasoft*. *Fitting* distribusi dilakukan dengan *input* data waktu antara kerusakan untuk mengetahui parameter distribusi. Biaya konsumsi energi dan biaya bahan bakar ditentukan dengan Simulasi *Reliasoft* dengan memprediksi jenis kerusakan. Nilai *Minimum* EUAC sebagai dasar keputusan dalam melakukan analisis penggantian mesin.

Perhitungan analisis penggantian mesin turbin menggunakan metode *Life Cycle Cost Analysis*, untuk mengetahui total biaya yang dikeluarkan selama masa pakai aset atau mesin. Pemeliharaan pada turbin lama tidak selalu mengeluarkan total biaya yang lebih rendah. Berdasarkan hasil perhitungan analisis penggantian dengan sudut pandang orang ketiga, umur ekonomis mesin turbin terjadi pada tahun 2026. Turbin diganti setiap 19 tahun sekali dengan skala penggantian 3-4 kali. Penggantian mesin turbin dilakukan mulai dari tahun 1989 hingga umur pembangkit (2056). Skala penggantian turbin diperoleh dari perhitungan minimum EUAC. Berdasarkan skala penggantian didapatkan biaya siklus hidup mesin turbin selama umur pembangkit yang dikonversikan dalam Nilai NPV. Sehingga biaya siklus hidup mesin turbin yang dikeluarkan selama umur pembangkit jika melakukan penggantian sebesar Rp. 33.010.5068.454,95. Biaya pemeliharaan yang dikeluarkan tahun 2020 hingga 2025 mengikuti biaya pemeliharaan komponen kritis tanpa memasukan biaya perbaikan komponen. Nilai NPV untuk melakukan aktivitas pemeliharaan turbin sebesar Rp. 26.027.419.922,31. Hal ini dikarena tidak adanya penggantian mesin turbin. Kondisi seperti ini dikarenakan adanya proses pemeliharaan yang telah dilakukan secara pada komponen kritis mesin turbin. Biaya harga turbin baru yang lebih tinggi dibandingkan dengan melakukan pemeliharaan juga merupakan salah satu faktor tidak adanya aktivitas penggantian mesin turbin.

Berdasarkan sudut pandang perusahaan umur ekonomis mesin turbin terjadi pada tahun 2025. Turbin diganti setiap 18 tahun sekali dengan skala penggantian 3-4 kali. Nilai NPV yang dikeluarkan untuk pemeliharaan mesin turbin selama umur pembangkit sebesar Rp. 28.306.396.032,78 sedangkan untuk penggantian turbin nilai NPV yang dikeluarkan sebesar Rp 33.128.625.664,34. Hasil perhitungan berikut menunjukkan biaya pemeliharaan mesin turbin lebih besar dibandingkan dengan penggantian turbin. Nilai investasi atau harga beli mesin turbin dalam melakukan pemeliharaan turbin lebih kecil, tetapi biaya pemeliharaan yang dikeluarkan setiap tahunnya lebih besar. Sedangkan dalam aktivitas penggantian turbin memunculkan nilai investasi atau harga beli mesin turbin lebih besar, tetapi biaya pemeliharaan yang dikeluarkan akan lebih kecil dibandingkan melakukan pemeliharaan mesin turbin. Pada penelitian ini, komponen biaya dipengaruhi inflasi sebesar 5.94% yang didapatkan dari rata-rata inflasi selama 10 tahun terakhir (2008-2018). Rekomendasi penggantian turbin untuk sudut pandang perusahaan dan pihak ketiga dapat digunakan ketika komponen biaya dipengaruhi inflasi sebesar 5.94% dan harga mesin turbin baru sebesar Rp. 30.296.868.903,65. Analisa penggantian perlu dilakukan kembali ketika inflasi tidak sama dengan 5.94% serta adanya perubahan data, seperti perubahan harga mesin turbin dan data 2020 sebagai *input* data baru dalam perhitungan.

5.2 Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas digunakan untuk mengetahui dampak dari perubahan beberapa faktor terhadap pergeseran umur ekonomis. Faktor yang memiliki pengaruh cukup tinggi harus dikontrol agar proyek tetap berjalan dengan baik. Faktor yang mempengaruhi nilai EUAC adalah skala penggantian, biaya pemeliharaan dan inflasi. Ketiga faktor menjadi pertimbangan dalam melakukan analisis sensitivitas karena mempengaruhi terhadap keputusan penggantian mesin turbin. Perubahan harga awal turbin akan mempengaruhi keputusan dalam melakukan penggantian turbin, sehingga mempengaruhi nilai NPV selama siklus hidup turbin. Skenario perubahan biaya pemeliharaan menetapkan kenaikan biaya

pemeliharaan sebesar 10-50% dan penurunan sebesar 10-50%. Perubahan inflasi dilakukan mulai dari 5% hingga 7%.

5.2.1 Pengaruh Harga Awal Turbin

Harga awal turbin bersifat *negotiable* sehingga dapat naik atau tetap pada harga turbin awal yaitu Rp 30.296.868.903,65. Oleh karena itu, perlu dilakukan evaluasi untuk mengetahui perubahan keputusan penggantian. Selain itu, harga awal turbin juga mempengaruhi perhitungan nilai NPV yang dikeluarkan mesin turbin selama umur pembangkit, beberapa skenario yang dihitung untuk pengaruh harga awal turbin dapat dilihat pada presentase kenaikan.

Tabel 5. 1 Perubahan Harga Awal Sudut Pandang Perusahaan

Persentase Perubahan Harga Awal	Umur Ekonomis	Nilai EUAC (Rp)	NPV (Rp)
50	20	8.755.931.304,67	26.277.417.775,01
40	20	8.504.016.443,01	26.277.417.775,01
30	20	8.252.101.581,35	26.277.417.775,01
20	19	7.912.135.013,15	28.445.391.229,67
10	19	7.456.704.740,97	28.445.391.229,67
-10	18	6.524.332.538,23	30.105.068.454,95
-20	18	6.038.066.606,43	30.105.068.454,95
-30	18	5.551.800.674,64	30.105.068.454,95
-40	18	5.065.534.742,85	30.105.068.454,95
-50	18	4.579.268.811,06	30.105.068.454,95

Tabel 5.1 menunjukkan perubahan harga awal untuk sudut pandang pihak perusahaan. Kenaikan harga awal mempengaruhi pergeseran umur ekonomis dan nilai NPV. Kenaikan harga awal dengan persentase 30-50% menyebabkan pergeseran umur ekonomis sehingga penggantian mesin menjadi 20 tahun sekali dengan sebelumnya penggantian mesin terjadi 18 tahun sekali. Kenaikan harga awal 10-20% mempengaruhi pergeseran umur ekonomis, dengan skala penggantian 19 tahun sekali. Penurunan harga awal 10-50% tidak mempengaruhi umur ekonomis. sehingga skala penggantian tetap seperti kondisi

existing. Tabel 5.2 menunjukkan perubahan harga awal sudut pandang pihak ketiga.

Tabel 5. 2 Perubahan Harga Awal Sudut Pandang Pihak Ketiga

Persentase Perubahan Harga Awal (%)	Umur Ekonomis	Nilai EUAC (Rp)	NPV (Rp)
50	20	5.614.896.973,94	27.344.514.257,59
40	20	5.478.813.181,41	27.344.514.257,59
30	19	5.332.829.054,11	33.128.625.664,34
20	19	5.265.719.016,63	33.128.625.664,34
10	19	5.177.906.167,79	33.128.625.664,34
-10	19	4.683.314.215,86	33.128.625.664,34
-20	19	4.474.236.015,28	33.128.625.664,34
-30	18	4.385.243.055,59	35.426.502.540,23
-40	18	4.321.167.588,69	35.426.502.540,23
-50	18	4.277.385.436,13	35.426.502.540,23

Tabel 5.2 menunjukkan perubahan harga awal untuk sudut pandang pihak ketiga. Kenaikan harga awal mempengaruhi pergeseran umur ekonomis dan nilai NPV. Kenaikan harga awal dengan presentase 40-50% menyebabkan pergeseran umur ekonomis sehingga penggantian mesin menjadi 20 tahun sekali dengan sebelumnya penggantian mesin terjadi 19 tahun sekali. Kenaikan harga awal 10-30% dan penurunan harga awal 10-20% tidak mempengaruhi umur ekonomis, sehingga skala penggantian tetap seperti kondisi eksisting. Penurunan harga awal 30-50% mempengaruhi pergeseran umur ekonomis, sehingga skala penggantian terjadi 18 tahun sekali selama umur pembangkit.

Umur ekonomis berubah ketika harga mesin turbin meningkat. Kondisi seperti ini dikarenakan biaya mesin turbin yang lebih mahal akan berpengaruh terhadap perhitungan nilai EUAC. Biaya marjinal untuk melakukan pemeliharaan mesin turbin lebih kecil dibandingkan dengan nilai EUAC penggantian mesin turbin baru, sehingga umur ekonomis terjadi lebih lama. Umur ekonomis yang lebih lama membuat skala aktivitas penggantian turbin semakin kecil. Aktivitas

penggantian mesin turbin yang dilakukan dengan skala penggantian yang kecil menyebabkan biaya siklus hidup pemakaian mesin turbin lebih rendah.

Perubahan harga mesin turbin yang mengalami penurunan menyebabkan umur ekonomis semakin cepat. Kondisi seperti ini dikarenakan biaya mesin turbin yang lebih rendah akan berpengaruh terhadap perhitungan nilai EUAC. Nilai EUAC yang dihasilkan akan lebih rendah dibandingkan dengan biaya marjinal untuk melakukan pemeliharaan mesin turbin. Umur ekonomis yang semakin cepat membuat aktivitas skala penggantian semakin besar. Aktivitas penggantian mesin turbin yang dilakukan dengan skala penggantian yang besar menyebabkan biaya siklus hidup pemakaian mesin turbin lebih tinggi karena sering melakukan pembelian mesin turbin. Biaya siklus hidup pemakaian mesin turbin selama umur pembangkit dikonversikan sebagai nilai NPV.

Perubahan harga awal menyebabkan nilai NPV ikut berubah. Nilai NPV dipengaruhi oleh skala penggantian, dimana skala penggantian dipengaruhi umur ekonomis. Semakin rutin melakukan penggantian mesin maka nilai investasi yang dihasilkan juga semakin tinggi. Hal ini menyebabkan nilai NPV semakin besar karena investasi yang dikeluarkan lebih banyak.

5.2.2 Pengaruh Faktor Biaya Pemeliharaan

Biaya pemeliharaan sangat berpengaruh terhadap perhitungan nilai EUAC. Biaya pemeliharaan dipengaruhi oleh pola strategi pemeliharaan. Selain itu nilai keandalan mesin juga mempengaruhi biaya pemeliharaan sehingga terdapat peluang terhadap perubahan biaya pemeliharaan sewaktu-waktu. Skenario dilakukan untuk mengetahui besaran pergerakan umur ekonomis ketika biaya pemeliharaan mengalami peningkatan atau penurunan.

Tabel 5. 3 Perubahan Biaya Operasi Sudut Pandang Perusahaan

Persentase Perubahan Biaya Pemeliharaan (%)	Umur Ekonomis	Nilai EUAC (Rp)	NPV (Rp)
50	17	6.022.485.769,99	32.629.261.441,91
40	17	5.522.755.818,05	32.629.261.441,91
30	17	5.453.000.306,72	32.629.261.441,91
20	17	4.279.268.811,06	32.629.261.441,91

10	18	7.869.774.130,86	30.105.068.454,95
-10	18	7.654.980.215,65	30.105.068.454,95
-20	18	7.440.186.300,44	30.105.068.454,95
-30	18	7.225.392.385,23	30.105.068.454,95
-40	18	6.524.332.538,23	30.105.068.454,95
-50	19	8.084.568.046,07	28.445.391.229,67

Tabel 5.3 menunjukkan perubahan harga awal untuk sudut pandang pihak perusahaan. Kenaikan biaya pemeliharaan mempengaruhi pergeseran umur ekonomis dan nilai NPV. Penurunan harga awal dengan persentase 50% menyebabkan pergeseran umur ekonomis sehingga penggantian mesin menjadi 19 tahun sekali dengan sebelumnya penggantian mesin terjadi 18 tahun sekali. Kenaikan biaya pemeliharaan 20-50% mempengaruhi pergeseran umur ekonomis dengan skala penggantian 17 tahun sekali. Kenaikan biaya pemeliharaan 10% dan penurunan 10-40% tidak mempengaruhi umur ekonomis, sehingga skala penggantian tetap seperti kondisi *existing*. Tabel 5.4 menunjukkan perubahan biaya pemeliharaan sudut pandang pihak ketiga.

Tabel 5. 4 Perubahan Biaya Operasi Sudut Pandang Orang Ketiga

Persentase Perubahan Harga Awal (%)	Umur Ekonomis	Nilai EUAC (Rp)	NPV (Rp)
50	18	4.969.601.929,25	35.426.502.540,23
40	18	4.889.292.430,75	35.426.502.540,23
30	18	4.532.911.949,61	35.426.502.540,23
20	19	6.885.945.600,42	33.128.625.664,34
10	19	6.640.057.617,26	33.128.625.664,34
-10	19	6.219.287.359,10	33.128.625.664,34
-20	19	5.627.916.828,99	33.128.625.664,34
-30	19	5.077.558.348,91	33.128.625.664,34
-40	20	7.325.305.758,66	27.344.514.257,59
-50	20	7.200.511.004,68	27.344.514.257,59

Tabel 5.4 menunjukkan perubahan harga awal untuk sudut pandang pihak ketiga. Kenaikan harga awal mempengaruhi pergeseran umur ekonomis dan nilai NPV. Kenaikan harga awal dengan presentase 30-50% menyebabkan pergeseran umur ekonomis sehingga penggantian mesin menjadi 18 tahun sekali dengan sebelumnya penggantian mesin terjadi 19 tahun sekali. Kenaikan harga

awal 10-20% dan penurunan harga awal 10-30% tidak mempengaruhi umur ekonomis. sehingga skala penggantian tetap seperti kondisi eksisting. Penurunan harga awal 40-50% mempengaruhi pergeseran umur ekonomis, sehingga skala penggantian terjadi 20 tahun sekali selama umur pembangkit.

Umur ekonomis berubah ketika biaya O&M turbin meningkat. Kondisi seperti ini dikarenakan biaya O&M yang lebih tinggi dengan biaya akuisisi yang semakin menurun, berpengaruh terhadap perhitungan nilai EUAC. Biaya O&M yang meningkat dapat mengindikasikan kerusakan mesin juga semakin besar dengan tingkat keandalan semakin menurun. Tingkat keandalan yang menurun menyebabkan umur ekonomis yang dihasilkan semakin cepat. Biaya O&M yang meningkat akan mempengaruhi perhitungan biaya marjinal. Biaya marjinal yang semakin tinggi dibandingkan dengan nilai EUAC mesin baru, menyebabkan penggantian mesin turbin lebih cepat. Umur ekonomis yang lebih cepat membuat skala aktivitas penggantian turbin semakin besar. Aktivitas penggantian mesin turbin yang dilakukan dengan skala penggantian yang besar menghasilkan biaya siklus hidup pemakaian mesin turbin lebih tinggi.

Umur ekonomis juga dapat bergeser akibat harga mesin *challenger* yang lebih mahal atau lebih murah. Saat ini harga mesin yang digunakan sebesar Rp. 30.296.868.903,65, dimana nilai dapat berubah karena adanya beberapa faktor.

5.2.3 Pengaruh Faktor Inflasi

Inflasi merupakan faktor yang tidak dapat dikontrol. Oleh karena itu, PT PJB UP Gresik perlu melakukan evaluasi pada tingkat inflasi kondisi saat ini dalam melihat pergeseran umur ekonomis. Salah satu faktor yang digunakan dalam analisa sensitivitas adalah kenaikan inflasi pada biaya O&M.

Tabel 5. 5 Perubahan Tingkat Inflasi Sudut Pandang Perusahaan

Persentase Perubahan Inflasi (%)	Umur Ekonomis	Nilai EUAC (Rp)	NPV (Rp)
7	17	4.277.385.436,13	35.426.502.540,23
6.8	17	4.321.167.588,69	35.426.502.540,23
6.4	17	4.385.243.055,59	35.426.502.540,23

6.2	17	4.474.236.015,28	35.426.502.540,23
6	18	4.683.314.215,86	33.128.625.664,34
5.8	18	5.177.906.167,79	33.128.625.664,34
5.6	18	5.265.719.016,63	33.128.625.664,34
5.4	18	5.332.829.054,11	27.344.514.257,59
5.2	19	5.478.813.181,41	27.344.514.257,59
5	19	5.614.896.973,94	27.344.514.257,59

Tabel 5.5 menunjukkan perubahan tingkat inflasi untuk sudut pandang pihak perusahaan. Tingkat inflasi mempengaruhi pergeseran umur ekonomis dan nilai NPV. Tingkat inflasi 6.2-7% menyebabkan pergeseran umur ekonomis sehingga penggantian mesin menjadi 17 tahun sekali dengan sebelumnya penggantian mesin terjadi 18 tahun sekali. Tingkat inflasi 5-5.2% mempengaruhi pergeseran umur ekonomis dengan skala penggantian 19 tahun sekali. Tingkat inflasi 5.4-6% tidak mempengaruhi umur ekonomis. sehingga skala penggantian tetap seperti kondisi *existing*. Tabel 5.6 menunjukkan perubahan biaya pemeliharaan sudut pandang pihak ketiga.

Tabel 5. 6 Perubahan Tingkat Inflasi Sudut Pandang Pihak Ketiga

Persentase Perubahan Inflasi (%)	Umur Ekonomis	Nilai EUAC (Rp)	NPV (Rp)
7	18	4.277.385.436,13	35.426.502.540,23
6.8	18	4.321.167.588,69	35.426.502.540,23
6.4	18	4.385.243.055,59	35.426.502.540,23
6.2	19	4.474.236.015,28	33.128.625.664,34
6	19	4.683.314.215,86	33.128.625.664,34
5.8	19	5.177.906.167,79	33.128.625.664,34
5.6	19	5.265.719.016,63	33.128.625.664,34
5.4	20	5.332.829.054,11	27.344.514.257,59
5.2	20	5.478.813.181,41	27.344.514.257,59
5	20	5.614.896.973,94	27.344.514.257,59

Tabel 5.6 menunjukkan perubahan tingkat inflasi untuk sudut pandang pihak perusahaan. Tingkat inflasi mempengaruhi pergeseran umur ekonomis dan nilai NPV. Tingkat inflasi 6.4-7% menyebabkan pergeseran umur ekonomis sehingga penggantian mesin menjadi 18 tahun sekali dengan sebelumnya penggantian mesin terjadi 19 tahun sekali. Tingkat inflasi 5-5.4% mempengaruhi

pergeseran umur ekonomis dengan skala penggantian 20 tahun sekali. Tingkat inflasi 5.6-6.2% tidak mempengaruhi umur ekonomis. sehingga skala penggantian tetap seperti kondisi *existing*.

Tingkat inflasi menyebabkan nilai mata uang ditahun berikutnya menurun, hal ini mengakibatkan pergeseran biaya marjinal yang semakin besar. Biaya marjinal yang semakin meningkat menyebabkan titik potong antara biaya O&M serta biaya akuisisi semakin bergeser ke kiri. Titik potong yang bergeser ke kiri menandakan umur ekonomis semakin cepat. Umur ekonomis yang semakin cepat menyebabkan skala penggantian mesin turbin selama umur pembangkit lebih besar. Skala penggantian mesin turbin yang besar menyebabkan investasi yang dikeluarkan lebih sering. Nilai NPV akan meningkat ketika skala penggantian mesin turbin dilakukan lebih besar.

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai kesimpulan dari penelitian dan pengembangan konsep berdasarkan hasil analisis dan perhitungan. Bab ini juga akan memberikan saran untuk pengembangan model terkait kepemilikan aset, di masa yang akan datang.

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan akan menjawab tujuan penelitian. kesimpulan yang didapat dari penelitian adalah sebagai berikut.

1. Penggantian turbin terjadi di tahun 2026 berdasarkan sudut pandang orang ketiga. Biaya siklus hidup mesin turbin selama umur pembangkit berdasarkan nilai NPV sebesar Rp 33.128.625.664,34. Penggantian mesin turbin dilakukan di tahun 2025 berdasarkan sudut pandang perusahaan. Biaya siklus hidup mesin turbin selama umur pembangkit berdasarkan nilai NPV sebesar Rp. 30.105.068.454,94. Nilai NPV dalam melakukan pemeliharaan turbin lebih murah dibandingkan melakukan penggantian mesin turbin.
2. Mesin turbin memiliki beberapa komponen di dalamnya. beberapa komponen tersusun secara seri. Apabila terjadi kegagalan pada salah satu komponen. maka akan menyebabkan mesin terhentu. Komponen kritis didefinisikan dengan komponen yang memiliki jumlah kegagalan terbanyak dan menyebabkan mesin terhenti. Komponen kritis pada mesin turbin adalah *Maint Stop Valve*, *Condenser 3A*, *Gland Steam Exhaust Blower 3A*, *Bar and Travelling Screen 3B*, *Circulating Water Pump 3A*, *Sea Water Booster Pump 3A*, *Sea Water Booster Pump 3B*, *Colling Water Heat Exchanger 3A*, *Colling Water Heat Exchanger 3B*, *Ferrouss Injection*, dan *Chemical Injection (Kurilex)*.
3. Variabel-variabel terkait perhitungan analisis penggantian mesin turbin adalah waktu antar kerusakan, waktu antar perbaikan, jenis kerusakan,

jumlah kerusakan, dan jumlah operator yang digunakan dalam perhitungan biaya pemeliharaan, Waktu operasi digunakan dalam perhitungan biaya konsumsi energi, Harga awal mesin dan nilai bunga untuk perhitungan *capital recovery*.

4. Harga awal mempengaruhi keputusan penggantian mesin turbin dengan melihat nilai NPV yang dikeluarkan. Biaya pemeliharaan yang semakin tinggi menyebabkan penggantian mesin semakin cepat. Kenaikan tingkat inflasi juga mempengaruhi pergeseran umur ekonomis. Semakin tinggi tingkat inflasi maka penggantian mesin semakin cepat.
5. Rekomendasi penggantian mesin turbin dapat digunakan apabila tidak adanya perubahan harga *challenger* dan tingkat inflasi sebesar 5.94%. Penggantian turbin dilakukan di tahun 2025 untuk sudut pandang perusahaan dengan skala penggantian 18 tahun sekali selama umur pemabngkit. Sedangkan untuk sudut pandang pihak ketiga penggantian dilakukan di tahun 2026 dengan skala penggantian 19 tahun sekali selama umur pemabngkit.

6.2 Saran

Saran untuk penelitian mengenai perhitungan dalam menentukan keputusan penggantian aset.

1. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan memberikan prosedur dalam menentukan penggantian mesin bagi PT PLTU UP Gresik.
2. Pencatatan untuk data masih kurang baik. hal ini akan berpengaruh dalam pengolahan data.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pengawas Keuangan dan Pembangunan, 2019. *Penyusutan Aset Tepat Pemerintah dan Permasalahannya*. [Online]
Available at: <http://www.bpkp.go.id/%20jateng/konten/1908/Penyusutan-Aset-Tetap-Pemerintah-dan-Permasalahannya.bpkp>
- Badan Pusat Statistik, 2018. *Laju Kenaikan Ekonomi Nasional*, Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Barone, A., 2019. *Financial Analysis*. [Online]
Available at: <https://www.investopedia.com/terms/a/asset.asp>
- Barringer, P., 1998. *Life Cycle Cost and Good Practices*. San Antonio, NPRA Maintenance Conference.
- Barringer, H. P. & Hotel, H., 1997. *Availability, Reliability, Maintainability, and Capability*. s.l.:s.n.
- Barringer, P., 2003. *A Life Cycle Cost Summary*. Australia, International Conference of Maintenance Societies (ICOMS 2003).
- Barringer, P. & Weber, D., 1996. *Life Cycle Cost Tutorial*. Fifth International Conference on Process Plant Reliability. Texas, Gulf Publishing Company.
- Chowdhury, B. & Raghavan, S., 2012. *Developing Life Cycle Management Plans For Power Plant Components*, U.S: North American Power Symposium.
- Davidson, J., 1988. *The Reliability of Mechanical Systems*. London: Mechanical Engineering Publications Limited for The Institution of Mechanical Engineers.
- Davis, R., 2014. *An Introduction to Asset Management*. s.l.:Blah d Blah design.
- de Jong, G. et al., n.d. Journal of Choice Modelling. *The impact of fixed and variable cost on household car ownership*, 2(2), pp. 173-199.
- Dhillon, 2010. *Life Cycle Costing for Engineers*. United States: Taylor and Francis Group.

- Dr. George E. Sliter, 2003. Life Cycle Management in the US Nuclear Power Industry. *Transactions of the 17 th International Conference on Structural Mechanics in Reactor Technology*, p. 2.
- Elsayed, E. A., 2012. *Reliability Engineering*. Second ed. USA: John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- Frankel, E. G., 1988. *System Reliability and Risk Analysis*. 2nd ed. The Netherlands: Kluwer Academic.
- Frenning, L., 2001. Pump Life Cycle Cost. *a guide to LCC analysis for pumping systemns*, p. 194.
- G. Newnan, D., G. Eschenbach, T. & P. Lavelle, J., 2004. *ENGINEERING ECONOMIC ANALYSIS*. 9 ed. New York: OXFORD UNIVERSITY PRESS.
- Galar, D., Sandborn, P. & Kumar, U., 2017. *Maintenance Costs and Life Cycle Cost Analysis*. U.S: Taylor & Francis Group.
- Ireson, W. G., Clyde, F. C., Jr. & Richard, Y. M., 1996. *Handbook of Reliability Engineering and Management*. 2nd ed. s.l.:McGraw-Hill.
- Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral Direktorat Jendral Ketenagalistrikan, 2017. *Statistika Ketenagalistrikan 2017*, Jakarta Selatan: Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral Direktorat Jendral Ketenagalistrikan.
- Kirk, S. J. & Dell'Isola, A. J., 1995. *Life Cycle Costing for Design Professionals*. Second ed. New York: McGrawHill, Inc.
- Kundi , N. U. & Ali, S. M., 2015. *Electrical and Seismic Design of Electrical Supply Substation*. Pakistan: LAP LAMBERT Academic.
- Marsudi, D., 2006. *Operasi Sistem Tenaga Listrik*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Park, C. S., 2007. *Engineering Economics*. United Stated : Pearson Prentice Hall.
- Pembangkit Listrik Jawa Bali, 2017. *Annual Report*, s.l.: s.n.
- Pujawan, I. N., 2009. *Ekonomi Teknik*. Surabaya: Guna Widya.
- Robert, C. P. & Casella, G., 2010. *Introducing Monte Carlo Methods with R*. 2nd ed. USA: Springer Science.
- Rudianto, 2012. *Pengantar Akuntansi Konsep & Teknik Penyusunan*. Jakarta: Erlangga.

- Sullivan, W. G., Wicks, E. M. & Koelling, P. C., 2003. *Engineering Economy*. United States: Pearson Prentice Hall.
- Thuesen, G. J. & Fabrycky, W. J., 2001. *Engineering Economy*. 9th ed. United States: Prentice Hall.
- Way, B., 2018. *Blocksim RENO*, UK: HBM United Kingdom Limited.
- Wikarsa, M. T., 2010. Studi Analisis Program Percepatan 10.000 MW Tahap I Pada Operasi Sistem Listrik Jawa Bali. *Sistem Tenaga Listrik*.
- Woodward, D., 1997. Information Acquisition and Application International Journal of Project Management. *Life Cycle Costing-Theory*, 6(15), pp. 335-344.
- Yangwen, L., Tremblay, J. M. & Cirillo, C., 2014. Transportation Research Part A: Policy and Practice. *An integrated model for discrete and continuous decisions with application to vehicle ownership, type and usage choices*, Volume 69, pp. 315-328.

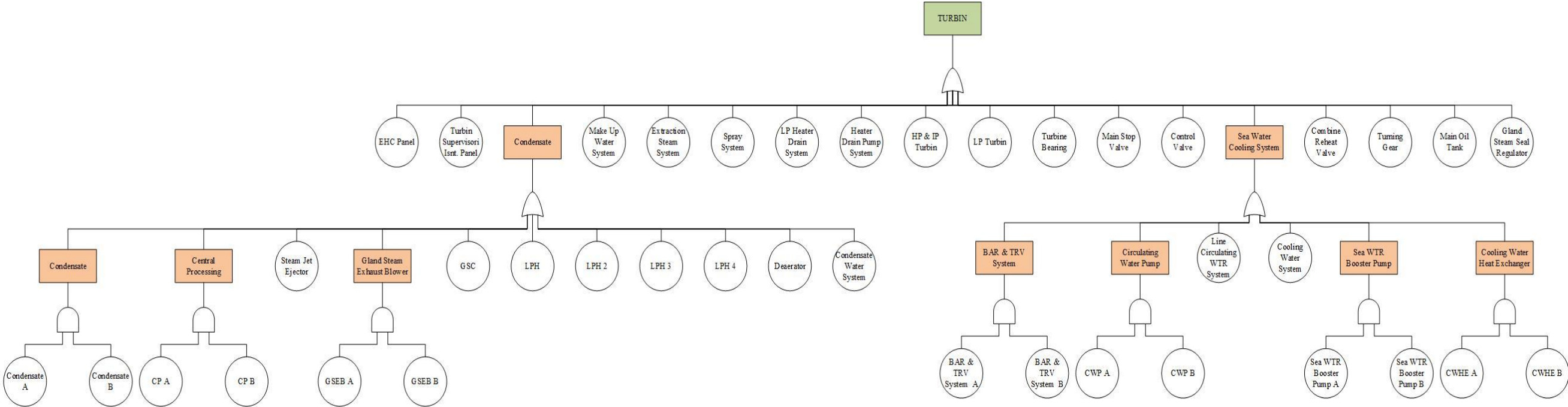
(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN

LAMPIRAN A

FAULT TREE ANALYSIS KOMPONEN TURBIN

Lampiran ini akan diberikan susunan komponen Turbin dengan menggunakan *Fault Tree Analysis*, hal ini bertujuan untuk mengetahui sub komponen kritis yang mempengaruhi komponen Turbin.



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN B

PERHITUNGAN BIAYA DAN NILAI EUAC SUDUT PANDANG ORANG KETIGA

Lampiran ini akan diberikan tabel berisik perhitungan nilai EUAC untuk komponen Turbin kritis. Tabel berisi perhitungan biaya pemeliharaan, biaya konsumsi energi, biaya operasi, dan *capital recovery*.

Perhitungan Nilai EUAC Komponen *Main Stop Valve*

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	<i>Capital Recovery</i>	EUAC
2020	Rp 38,740,168.00	Rp 20,700,494.10	Rp 162,490,662.10	Rp 162,490,662.10	Rp 5,433,836,104.82	Rp5,294,506,973.92	Rp5,456,997,636.02
2021	Rp 43,519,156.00	Rp 20,596,620.65	Rp 167,165,776.65	Rp 172,677,182.21	Rp 5,294,506,973.92	Rp3,098,414,482.23	Rp3,271,091,664.44
2022	Rp 53,110,220.00	Rp 20,626,298.78	Rp 176,786,518.78	Rp 185,134,736.74	Rp 5,155,177,843.03	Rp2,364,385,885.87	Rp2,549,520,622.62
2023	Rp 69,852,487.00	Rp 20,418,551.89	Rp 193,321,038.89	Rp 200,686,463.96	Rp 5,015,848,712.14	Rp1,996,030,149.90	Rp2,196,716,613.86
2024	Rp 41,541,278.00	Rp 20,626,298.78	Rp 165,217,576.78	Rp 207,436,327.22	Rp 4,876,519,581.25	Rp1,774,065,538.70	Rp1,981,501,865.93
2025	Rp 46,918,371.00	Rp 20,596,620.65	Rp 170,564,991.65	Rp 216,153,758.18	Rp 4,737,190,450.35	Rp1,625,394,928.12	Rp1,841,548,686.31
2026	Rp 23,400,000.00	Rp 20,774,689.42	Rp 44,174,689.42	Rp 201,618,803.43	Rp 4,597,861,319.46	Rp1,518,688,012.84	Rp1,720,306,816.27
2027	Rp 39,360,541.00	Rp 20,626,298.78	Rp 163,036,839.78	Rp 211,770,518.20	Rp 4,458,532,188.57	Rp1,438,276,877.13	Rp1,650,047,395.33

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2028	Rp 23,400,000.00	Rp 20,774,689.42	Rp 44,174,689.42	Rp 203,148,820.25	Rp 4,319,203,057.67	Rp1,375,454,536.25	Rp1,578,603,356.50
2029	Rp 33,181,560.00	Rp 20,749,957.65	Rp 156,981,517.65	Rp 213,627,639.19	Rp 4,179,873,926.78	Rp1,324,994,369.71	Rp1,538,622,008.90
2030	Rp 45,515,984.00	Rp 20,596,620.65	Rp 169,162,604.65	Rp 225,776,717.04	Rp 4,040,544,795.89	Rp1,283,568,061.07	Rp1,509,344,778.11
2031	Rp 31,693,203.00	Rp 20,749,957.65	Rp 155,493,160.65	Rp 235,964,732.67	Rp 3,901,215,665.00	Rp1,248,954,582.37	Rp1,484,919,315.04
2032	Rp 74,298,794.00	Rp 20,418,551.89	Rp 197,767,345.89	Rp 251,652,798.30	Rp 3,761,886,534.10	Rp1,219,614,276.10	Rp1,471,267,074.40
2033	Rp 76,706,743.00	Rp 20,418,551.89	Rp 200,175,294.89	Rp 267,359,925.08	Rp 3,622,557,403.21	Rp1,194,445,485.73	Rp1,461,805,410.80
2034	Rp 44,386,870.00	Rp 20,626,298.78	Rp 168,063,168.78	Rp 279,032,279.86	Rp 3,483,228,272.32	Rp1,172,638,545.33	Rp1,451,670,825.19
2035	Rp 38,860,371.00	Rp 20,626,298.78	Rp 162,536,669.78	Rp 290,156,806.47	Rp 3,343,899,141.43	Rp1,153,584,533.25	Rp1,443,741,339.72
2036	Rp 75,759,482.00	Rp 20,418,551.89	Rp 199,228,033.89	Rp 305,579,058.54	Rp 3,204,570,010.53	Rp1,136,816,239.48	Rp1,442,395,298.02
2037	Rp 78,664,450.00	Rp 20,378,981.05	Rp 202,093,431.05	Rp 321,278,820.93	Rp 3,065,240,879.64	Rp1,121,968,818.77	Rp1,443,247,639.70
2038	Rp 27,081,033.00	Rp 20,749,957.65	Rp 150,880,990.65	Rp 331,396,416.98	Rp 2,925,911,748.75	Rp1,108,752,876.23	Rp1,440,149,293.20
2039	Rp 34,000,165.00	Rp 20,700,494.10	Rp 157,750,659.10	Rp 342,455,208.27	Rp 2,786,582,617.85	Rp1,096,935,633.51	Rp1,439,390,841.78
2040	Rp 23,400,000.00	Rp 20,774,689.42	Rp 44,174,689.42	Rp 341,747,892.34	Rp 2,647,253,486.96	Rp1,086,327,481.54	Rp1,428,075,373.88
2041	Rp 51,558,005.00	Rp 20,626,298.78	Rp 175,234,303.78	Rp 355,123,144.17	Rp 2,507,924,356.07	Rp1,076,772,205.20	Rp1,431,895,349.37

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2042	Rp 41,010,075.00	Rp 20,626,298.78	Rp 164,686,373.78	Rp 367,512,278.55	Rp 2,368,595,225.18	Rp1,068,139,762.01	Rp1,435,652,040.55
2043	Rp 78,751,676.00	Rp 20,378,981.05	Rp 202,180,657.05	Rp 383,816,437.37	Rp 2,229,266,094.28	Rp1,060,320,869.23	Rp1,444,137,306.60
2044	Rp 42,528,183.00	Rp 20,626,298.78	Rp 166,204,481.78	Rp 396,559,607.17	Rp 2,089,936,963.39	Rp1,053,222,892.61	Rp1,449,782,499.78
2045	Rp 42,086,594.00	Rp 20,700,494.10	Rp 165,837,088.10	Rp 409,384,427.07	Rp 1,950,607,832.50	Rp1,046,766,685.72	Rp1,456,151,112.79
2046	Rp 30,148,489.00	Rp 20,749,957.65	Rp 153,948,446.65	Rp 421,154,873.15	Rp 1,811,278,701.61	Rp1,040,884,133.18	Rp1,462,039,006.33
2047	Rp 89,770,264.00	Rp 20,418,551.89	Rp 213,238,815.89	Rp 438,846,594.30	Rp 1,671,949,570.71	Rp1,035,516,221.14	Rp1,474,362,815.44
2048	Rp 61,964,496.00	Rp 20,418,551.89	Rp 185,433,047.89	Rp 453,885,739.98	Rp 1,532,620,439.82	Rp1,030,611,507.60	Rp1,484,497,247.58
2049	Rp 23,400,000.00	Rp 20,774,689.42	Rp 44,174,689.42	Rp 455,386,472.11	Rp 1,393,291,308.93	Rp1,026,124,898.78	Rp1,481,511,370.89
2050	Rp 68,789,772.00	Rp 20,418,551.89	Rp 192,258,323.89	Rp 471,322,229.95	Rp 1,253,962,178.03	Rp1,022,016,662.18	Rp1,493,338,892.14
2051	Rp 23,400,000.00	Rp 20,774,689.42	Rp 44,174,689.42	Rp 473,194,488.42	Rp 1,114,633,047.14	Rp1,018,251,624.30	Rp1,491,446,112.72
2052	Rp 23,400,000.00	Rp 20,774,689.42	Rp 44,174,689.42	Rp 475,261,965.81	Rp 975,303,916.25	Rp1,014,798,513.59	Rp1,490,060,479.40
2053	Rp 39,282,066.00	Rp 20,626,298.78	Rp 162,958,364.78	Rp 488,743,779.92	Rp 835,974,785.36	Rp1,011,629,418.54	Rp1,500,373,198.46
2054	Rp 33,831,002.00	Rp 20,700,494.10	Rp 157,581,496.10	Rp 501,794,622.10	Rp 696,645,654.46	Rp1,008,719,337.74	Rp1,510,513,959.84
2055	Rp 64,922,971.00	Rp 20,418,551.89	Rp 188,391,522.89	Rp 517,816,142.63	Rp 557,316,523.57	Rp1,006,045,803.89	Rp1,523,861,946.51
2056	Rp 98,333,623.00	Rp 20,378,981.05	Rp 221,762,604.05	Rp 537,018,270.44	Rp 417,987,392.68	Rp1,003,588,567.54	Rp1,540,606,837.98

Perhitungan Nilai EUAC Komponen *Gland Steam Exhaust Blower 3A*

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2020	Rp 41,546,382.00	Rp 32,489,038.25	Rp 165,635,420.25	Rp 165,635,420.25	Rp 565,102,786.06	Rp391,225,005.73	Rp556,860,425.98
2021	Rp 38,653,048.00	Rp 32,512,283.45	Rp 162,765,331.45	Rp 172,019,441.36	Rp 550,612,971.03	Rp238,736,952.35	Rp410,756,393.72
2022	Rp 33,969,639.00	Rp 32,465,793.05	Rp 158,035,432.05	Rp 177,821,082.28	Rp 536,123,156.01	Rp187,623,405.46	Rp365,444,487.73
2023	Rp 40,792,802.00	Rp 32,473,541.45	Rp 164,866,343.45	Rp 186,788,119.74	Rp 521,633,340.98	Rp161,870,060.31	Rp348,658,180.05
2024	Rp 31,227,291.00	Rp 32,512,283.45	Rp 155,339,574.45	Rp 193,445,594.83	Rp 507,143,525.95	Rp146,273,770.13	Rp339,719,364.96
2025	Rp 33,532,948.00	Rp 32,512,283.45	Rp 157,645,231.45	Rp 201,279,534.97	Rp 492,653,710.92	Rp135,766,551.32	Rp337,046,086.29
2026	Rp 32,786,374.00	Rp 32,434,799.45	Rp 156,821,173.45	Rp 209,347,139.10	Rp 478,163,895.90	Rp128,176,157.39	Rp337,523,296.48
2027	Rp 50,183,038.00	Rp 32,372,812.26	Rp 174,155,850.26	Rp 220,717,777.15	Rp 463,674,080.87	Rp122,416,224.08	Rp343,134,001.23
2028	Rp 37,991,121.00	Rp 32,372,812.26	Rp 161,963,933.26	Rp 230,030,823.49	Rp 449,184,265.84	Rp117,882,986.06	Rp347,913,809.55
2029	Rp 46,081,396.00	Rp 32,419,302.65	Rp 170,100,698.65	Rp 240,763,908.07	Rp 434,694,450.81	Rp114,213,965.13	Rp354,977,873.20
2030	Rp 28,344,709.00	Rp 32,465,793.05	Rp 152,410,502.05	Rp 249,103,894.53	Rp 420,204,635.79	Rp111,178,284.50	Rp360,282,179.03
2031	Rp 31,165,281.00	Rp 32,489,038.25	Rp 155,254,319.25	Rp 258,169,187.51	Rp 405,714,820.76	Rp108,621,827.31	Rp366,791,014.82
2032	Rp 30,281,999.00	Rp 32,496,786.65	Rp 154,378,785.65	Rp 267,398,899.65	Rp 391,225,005.73	Rp106,437,707.96	Rp373,836,607.61

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2033	Rp 32,730,633.00	Rp 32,496,786.65	Rp 156,827,419.65	Rp 277,193,789.73	Rp 376,735,190.71	Rp104,549,399.69	Rp381,743,189.42
2034	Rp 46,445,859.00	Rp 32,372,812.26	Rp 170,418,671.26	Rp 288,838,169.11	Rp 362,245,375.68	Rp102,900,612.35	Rp391,738,781.46
2035	Rp 26,790,553.00	Rp 32,496,786.65	Rp 150,887,339.65	Rp 298,336,312.64	Rp 347,755,560.65	Rp101,448,966.96	Rp399,785,279.60
2036	Rp 58,814,943.00	Rp 32,171,353.88	Rp 182,586,296.88	Rp 311,670,799.05	Rp 333,265,745.62	Rp100,161,903.73	Rp411,832,702.79
2037	Rp 39,251,712.00	Rp 32,357,315.46	Rp 163,209,027.46	Rp 322,926,800.98	Rp 318,775,930.60	Rp99,013,954.98	Rp421,940,755.95
2038	Rp 43,486,969.00	Rp 32,465,793.05	Rp 167,552,762.05	Rp 334,824,055.14	Rp 304,286,115.57	Rp97,984,879.86	Rp432,808,935.00
2039	Rp 38,587,142.00	Rp 32,473,541.45	Rp 162,660,683.45	Rp 346,347,300.81	Rp 289,796,300.54	Rp97,058,359.50	Rp443,405,660.31
2040	Rp 28,785,326.00	Rp 32,473,541.45	Rp 152,858,867.45	Rp 357,003,302.18	Rp 275,306,485.52	Rp96,221,065.41	Rp453,224,367.60
2041	Rp 38,993,659.00	Rp 32,465,793.05	Rp 163,059,452.05	Rp 368,903,087.64	Rp 260,816,670.49	Rp95,461,982.57	Rp464,365,070.21
2042	Rp 42,893,230.00	Rp 32,473,541.45	Rp 166,966,771.45	Rp 381,352,354.51	Rp 246,326,855.46	Rp94,771,909.48	Rp476,124,263.99
2043	Rp 49,886,296.00	Rp 32,233,341.07	Rp 173,719,637.07	Rp 394,620,391.61	Rp 231,837,040.43	Rp94,143,083.61	Rp488,763,475.22
2044	Rp 63,179,476.00	Rp 32,233,341.07	Rp 187,012,817.07	Rp 409,337,718.92	Rp 217,347,225.41	Rp93,568,897.00	Rp502,906,615.92
2045	Rp 28,533,270.00	Rp 32,496,786.65	Rp 152,630,056.65	Rp 420,734,897.36	Rp 202,857,410.38	Rp93,043,677.80	Rp513,778,575.16
2046	Rp 33,123,365.00	Rp 32,512,283.45	Rp 157,235,648.45	Rp 432,735,128.71	Rp 188,367,595.35	Rp92,562,520.49	Rp525,297,649.20

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,% <i>n</i>) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2047	Rp 41,297,181.00	Rp 32,434,799.45	Rp 165,331,980.45	Rp 445,660,894.30	Rp 173,877,780.33	Rp92,121,152.68	Rp537,782,046.98
2048	Rp 59,210,546.00	Rp 32,171,353.88	Rp 182,981,899.88	Rp 460,416,368.95	Rp 159,387,965.30	Rp91,715,829.51	Rp552,132,198.46
2049	Rp 23,400,000.00	Rp 32,543,277.04	Rp 55,943,277.04	Rp 463,012,311.52	Rp 144,898,150.27	Rp91,343,249.30	Rp554,355,560.81
2050	Rp 49,001,066.00	Rp 32,372,812.26	Rp 172,973,878.26	Rp 477,056,668.84	Rp 130,408,335.24	Rp91,000,485.50	Rp568,057,154.34
2051	Rp 26,203,981.00	Rp 32,496,786.65	Rp 150,300,767.65	Rp 489,027,905.14	Rp 115,918,520.22	Rp90,684,931.45	Rp579,712,836.59
2052	Rp 33,649,121.00	Rp 32,171,353.88	Rp 157,420,474.88	Rp 501,782,430.04	Rp 101,428,705.19	Rp90,394,255.12	Rp592,176,685.16
2053	Rp 43,074,291.00	Rp 32,419,302.65	Rp 167,093,593.65	Rp 515,547,451.75	Rp 86,938,890.16	Rp90,126,361.79	Rp605,673,813.54
2054	Rp 42,472,496.00	Rp 32,419,302.65	Rp 166,491,798.65	Rp 529,339,311.41	Rp 72,449,075.14	Rp89,879,363.12	Rp619,218,674.54
2055	Rp 31,839,008.00	Rp 32,496,786.65	Rp 155,935,794.65	Rp 542,219,589.75	Rp 57,959,260.11	Rp89,651,551.24	Rp631,871,140.99
2056	Rp 31,731,488.00	Rp 32,496,786.65	Rp 155,828,274.65	Rp 555,172,131.08	Rp 43,469,445.08	Rp89,441,376.96	Rp644,613,508.04

Perhitungan Nilai EUAC Komponen *Gland Steam Exhaust Blower 3A*

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2020	Rp 37,522,989.00	Rp 28,818,987.72	Rp 260,991,976.72	Rp 260,991,976.72	Rp 621,875,054.29	Rp430,528,883.74	Rp691,520,860.46
2021	Rp 25,016,338.00	Rp 28,818,987.72	Rp 248,485,325.72	Rp 266,869,063.18	Rp 605,929,540.08	Rp262,721,329.41	Rp529,590,392.59
2022	Rp 26,435,186.00	Rp 28,784,654.88	Rp 249,869,840.88	Rp 277,586,115.84	Rp 589,984,025.86	Rp206,472,730.86	Rp484,058,846.70
2023	Rp 33,347,350.00	Rp 28,812,121.15	Rp 256,809,471.15	Rp 291,425,221.69	Rp 574,038,511.65	Rp178,132,111.58	Rp469,557,333.28
2024	Rp 27,596,331.00	Rp 28,798,388.02	Rp 251,044,719.02	Rp 303,895,017.67	Rp 558,092,997.44	Rp160,968,961.72	Rp464,863,979.39
2025	Rp 33,719,943.00	Rp 28,836,154.14	Rp 257,206,097.14	Rp 318,195,633.41	Rp 542,147,483.23	Rp149,406,149.74	Rp467,601,783.15
2026	Rp 25,335,155.00	Rp 28,825,854.29	Rp 248,811,009.29	Rp 331,117,108.85	Rp 526,201,969.01	Rp141,053,197.40	Rp472,170,306.25
2027	Rp 23,400,000.00	Rp 28,839,587.43	Rp 52,239,587.43	Rp 311,064,715.06	Rp 510,256,454.80	Rp134,714,600.38	Rp445,779,315.43
2028	Rp 27,858,381.00	Rp 28,777,788.31	Rp 251,286,169.31	Rp 327,824,528.94	Rp 494,310,940.59	Rp129,725,936.89	Rp457,550,465.82
2029	Rp 23,400,000.00	Rp 28,839,587.43	Rp 52,239,587.43	Rp 314,983,915.13	Rp 478,365,426.38	Rp125,688,312.85	Rp440,672,227.98
2030	Rp 29,654,307.00	Rp 28,822,421.01	Rp 253,126,728.01	Rp 333,415,653.72	Rp 462,419,912.16	Rp122,347,656.77	Rp455,763,310.49
2031	Rp 24,851,665.00	Rp 28,829,287.57	Rp 248,330,952.57	Rp 350,956,645.03	Rp 446,474,397.95	Rp119,534,368.65	Rp470,491,013.68
2032	Rp 23,400,000.00	Rp 28,839,587.43	Rp 52,239,587.43	Rp 343,330,798.41	Rp 430,528,883.74	Rp117,130,824.77	Rp460,461,623.19

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2033	Rp 31,094,741.00	Rp 28,825,854.29	Rp 254,570,595.29	Rp 362,473,470.74	Rp 414,583,369.53	Rp115,052,810.23	Rp477,526,280.97
2034	Rp 28,651,287.00	Rp 28,770,921.74	Rp 252,072,208.74	Rp 381,193,139.17	Rp 398,637,855.31	Rp113,238,379.76	Rp494,431,518.93
2035	Rp 28,203,778.00	Rp 28,836,154.14	Rp 251,689,932.14	Rp 399,835,231.10	Rp 382,692,341.10	Rp111,640,896.82	Rp511,476,127.92
2036	Rp 23,400,000.00	Rp 28,839,587.43	Rp 52,239,587.43	Rp 395,894,007.54	Rp 366,746,826.89	Rp110,224,530.58	Rp506,118,538.12
2037	Rp 34,224,902.00	Rp 28,812,121.15	Rp 257,687,023.15	Rp 415,775,451.25	Rp 350,801,312.68	Rp108,961,254.74	Rp524,736,705.99
2038	Rp 33,217,612.00	Rp 28,825,854.29	Rp 256,693,466.29	Rp 435,545,525.10	Rp 334,855,798.46	Rp107,828,795.02	Rp543,374,320.12
2039	Rp 23,400,000.00	Rp 28,839,587.43	Rp 52,239,587.43	Rp 433,519,283.97	Rp 318,910,284.25	Rp106,809,193.07	Rp540,328,477.04
2040	Rp 34,757,253.00	Rp 28,812,121.15	Rp 258,219,374.15	Rp 453,888,043.84	Rp 302,964,770.04	Rp105,887,781.39	Rp559,775,825.24
2041	Rp 31,095,807.00	Rp 28,805,254.59	Rp 254,551,061.59	Rp 473,913,231.22	Rp 287,019,255.83	Rp105,052,438.35	Rp578,965,669.56
2042	Rp 36,185,045.00	Rp 28,836,154.14	Rp 259,671,199.14	Rp 494,529,517.02	Rp 271,073,741.61	Rp104,293,038.02	Rp598,822,555.05
2043	Rp 30,303,339.00	Rp 28,812,121.15	Rp 253,765,460.15	Rp 514,617,843.14	Rp 255,128,227.40	Rp103,601,038.03	Rp618,218,881.17
2044	Rp 33,118,669.00	Rp 28,812,121.15	Rp 256,580,790.15	Rp 535,082,454.50	Rp 239,182,713.19	Rp102,969,166.56	Rp638,051,621.05
2045	Rp 37,963,193.00	Rp 28,825,854.29	Rp 261,439,047.29	Rp 556,125,645.52	Rp 223,237,198.98	Rp102,391,181.94	Rp658,516,827.46
2046	Rp 37,692,355.00	Rp 28,784,654.88	Rp 261,127,009.88	Rp 577,232,444.72	Rp 207,291,684.76	Rp101,861,685.83	Rp679,094,130.55

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2047	Rp 33,613,822.00	Rp 28,818,987.72	Rp 257,082,809.72	Rp 598,044,031.24	Rp 191,346,170.55	Rp101,375,976.61	Rp699,420,007.85
2048	Rp 33,930,883.00	Rp 28,832,720.86	Rp 257,413,603.86	Rp 618,996,035.72	Rp 175,400,656.34	Rp100,929,933.21	Rp719,925,968.93
2049	Rp 30,874,479.00	Rp 28,832,720.86	Rp 254,357,199.86	Rp 639,762,114.74	Rp 159,455,142.13	Rp100,519,922.25	Rp740,282,036.99
2050	Rp 36,098,677.00	Rp 28,822,421.01	Rp 259,571,098.01	Rp 661,140,179.89	Rp 143,509,627.91	Rp100,142,723.16	Rp761,282,903.05
2051	Rp 34,119,422.00	Rp 28,829,287.57	Rp 257,598,709.57	Rp 682,435,522.54	Rp 127,564,113.70	Rp99,795,467.41	Rp782,230,989.95
2052	Rp 23,400,000.00	Rp 28,839,587.43	Rp 52,239,587.43	Rp 684,327,700.46	Rp 111,618,599.49	Rp99,475,588.68	Rp783,803,289.13
2053	Rp 37,273,802.00	Rp 28,822,421.01	Rp 260,746,223.01	Rp 706,209,792.01	Rp 95,673,085.28	Rp99,180,781.82	Rp805,390,573.83
2054	Rp 35,459,418.00	Rp 28,784,654.88	Rp 258,894,072.88	Rp 728,008,313.46	Rp 79,727,571.06	Rp98,908,968.77	Rp826,917,282.24
2055	Rp 23,400,000.00	Rp 28,839,587.43	Rp 52,239,587.43	Rp 730,482,352.50	Rp 63,782,056.85	Rp98,658,270.09	Rp829,140,622.59
2056	Rp 30,479,704.00	Rp 28,770,921.74	Rp 253,900,625.74	Rp 752,050,276.59	Rp 47,836,542.64	Rp98,426,980.94	Rp850,477,257.53

Perhitungan Nilai EUAC Komponen *Bar And Travelling Screen 3B*

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2020	Rp 35,483,798.00	Rp 24,508,196.31	Rp 254,641,994.31	Rp 254,641,994.31	Rp 493,380,003.67	Rp480,729,234.35	Rp735,371,228.66
2021	Rp 23,400,000.00	Rp 24,566,688.42	Rp 47,966,688.42	Rp 158,509,310.00	Rp 480,729,234.35	Rp281,329,013.08	Rp439,838,323.09
2022	Rp 26,199,950.00	Rp 24,537,442.37	Rp 245,387,392.37	Rp 200,324,849.21	Rp 468,078,465.02	Rp214,680,880.06	Rp415,005,729.26
2023	Rp 33,980,932.00	Rp 24,543,291.58	Rp 253,174,223.58	Rp 229,768,943.66	Rp 455,427,695.70	Rp181,235,014.03	Rp411,003,957.69
2024	Rp 23,400,000.00	Rp 24,566,688.42	Rp 47,966,688.42	Rp 203,636,543.68	Rp 442,776,926.37	Rp161,081,130.37	Rp364,717,674.05
2025	Rp 23,400,000.00	Rp 24,566,688.42	Rp 47,966,688.42	Rp 187,256,022.59	Rp 430,126,157.05	Rp147,582,175.86	Rp334,838,198.45
2026	Rp 27,116,485.00	Rp 24,531,593.15	Rp 246,298,078.15	Rp 213,510,007.79	Rp 417,475,387.72	Rp137,893,429.78	Rp351,403,437.57
2027	Rp 25,956,159.00	Rp 24,543,291.58	Rp 245,149,450.58	Rp 236,614,196.67	Rp 404,824,618.40	Rp130,592,280.89	Rp367,206,477.56
2028	Rp 23,400,000.00	Rp 24,566,688.42	Rp 47,966,688.42	Rp 226,761,582.98	Rp 392,173,849.07	Rp124,888,154.71	Rp351,649,737.69
2029	Rp 23,400,000.00	Rp 24,566,688.42	Rp 47,966,688.42	Rp 219,630,026.68	Rp 379,523,079.75	Rp120,306,485.95	Rp339,936,512.63
2030	Rp 30,022,678.00	Rp 24,508,196.31	Rp 249,180,874.31	Rp 242,655,073.40	Rp 366,872,310.42	Rp116,545,071.01	Rp359,200,144.40
2031	Rp 35,261,194.00	Rp 24,543,291.58	Rp 254,454,485.58	Rp 265,257,339.42	Rp 354,221,541.10	Rp113,402,245.59	Rp378,659,585.00
2032	Rp 33,556,667.00	Rp 24,531,593.15	Rp 252,738,260.15	Rp 286,786,099.57	Rp 341,570,771.77	Rp110,738,212.27	Rp397,524,311.84

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2033	Rp 32,013,279.00	Rp 24,508,196.31	Rp 251,171,475.31	Rp 307,530,560.69	Rp 328,920,002.45	Rp108,452,943.15	Rp415,983,503.83
2034	Rp 40,497,788.00	Rp 24,531,593.15	Rp 259,679,381.15	Rp 328,888,711.54	Rp 316,269,233.12	Rp106,472,922.38	Rp435,361,633.92
2035	Rp 37,643,962.00	Rp 24,531,593.15	Rp 256,825,555.15	Rp 349,582,479.52	Rp 303,618,463.80	Rp104,742,861.26	Rp454,325,340.78
2036	Rp 23,400,000.00	Rp 24,566,688.42	Rp 47,966,688.42	Rp 346,396,444.53	Rp 290,967,694.47	Rp103,220,338.19	Rp449,616,782.72
2037	Rp 32,235,056.00	Rp 24,519,894.73	Rp 251,404,950.73	Rp 366,667,040.35	Rp 278,316,925.15	Rp101,872,226.04	Rp468,539,266.39
2038	Rp 30,883,789.00	Rp 24,549,140.79	Rp 250,082,929.79	Rp 386,678,603.53	Rp 265,666,155.82	Rp100,672,248.41	Rp487,350,851.94
2039	Rp 34,419,010.00	Rp 24,554,990.00	Rp 253,624,000.00	Rp 407,009,685.55	Rp 253,015,386.50	Rp99,599,269.55	Rp506,608,955.10
2040	Rp 23,400,000.00	Rp 24,566,688.42	Rp 47,966,688.42	Rp 405,692,334.00	Rp 240,364,617.17	Rp98,636,073.39	Rp504,328,407.39
2041	Rp 36,333,667.00	Rp 24,531,593.15	Rp 255,515,260.15	Rp 426,492,435.80	Rp 227,713,847.85	Rp97,768,475.95	Rp524,260,911.75
2042	Rp 27,584,290.00	Rp 24,554,990.00	Rp 246,789,280.00	Rp 446,386,576.97	Rp 215,063,078.52	Rp96,984,669.68	Rp543,371,246.65
2043	Rp 23,400,000.00	Rp 24,566,688.42	Rp 47,966,688.42	Rp 446,195,855.48	Rp 202,412,309.20	Rp96,274,731.93	Rp542,470,587.41
2044	Rp 23,400,000.00	Rp 24,566,688.42	Rp 47,966,688.42	Rp 446,462,901.62	Rp 189,761,539.87	Rp95,630,251.74	Rp542,093,153.36
2045	Rp 33,953,194.00	Rp 24,560,839.21	Rp 253,164,033.21	Rp 467,496,587.47	Rp 177,110,770.55	Rp95,044,042.79	Rp562,540,630.26
2046	Rp 35,609,428.00	Rp 24,531,593.15	Rp 254,791,021.15	Rp 488,711,690.82	Rp 164,460,001.22	Rp94,509,920.35	Rp583,221,611.17

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%,n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2047	Rp 34,311,927.00	Rp 24,554,990.00	Rp 253,516,917.00	Rp 509,834,520.47	Rp 151,809,231.90	Rp94,022,526.10	Rp603,857,046.57
2048	Rp 25,739,446.00	Rp 24,543,291.58	Rp 244,932,737.58	Rp 530,169,042.56	Rp 139,158,462.57	Rp93,577,189.23	Rp623,746,231.79
2049	Rp 36,991,531.00	Rp 24,531,593.15	Rp 256,173,124.15	Rp 551,650,242.82	Rp 126,507,693.25	Rp93,169,815.31	Rp644,820,058.13
2050	Rp 32,371,985.00	Rp 24,531,593.15	Rp 251,553,578.15	Rp 572,743,664.23	Rp 113,856,923.92	Rp92,796,796.74	Rp665,540,460.97
2051	Rp 36,952,579.00	Rp 24,508,196.31	Rp 256,110,775.31	Rp 594,336,497.48	Rp 101,206,154.60	Rp92,454,939.83	Rp686,791,437.32
2052	Rp 33,311,861.00	Rp 24,543,291.58	Rp 252,505,152.58	Rp 615,650,189.31	Rp 88,555,385.27	Rp92,141,405.21	Rp707,791,594.51
2053	Rp 28,638,051.00	Rp 24,554,990.00	Rp 247,843,041.00	Rp 636,591,251.08	Rp 75,904,615.95	Rp91,853,658.56	Rp728,444,909.64
2054	Rp 23,400,000.00	Rp 24,566,688.42	Rp 47,966,688.42	Rp 638,763,918.70	Rp 63,253,846.62	Rp91,589,429.82	Rp730,353,348.52
2055	Rp 33,562,742.00	Rp 24,543,291.58	Rp 252,756,033.58	Rp 660,374,474.62	Rp 50,603,077.30	Rp91,346,679.00	Rp751,721,153.62
2056	Rp 23,400,000.00	Rp 24,566,688.42	Rp 47,966,688.42	Rp 662,866,311.13	Rp 37,952,307.97	Rp91,123,567.51	Rp753,989,878.64

Perhitungan Nilai EUAC Komponen *Circulating Water Pump 3A*

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2020	Rp 170,849,611.00	Rp 14,052,525.55	Rp 276,502,136.55	Rp 276,502,136.55	Rp 365,892,903.68	Rp356,511,034.35	Rp633,013,170.90
2021	Rp 143,673,846.00	Rp 14,052,525.55	Rp 249,326,371.55	Rp 275,433,980.43	Rp 356,511,034.35	Rp208,634,903.56	Rp484,068,883.99
2022	Rp 23,400,000.00	Rp 14,297,627.74	Rp 37,697,627.74	Rp 206,002,001.32	Rp 347,129,165.03	Rp159,208,338.36	Rp365,210,339.68
2023	Rp 43,317,275.00	Rp 14,175,076.64	Rp 149,092,351.64	Rp 204,373,024.53	Rp 337,747,295.70	Rp134,404,728.68	Rp338,777,753.21
2024	Rp 130,159,129.00	Rp 14,093,375.91	Rp 235,852,504.91	Rp 227,458,416.73	Rp 328,365,426.38	Rp119,458,514.90	Rp346,916,931.62
2025	Rp 23,400,000.00	Rp 14,297,627.74	Rp 37,697,627.74	Rp 205,846,903.15	Rp 318,983,557.05	Rp109,447,627.50	Rp315,294,530.64
2026	Rp 23,400,000.00	Rp 14,297,627.74	Rp 37,697,627.74	Rp 191,188,871.15	Rp 309,601,687.73	Rp102,262,408.38	Rp293,451,279.53
2027	Rp 103,914,518.00	Rp 14,256,777.37	Rp 209,771,295.37	Rp 210,216,343.03	Rp 300,219,818.40	Rp96,847,842.43	Rp307,064,185.46
2028	Rp 78,292,306.00	Rp 14,284,010.95	Rp 184,176,316.95	Rp 223,809,057.26	Rp 290,837,949.08	Rp92,617,635.95	Rp316,426,693.21
2029	Rp 101,242,999.00	Rp 14,243,160.58	Rp 207,086,159.58	Rp 240,404,541.24	Rp 281,456,079.75	Rp89,219,849.10	Rp329,624,390.33
2030	Rp 210,759,206.00	Rp 13,821,040.15	Rp 316,180,246.15	Rp 271,686,196.97	Rp 272,074,210.43	Rp86,430,366.30	Rp358,116,563.26
2031	Rp 112,585,542.00	Rp 14,052,525.55	Rp 218,238,067.55	Rp 288,098,833.61	Rp 262,692,341.10	Rp84,099,632.36	Rp372,198,465.97
2032	Rp 82,984,429.00	Rp 14,175,076.64	Rp 188,759,505.64	Rp 300,508,119.89	Rp 253,310,471.78	Rp82,123,972.87	Rp382,632,092.76

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2033	Rp 50,077,975.00	Rp 14,263,585.77	Rp 155,941,560.77	Rp 309,010,160.39	Rp 243,928,602.45	Rp80,429,206.66	Rp389,439,367.05
2034	Rp 23,400,000.00	Rp 14,297,627.74	Rp 37,697,627.74	Rp 303,790,124.91	Rp 234,546,733.13	Rp78,960,814.06	Rp382,750,938.97
2035	Rp 61,938,569.00	Rp 14,256,777.37	Rp 167,795,346.37	Rp 314,837,014.00	Rp 225,164,863.80	Rp77,677,792.70	Rp392,514,806.69
2036	Rp 70,679,339.00	Rp 14,284,010.95	Rp 176,563,349.95	Rp 327,081,938.10	Rp 215,782,994.48	Rp76,548,682.51	Rp403,630,620.62
2037	Rp 145,998,918.00	Rp 14,052,525.55	Rp 251,651,443.55	Rp 347,803,428.00	Rp 206,401,125.15	Rp75,548,916.27	Rp423,352,344.28
2038	Rp 23,400,000.00	Rp 14,297,627.74	Rp 37,697,627.74	Rp 345,101,899.62	Rp 197,019,255.83	Rp74,659,007.29	Rp419,760,906.91
2039	Rp 84,228,947.00	Rp 14,284,010.95	Rp 190,112,957.95	Rp 359,377,092.40	Rp 187,637,386.50	Rp73,863,281.18	Rp433,240,373.58
2040	Rp 116,235,289.00	Rp 14,256,777.37	Rp 222,092,066.37	Rp 377,106,826.13	Rp 178,255,517.18	Rp73,148,970.43	Rp450,255,796.56
2041	Rp 78,355,787.00	Rp 14,270,394.16	Rp 184,226,181.16	Rp 390,918,800.73	Rp 168,873,647.85	Rp72,505,556.14	Rp463,424,356.87
2042	Rp 129,039,212.00	Rp 14,134,226.28	Rp 234,773,438.28	Rp 410,030,489.63	Rp 159,491,778.53	Rp71,924,281.76	Rp481,954,771.39
2043	Rp 45,429,732.00	Rp 14,256,777.37	Rp 151,286,509.37	Rp 420,704,650.12	Rp 150,109,909.20	Rp71,397,788.63	Rp492,102,438.76
2044	Rp 160,341,439.00	Rp 13,916,357.66	Rp 265,857,796.66	Rp 443,053,295.72	Rp 140,728,039.88	Rp70,919,839.13	Rp513,973,134.85
2045	Rp 23,400,000.00	Rp 14,297,627.74	Rp 37,697,627.74	Rp 442,736,296.04	Rp 131,346,170.55	Rp70,485,103.84	Rp513,221,399.89
2046	Rp 23,400,000.00	Rp 14,297,627.74	Rp 37,697,627.74	Rp 442,790,389.27	Rp 121,964,301.23	Rp70,088,996.16	Rp512,879,385.43

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2047	Rp 127,261,865.00	Rp 14,134,226.28	Rp 232,996,091.28	Rp 462,250,848.68	Rp 112,582,431.90	Rp69,727,542.32	Rp531,978,391.00
2048	Rp 66,748,498.00	Rp 14,215,927.01	Rp 172,564,425.01	Rp 475,883,943.93	Rp 103,200,562.58	Rp69,397,278.42	Rp545,281,222.35
2049	Rp 123,621,540.00	Rp 14,134,226.28	Rp 229,355,766.28	Rp 495,109,006.63	Rp 93,818,693.25	Rp69,095,168.04	Rp564,204,174.66
2050	Rp 93,985,815.00	Rp 14,215,927.01	Rp 199,801,742.01	Rp 511,549,897.33	Rp 84,436,823.92	Rp68,818,535.73	Rp580,368,433.06
2051	Rp 74,145,498.00	Rp 14,106,992.70	Rp 179,852,490.70	Rp 526,169,729.52	Rp 75,054,954.60	Rp68,565,013.06	Rp594,734,742.58
2052	Rp 72,856,849.00	Rp 14,263,585.77	Rp 178,720,434.77	Rp 540,780,622.97	Rp 65,673,085.27	Rp68,332,494.32	Rp609,113,117.29
2053	Rp 120,132,846.00	Rp 14,134,226.28	Rp 225,867,072.28	Rp 559,947,480.90	Rp 56,291,215.95	Rp68,119,100.07	Rp628,066,580.97
2054	Rp 23,400,000.00	Rp 14,297,627.74	Rp 37,697,627.74	Rp 561,434,945.18	Rp 46,909,346.62	Rp67,923,146.81	Rp629,358,091.99
2055	Rp 29,781,293.00	Rp 14,277,202.55	Rp 135,658,495.55	Rp 572,302,909.21	Rp 37,527,477.30	Rp67,743,121.68	Rp640,046,030.88
2056	Rp 44,245,872.00	Rp 14,256,777.37	Rp 150,102,649.37	Rp 584,628,017.30	Rp 28,145,607.97	Rp67,577,661.16	Rp652,205,678.46

Perhitungan Nilai EUAC Komponen *Sea Water Booster Pump 3A*

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2020	Rp 105,261,516.00	Rp 14,243,160.58	Rp 148,129,676.58	Rp 148,129,676.58	Rp 1,124,147,830.00	Rp778,256,190.00	Rp926,385,866.58
2021	Rp 101,248,414.00	Rp 14,256,777.37	Rp 144,130,191.37	Rp 153,088,502.26	Rp 1,095,323,526.67	Rp474,914,712.06	Rp628,003,214.33
2022	Rp 190,273,772.00	Rp 14,181,885.04	Rp 233,080,657.04	Rp 192,042,910.95	Rp 1,066,499,223.33	Rp373,235,541.05	Rp565,278,452.00
2023	Rp 165,833,681.00	Rp 14,195,501.82	Rp 208,654,182.82	Rp 210,503,545.81	Rp 1,037,674,920.00	Rp322,004,919.33	Rp532,508,465.14
2024	Rp 115,095,808.00	Rp 14,270,394.16	Rp 157,991,202.16	Rp 213,912,396.32	Rp 1,008,850,616.67	Rp290,979,526.79	Rp504,891,923.12
2025	Rp 140,499,289.00	Rp 14,215,927.01	Rp 183,340,216.01	Rp 224,457,104.38	Rp 980,026,313.33	Rp270,077,723.59	Rp494,534,827.98
2026	Rp 135,646,741.00	Rp 14,236,352.19	Rp 178,508,093.19	Rp 234,131,313.03	Rp 951,202,010.00	Rp254,978,302.60	Rp489,109,615.63
2027	Rp 181,713,658.00	Rp 14,154,651.46	Rp 224,493,309.46	Rp 251,912,410.24	Rp 922,377,706.67	Rp243,520,180.84	Rp495,432,591.08
2028	Rp 119,670,835.00	Rp 14,249,968.98	Rp 162,545,803.98	Rp 259,020,118.21	Rp 893,553,403.33	Rp234,502,299.84	Rp493,522,418.05
2029	Rp 184,399,872.00	Rp 14,093,375.91	Rp 227,118,247.91	Rp 276,370,024.92	Rp 864,729,100.00	Rp227,203,588.85	Rp503,573,613.76
2030	Rp 122,482,391.00	Rp 14,266,989.96	Rp 165,374,380.96	Rp 284,603,102.11	Rp 835,904,796.67	Rp221,164,769.21	Rp505,767,871.32
2031	Rp 119,632,997.00	Rp 14,243,160.58	Rp 162,501,157.58	Rp 292,975,216.29	Rp 807,080,493.33	Rp216,079,259.34	Rp509,054,475.62
2032	Rp 174,174,227.00	Rp 14,164,864.05	Rp 216,964,091.05	Rp 308,795,287.15	Rp 778,256,190.00	Rp211,734,433.77	Rp520,529,720.92

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2033	Rp 100,093,320.00	Rp 14,273,798.36	Rp 142,992,118.36	Rp 315,403,058.26	Rp 749,431,886.67	Rp207,978,059.37	Rp523,381,117.63
2034	Rp 128,575,129.00	Rp 14,236,352.19	Rp 171,436,481.19	Rp 325,966,497.94	Rp 720,607,583.33	Rp204,698,159.22	Rp530,664,657.16
2035	Rp 149,722,009.00	Rp 14,215,927.01	Rp 192,562,936.01	Rp 339,274,433.10	Rp 691,783,280.00	Rp201,810,429.66	Rp541,084,862.76
2036	Rp 106,154,507.00	Rp 14,270,394.16	Rp 149,049,901.16	Rp 347,798,501.89	Rp 662,958,976.67	Rp199,250,100.17	Rp547,048,602.06
2037	Rp 134,058,127.00	Rp 14,229,543.80	Rp 176,912,670.80	Rp 359,781,204.60	Rp 634,134,673.33	Rp196,966,508.35	Rp556,747,712.95
2038	Rp 125,373,028.00	Rp 14,229,543.80	Rp 168,227,571.80	Rp 371,031,408.22	Rp 605,310,370.00	Rp194,919,389.51	Rp565,950,797.73
2039	Rp 104,760,884.00	Rp 14,270,394.16	Rp 147,656,278.16	Rp 380,320,294.54	Rp 576,486,066.67	Rp193,076,280.82	Rp573,396,575.36
2040	Rp 141,673,093.00	Rp 14,239,756.39	Rp 184,537,849.39	Rp 393,775,364.03	Rp 547,661,763.33	Rp191,410,668.20	Rp585,186,032.23
2041	Rp 93,012,743.00	Rp 14,290,819.34	Rp 135,928,562.34	Rp 402,348,282.82	Rp 518,837,460.00	Rp189,900,639.67	Rp592,248,922.49
2042	Rp 132,174,824.00	Rp 14,246,564.78	Rp 175,046,388.78	Rp 415,203,934.94	Rp 490,013,156.67	Rp188,527,890.88	Rp603,731,825.82
2043	Rp 157,803,832.00	Rp 14,185,289.23	Rp 200,614,121.23	Rp 430,810,684.08	Rp 461,188,853.33	Rp187,276,979.97	Rp618,087,664.05
2044	Rp 111,079,639.00	Rp 14,256,777.37	Rp 153,961,416.37	Rp 441,849,835.79	Rp 432,364,550.00	Rp186,134,761.87	Rp627,984,597.67
2045	Rp 90,000,000.00	Rp 14,297,627.74	Rp 104,297,627.74	Rp 448,152,942.26	Rp 403,540,246.67	Rp185,089,953.67	Rp633,242,895.93
2046	Rp 104,380,354.00	Rp 14,290,819.34	Rp 147,296,173.34	Rp 458,948,561.44	Rp 374,715,943.33	Rp184,132,796.93	Rp643,081,358.37

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2047	Rp 176,009,250.00	Rp 14,164,864.05	Rp 218,799,114.05	Rp 476,901,826.47	Rp 345,891,640.00	Rp183,254,792.64	Rp660,156,619.11
2048	Rp 120,265,858.00	Rp 14,256,777.37	Rp 163,147,635.37	Rp 489,522,679.91	Rp 317,067,336.67	Rp182,448,491.25	Rp671,971,171.16
2049	Rp 177,926,948.00	Rp 14,181,885.04	Rp 220,733,833.04	Rp 507,833,367.35	Rp 288,243,033.33	Rp181,707,324.78	Rp689,540,692.13
2050	Rp 206,329,917.00	Rp 14,144,438.87	Rp 249,099,355.87	Rp 528,932,241.90	Rp 259,418,730.00	Rp181,025,471.52	Rp709,957,713.42
2051	Rp 149,811,319.00	Rp 14,154,651.46	Rp 192,590,970.46	Rp 544,681,272.26	Rp 230,594,426.67	Rp180,397,746.07	Rp725,079,018.33
2052	Rp 180,499,161.00	Rp 14,181,885.04	Rp 223,306,046.04	Rp 563,444,483.76	Rp 201,770,123.33	Rp179,819,509.37	Rp743,263,993.13
2053	Rp 123,324,213.00	Rp 14,229,543.80	Rp 166,178,756.80	Rp 576,871,757.40	Rp 172,945,820.00	Rp179,286,594.46	Rp756,158,351.85
2054	Rp 185,462,304.00	Rp 14,164,864.05	Rp 228,252,168.05	Rp 596,259,088.90	Rp 144,121,516.67	Rp178,795,244.88	Rp775,054,333.78
2055	Rp 129,175,262.00	Rp 14,236,352.19	Rp 172,036,614.19	Rp 610,428,293.81	Rp 115,297,213.33	Rp178,342,063.19	Rp788,770,357.00
2056	Rp 163,684,135.00	Rp 14,195,501.82	Rp 206,504,636.82	Rp 627,920,696.44	Rp 86,472,910.00	Rp177,923,967.65	Rp805,844,664.09

Perhitungan Nilai EUAC Komponen *Sea Water Booster Pump 3B*

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,% ,n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2020	Rp 85,331,946.00	Rp 14,052,525.55	Rp 128,009,471.55	Rp 128,009,471.55	Rp 297,512,781.38	Rp289,884,248.53	Rp417,893,720.08
2021	Rp 72,776,096.00	Rp 14,025,291.97	Rp 115,426,387.97	Rp 127,514,021.65	Rp 289,884,248.53	Rp169,644,040.18	Rp297,158,061.83
2022	Rp 47,680,730.00	Rp 14,229,543.80	Rp 90,535,273.80	Rp 122,086,124.26	Rp 282,255,715.67	Rp129,454,589.28	Rp251,540,713.54
2023	Rp 45,456,423.00	Rp 14,277,202.55	Rp 88,358,625.55	Rp 121,120,644.05	Rp 274,627,182.82	Rp109,286,417.58	Rp230,407,061.64
2024	Rp 54,984,487.00	Rp 14,209,118.61	Rp 97,818,605.61	Rp 124,739,843.81	Rp 266,998,649.96	Rp97,133,436.23	Rp221,873,280.04
2025	Rp 74,234,242.00	Rp 14,195,501.82	Rp 117,054,743.82	Rp 133,005,942.23	Rp 259,370,117.10	Rp88,993,439.73	Rp221,999,381.97
2026	Rp 58,029,498.00	Rp 14,277,202.55	Rp 100,931,700.55	Rp 137,833,590.24	Rp 251,741,584.25	Rp83,151,034.75	Rp220,984,624.98
2027	Rp 43,290,987.00	Rp 14,277,202.55	Rp 86,193,189.55	Rp 140,468,501.66	Rp 244,113,051.39	Rp78,748,373.31	Rp219,216,874.97
2028	Rp 41,528,813.00	Rp 14,175,076.64	Rp 84,328,889.64	Rp 143,436,065.34	Rp 236,484,518.54	Rp75,308,731.59	Rp218,744,796.94
2029	Rp 60,143,366.00	Rp 14,270,394.16	Rp 103,038,760.16	Rp 149,680,734.34	Rp 228,855,985.68	Rp72,545,942.25	Rp222,226,676.59
2030	Rp 26,843,282.00	Rp 14,290,819.34	Rp 69,759,101.34	Rp 151,367,428.36	Rp 221,227,452.82	Rp70,277,773.67	Rp221,645,202.04
2031	Rp 54,185,988.00	Rp 14,277,202.55	Rp 97,088,190.55	Rp 157,242,608.07	Rp 213,598,919.97	Rp68,382,620.39	Rp225,625,228.46
2032	Rp 41,094,259.00	Rp 14,249,968.98	Rp 83,969,227.98	Rp 161,576,908.42	Rp 205,970,387.11	Rp66,776,183.25	Rp228,353,091.67

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2033	Rp 45,609,353.00	Rp 14,256,777.37	Rp 88,491,130.37	Rp 166,721,450.31	Rp 198,341,854.26	Rp65,398,144.48	Rp232,119,594.79
2034	Rp 47,056,709.00	Rp 14,256,777.37	Rp 89,938,486.37	Rp 172,223,689.75	Rp 190,713,321.40	Rp64,204,173.34	Rp236,427,863.09
2035	Rp 36,167,956.00	Rp 14,270,394.16	Rp 79,063,350.16	Rp 176,619,927.10	Rp 183,084,788.54	Rp63,160,930.22	Rp239,780,857.32
2036	Rp 49,318,694.00	Rp 14,277,202.55	Rp 92,220,896.55	Rp 182,715,238.79	Rp 175,456,255.69	Rp62,242,834.49	Rp244,958,073.28
2037	Rp 45,949,665.00	Rp 14,243,160.58	Rp 88,817,825.58	Rp 188,553,323.19	Rp 167,827,722.83	Rp61,429,910.19	Rp249,983,233.38
2038	Rp 65,034,949.00	Rp 14,195,501.82	Rp 107,855,450.82	Rp 196,589,315.65	Rp 160,199,189.98	Rp60,706,312.39	Rp257,295,628.05
2039	Rp 35,975,455.00	Rp 14,290,819.34	Rp 78,891,274.34	Rp 201,581,066.77	Rp 152,570,657.12	Rp60,059,296.05	Rp261,640,362.82
2040	Rp 51,753,272.00	Rp 14,263,585.77	Rp 94,641,857.77	Rp 208,379,582.93	Rp 144,942,124.26	Rp59,478,479.71	Rp267,858,062.64
2041	Rp 68,544,273.00	Rp 14,249,968.98	Rp 111,419,241.98	Rp 217,008,811.66	Rp 137,313,591.41	Rp58,955,310.30	Rp275,964,121.96
2042	Rp 55,207,747.00	Rp 14,202,310.22	Rp 98,035,057.22	Rp 224,313,330.34	Rp 129,685,058.55	Rp58,482,667.75	Rp282,795,998.09
2043	Rp 67,649,566.00	Rp 14,161,459.85	Rp 110,436,025.85	Rp 232,952,735.31	Rp 122,056,525.70	Rp58,054,568.61	Rp291,007,303.92
2044	Rp 66,036,492.00	Rp 14,025,291.97	Rp 108,686,783.97	Rp 241,469,340.05	Rp 114,427,992.84	Rp57,665,941.00	Rp299,135,281.05
2045	Rp 50,116,080.00	Rp 14,195,501.82	Rp 92,936,581.82	Rp 248,480,320.25	Rp 106,799,459.98	Rp57,312,451.48	Rp305,792,771.74
2046	Rp 23,400,000.00	Rp 14,297,627.74	Rp 37,697,627.74	Rp 250,138,509.84	Rp 99,170,927.13	Rp56,990,370.63	Rp307,128,880.47

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2047	Rp 35,788,909.00	Rp 14,236,352.19	Rp 78,650,261.19	Rp 255,957,497.46	Rp 91,542,394.27	Rp56,696,467.32	Rp312,653,964.78
2048	Rp 23,400,000.00	Rp 14,297,627.74	Rp 37,697,627.74	Rp 257,893,028.32	Rp 83,913,861.42	Rp56,427,924.99	Rp314,320,953.32
2049	Rp 63,706,547.00	Rp 14,243,160.58	Rp 106,574,707.58	Rp 266,602,837.00	Rp 76,285,328.56	Rp56,182,274.69	Rp322,785,111.70
2050	Rp 70,891,930.00	Rp 13,970,824.82	Rp 113,487,754.82	Rp 276,021,647.55	Rp 68,656,795.70	Rp55,957,340.99	Rp331,978,988.53
2051	Rp 62,571,332.00	Rp 14,243,160.58	Rp 105,439,492.58	Rp 284,711,313.88	Rp 61,028,262.85	Rp55,751,198.06	Rp340,462,511.93
2052	Rp 34,366,448.00	Rp 14,222,735.40	Rp 77,214,183.40	Rp 290,765,587.74	Rp 53,399,729.99	Rp55,562,133.73	Rp346,327,721.47
2053	Rp 64,479,184.00	Rp 14,229,543.80	Rp 107,333,727.80	Rp 299,736,202.17	Rp 45,771,197.14	Rp55,388,619.80	Rp355,124,821.97
2054	Rp 87,556,487.00	Rp 13,943,591.24	Rp 130,125,078.24	Rp 310,896,292.15	Rp 38,142,664.28	Rp55,229,287.38	Rp366,125,579.53
2055	Rp 37,636,924.00	Rp 14,290,819.34	Rp 80,552,743.34	Rp 317,424,734.45	Rp 30,514,131.42	Rp55,082,906.36	Rp372,507,640.81
2056	Rp 60,628,359.00	Rp 14,236,352.19	Rp 103,489,711.19	Rp 326,156,173.48	Rp 22,885,598.57	Rp54,948,368.03	Rp381,104,541.50

Perhitungan Nilai EUAC Komponen *Cooling Water Heat Exchanger 3A*

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2020	Rp 5,015,047.00	Rp 11,376,832.34	Rp 119,441,879.34	Rp 119,441,879.34	Rp 866,136,925.77	Rp775,081,505.37	Rp894,523,384.71
2021	Rp 12,387,212.00	Rp 11,338,819.06	Rp 126,776,031.06	Rp 128,971,286.40	Rp 843,928,286.65	Rp439,731,054.62	Rp568,702,341.03
2022	Rp 6,748,380.00	Rp 11,360,540.94	Rp 121,158,920.94	Rp 134,297,874.90	Rp 821,719,647.53	Rp326,466,995.10	Rp460,764,870.00
2023	Rp 9,704,516.00	Rp 11,349,680.00	Rp 124,104,196.00	Rp 140,952,649.73	Rp 799,511,008.41	Rp268,724,533.38	Rp409,677,183.11
2024	Rp 2,172,680.00	Rp 11,398,554.22	Rp 116,621,234.22	Rp 145,832,586.06	Rp 777,302,369.28	Rp233,190,710.79	Rp379,023,296.84
2025	Rp 12,277,292.00	Rp 11,318,454.80	Rp 126,645,746.80	Rp 153,366,877.66	Rp 755,093,730.16	Rp208,761,207.75	Rp362,128,085.41
2026	Rp 6,516,172.00	Rp 11,376,832.34	Rp 120,943,004.34	Rp 159,785,127.32	Rp 732,885,091.04	Rp190,677,030.18	Rp350,462,157.50
2027	Rp 8,799,079.00	Rp 11,374,117.11	Rp 123,223,196.11	Rp 166,810,556.51	Rp 710,676,451.92	Rp176,558,681.02	Rp343,369,237.53
2028	Rp 5,362,101.00	Rp 11,387,693.28	Rp 119,799,794.28	Rp 173,437,537.99	Rp 688,467,812.80	Rp165,084,217.48	Rp338,521,755.46
2029	Rp 975,000.00	Rp 11,403,984.69	Rp 12,378,984.69	Rp 164,386,606.41	Rp 666,259,173.67	Rp155,460,473.86	Rp319,847,080.26
2030	Rp 4,771,270.00	Rp 11,387,693.28	Rp 119,208,963.28	Rp 172,201,049.11	Rp 644,050,534.55	Rp147,182,708.37	Rp319,383,757.48
2031	Rp 13,473,445.00	Rp 11,360,540.94	Rp 127,883,985.94	Rp 181,210,791.49	Rp 621,841,895.43	Rp139,914,426.47	Rp321,125,217.96

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2032	Rp 13,021,035.00	Rp 11,355,110.47	Rp 127,426,145.47	Rp 190,129,341.69	Rp 599,633,256.31	Rp133,422,670.42	Rp323,552,012.11
2033	Rp 975,000.00	Rp 11,403,984.69	Rp 12,378,984.69	Rp 184,860,572.54	Rp 577,424,617.18	Rp127,541,041.82	Rp312,401,614.36
2034	Rp 1,621,039.00	Rp 11,401,269.45	Rp 116,072,308.45	Rp 192,915,461.93	Rp 555,215,978.06	Rp122,147,515.17	Rp315,062,977.10
2035	Rp 7,895,011.00	Rp 11,382,262.81	Rp 122,327,273.81	Rp 201,763,259.12	Rp 533,007,338.94	Rp117,150,571.37	Rp318,913,830.49
2036	Rp 13,330,446.00	Rp 11,355,110.47	Rp 127,735,556.47	Rp 211,263,345.32	Rp 510,798,699.82	Rp112,480,225.20	Rp323,743,570.52
2037	Rp 7,191,595.00	Rp 11,387,693.28	Rp 121,629,288.28	Rp 220,112,371.53	Rp 488,590,060.69	Rp108,082,043.73	Rp328,194,415.26
2038	Rp 10,391,107.00	Rp 11,365,971.40	Rp 124,807,078.40	Rp 229,373,768.87	Rp 466,381,421.57	Rp103,913,053.58	Rp333,286,822.45
2039	Rp 3,437,429.00	Rp 11,398,554.22	Rp 117,885,983.22	Rp 237,957,028.35	Rp 444,172,782.45	Rp99,938,876.05	Rp337,895,904.40
2040	Rp 4,094,066.00	Rp 11,401,269.45	Rp 118,545,335.45	Rp 246,699,760.51	Rp 421,964,143.33	Rp96,131,680.77	Rp342,831,441.28
2041	Rp 4,050,039.00	Rp 11,393,123.75	Rp 118,493,162.75	Rp 255,525,460.72	Rp 399,755,504.20	Rp92,468,697.44	Rp347,994,158.16
2042	Rp 6,227,744.00	Rp 11,382,262.81	Rp 120,660,006.81	Rp 264,661,147.66	Rp 377,546,865.08	Rp88,931,115.79	Rp353,592,263.45
2043	Rp 11,009,066.00	Rp 11,371,401.87	Rp 125,430,467.87	Rp 274,361,793.18	Rp 355,338,225.96	Rp85,503,260.62	Rp359,865,053.80
2044	Rp 24,019,524.00	Rp 11,346,964.76	Rp 138,416,488.76	Rp 285,434,860.59	Rp 333,129,586.84	Rp82,171,964.75	Rp367,606,825.35
2045	Rp 6,724,148.00	Rp 11,371,401.87	Rp 121,145,549.87	Rp 294,842,489.65	Rp 310,920,947.71	Rp78,926,086.73	Rp373,768,576.38

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2046	Rp 6,231,710.00	Rp 11,379,547.58	Rp 120,661,257.58	Rp 304,282,788.81	Rp 288,712,308.59	Rp75,756,135.67	Rp380,038,924.48
2047	Rp 14,178,452.00	Rp 11,349,680.00	Rp 128,578,132.00	Rp 314,575,437.88	Rp 266,503,669.47	Rp72,653,976.56	Rp387,229,414.44
2048	Rp 15,810,038.00	Rp 11,338,819.06	Rp 130,198,857.06	Rp 325,091,562.96	Rp 244,295,030.35	Rp69,612,596.42	Rp394,704,159.39
2049	Rp 17,274,914.00	Rp 11,338,819.06	Rp 131,663,733.06	Rp 335,812,332.31	Rp 222,086,391.22	Rp66,625,917.37	Rp402,438,249.67
2050	Rp 4,056,500.00	Rp 11,393,123.75	Rp 118,499,623.75	Rp 345,331,419.20	Rp 199,877,752.10	Rp63,688,645.74	Rp409,020,064.94
2051	Rp 975,000.00	Rp 11,403,984.69	Rp 12,378,984.69	Rp 344,795,841.28	Rp 177,669,112.98	Rp60,796,149.60	Rp405,591,990.87
2052	Rp 7,635,124.00	Rp 11,376,832.34	Rp 122,061,956.34	Rp 354,840,284.67	Rp 155,460,473.86	Rp57,944,358.44	Rp412,784,643.10
2053	Rp 8,873,607.00	Rp 11,376,832.34	Rp 123,300,439.34	Rp 365,060,527.46	Rp 133,251,834.73	Rp55,129,680.65	Rp420,190,208.10
2054	Rp 41,937,852.00	Rp 11,299,448.16	Rp 156,287,300.16	Rp 378,445,729.09	Rp 111,043,195.61	Rp52,348,935.07	Rp430,794,664.17
2055	Rp 7,812,030.00	Rp 11,376,832.34	Rp 122,238,862.34	Rp 388,664,686.82	Rp 88,834,556.49	Rp49,599,294.04	Rp438,263,980.86
2056	Rp 5,945,788.00	Rp 11,376,832.34	Rp 120,372,620.34	Rp 398,761,586.78	Rp 66,625,917.37	Rp46,878,235.55	Rp445,639,822.34

Perhitungan Nilai EUAC Komponen *Cooling Water Heat Exchanger 3B*

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,% _n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2020	Rp 8,308,866.00	Rp 11,318,949.94	Rp 48,252,815.94	Rp 48,252,815.94	Rp 308,994,068.63	Rp276,510,076.80	Rp324,762,892.74
2021	Rp 15,565,267.00	Rp 11,308,162.29	Rp 55,498,429.29	Rp 54,345,890.36	Rp 301,071,143.80	Rp156,873,911.77	Rp211,219,802.12
2022	Rp 8,217,614.00	Rp 11,283,890.06	Rp 48,126,504.06	Rp 55,520,264.84	Rp 293,148,218.96	Rp116,466,995.10	Rp171,987,259.94
2023	Rp 15,602,719.00	Rp 11,321,646.86	Rp 55,549,365.86	Rp 59,488,362.48	Rp 285,225,294.12	Rp95,867,390.52	Rp155,355,753.00
2024	Rp 6,482,449.00	Rp 11,310,859.20	Rp 46,418,308.20	Rp 60,876,166.54	Rp 277,302,369.29	Rp83,190,710.79	Rp144,066,877.32
2025	Rp 5,924,934.00	Rp 11,324,343.77	Rp 45,874,277.77	Rp 62,561,686.74	Rp 269,379,444.45	Rp74,475,493.47	Rp137,037,180.21
2026	Rp 14,899,339.00	Rp 11,316,253.03	Rp 54,840,592.03	Rp 66,207,849.26	Rp 261,456,519.61	Rp68,023,968.96	Rp134,231,818.22
2027	Rp 8,867,152.00	Rp 11,300,071.54	Rp 48,792,223.54	Rp 68,732,742.02	Rp 253,533,594.77	Rp62,987,252.45	Rp131,719,994.48
2028	Rp 19,582,166.00	Rp 11,278,496.23	Rp 59,485,662.23	Rp 73,061,337.17	Rp 245,610,669.94	Rp58,893,741.29	Rp131,955,078.46
2029	Rp 4,008,313.00	Rp 11,321,646.86	Rp 43,954,959.86	Rp 74,980,226.81	Rp 237,687,745.10	Rp55,460,473.86	Rp130,440,700.67
2030	Rp 5,611,607.00	Rp 11,305,465.37	Rp 45,542,072.37	Rp 77,308,422.33	Rp 229,764,820.26	Rp52,507,383.69	Rp129,815,806.02
2031	Rp 25,788,746.00	Rp 11,270,405.48	Rp 65,684,151.48	Rp 82,456,882.23	Rp 221,841,895.43	Rp49,914,426.47	Rp132,371,308.70
2032	Rp 5,971,140.00	Rp 11,316,253.03	Rp 45,912,393.03	Rp 84,970,302.22	Rp 213,918,970.59	Rp47,598,494.60	Rp132,568,796.82

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2033	Rp 25,630,901.00	Rp 11,294,677.71	Rp 65,550,578.71	Rp 90,022,247.09	Rp 205,996,045.75	Rp45,500,225.49	Rp135,522,472.58
2034	Rp 14,455,928.00	Rp 11,321,646.86	Rp 54,402,574.86	Rp 93,691,190.60	Rp 198,073,120.92	Rp43,576,086.60	Rp137,267,277.20
2035	Rp 7,951,363.00	Rp 11,308,162.29	Rp 47,884,525.29	Rp 96,649,053.02	Rp 190,150,196.08	Rp41,793,428.51	Rp138,442,481.53
2036	Rp 8,731,620.00	Rp 11,305,465.37	Rp 48,662,085.37	Rp 99,780,212.11	Rp 182,227,271.24	Rp40,127,284.03	Rp139,907,496.13
2037	Rp 19,346,149.00	Rp 11,324,343.77	Rp 59,295,492.77	Rp 104,164,657.71	Rp 174,304,346.41	Rp38,558,234.21	Rp142,722,891.92
2038	Rp 975,000.00	Rp 11,327,040.69	Rp 12,302,040.69	Rp 103,465,538.00	Rp 166,381,421.57	Rp37,070,948.31	Rp140,536,486.31
2039	Rp 9,194,446.00	Rp 11,321,646.86	Rp 49,141,092.86	Rp 106,906,427.00	Rp 158,458,496.73	Rp35,653,161.77	Rp142,559,588.77
2040	Rp 18,213,715.00	Rp 11,318,949.94	Rp 58,157,664.94	Rp 111,349,210.70	Rp 150,535,571.90	Rp34,294,946.08	Rp145,644,156.78
2041	Rp 23,604,686.00	Rp 11,273,102.40	Rp 63,502,788.40	Rp 116,371,248.35	Rp 142,612,647.06	Rp32,988,177.96	Rp149,359,426.30
2042	Rp 29,667,007.00	Rp 11,283,890.06	Rp 69,575,897.06	Rp 122,028,509.77	Rp 134,689,722.22	Rp31,726,146.85	Rp153,754,656.61
2043	Rp 24,021,261.00	Rp 11,302,768.46	Rp 63,949,029.46	Rp 127,120,080.97	Rp 126,766,797.39	Rp30,503,260.62	Rp157,623,341.59
2044	Rp 16,549,271.00	Rp 11,273,102.40	Rp 56,447,373.40	Rp 131,480,876.91	Rp 118,843,872.55	Rp29,314,821.90	Rp160,795,698.80
2045	Rp 975,000.00	Rp 11,327,040.69	Rp 12,302,040.69	Rp 131,497,437.51	Rp 110,920,947.71	Rp28,156,855.96	Rp159,654,293.47
2046	Rp 4,286,866.00	Rp 11,321,646.86	Rp 44,233,512.86	Rp 134,764,865.82	Rp 102,998,022.88	Rp27,025,976.94	Rp161,790,842.76

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2047	Rp 9,956,681.00	Rp 11,305,465.37	Rp 49,887,146.37	Rp 138,633,844.14	Rp 95,075,098.04	Rp25,919,282.68	Rp164,553,126.82
2048	Rp 20,454,247.00	Rp 11,313,556.11	Rp 60,392,803.11	Rp 143,560,748.55	Rp 87,152,173.20	Rp24,834,271.30	Rp168,395,019.85
2049	Rp 13,281,047.00	Rp 11,294,677.71	Rp 53,200,724.71	Rp 147,818,455.20	Rp 79,229,248.37	Rp23,768,774.51	Rp171,587,229.71
2050	Rp 975,000.00	Rp 11,327,040.69	Rp 12,302,040.69	Rp 148,185,848.53	Rp 71,306,323.53	Rp22,720,903.81	Rp170,906,752.34
2051	Rp 19,299,186.00	Rp 11,310,859.20	Rp 59,235,045.20	Rp 153,101,841.73	Rp 63,383,398.69	Rp21,689,006.74	Rp174,790,848.47
2052	Rp 32,270,726.00	Rp 11,273,102.40	Rp 72,168,828.40	Rp 159,268,974.09	Rp 55,460,473.86	Rp20,671,631.16	Rp179,940,605.25
2053	Rp 13,341,622.00	Rp 11,310,859.20	Rp 53,277,481.20	Rp 163,660,872.62	Rp 47,537,549.02	Rp19,667,495.77	Rp183,328,368.40
2054	Rp 8,631,260.00	Rp 11,321,646.86	Rp 48,577,906.86	Rp 167,636,129.39	Rp 39,614,624.18	Rp18,675,465.69	Rp186,311,595.08
2055	Rp 8,671,632.00	Rp 11,305,465.37	Rp 48,602,097.37	Rp 171,641,792.61	Rp 31,691,699.35	Rp17,694,532.14	Rp189,336,324.75
2056	Rp 33,360,311.00	Rp 11,262,314.74	Rp 73,247,625.74	Rp 177,982,363.21	Rp 23,768,774.51	Rp16,723,795.40	Rp194,706,158.61

Perhitungan Nilai EUAC Komponen *Ferrous*

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2020	Rp 25,525,491.00	Rp 20,927,112.18	Rp 75,077,603.18	Rp 75,077,603.18	Rp 485,720,490.98	Rp473,266,119.42	Rp548,343,722.60
2021	Rp 24,150,023.00	Rp 20,927,112.18	Rp 73,702,135.18	Rp 77,932,243.91	Rp 473,266,119.42	Rp276,961,500.96	Rp354,893,744.87
2022	Rp 27,062,399.00	Rp 20,917,127.87	Rp 76,604,526.87	Rp 82,391,226.87	Rp 460,811,747.85	Rp211,348,051.58	Rp293,739,278.45
2023	Rp 27,835,233.00	Rp 20,897,159.26	Rp 77,357,392.26	Rp 86,823,776.37	Rp 448,357,376.29	Rp178,421,418.26	Rp265,245,194.63
2024	Rp 25,578,885.00	Rp 20,947,080.80	Rp 75,150,965.80	Rp 90,624,656.40	Rp 435,903,004.72	Rp158,580,414.99	Rp249,205,071.39
2025	Rp 26,567,762.00	Rp 20,917,127.87	Rp 76,109,889.87	Rp 94,765,752.48	Rp 423,448,633.16	Rp145,291,025.95	Rp240,056,778.43
2026	Rp 28,544,624.00	Rp 20,897,159.26	Rp 78,066,783.26	Rp 99,354,508.83	Rp 410,994,261.60	Rp135,752,693.50	Rp235,107,202.32
2027	Rp 29,692,514.00	Rp 20,867,206.33	Rp 79,184,720.33	Rp 104,159,916.96	Rp 398,539,890.03	Rp128,564,891.81	Rp232,724,808.77
2028	Rp 24,169,130.00	Rp 20,957,065.11	Rp 73,751,195.11	Rp 108,131,522.05	Rp 386,085,518.47	Rp122,949,319.74	Rp231,080,841.79
2029	Rp 28,277,676.00	Rp 20,937,096.49	Rp 77,839,772.49	Rp 112,863,189.29	Rp 373,631,146.91	Rp118,438,779.42	Rp231,301,968.70
2030	Rp 23,807,757.00	Rp 20,927,112.18	Rp 73,359,869.18	Rp 117,040,660.57	Rp 361,176,775.34	Rp114,735,758.83	Rp231,776,419.40
2031	Rp 26,810,329.00	Rp 20,937,096.49	Rp 76,372,425.49	Rp 121,757,151.60	Rp 348,722,403.78	Rp111,641,724.42	Rp233,398,876.02
2032	Rp 26,603,305.00	Rp 20,917,127.87	Rp 76,145,432.87	Rp 126,537,203.45	Rp 336,268,032.22	Rp109,019,049.08	Rp235,556,252.53

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2033	Rp 30,020,409.00	Rp 20,867,206.33	Rp 79,512,615.33	Rp 131,826,282.90	Rp 323,813,660.65	Rp106,769,257.77	Rp238,595,540.68
2034	Rp 30,024,999.00	Rp 20,877,190.64	Rp 79,527,189.64	Rp 137,182,430.06	Rp 311,359,289.09	Rp104,819,975.98	Rp242,002,406.04
2035	Rp 29,140,861.00	Rp 20,877,190.64	Rp 78,643,051.64	Rp 142,504,559.44	Rp 298,904,917.53	Rp103,116,773.32	Rp245,621,332.76
2036	Rp 23,400,000.00	Rp 20,967,049.42	Rp 44,367,049.42	Rp 144,017,971.30	Rp 286,450,545.96	Rp101,617,886.76	Rp245,635,858.06
2037	Rp 25,298,350.00	Rp 20,947,080.80	Rp 74,870,430.80	Rp 149,158,687.24	Rp 273,996,174.40	Rp100,290,703.47	Rp249,449,390.71
2038	Rp 25,306,639.00	Rp 20,947,080.80	Rp 74,878,719.80	Rp 154,380,844.26	Rp 261,541,802.83	Rp99,109,354.98	Rp253,490,199.24
2039	Rp 25,206,104.00	Rp 20,947,080.80	Rp 74,778,184.80	Rp 159,670,337.67	Rp 249,087,431.27	Rp98,053,033.66	Rp257,723,371.33
2040	Rp 28,386,290.00	Rp 20,887,174.95	Rp 77,898,464.95	Rp 165,363,733.78	Rp 236,633,059.71	Rp97,104,790.71	Rp262,468,524.49
2041	Rp 23,539,887.00	Rp 20,927,112.18	Rp 73,091,999.18	Rp 170,623,129.71	Rp 224,178,688.14	Rp96,250,662.35	Rp266,873,792.06
2042	Rp 23,916,292.00	Rp 20,927,112.18	Rp 73,468,404.18	Rp 175,996,698.08	Rp 211,724,316.58	Rp95,479,024.33	Rp271,475,722.40
2043	Rp 28,737,622.00	Rp 20,907,143.56	Rp 78,269,765.56	Rp 181,927,436.03	Rp 199,269,945.02	Rp94,780,108.06	Rp276,707,544.09
2044	Rp 26,742,781.00	Rp 20,947,080.80	Rp 76,314,861.80	Rp 187,720,731.27	Rp 186,815,573.45	Rp94,145,633.15	Rp281,866,364.42
2045	Rp 29,281,579.00	Rp 20,877,190.64	Rp 78,783,769.64	Rp 193,819,535.81	Rp 174,361,201.89	Rp93,568,524.84	Rp287,388,060.64
2046	Rp 30,247,491.00	Rp 20,887,174.95	Rp 79,759,665.95	Rp 200,068,673.76	Rp 161,906,830.33	Rp93,042,694.42	Rp293,111,368.18

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2047	Rp 24,291,188.00	Rp 20,957,065.11	Rp 73,873,253.11	Rp 205,794,101.16	Rp 149,452,458.76	Rp92,562,866.76	Rp298,356,967.92
2048	Rp 25,989,256.00	Rp 20,942,088.65	Rp 75,556,344.65	Rp 211,740,396.89	Rp 136,998,087.20	Rp92,124,443.55	Rp303,864,840.44
2049	Rp 28,517,533.00	Rp 20,917,127.87	Rp 78,059,660.87	Rp 217,980,910.95	Rp 124,543,715.64	Rp91,723,393.94	Rp309,704,304.89
2050	Rp 23,400,000.00	Rp 20,967,049.42	Rp 44,367,049.42	Rp 221,037,891.89	Rp 112,089,344.07	Rp91,356,166.32	Rp312,394,058.21
2051	Rp 23,400,000.00	Rp 20,967,049.42	Rp 44,367,049.42	Rp 224,172,849.87	Rp 99,634,972.51	Rp91,019,616.59	Rp315,192,466.47
2052	Rp 28,509,000.00	Rp 20,907,143.56	Rp 78,041,143.56	Rp 230,578,071.65	Rp 87,180,600.94	Rp90,710,949.46	Rp321,289,021.11
2053	Rp 26,413,837.00	Rp 20,937,096.49	Rp 75,975,933.49	Rp 236,827,034.28	Rp 74,726,229.38	Rp90,427,669.95	Rp327,254,704.24
2054	Rp 25,348,130.00	Rp 20,927,112.18	Rp 74,900,242.18	Rp 243,013,561.48	Rp 62,271,857.82	Rp90,167,543.25	Rp333,181,104.73
2055	Rp 29,337,133.00	Rp 20,887,174.95	Rp 78,849,307.95	Rp 249,608,905.33	Rp 49,817,486.25	Rp89,928,561.04	Rp339,537,466.36
2056	Rp 31,419,082.00	Rp 20,867,206.33	Rp 80,911,288.33	Rp 256,431,046.31	Rp 37,363,114.69	Rp89,708,913.25	Rp346,139,959.56

Perhitungan Nilai EUAC Komponen *Chemical Injection System (Kurilex)*

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2020	Rp 26,793,850.00	Rp 28,702,345.42	Rp 250,146,195.42	Rp 250,146,195.42	Rp 518,674,569.30	Rp505,375,221.37	Rp755,521,416.79
2021	Rp 25,123,684.00	Rp 28,579,159.38	Rp 248,352,843.38	Rp 261,118,544.13	Rp 505,375,221.37	Rp295,752,165.89	Rp556,870,710.03
2022	Rp 26,385,237.00	Rp 28,702,345.42	Rp 249,737,582.42	Rp 273,524,565.46	Rp 492,075,873.44	Rp225,687,121.84	Rp499,211,687.30
2023	Rp 30,719,500.00	Rp 28,661,283.41	Rp 254,030,783.41	Rp 287,441,912.42	Rp 478,776,525.51	Rp190,526,555.89	Rp477,968,468.31
2024	Rp 28,878,554.00	Rp 28,674,970.74	Rp 252,203,524.74	Rp 300,842,064.45	Rp 465,477,177.58	Rp169,339,424.57	Rp470,181,489.02
2025	Rp 25,813,486.00	Rp 28,702,345.42	Rp 249,165,831.42	Rp 313,860,088.78	Rp 452,177,829.65	Rp155,148,406.77	Rp469,008,495.55
2026	Rp 23,400,000.00	Rp 28,743,407.43	Rp 52,143,407.43	Rp 290,514,366.25	Rp 438,878,481.72	Rp144,962,938.85	Rp435,477,305.10
2027	Rp 31,782,262.00	Rp 28,661,283.41	Rp 255,093,545.41	Rp 308,579,494.73	Rp 425,579,133.79	Rp137,287,475.26	Rp445,866,969.98
2028	Rp 30,430,534.00	Rp 28,661,283.41	Rp 253,741,817.41	Rp 325,909,957.99	Rp 412,279,785.86	Rp131,290,910.40	Rp457,200,868.39
2029	Rp 23,400,000.00	Rp 28,743,407.43	Rp 52,143,407.43	Rp 313,175,244.83	Rp 398,980,437.93	Rp126,474,349.02	Rp439,649,593.85
2030	Rp 25,088,537.00	Rp 28,688,658.08	Rp 248,427,195.08	Rp 331,046,807.81	Rp 385,681,089.99	Rp122,520,094.17	Rp453,566,901.98
2031	Rp 25,704,986.00	Rp 28,733,141.92	Rp 249,088,127.92	Rp 348,799,597.45	Rp 372,381,742.06	Rp119,216,142.63	Rp468,015,740.08
2032	Rp 27,724,915.00	Rp 28,702,345.42	Rp 251,077,260.42	Rp 366,709,052.11	Rp 359,082,394.13	Rp116,415,529.87	Rp483,124,581.98

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2033	Rp 31,521,199.00	Rp 28,661,283.41	Rp 254,832,482.41	Rp 385,048,358.51	Rp 345,783,046.20	Rp114,013,099.75	Rp499,061,458.27
2034	Rp 23,400,000.00	Rp 28,743,407.43	Rp 52,143,407.43	Rp 379,161,696.67	Rp 332,483,698.27	Rp111,931,567.44	Rp491,093,264.12
2035	Rp 28,672,318.00	Rp 28,681,814.41	Rp 252,004,132.41	Rp 397,896,805.58	Rp 319,184,350.34	Rp110,112,809.70	Rp508,009,615.28
2036	Rp 26,832,903.00	Rp 28,692,079.91	Rp 250,174,982.91	Rp 416,435,614.10	Rp 305,885,002.41	Rp108,512,230.04	Rp524,947,844.14
2037	Rp 26,279,235.00	Rp 28,702,345.42	Rp 249,631,580.42	Rp 434,973,664.97	Rp 292,585,654.48	Rp107,095,002.98	Rp542,068,667.96
2038	Rp 31,407,812.00	Rp 28,620,221.40	Rp 254,678,033.40	Rp 454,149,438.70	Rp 279,286,306.55	Rp105,833,504.99	Rp559,982,943.69
2039	Rp 31,003,421.00	Rp 28,661,283.41	Rp 254,314,704.41	Rp 473,376,259.68	Rp 265,986,958.62	Rp104,705,516.75	Rp578,081,776.43
2040	Rp 25,868,283.00	Rp 28,712,610.92	Rp 249,230,893.92	Rp 492,177,471.78	Rp 252,687,610.69	Rp103,692,939.53	Rp595,870,411.30
2041	Rp 25,617,854.00	Rp 28,716,032.75	Rp 248,983,886.75	Rp 511,089,425.92	Rp 239,388,262.76	Rp102,780,862.17	Rp613,870,288.10
2042	Rp 27,170,436.00	Rp 28,722,876.42	Rp 250,543,312.42	Rp 530,304,209.80	Rp 226,088,914.82	Rp101,956,871.78	Rp632,261,081.58
2043	Rp 23,400,000.00	Rp 28,743,407.43	Rp 52,143,407.43	Rp 529,587,845.00	Rp 212,789,566.89	Rp101,210,537.01	Rp630,798,382.00
2044	Rp 26,250,875.00	Rp 28,712,610.92	Rp 249,613,485.92	Rp 549,202,445.32	Rp 199,490,218.96	Rp100,533,015.66	Rp649,735,460.98
2045	Rp 24,819,443.00	Rp 28,688,658.08	Rp 248,158,101.08	Rp 568,798,369.60	Rp 186,190,871.03	Rp99,916,752.99	Rp668,715,122.59
2046	Rp 28,946,337.00	Rp 28,681,814.41	Rp 252,278,151.41	Rp 588,929,652.38	Rp 172,891,523.10	Rp99,355,247.21	Rp688,284,899.59

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2047	Rp 28,164,142.00	Rp 28,702,345.42	Rp 251,516,487.42	Rp 609,110,349.25	Rp 159,592,175.17	Rp98,842,865.27	Rp707,953,214.52
2048	Rp 27,048,600.00	Rp 28,702,345.42	Rp 250,400,945.42	Rp 629,307,491.86	Rp 146,292,827.24	Rp98,374,696.90	Rp727,682,188.76
2049	Rp 26,728,907.00	Rp 28,722,876.42	Rp 250,101,783.42	Rp 649,600,511.00	Rp 132,993,479.31	Rp97,946,437.78	Rp747,546,948.78
2050	Rp 28,225,140.00	Rp 28,674,970.74	Rp 251,550,110.74	Rp 670,155,244.23	Rp 119,694,131.38	Rp97,554,295.32	Rp767,709,539.55
2051	Rp 30,155,177.00	Rp 28,661,283.41	Rp 253,466,460.41	Rp 691,011,430.82	Rp 106,394,783.45	Rp97,194,912.12	Rp788,206,342.94
2052	Rp 27,187,877.00	Rp 28,716,032.75	Rp 250,553,909.75	Rp 711,704,775.82	Rp 93,095,435.52	Rp96,865,303.22	Rp808,570,079.05
2053	Rp 27,332,508.00	Rp 28,702,345.42	Rp 250,684,853.42	Rp 732,523,410.28	Rp 79,796,087.59	Rp96,562,804.40	Rp829,086,214.68
2054	Rp 23,400,000.00	Rp 28,743,407.43	Rp 52,143,407.43	Rp 734,735,828.12	Rp 66,496,739.65	Rp96,285,029.21	Rp831,020,857.32
2055	Rp 24,418,007.00	Rp 28,579,159.38	Rp 247,647,166.38	Rp 755,545,574.74	Rp 53,197,391.72	Rp96,029,833.06	Rp851,575,407.80
2056	Rp 25,239,202.00	Rp 28,716,032.75	Rp 248,605,234.75	Rp 776,541,573.47	Rp 39,898,043.79	Rp95,795,283.11	Rp872,336,856.58

Perhitungan Nilai EUAC Mesin Turbin Lama

Tahun	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	Biaya Marjinal	EUAC
2020	Rp 1,889,319,831.94	Rp 1,889,319,831.94	Rp 13,536,826,960.61	Rp13,189,728,833.41	Rp3,590,100,655.20	Rp3,590,100,655.20
2021	Rp 1,639,595,512.05	Rp 1,848,479,465.90	Rp 13,189,728,833.41	Rp7,718,801,209.53	Rp3,305,666,522.59	Rp3,454,655,830.15
2022	Rp 1,687,020,276.93	Rp 1,906,731,752.66	Rp 12,842,630,706.22	Rp5,890,181,814.06	Rp3,318,381,474.75	Rp3,413,485,330.03
2023	Rp 1,825,317,974.61	Rp 2,019,372,664.44	Rp 12,495,532,579.02	Rp4,972,530,313.04	Rp3,421,969,359.70	Rp3,415,313,390.72
2024	Rp 1,601,624,904.32	Rp 2,072,699,613.70	Rp 12,148,434,451.83	Rp4,419,569,849.17	Rp3,163,566,476.69	Rp3,374,077,880.40
2025	Rp 3,171,962,116.22	Rp 2,466,158,730.24	Rp 11,801,336,324.63	Rp4,049,200,134.17	Rp4,699,193,875.88	Rp3,545,822,693.25
2026	Rp 4,564,608,601.36	Rp 3,058,571,773.93	Rp 11,454,238,197.44	Rp3,783,370,797.42	Rp6,057,130,548.30	Rp3,810,528,352.62
2027	Rp 2,561,951,050.48	Rp 3,227,683,786.10	Rp 11,107,140,070.24	Rp3,583,049,770.28	Rp4,019,763,184.70	Rp3,828,824,686.95
2028	Rp 3,162,817,662.74	Rp 3,489,262,106.63	Rp 10,760,041,943.05	Rp3,426,546,125.10	Rp4,585,919,984.24	Rp3,884,577,592.77
2029	Rp 1,604,644,296.86	Rp 3,507,734,677.67	Rp 10,412,943,815.85	Rp3,300,839,252.52	Rp2,993,036,805.64	Rp3,828,637,514.03
2030	Rp 3,760,134,026.57	Rp 3,844,739,065.04	Rp 10,065,845,688.66	Rp3,197,637,617.27	Rp5,113,816,722.63	Rp3,897,989,822.19
2031	Rp 3,454,487,053.56	Rp 4,125,848,113.34	Rp 9,718,747,561.46	Rp3,111,408,172.26	Rp4,773,459,936.90	Rp3,938,929,707.03
2032	Rp 1,688,783,632.78	Rp 4,173,733,451.44	Rp 9,371,649,434.27	Rp3,038,315,307.23	Rp2,973,046,703.40	Rp3,899,542,424.01

Tahun	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	Biaya Marjinal	EUAC
2033	Rp 4,505,431,816.22	Rp 4,580,534,019.30	Rp 9,024,551,307.07	Rp2,975,614,564.42	Rp5,754,985,074.12	Rp3,965,867,491.17
2034	Rp 2,050,743,206.59	Rp 4,681,475,454.27	Rp 8,677,453,179.88	Rp2,921,288,895.97	Rp3,265,586,651.77	Rp3,943,827,008.27
2035	Rp 2,741,635,522.09	Rp 4,869,822,252.35	Rp 8,330,355,052.68	Rp2,873,821,350.11	Rp3,921,769,154.56	Rp3,943,213,433.32
2036	Rp 1,521,940,075.13	Rp 4,922,195,340.09	Rp 7,983,256,925.49	Rp2,832,048,008.62	Rp2,667,363,894.87	Rp3,911,745,708.84
2037	Rp 4,715,525,674.38	Rp 5,336,946,041.89	Rp 7,636,158,798.29	Rp2,795,059,965.36	Rp5,826,239,681.40	Rp3,953,730,987.10
2038	Rp 1,996,677,972.28	Rp 5,449,622,368.52	Rp 7,289,060,671.10	Rp2,762,136,276.85	Rp3,072,682,166.59	Rp3,936,509,241.90
2039	Rp 1,463,909,804.95	Rp 5,510,792,458.08	Rp 6,941,962,543.90	Rp2,732,697,043.37	Rp2,505,204,186.53	Rp3,911,519,192.70
2040	Rp 14,218,413,859.05	Rp 6,919,230,985.38	Rp 6,594,864,416.71	Rp2,706,269,908.86	Rp15,224,998,427.91	Rp4,088,285,402.36
2041	Rp 4,081,120,829.77	Rp 7,245,298,026.32	Rp 6,247,766,289.51	Rp2,682,465,708.68	Rp5,052,995,585.92	Rp4,101,796,229.21
2042	Rp 1,785,356,721.82	Rp 7,336,921,353.63	Rp 5,900,668,162.32	Rp2,660,960,479.69	Rp2,722,521,665.25	Rp4,084,456,247.79
2043	Rp 3,973,455,026.76	Rp 7,656,056,379.43	Rp 5,553,570,035.12	Rp2,641,481,975.65	Rp4,875,910,157.46	Rp4,093,399,499.96
2044	Rp 1,954,951,656.84	Rp 7,774,002,913.89	Rp 5,206,471,907.93	Rp2,623,799,425.15	Rp2,822,696,974.83	Rp4,080,478,904.95
2045	Rp 1,768,513,625.93	Rp 7,878,299,836.92	Rp 4,859,373,780.73	Rp2,607,715,657.86	Rp2,601,549,131.20	Rp4,066,933,330.11
2046	Rp 2,906,634,183.90	Rp 8,099,303,076.67	Rp 4,512,275,653.54	Rp2,593,060,984.00	Rp3,704,959,876.45	Rp4,063,944,282.82

Tahun	Biaya Operasi	(A/P,%_n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	Biaya Marjinal	EUAC
2047	Rp 4,590,895,234.82	Rp 8,487,406,284.95	Rp 4,165,177,526.34	Rp2,579,688,387.73	Rp5,354,511,114.65	Rp4,073,560,313.27
2048	Rp 1,840,677,949.74	Rp 8,608,895,121.10	Rp 3,818,079,399.15	Rp2,567,469,716.21	Rp2,569,584,016.85	Rp4,063,441,448.37
2049	Rp 3,374,248,107.18	Rp 8,881,957,421.96	Rp 3,470,981,271.95	Rp2,556,292,631.36	Rp4,068,444,361.57	Rp4,063,471,862.33
2050	Rp 1,693,087,283.00	Rp 8,995,516,918.05	Rp 3,123,883,144.76	Rp2,546,058,151.18	Rp2,352,573,724.67	Rp4,054,068,400.02
2051	Rp 2,332,186,311.11	Rp 9,173,351,575.13	Rp 2,776,785,017.56	Rp2,536,678,651.08	Rp2,956,962,940.06	Rp4,048,613,902.47
2052	Rp 4,029,459,304.44	Rp 9,514,873,398.33	Rp 2,429,686,890.37	Rp2,528,076,227.06	Rp4,619,526,120.67	Rp4,051,182,668.51
2053	Rp 1,682,390,092.89	Rp 9,635,287,663.59	Rp 2,082,588,763.17	Rp2,520,181,345.71	Rp2,237,747,096.41	Rp4,043,795,264.40
2054	Rp 4,496,067,176.78	Rp 10,023,550,729.51	Rp 1,735,490,635.98	Rp2,512,931,723.27	Rp5,016,714,367.57	Rp4,047,385,049.00
2055	Rp 4,811,122,076.83	Rp 10,442,037,810.49	Rp 1,388,392,508.78	Rp2,506,271,388.93	Rp5,297,059,454.91	Rp4,051,562,790.29
2056	Rp 2,043,508,846.25	Rp 10,601,801,416.29	Rp 1,041,294,381.59	Rp2,500,149,897.12	Rp2,494,736,411.60	Rp4,046,845,699.01

Perhitungan Nilai EUAC Mesin Turbin Baru

Tahun	Biaya Operasi	(A/P,% _n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2020	Rp 1,211,874,756.15	Rp 1,211,874,756.15	Rp 29,864,056,490.74	Rp3,462,499,303.27	Rp4,674,374,059.42
2021	Rp 2,423,749,512.29	Rp 1,269,583,077.87	Rp 29,431,244,077.83	Rp3,441,889,188.37	Rp4,711,472,266.24
2022	Rp 3,635,624,268.44	Rp 1,329,034,853.42	Rp 28,998,431,664.92	Rp3,421,964,001.76	Rp4,750,998,855.18
2023	Rp 4,847,499,024.58	Rp 1,390,222,193.86	Rp 28,565,619,252.01	Rp3,402,720,644.22	Rp4,792,942,838.08
2024	Rp 6,059,373,780.73	Rp 1,453,134,125.95	Rp 28,132,806,839.10	Rp3,384,154,804.82	Rp4,837,288,930.78
2025	Rp 7,271,248,536.88	Rp 1,517,756,662.29	Rp 27,699,994,426.19	Rp3,366,260,988.52	Rp4,884,017,650.81
2026	Rp 8,483,123,293.02	Rp 1,584,072,890.02	Rp 27,267,182,013.29	Rp3,349,032,550.98	Rp4,933,105,441.00
2027	Rp 9,694,998,049.17	Rp 1,652,063,077.01	Rp 26,834,369,600.38	Rp3,332,461,740.29	Rp4,984,524,817.31
2028	Rp 10,906,872,805.31	Rp 1,721,704,794.12	Rp 26,401,557,187.47	Rp3,316,539,745.01	Rp5,038,244,539.13
2029	Rp 12,118,747,561.46	Rp 1,792,973,052.16	Rp 25,968,744,774.56	Rp3,301,256,747.95	Rp5,094,229,800.10
2030	Rp 13,330,622,317.61	Rp 1,865,840,451.97	Rp 25,535,932,361.65	Rp3,286,601,985.15	Rp5,152,442,437.12
2031	Rp 14,542,497,073.75	Rp 1,940,277,345.80	Rp 25,103,119,948.74	Rp3,272,563,809.30	Rp5,212,841,155.10
2032	Rp 15,754,371,829.90	Rp 2,016,252,008.27	Rp 24,670,307,535.83	Rp3,259,129,756.83	Rp5,275,381,765.10
2033	Rp 16,966,246,586.04	Rp 2,093,730,814.96	Rp 24,237,495,122.92	Rp3,246,286,618.17	Rp5,340,017,433.13
2034	Rp 18,178,121,342.19	Rp 2,172,678,426.89	Rp 23,804,682,710.01	Rp3,234,020,510.13	Rp5,406,698,937.02
2035	Rp 19,389,996,098.34	Rp 2,253,057,978.85	Rp 23,371,870,297.10	Rp3,222,316,949.97	Rp5,475,374,928.83
2036	Rp 20,601,870,854.48	Rp 2,334,831,269.95	Rp 22,939,057,884.19	Rp3,211,160,930.18	Rp5,545,992,200.13
2037	Rp 21,813,745,610.63	Rp 2,417,958,954.37	Rp 22,506,245,471.28	Rp3,200,536,993.49	Rp5,618,495,947.85
2038	Rp 23,025,620,366.77	Rp 2,502,400,730.92	Rp 22,073,433,058.37	Rp3,190,429,307.27	Rp5,692,830,038.19
2039	Rp 24,237,495,122.92	Rp 2,588,115,529.60	Rp 21,640,620,645.46	Rp3,180,821,736.89	Rp5,768,937,266.50

Tahun	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2040	Rp 25,449,369,879.07	Rp 2,675,061,693.89	Rp 21,207,808,232.56	Rp3,171,697,917.28	Rp5,846,759,611.17
2041	Rp 26,661,244,635.21	Rp 2,763,197,157.25	Rp 20,774,995,819.65	Rp3,163,041,322.31	Rp5,926,238,479.56
2042	Rp 27,873,119,391.36	Rp 2,852,479,612.99	Rp 20,342,183,406.74	Rp3,154,835,331.49	Rp6,007,314,944.49
2043	Rp 29,084,994,147.50	Rp 2,942,866,676.16	Rp 19,909,370,993.83	Rp3,147,063,293.59	Rp6,089,929,969.75
2044	Rp 30,296,868,903.65	Rp 3,034,316,036.83	Rp 19,476,558,580.92	Rp3,139,708,586.84	Rp6,174,024,623.67
2045	Rp 31,508,743,659.80	Rp 3,126,785,603.99	Rp 19,043,746,168.01	Rp3,132,754,675.51	Rp6,259,540,279.50
2046	Rp 32,720,618,415.94	Rp 3,220,233,639.57	Rp 18,610,933,755.10	Rp3,126,185,162.48	Rp6,346,418,802.06
2047	Rp 33,932,493,172.09	Rp 3,314,618,882.14	Rp 18,178,121,342.19	Rp3,119,983,837.92	Rp6,434,602,720.05
2048	Rp 35,144,367,928.23	Rp 3,409,900,660.03	Rp 17,745,308,929.28	Rp3,114,134,723.65	Rp6,524,035,383.68
2049	Rp 36,356,242,684.38	Rp 3,506,038,993.86	Rp 17,312,496,516.37	Rp3,108,622,113.51	Rp6,614,661,107.37
2050	Rp 37,568,117,440.53	Rp 3,602,994,688.36	Rp 16,879,684,103.46	Rp3,103,430,609.34	Rp6,706,425,297.70
2051	Rp 38,779,992,196.67	Rp 3,700,729,413.63	Rp 16,446,871,690.55	Rp3,098,545,152.98	Rp6,799,274,566.61
2052	Rp 39,991,866,952.82	Rp 3,799,205,776.12	Rp 16,014,059,277.64	Rp3,093,951,054.10	Rp6,893,156,830.22
2053	Rp 41,203,741,708.96	Rp 3,898,387,379.55	Rp 15,581,246,864.73	Rp3,089,634,014.15	Rp6,988,021,393.70
2054	Rp 42,415,616,465.11	Rp 3,998,238,876.13	Rp 15,148,434,451.83	Rp3,085,580,146.52	Rp7,083,819,022.65
2055	Rp 43,627,491,221.26	Rp 4,098,726,008.65	Rp 14,715,622,038.92	Rp3,081,775,993.00	Rp7,180,502,001.65
2056	Rp 44,839,365,977.40	Rp 4,199,815,643.69	Rp 14,282,809,626.01	Rp3,078,208,536.91	Rp7,278,024,180.59

LAMPIRAN C

PERHITUNGAN BIAYA DAN NILAI EUAC SUDUT PANDANG PERUSAHAAN

Lampiran ini akan diberikan tabel berisik perhitungan nilai EUAC untuk komponen Turbin kritis. Tabel berisi perhitungan biaya pemeliharaan, biaya konsumsi energi, biaya operasi, dan *capital recovery*.

Perhitungan Nilai EUAC Komponen *Main Stop Valve*

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2020	Rp 38,740,168.00	Rp 20,700,494.10	Rp 162,490,662.10	Rp 148,963,876.90	Rp 5,433,836,104.82	Rp1,050,715,580.95	Rp1,199,679,457.86
2021	Rp 43,519,156.00	Rp 20,596,620.65	Rp 167,165,776.65	Rp 164,207,717.15	Rp 5,294,506,973.92	Rp1,044,965,761.14	Rp1,209,173,478.29
2022	Rp 53,110,220.00	Rp 20,626,298.78	Rp 176,786,518.78	Rp 180,230,303.38	Rp 5,155,177,843.03	Rp1,039,697,253.47	Rp1,219,927,556.84
2023	Rp 69,852,487.00	Rp 20,418,551.89	Rp 193,321,038.89	Rp 197,748,572.47	Rp 5,015,848,712.14	Rp1,034,858,987.11	Rp1,232,607,559.58
2024	Rp 41,541,278.00	Rp 20,626,298.78	Rp 165,217,576.78	Rp 212,231,039.05	Rp 4,876,519,581.25	Rp1,030,407,496.89	Rp1,242,638,535.94
2025	Rp 46,918,371.00	Rp 20,596,620.65	Rp 170,564,991.65	Rp 227,155,618.81	Rp 4,737,190,450.35	Rp1,026,305,428.05	Rp1,253,461,046.86
2026	Rp 23,400,000.00	Rp 20,774,689.42	Rp 44,174,689.42	Rp 229,458,788.67	Rp 4,597,861,319.46	Rp1,022,520,388.94	Rp1,251,979,177.60
2027	Rp 39,360,541.00	Rp 20,626,298.78	Rp 163,036,839.78	Rp 243,609,439.96	Rp 4,458,532,188.57	Rp1,019,024,060.87	Rp1,262,633,500.83
2028	Rp 23,400,000.00	Rp 20,774,689.42	Rp 44,174,689.42	Rp 246,109,407.49	Rp 4,319,203,057.67	Rp1,015,791,500.57	Rp1,261,900,908.06

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2029	Rp 33,181,560.00	Rp 20,749,957.65	Rp 156,981,517.65	Rp 259,684,778.77	Rp 4,179,873,926.78	Rp1,012,800,588.35	Rp1,272,485,367.12
2030	Rp 45,515,984.00	Rp 20,596,620.65	Rp 169,162,604.65	Rp 274,419,401.39	Rp 4,040,544,795.89	Rp1,010,031,587.65	Rp1,284,450,989.03
2031	Rp 31,693,203.00	Rp 20,749,957.65	Rp 155,493,160.65	Rp 287,823,806.13	Rp 3,901,215,665.00	Rp1,007,466,790.50	Rp1,295,290,596.63
2032	Rp 74,298,794.00	Rp 20,418,551.89	Rp 197,767,345.89	Rp 305,265,534.80	Rp 3,761,886,534.10	Rp1,005,090,229.90	Rp1,310,355,764.70
2033	Rp 76,706,743.00	Rp 20,418,551.89	Rp 200,175,294.89	Rp 322,908,566.10	Rp 3,622,557,403.21	Rp1,002,887,444.55	Rp1,325,796,010.65
2034	Rp 44,386,870.00	Rp 20,626,298.78	Rp 168,063,168.78	Rp 337,494,001.31	Rp 3,483,228,272.32	Rp1,000,845,285.04	Rp1,338,339,286.35
2035	Rp 38,860,371.00	Rp 20,626,298.78	Rp 162,536,669.78	Rp 351,570,001.92	Rp 3,343,899,141.43	Rp998,951,753.00	Rp1,350,521,754.92
2036	Rp 75,759,482.00	Rp 20,418,551.89	Rp 199,228,033.89	Rp 369,111,804.08	Rp 3,204,570,010.53	Rp997,195,866.54	Rp1,366,307,670.62
2037	Rp 78,664,450.00	Rp 20,378,981.05	Rp 202,093,431.05	Rp 386,922,211.99	Rp 3,065,240,879.64	Rp995,567,547.02	Rp1,382,489,759.01
2038	Rp 27,081,033.00	Rp 20,749,957.65	Rp 150,880,990.65	Rp 399,952,600.09	Rp 2,925,911,748.75	Rp994,057,523.01	Rp1,394,010,123.10
2039	Rp 34,000,165.00	Rp 20,700,494.10	Rp 157,750,659.10	Rp 413,654,524.81	Rp 2,786,582,617.85	Rp992,657,248.18	Rp1,406,311,772.99
2040	Rp 23,400,000.00	Rp 20,774,689.42	Rp 44,174,689.42	Rp 416,826,524.06	Rp 2,647,253,486.96	Rp991,358,830.83	Rp1,408,185,354.89
2041	Rp 51,558,005.00	Rp 20,626,298.78	Rp 175,234,303.78	Rp 432,229,044.75	Rp 2,507,924,356.07	Rp990,154,972.74	Rp1,422,384,017.48
2042	Rp 41,010,075.00	Rp 20,626,298.78	Rp 164,686,373.78	Rp 446,675,059.46	Rp 2,368,595,225.18	Rp989,038,915.96	Rp1,435,713,975.42

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2043	Rp 78,751,676.00	Rp 20,378,981.05	Rp 202,180,657.05	Rp 464,611,374.84	Rp 2,229,266,094.28	Rp988,004,396.13	Rp1,452,615,770.97
2044	Rp 42,528,183.00	Rp 20,626,298.78	Rp 166,204,481.78	Rp 479,240,491.92	Rp 2,089,936,963.39	Rp987,045,601.20	Rp1,466,286,093.12
2045	Rp 42,086,594.00	Rp 20,700,494.10	Rp 165,837,088.10	Rp 493,859,674.31	Rp 1,950,607,832.50	Rp986,157,134.83	Rp1,480,016,809.14
2046	Rp 30,148,489.00	Rp 20,749,957.65	Rp 153,948,446.65	Rp 507,408,020.44	Rp 1,811,278,701.61	Rp985,333,983.69	Rp1,492,742,004.12
2047	Rp 89,770,264.00	Rp 20,418,551.89	Rp 213,238,815.89	Rp 526,433,776.06	Rp 1,671,949,570.71	Rp984,571,488.09	Rp1,511,005,264.15
2048	Rp 61,964,496.00	Rp 20,418,551.89	Rp 185,433,047.89	Rp 542,918,623.73	Rp 1,532,620,439.82	Rp983,865,315.49	Rp1,526,783,939.22
2049	Rp 23,400,000.00	Rp 20,774,689.42	Rp 44,174,689.42	Rp 546,458,942.00	Rp 1,393,291,308.93	Rp983,211,436.41	Rp1,529,670,378.41
2050	Rp 68,789,772.00	Rp 20,418,551.89	Rp 192,258,323.89	Rp 563,617,634.79	Rp 1,253,962,178.03	Rp982,606,102.61	Rp1,546,223,737.40
2051	Rp 23,400,000.00	Rp 20,774,689.42	Rp 44,174,689.42	Rp 567,224,978.16	Rp 1,114,633,047.14	Rp982,045,827.03	Rp1,549,270,805.20
2052	Rp 23,400,000.00	Rp 20,774,689.42	Rp 44,174,689.42	Rp 570,867,167.01	Rp 975,303,916.25	Rp981,527,365.47	Rp1,552,394,532.48
2053	Rp 39,282,066.00	Rp 20,626,298.78	Rp 162,958,364.78	Rp 585,409,273.47	Rp 835,974,785.36	Rp981,047,699.67	Rp1,566,456,973.13
2054	Rp 33,831,002.00	Rp 20,700,494.10	Rp 157,581,496.10	Rp 599,476,101.03	Rp 696,645,654.46	Rp980,604,021.75	Rp1,580,080,122.78
2055	Rp 64,922,971.00	Rp 20,418,551.89	Rp 188,391,522.89	Rp 616,374,902.89	Rp 557,316,523.57	Rp980,193,719.81	Rp1,596,568,622.70
2056	Rp 98,333,623.00	Rp 20,378,981.05	Rp 221,762,604.05	Rp 636,334,732.58	Rp 417,987,392.68	Rp979,814,364.49	Rp1,616,149,097.08

Perhitungan Nilai EUAC Komponen *Gland Steam Exhaust Blower 3A*

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2020	Rp 41,546,382.00	Rp 32,489,038.25	Rp 165,635,420.25	Rp 218,207,689.36	Rp 565,102,786.06	Rp92,251,611.56	Rp310,459,300.93
2021	Rp 38,653,048.00	Rp 32,512,283.45	Rp 162,765,331.45	Rp 231,907,092.94	Rp 550,612,971.03	Rp91,919,569.56	Rp323,826,662.50
2022	Rp 33,969,639.00	Rp 32,465,793.05	Rp 158,035,432.05	Rp 245,038,164.39	Rp 536,123,156.01	Rp91,606,297.91	Rp336,644,462.30
2023	Rp 40,792,802.00	Rp 32,473,541.45	Rp 164,866,343.45	Rp 258,829,684.25	Rp 521,633,340.98	Rp91,310,807.92	Rp350,140,492.17
2024	Rp 31,227,291.00	Rp 32,512,283.45	Rp 155,339,574.45	Rp 271,622,475.70	Rp 507,143,525.95	Rp91,032,181.89	Rp362,654,657.59
2025	Rp 33,532,948.00	Rp 32,512,283.45	Rp 157,645,231.45	Rp 284,649,208.98	Rp 492,653,710.92	Rp90,769,560.78	Rp375,418,769.75
2026	Rp 32,786,374.00	Rp 32,434,799.45	Rp 156,821,173.45	Rp 297,604,321.82	Rp 478,163,895.90	Rp90,522,135.08	Rp388,126,456.90
2027	Rp 50,183,038.00	Rp 32,372,812.26	Rp 174,155,850.26	Rp 312,286,540.64	Rp 463,674,080.87	Rp90,289,138.02	Rp402,575,678.66
2028	Rp 37,991,121.00	Rp 32,372,812.26	Rp 161,963,933.26	Rp 325,780,770.18	Rp 449,184,265.84	Rp90,069,840.43	Rp415,850,610.61
2029	Rp 46,081,396.00	Rp 32,419,302.65	Rp 170,100,698.65	Rp 340,093,001.98	Rp 434,694,450.81	Rp89,863,546.91	Rp429,956,548.88
2030	Rp 28,344,709.00	Rp 32,465,793.05	Rp 152,410,502.05	Rp 352,723,302.63	Rp 420,204,635.79	Rp89,669,592.83	Rp442,392,895.45
2031	Rp 31,165,281.00	Rp 20,740,064.94	Rp 143,505,345.94	Rp 364,547,633.22	Rp 405,714,820.76	Rp89,487,342.14	Rp454,034,975.36
2032	Rp 30,281,999.00	Rp 20,745,011.29	Rp 142,627,010.29	Rp 376,345,934.86	Rp 391,225,005.73	Rp89,316,185.60	Rp465,662,120.46

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2033	Rp 32,730,633.00	Rp 20,745,011.29	Rp 145,075,644.29	Rp 388,434,709.50	Rp 376,735,190.71	Rp89,155,539.38	Rp477,590,248.87
2034	Rp 46,445,859.00	Rp 20,665,869.62	Rp 158,711,728.62	Rp 401,868,447.66	Rp 362,245,375.68	Rp89,004,843.99	Rp490,873,291.66
2035	Rp 26,790,553.00	Rp 20,745,011.29	Rp 139,135,564.29	Rp 413,501,058.54	Rp 347,755,560.65	Rp88,863,563.37	Rp502,364,621.91
2036	Rp 58,814,943.00	Rp 20,537,264.40	Rp 170,952,207.40	Rp 428,179,357.09	Rp 333,265,745.62	Rp88,731,184.09	Rp516,910,541.18
2037	Rp 39,251,712.00	Rp 20,655,976.91	Rp 151,507,688.91	Rp 441,072,752.00	Rp 318,775,930.60	Rp88,607,214.70	Rp529,679,966.70
2038	Rp 43,486,969.00	Rp 20,725,225.87	Rp 155,812,194.87	Rp 454,414,998.15	Rp 304,286,115.57	Rp88,491,185.12	Rp542,906,183.27
2039	Rp 38,587,142.00	Rp 20,730,172.23	Rp 150,917,314.23	Rp 467,344,570.42	Rp 289,796,300.54	Rp88,382,646.07	Rp555,727,216.49
2040	Rp 28,785,326.00	Rp 20,730,172.23	Rp 141,115,498.23	Rp 479,407,180.10	Rp 275,306,485.52	Rp88,281,168.54	Rp567,688,348.64
2041	Rp 38,993,659.00	Rp 20,725,225.87	Rp 151,318,884.87	Rp 492,462,728.43	Rp 260,816,670.49	Rp88,186,343.22	Rp580,649,071.65
2042	Rp 42,893,230.00	Rp 20,730,172.23	Rp 155,223,402.23	Rp 505,920,437.95	Rp 246,326,855.46	Rp88,097,780.00	Rp594,018,217.95
2043	Rp 49,886,296.00	Rp 20,576,835.24	Rp 162,063,131.24	Rp 520,048,132.69	Rp 231,837,040.43	Rp88,015,107.44	Rp608,063,240.14
2044	Rp 63,179,476.00	Rp 20,576,835.24	Rp 175,356,311.24	Rp 535,437,040.02	Rp 217,347,225.41	Rp87,937,972.22	Rp623,375,012.24
2045	Rp 28,533,270.00	Rp 20,745,011.29	Rp 140,878,281.29	Rp 547,677,508.66	Rp 202,857,410.38	Rp87,866,038.59	Rp635,543,547.25
2046	Rp 33,123,365.00	Rp 20,754,904.00	Rp 145,478,269.00	Rp 560,378,144.32	Rp 188,367,595.35	Rp87,798,987.83	Rp648,177,132.15

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2047	Rp 41,297,181.00	Rp 20,705,440.46	Rp 153,602,621.46	Rp 573,859,505.77	Rp 173,877,780.33	Rp87,736,517.66	Rp661,596,023.43
2048	Rp 59,210,546.00	Rp 20,537,264.40	Rp 171,347,810.40	Rp 589,001,148.48	Rp 159,387,965.30	Rp87,678,341.73	Rp676,679,490.20
2049	Rp 23,400,000.00	Rp 20,774,689.42	Rp 44,174,689.42	Rp 592,497,877.09	Rp 144,898,150.27	Rp87,624,188.97	Rp680,122,066.06
2050	Rp 49,001,066.00	Rp 20,665,869.62	Rp 161,266,935.62	Rp 606,775,409.13	Rp 130,408,335.24	Rp87,573,803.09	Rp694,349,212.22
2051	Rp 26,203,981.00	Rp 20,745,011.29	Rp 138,548,992.29	Rp 618,995,511.00	Rp 115,918,520.22	Rp87,526,941.94	Rp706,522,452.94
2052	Rp 33,649,121.00	Rp 20,537,264.40	Rp 145,786,385.40	Rp 631,903,914.96	Rp 101,428,705.19	Rp87,483,377.00	Rp719,387,291.96
2053	Rp 43,074,291.00	Rp 20,695,547.75	Rp 155,369,838.75	Rp 645,712,395.91	Rp 86,938,890.16	Rp87,442,892.74	Rp733,155,288.65
2054	Rp 42,472,496.00	Rp 20,695,547.75	Rp 154,768,043.75	Rp 659,486,666.82	Rp 72,449,075.14	Rp87,405,286.10	Rp746,891,952.93
2055	Rp 31,839,008.00	Rp 20,745,011.29	Rp 144,184,019.29	Rp 672,313,324.03	Rp 57,959,260.11	Rp87,370,365.94	Rp759,683,689.97
2056	Rp 31,731,488.00	Rp 20,745,011.29	Rp 144,076,499.29	Rp 685,149,629.11	Rp 43,469,445.08	Rp87,337,952.43	Rp772,487,581.55

Perhitungan Nilai EUAC Komponen *Gland Steam Exhaust Blower 3A*

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2020	Rp 37,522,989.00	Rp 28,818,987.72	Rp 260,991,976.72	Rp 368,222,378.28	Rp 621,875,054.29	Rp101,519,541.87	Rp469,741,920.15
2021	Rp 25,016,338.00	Rp 28,818,987.72	Rp 248,485,325.72	Rp 388,588,186.63	Rp 605,929,540.08	Rp101,154,141.73	Rp489,742,328.36
2022	Rp 26,435,186.00	Rp 28,784,654.88	Rp 249,869,840.88	Rp 409,042,736.38	Rp 589,984,025.86	Rp100,809,397.67	Rp509,852,134.05
2023	Rp 33,347,350.00	Rp 28,812,121.15	Rp 256,809,471.15	Rp 430,181,698.34	Rp 574,038,511.65	Rp100,484,221.69	Rp530,665,920.04
2024	Rp 27,596,331.00	Rp 28,798,388.02	Rp 251,044,719.02	Rp 450,721,851.44	Rp 558,092,997.44	Rp100,177,603.88	Rp550,899,455.32
2025	Rp 33,719,943.00	Rp 28,836,154.14	Rp 257,206,097.14	Rp 471,898,788.09	Rp 542,147,483.23	Rp99,888,598.91	Rp571,787,387.00
2026	Rp 25,335,155.00	Rp 28,825,854.29	Rp 248,811,009.29	Rp 492,267,531.22	Rp 526,201,969.01	Rp99,616,315.93	Rp591,883,847.14
2027	Rp 23,400,000.00	Rp 28,839,587.43	Rp 52,239,587.43	Rp 493,343,775.29	Rp 510,256,454.80	Rp99,359,911.14	Rp592,703,686.42
2028	Rp 27,858,381.00	Rp 28,777,788.31	Rp 251,286,169.31	Rp 514,214,185.67	Rp 494,310,940.59	Rp99,118,582.13	Rp613,332,767.80
2029	Rp 23,400,000.00	Rp 28,839,587.43	Rp 52,239,587.43	Rp 515,823,087.48	Rp 478,365,426.38	Rp98,891,563.60	Rp614,714,651.08
2030	Rp 29,654,307.00	Rp 28,822,421.01	Rp 253,126,728.01	Rp 537,097,719.07	Rp 462,419,912.16	Rp98,678,124.20	Rp635,775,843.27
2031	Rp 24,851,665.00	Rp 20,767,269.89	Rp 240,268,934.89	Rp 557,188,863.23	Rp 446,474,397.95	Rp98,477,563.95	Rp655,666,427.17
2032	Rp 23,400,000.00	Rp 20,774,689.42	Rp 44,174,689.42	Rp 534,900,657.10	Rp 430,528,883.74	Rp98,289,212.40	Rp633,189,869.50

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2033	Rp 31,094,741.00	Rp 20,764,796.71	Rp 246,509,537.71	Rp 532,325,470.27	Rp 414,583,369.53	Rp98,112,427.08	Rp630,437,897.35
2034	Rp 28,651,287.00	Rp 20,725,225.87	Rp 244,026,512.87	Rp 548,302,365.47	Rp 398,637,855.31	Rp97,946,592.29	Rp646,248,957.77
2035	Rp 28,203,778.00	Rp 20,772,216.24	Rp 243,625,994.24	Rp 564,320,018.78	Rp 382,692,341.10	Rp97,791,118.11	Rp662,111,136.89
2036	Rp 23,400,000.00	Rp 20,774,689.42	Rp 44,174,689.42	Rp 542,753,775.67	Rp 366,746,826.89	Rp97,645,439.53	Rp640,399,215.19
2037	Rp 34,224,902.00	Rp 20,754,904.00	Rp 249,629,806.00	Rp 541,113,192.81	Rp 350,801,312.68	Rp97,509,015.72	Rp638,622,208.53
2038	Rp 33,217,612.00	Rp 20,764,796.71	Rp 248,632,408.71	Rp 557,971,121.36	Rp 334,855,798.46	Rp97,381,329.39	Rp655,352,450.75
2039	Rp 23,400,000.00	Rp 20,774,689.42	Rp 44,174,689.42	Rp 555,829,788.45	Rp 318,910,284.25	Rp97,261,886.12	Rp653,091,674.57
2040	Rp 34,757,253.00	Rp 20,754,904.00	Rp 250,162,157.00	Rp 554,625,709.99	Rp 302,964,770.04	Rp97,150,213.79	Rp651,775,923.78
2041	Rp 31,095,807.00	Rp 20,749,957.65	Rp 246,495,764.65	Rp 571,510,477.19	Rp 287,019,255.83	Rp97,045,861.97	Rp668,556,339.16
2042	Rp 36,185,045.00	Rp 20,772,216.24	Rp 251,607,261.24	Rp 569,830,328.36	Rp 271,073,741.61	Rp96,948,401.37	Rp666,778,729.73
2043	Rp 30,303,339.00	Rp 20,754,904.00	Rp 245,708,243.00	Rp 568,384,848.08	Rp 255,128,227.40	Rp96,857,423.23	Rp665,242,271.31
2044	Rp 33,118,669.00	Rp 20,754,904.00	Rp 248,523,573.00	Rp 585,631,359.02	Rp 239,182,713.19	Rp96,772,538.73	Rp682,403,897.75
2045	Rp 37,963,193.00	Rp 20,764,796.71	Rp 253,377,989.71	Rp 585,102,383.21	Rp 223,237,198.98	Rp96,693,378.39	Rp681,795,761.60
2046	Rp 37,692,355.00	Rp 20,735,118.58	Rp 253,077,473.58	Rp 584,478,420.11	Rp 207,291,684.76	Rp96,619,591.46	Rp681,098,011.57

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2047	Rp 33,613,822.00	Rp 20,759,850.36	Rp 249,023,672.36	Rp 582,886,969.55	Rp 191,346,170.55	Rp96,550,845.32	Rp679,437,814.86
2048	Rp 33,930,883.00	Rp 20,769,743.07	Rp 249,350,626.07	Rp 600,385,714.61	Rp 175,400,656.34	Rp96,486,824.81	Rp696,872,539.42
2049	Rp 30,874,479.00	Rp 20,769,743.07	Rp 246,294,222.07	Rp 599,544,185.85	Rp 159,455,142.13	Rp96,427,231.68	Rp695,971,417.53
2050	Rp 36,098,677.00	Rp 20,762,323.53	Rp 251,511,000.53	Rp 617,300,300.45	Rp 143,509,627.91	Rp96,371,783.85	Rp713,672,084.29
2051	Rp 34,119,422.00	Rp 20,767,269.89	Rp 249,536,691.89	Rp 615,769,006.52	Rp 127,564,113.70	Rp96,320,214.86	Rp712,089,221.38
2052	Rp 23,400,000.00	Rp 20,774,689.42	Rp 44,174,689.42	Rp 596,627,041.41	Rp 111,618,599.49	Rp96,272,273.23	Rp692,899,314.63
2053	Rp 37,273,802.00	Rp 20,762,323.53	Rp 252,686,125.53	Rp 596,500,408.73	Rp 95,673,085.28	Rp96,227,721.77	Rp692,728,130.50
2054	Rp 35,459,418.00	Rp 20,735,118.58	Rp 250,844,536.58	Rp 595,605,876.36	Rp 79,727,571.06	Rp96,186,337.04	Rp691,792,213.40
2055	Rp 23,400,000.00	Rp 20,774,689.42	Rp 44,174,689.42	Rp 576,382,795.63	Rp 63,782,056.85	Rp96,147,908.67	Rp672,530,704.30
2056	Rp 30,479,704.00	Rp 20,725,225.87	Rp 245,854,929.87	Rp 575,067,392.54	Rp 47,836,542.64	Rp96,112,238.78	Rp671,179,631.33

Perhitungan Nilai EUAC Komponen *Bar And Travelling Screen 3B*

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%,n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2020	Rp 35,483,798.00	Rp 24,508,196.31	Rp 254,641,994.31	Rp 377,217,593.38	Rp 493,380,003.67	Rp95,402,593.53	Rp472,620,186.91
2021	Rp 23,400,000.00	Rp 24,566,688.42	Rp 47,966,688.42	Rp 376,365,725.10	Rp 480,729,234.35	Rp94,880,522.92	Rp471,246,248.01
2022	Rp 26,199,950.00	Rp 24,537,442.37	Rp 245,387,392.37	Rp 396,526,885.89	Rp 468,078,465.02	Rp94,402,154.36	Rp490,929,040.25
2023	Rp 33,980,932.00	Rp 24,543,291.58	Rp 253,174,223.58	Rp 417,451,170.78	Rp 455,427,695.70	Rp93,962,850.74	Rp511,414,021.52
2024	Rp 23,400,000.00	Rp 24,566,688.42	Rp 47,966,688.42	Rp 417,587,412.90	Rp 442,776,926.37	Rp93,558,665.52	Rp511,146,078.42
2025	Rp 23,400,000.00	Rp 24,566,688.42	Rp 47,966,688.42	Rp 418,145,351.75	Rp 430,126,157.05	Rp93,186,206.96	Rp511,331,558.72
2026	Rp 27,116,485.00	Rp 24,531,593.15	Rp 246,298,078.15	Rp 438,757,052.73	Rp 417,475,387.72	Rp92,842,533.99	Rp531,599,586.71
2027	Rp 25,956,159.00	Rp 24,543,291.58	Rp 245,149,450.58	Rp 459,260,591.69	Rp 404,824,618.40	Rp92,525,075.32	Rp551,785,667.01
2028	Rp 23,400,000.00	Rp 24,566,688.42	Rp 47,966,688.42	Rp 460,524,152.49	Rp 392,173,849.07	Rp92,231,566.17	Rp552,755,718.67
2029	Rp 23,400,000.00	Rp 24,566,688.42	Rp 47,966,688.42	Rp 462,079,704.59	Rp 379,523,079.75	Rp91,959,998.12	Rp554,039,702.72
2030	Rp 30,022,678.00	Rp 24,508,196.31	Rp 249,180,874.31	Rp 483,300,534.47	Rp 366,872,310.42	Rp91,708,579.13	Rp575,009,113.61
2031	Rp 35,261,194.00	Rp 20,754,904.00	Rp 250,666,098.00	Rp 504,684,506.14	Rp 354,221,541.10	Rp91,475,701.37	Rp596,160,207.51
2032	Rp 33,556,667.00	Rp 20,745,011.29	Rp 248,951,678.29	Rp 502,629,960.03	Rp 341,570,771.77	Rp91,259,915.05	Rp593,889,875.08

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2033	Rp 32,013,279.00	Rp 20,725,225.87	Rp 247,388,504.87	Rp 519,313,388.55	Rp 328,920,002.45	Rp91,059,907.13	Rp610,373,295.68
2034	Rp 40,497,788.00	Rp 20,745,011.29	Rp 255,892,799.29	Rp 517,192,569.71	Rp 316,269,233.12	Rp90,874,483.68	Rp608,067,053.39
2035	Rp 37,643,962.00	Rp 20,745,011.29	Rp 253,038,973.29	Rp 534,615,085.95	Rp 303,618,463.80	Rp90,702,555.26	Rp625,317,641.21
2036	Rp 23,400,000.00	Rp 20,774,689.42	Rp 44,174,689.42	Rp 496,075,780.99	Rp 290,967,694.47	Rp90,543,124.75	Rp586,618,905.74
2037	Rp 32,235,056.00	Rp 20,735,118.58	Rp 247,620,174.58	Rp 513,272,961.62	Rp 278,316,925.15	Rp90,395,277.03	Rp603,668,238.65
2038	Rp 30,883,789.00	Rp 20,759,850.36	Rp 246,293,639.36	Rp 530,388,025.08	Rp 265,666,155.82	Rp90,258,170.27	Rp620,646,195.34
2039	Rp 34,419,010.00	Rp 20,764,796.71	Rp 249,833,806.71	Rp 547,875,527.52	Rp 253,015,386.50	Rp90,131,028.49	Rp638,006,556.01
2040	Rp 23,400,000.00	Rp 20,774,689.42	Rp 44,174,689.42	Rp 528,088,693.57	Rp 240,364,617.17	Rp90,013,135.13	Rp618,101,828.71
2041	Rp 36,333,667.00	Rp 20,745,011.29	Rp 251,728,678.29	Rp 527,657,821.36	Rp 227,713,847.85	Rp89,903,827.55	Rp617,561,648.90
2042	Rp 27,584,290.00	Rp 20,764,796.71	Rp 242,999,086.71	Rp 526,647,514.25	Rp 215,063,078.52	Rp89,802,492.12	Rp616,450,006.37
2043	Rp 23,400,000.00	Rp 20,774,689.42	Rp 44,174,689.42	Rp 507,220,749.99	Rp 202,412,309.20	Rp89,708,560.07	Rp596,929,310.05
2044	Rp 23,400,000.00	Rp 20,774,689.42	Rp 44,174,689.42	Rp 488,030,860.57	Rp 189,761,539.87	Rp89,621,503.66	Rp577,652,364.22
2045	Rp 33,953,194.00	Rp 20,769,743.07	Rp 249,372,937.07	Rp 487,626,652.12	Rp 177,110,770.55	Rp89,540,832.93	Rp577,167,485.05
2046	Rp 35,609,428.00	Rp 20,745,011.29	Rp 251,004,439.29	Rp 487,384,122.29	Rp 164,460,001.22	Rp89,466,092.67	Rp576,850,214.96

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2047	Rp 34,311,927.00	Rp 20,764,796.71	Rp 249,726,723.71	Rp 487,231,765.17	Rp 151,809,231.90	Rp89,396,859.80	Rp576,628,624.96
2048	Rp 25,739,446.00	Rp 20,754,904.00	Rp 241,144,350.00	Rp 504,468,829.33	Rp 139,158,462.57	Rp89,332,740.92	Rp593,801,570.25
2049	Rp 36,991,531.00	Rp 20,745,011.29	Rp 252,386,542.29	Rp 522,751,056.51	Rp 126,507,693.25	Rp89,273,370.19	Rp612,024,426.70
2050	Rp 32,371,985.00	Rp 20,745,011.29	Rp 247,766,996.29	Rp 540,621,644.21	Rp 113,856,923.92	Rp89,218,407.25	Rp629,840,051.46
2051	Rp 36,952,579.00	Rp 20,725,225.87	Rp 252,327,804.87	Rp 539,987,689.08	Rp 101,206,154.60	Rp89,167,535.49	Rp629,155,224.58
2052	Rp 33,311,861.00	Rp 20,754,904.00	Rp 248,716,765.00	Rp 557,984,235.90	Rp 88,555,385.27	Rp89,120,460.36	Rp647,104,696.26
2053	Rp 28,638,051.00	Rp 20,764,796.71	Rp 244,052,847.71	Rp 557,502,715.62	Rp 75,904,615.95	Rp89,076,907.79	Rp646,579,623.41
2054	Rp 23,400,000.00	Rp 20,774,689.42	Rp 44,174,689.42	Rp 538,065,294.54	Rp 63,253,846.62	Rp89,036,622.84	Rp627,101,917.38
2055	Rp 33,562,742.00	Rp 20,754,904.00	Rp 248,967,646.00	Rp 556,149,159.18	Rp 50,603,077.30	Rp88,999,368.36	Rp645,148,527.54
2056	Rp 23,400,000.00	Rp 20,774,689.42	Rp 44,174,689.42	Rp 555,534,049.91	Rp 37,952,307.97	Rp88,964,923.75	Rp644,498,973.67

Perhitungan Nilai EUAC *Circulating Water Pump 3A*

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P, %,n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2020	Rp 170,849,611.00	Rp 14,052,525.55	Rp 184,902,136.55	Rp 118,632,626.49	Rp 365,892,903.68	Rp70,751,006.74	Rp189,383,633.22
2021	Rp 143,673,846.00	Rp 14,052,525.55	Rp 157,726,371.55	Rp 133,358,169.06	Rp 356,511,034.35	Rp70,363,836.75	Rp203,722,005.80
2022	Rp 23,400,000.00	Rp 14,297,627.74	Rp 37,697,627.74	Rp 135,397,498.07	Rp 347,129,165.03	Rp70,009,076.40	Rp205,406,574.47
2023	Rp 43,317,275.00	Rp 14,175,076.64	Rp 57,492,351.64	Rp 139,578,959.03	Rp 337,747,295.70	Rp69,683,286.79	Rp209,262,245.83
2024	Rp 130,159,129.00	Rp 14,093,375.91	Rp 144,252,504.91	Rp 152,597,449.41	Rp 328,365,426.38	Rp69,383,541.15	Rp221,980,990.56
2025	Rp 23,400,000.00	Rp 14,297,627.74	Rp 37,697,627.74	Rp 154,821,350.23	Rp 318,983,557.05	Rp69,107,324.16	Rp223,928,674.39
2026	Rp 23,400,000.00	Rp 14,297,627.74	Rp 37,697,627.74	Rp 157,144,278.06	Rp 309,601,687.73	Rp68,852,454.69	Rp225,996,732.74
2027	Rp 103,914,518.00	Rp 14,256,777.37	Rp 118,171,295.37	Rp 167,476,587.57	Rp 300,219,818.40	Rp68,617,025.86	Rp236,093,613.44
2028	Rp 78,292,306.00	Rp 14,284,010.95	Rp 92,576,316.95	Rp 175,271,825.54	Rp 290,837,949.08	Rp68,399,358.12	Rp243,671,183.66
2029	Rp 101,242,999.00	Rp 14,243,160.58	Rp 115,486,159.58	Rp 185,297,688.57	Rp 281,456,079.75	Rp68,197,961.99	Rp253,495,650.56
2030	Rp 210,759,206.00	Rp 13,821,040.15	Rp 224,580,246.15	Rp 205,828,766.73	Rp 272,074,210.43	Rp68,011,508.50	Rp273,840,275.22
2031	Rp 112,585,542.00	Rp 20,418,551.89	Rp 133,004,093.89	Rp 217,453,331.74	Rp 262,692,341.10	Rp67,838,805.26	Rp285,292,137.00
2032	Rp 82,984,429.00	Rp 20,596,620.65	Rp 103,581,049.65	Rp 222,659,393.46	Rp 253,310,471.78	Rp67,678,777.13	Rp290,338,170.59
2033	Rp 50,077,975.00	Rp 20,725,225.87	Rp 70,803,200.87	Rp 224,802,569.96	Rp 243,928,602.45	Rp67,530,450.32	Rp292,333,020.29

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2034	Rp 23,400,000.00	Rp 20,774,689.42	Rp 44,174,689.42	Rp 224,499,601.04	Rp 234,546,733.13	Rp67,392,939.43	Rp291,892,540.46
2035	Rp 61,938,569.00	Rp 20,715,333.16	Rp 82,653,902.16	Rp 227,908,993.56	Rp 225,164,863.80	Rp67,265,436.51	Rp295,174,430.08
2036	Rp 70,679,339.00	Rp 20,754,904.00	Rp 91,434,243.00	Rp 232,195,539.67	Rp 215,782,994.48	Rp67,147,202.11	Rp299,342,741.78
2037	Rp 145,998,918.00	Rp 20,418,551.89	Rp 166,417,469.89	Rp 243,548,362.53	Rp 206,401,125.15	Rp67,037,557.55	Rp310,585,920.08
2038	Rp 23,400,000.00	Rp 20,774,689.42	Rp 44,174,689.42	Rp 243,484,351.79	Rp 197,019,255.83	Rp66,935,878.54	Rp310,420,230.33
2039	Rp 84,228,947.00	Rp 20,754,904.00	Rp 104,983,851.00	Rp 249,147,137.28	Rp 187,637,386.50	Rp66,841,589.60	Rp315,988,726.88
2040	Rp 116,235,289.00	Rp 20,715,333.16	Rp 136,950,622.16	Rp 257,811,077.09	Rp 178,255,517.18	Rp66,754,159.35	Rp324,565,236.44
2041	Rp 78,355,787.00	Rp 20,735,118.58	Rp 99,090,905.58	Rp 262,978,226.04	Rp 168,873,647.85	Rp66,673,096.33	Rp329,651,322.37
2042	Rp 129,039,212.00	Rp 20,537,264.40	Rp 149,576,476.40	Rp 268,965,681.98	Rp 159,491,778.53	Rp66,597,945.51	Rp335,563,627.49
2043	Rp 45,429,732.00	Rp 20,715,333.16	Rp 66,145,065.16	Rp 262,675,117.49	Rp 150,109,909.20	Rp66,528,285.06	Rp329,203,402.55
2044	Rp 160,341,439.00	Rp 20,220,697.70	Rp 180,562,136.70	Rp 275,459,321.73	Rp 140,728,039.88	Rp66,463,723.62	Rp341,923,045.35
2045	Rp 23,400,000.00	Rp 20,774,689.42	Rp 44,174,689.42	Rp 275,673,170.88	Rp 131,346,170.55	Rp66,403,897.83	Rp342,077,068.71
2046	Rp 23,400,000.00	Rp 20,774,689.42	Rp 44,174,689.42	Rp 275,830,465.37	Rp 121,964,301.23	Rp66,348,470.11	Rp342,178,935.48
2047	Rp 127,261,865.00	Rp 20,537,264.40	Rp 147,799,129.40	Rp 278,712,279.88	Rp 112,582,431.90	Rp66,297,126.69	Rp345,009,406.57

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%,n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2048	Rp 66,748,498.00	Rp 20,655,976.91	Rp 87,404,474.91	Rp 282,987,873.42	Rp 103,200,562.58	Rp66,249,575.84	Rp349,237,449.25
2049	Rp 123,621,540.00	Rp 20,537,264.40	Rp 144,158,804.40	Rp 292,490,030.14	Rp 93,818,693.25	Rp66,205,546.22	Rp358,695,576.36
2050	Rp 93,985,815.00	Rp 20,655,976.91	Rp 114,641,791.91	Rp 299,293,752.88	Rp 84,436,823.92	Rp66,164,785.45	Rp365,458,538.33
2051	Rp 74,145,498.00	Rp 20,497,693.56	Rp 94,643,191.56	Rp 290,790,768.77	Rp 75,054,954.60	Rp66,127,058.72	Rp356,917,827.49
2052	Rp 72,856,849.00	Rp 20,725,225.87	Rp 93,582,074.87	Rp 284,711,953.11	Rp 65,673,085.27	Rp66,092,147.58	Rp350,804,100.70
2053	Rp 120,132,846.00	Rp 20,537,264.40	Rp 140,670,110.40	Rp 293,949,993.52	Rp 56,291,215.95	Rp66,059,848.80	Rp360,009,842.32
2054	Rp 23,400,000.00	Rp 20,774,689.42	Rp 44,174,689.42	Rp 292,560,182.15	Rp 46,909,346.62	Rp66,029,973.29	Rp358,590,155.44
2055	Rp 29,781,293.00	Rp 20,745,011.29	Rp 50,526,304.29	Rp 283,838,742.39	Rp 37,527,477.30	Rp66,002,345.19	Rp349,841,087.58
2056	Rp 44,245,872.00	Rp 20,715,333.16	Rp 64,961,205.16	Rp 286,192,081.59	Rp 28,145,607.97	Rp65,976,800.91	Rp352,168,882.51

Perhitungan Nilai EUAC Sea Water Booster Pump 3A

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2020	Rp 105,261,516.00	Rp 14,243,160.58	Rp 148,129,676.58	Rp 257,860,931.88	Rp 1,124,147,830.00	Rp183,514,311.93	Rp441,375,243.82
2021	Rp 94,048,414.00	Rp 14,256,777.37	Rp 136,930,191.37	Rp 268,225,166.55	Rp 1,095,323,526.67	Rp182,853,787.33	Rp451,078,953.88
2022	Rp 113,773,772.00	Rp 14,181,885.04	Rp 156,580,657.04	Rp 280,696,826.81	Rp 1,066,499,223.33	Rp182,230,602.20	Rp462,927,429.02
2023	Rp 107,333,681.00	Rp 14,195,501.82	Rp 150,154,182.82	Rp 292,534,439.38	Rp 1,037,674,920.00	Rp181,642,789.80	Rp474,177,229.18
2024	Rp 115,095,808.00	Rp 14,270,394.16	Rp 157,991,202.16	Rp 305,214,670.61	Rp 1,008,850,616.67	Rp181,088,524.53	Rp486,303,195.14
2025	Rp 122,499,289.00	Rp 14,215,927.01	Rp 165,340,216.01	Rp 318,670,510.22	Rp 980,026,313.33	Rp180,566,097.53	Rp499,236,607.74
2026	Rp 119,446,741.00	Rp 14,236,352.19	Rp 162,308,093.19	Rp 331,858,517.82	Rp 951,202,010.00	Rp180,073,898.46	Rp511,932,416.28
2027	Rp 106,113,658.00	Rp 14,154,651.46	Rp 148,893,309.46	Rp 343,771,638.56	Rp 922,377,706.67	Rp179,610,402.00	Rp523,382,040.56
2028	Rp 111,270,835.00	Rp 14,249,968.98	Rp 154,145,803.98	Rp 356,267,575.93	Rp 893,553,403.33	Rp179,174,157.64	Rp535,441,733.57
2029	Rp 112,399,872.00	Rp 14,093,375.91	Rp 155,118,247.91	Rp 368,921,010.11	Rp 864,729,100.00	Rp178,763,781.99	Rp547,684,792.10
2030	Rp 114,382,391.00	Rp 14,266,989.96	Rp 157,274,380.96	Rp 381,845,109.62	Rp 835,904,796.67	Rp178,377,952.97	Rp560,223,062.58
2031	Rp 107,632,997.00	Rp 20,695,547.75	Rp 156,953,544.75	Rp 394,799,138.76	Rp 807,080,493.33	Rp178,015,405.27	Rp572,814,544.03
2032	Rp 109,824,227.00	Rp 20,581,781.59	Rp 159,031,008.59	Rp 395,061,422.77	Rp 778,256,190.00	Rp177,674,926.93	Rp572,736,349.70

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2033	Rp 95,893,320.00	Rp 20,740,064.94	Rp 145,258,384.94	Rp 397,175,130.74	Rp 749,431,886.67	Rp177,355,356.58	Rp574,530,487.32
2034	Rp 112,375,129.00	Rp 20,685,655.04	Rp 161,685,784.04	Rp 400,986,790.53	Rp 720,607,583.33	Rp177,055,581.22	Rp578,042,371.75
2035	Rp 117,322,009.00	Rp 20,655,976.91	Rp 166,602,985.91	Rp 405,380,380.44	Rp 691,783,280.00	Rp176,774,534.47	Rp582,154,914.90
2036	Rp 100,154,507.00	Rp 20,735,118.58	Rp 149,514,625.58	Rp 405,269,570.14	Rp 662,958,976.67	Rp176,511,194.97	Rp581,780,765.10
2037	Rp 110,058,127.00	Rp 20,675,762.33	Rp 159,358,889.33	Rp 405,375,769.10	Rp 634,134,673.33	Rp176,264,585.10	Rp581,640,354.20
2038	Rp 101,373,028.00	Rp 20,675,762.33	Rp 150,673,790.33	Rp 408,594,057.83	Rp 605,310,370.00	Rp176,033,769.74	Rp584,627,827.57
2039	Rp 104,760,884.00	Rp 20,735,118.58	Rp 154,121,002.58	Rp 409,300,451.50	Rp 576,486,066.67	Rp175,817,855.16	Rp585,118,306.66
2040	Rp 103,423,093.00	Rp 20,690,601.39	Rp 152,738,694.39	Rp 410,088,319.81	Rp 547,661,763.33	Rp175,615,987.90	Rp585,704,307.72
2041	Rp 93,312,743.00	Rp 20,764,796.71	Rp 142,702,539.71	Rp 412,810,641.17	Rp 518,837,460.00	Rp175,427,353.76	Rp588,237,994.93
2042	Rp 102,924,824.00	Rp 20,700,494.10	Rp 152,250,318.10	Rp 411,583,601.02	Rp 490,013,156.67	Rp175,251,176.70	Rp586,834,777.72
2043	Rp 123,153,832.00	Rp 20,611,459.72	Rp 172,390,291.72	Rp 414,141,745.11	Rp 461,188,853.33	Rp175,086,717.82	Rp589,228,462.93
2044	Rp 111,079,639.00	Rp 20,715,333.16	Rp 160,419,972.16	Rp 418,687,388.51	Rp 432,364,550.00	Rp174,933,274.24	Rp593,620,662.75
2045	Rp 90,000,000.00	Rp 20,774,689.42	Rp 110,774,689.42	Rp 418,702,006.74	Rp 403,540,246.67	Rp174,790,178.09	Rp593,492,184.84
2046	Rp 104,680,354.00	Rp 20,764,796.71	Rp 154,070,150.71	Rp 419,652,376.73	Rp 374,715,943.33	Rp174,656,795.33	Rp594,309,172.05

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2047	Rp 111,659,250.00	Rp 20,581,781.59	Rp 160,866,031.59	Rp 424,372,668.56	Rp 345,891,640.00	Rp174,532,524.66	Rp598,905,193.22
2048	Rp 104,065,858.00	Rp 20,715,333.16	Rp 153,406,191.16	Rp 428,441,603.87	Rp 317,067,336.67	Rp174,416,796.42	Rp602,858,400.29
2049	Rp 101,426,948.00	Rp 20,606,513.36	Rp 150,658,461.36	Rp 432,290,826.70	Rp 288,243,033.33	Rp174,309,071.40	Rp606,599,898.10
2050	Rp 118,579,917.00	Rp 20,552,103.46	Rp 167,757,020.46	Rp 437,738,015.40	Rp 259,418,730.00	Rp174,208,839.76	Rp611,946,855.16
2051	Rp 124,611,319.00	Rp 20,566,942.53	Rp 173,803,261.53	Rp 439,748,557.24	Rp 230,594,426.67	Rp174,115,619.81	Rp613,864,177.05
2052	Rp 103,999,161.00	Rp 20,606,513.36	Rp 153,230,674.36	Rp 440,929,142.31	Rp 201,770,123.33	Rp174,028,956.93	Rp614,958,099.24
2053	Rp 99,324,213.00	Rp 20,675,762.33	Rp 148,624,975.33	Rp 439,917,222.46	Rp 172,945,820.00	Rp173,948,422.38	Rp613,865,644.84
2054	Rp 121,112,304.00	Rp 20,581,781.59	Rp 170,319,085.59	Rp 441,503,669.45	Rp 144,121,516.67	Rp173,873,612.25	Rp615,377,281.70
2055	Rp 112,975,262.00	Rp 20,685,655.04	Rp 162,285,917.04	Rp 441,661,405.65	Rp 115,297,213.33	Rp173,804,146.25	Rp615,465,551.90
2056	Rp 105,184,135.00	Rp 20,626,298.78	Rp 154,435,433.78	Rp 440,451,872.88	Rp 86,472,910.00	Rp173,739,666.71	Rp614,191,539.59

Perhitungan Nilai EUAC *Sea Water Booster Pump 3B*

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2020	Rp 85,331,946.00	Rp 14,052,525.55	Rp 128,009,471.55	Rp 178,121,937.33	Rp 297,512,781.38	Rp57,528,660.95	Rp235,650,598.28
2021	Rp 72,776,096.00	Rp 14,025,291.97	Rp 115,426,387.97	Rp 187,471,714.09	Rp 289,884,248.53	Rp57,213,847.46	Rp244,685,561.55
2022	Rp 47,680,730.00	Rp 14,229,543.80	Rp 90,535,273.80	Rp 194,229,324.19	Rp 282,255,715.67	Rp56,925,386.73	Rp251,154,710.92
2023	Rp 45,456,423.00	Rp 14,277,202.55	Rp 88,358,625.55	Rp 200,829,955.56	Rp 274,627,182.82	Rp56,660,482.51	Rp257,490,438.07
2024	Rp 54,984,487.00	Rp 14,209,118.61	Rp 97,818,605.61	Rp 208,458,066.45	Rp 266,998,649.96	Rp56,416,755.02	Rp264,874,821.48
2025	Rp 74,234,242.00	Rp 14,195,501.82	Rp 117,054,743.82	Rp 218,061,809.30	Rp 259,370,117.10	Rp56,192,159.01	Rp274,253,968.31
2026	Rp 58,029,498.00	Rp 14,277,202.55	Rp 100,931,700.55	Rp 226,080,579.50	Rp 251,741,584.25	Rp55,984,920.98	Rp282,065,500.48
2027	Rp 43,290,987.00	Rp 14,277,202.55	Rp 86,193,189.55	Rp 232,696,479.21	Rp 244,113,051.39	Rp55,793,490.42	Rp288,489,969.62
2028	Rp 41,528,813.00	Rp 14,175,076.64	Rp 84,328,889.64	Rp 239,200,131.62	Rp 236,484,518.54	Rp55,616,501.64	Rp294,816,633.26
2029	Rp 60,143,366.00	Rp 14,270,394.16	Rp 103,038,760.16	Rp 247,588,164.80	Rp 228,855,985.68	Rp55,452,743.55	Rp303,040,908.35
2030	Rp 26,843,282.00	Rp 14,290,819.34	Rp 69,759,101.34	Rp 252,810,281.27	Rp 221,227,452.82	Rp55,301,135.54	Rp308,111,416.81
2031	Rp 54,185,988.00	Rp 20,745,011.29	Rp 103,555,999.29	Rp 247,506,823.96	Rp 213,598,919.97	Rp55,160,708.05	Rp302,667,532.01
2032	Rp 41,094,259.00	Rp 20,705,440.46	Rp 90,424,699.46	Rp 240,752,670.98	Rp 205,970,387.11	Rp55,030,586.88	Rp295,783,257.85
2033	Rp 45,609,353.00	Rp 20,715,333.16	Rp 94,949,686.16	Rp 245,108,341.54	Rp 198,341,854.26	Rp54,909,980.22	Rp300,018,321.76

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2034	Rp 47,056,709.00	Rp 20,715,333.16	Rp 96,397,042.16	Rp 249,663,538.14	Rp 190,713,321.40	Rp54,798,168.13	Rp304,461,706.28
2035	Rp 36,167,956.00	Rp 20,735,118.58	Rp 85,528,074.58	Rp 253,251,012.33	Rp 183,084,788.54	Rp54,694,493.68	Rp307,945,506.02
2036	Rp 49,318,694.00	Rp 20,745,011.29	Rp 98,688,705.29	Rp 246,936,077.37	Rp 175,456,255.69	Rp54,598,355.58	Rp301,534,432.95
2037	Rp 45,949,665.00	Rp 20,695,547.75	Rp 95,270,212.75	Rp 251,580,330.30	Rp 167,827,722.83	Rp54,509,202.02	Rp306,089,532.32
2038	Rp 65,034,949.00	Rp 20,626,298.78	Rp 114,286,247.78	Rp 242,178,731.61	Rp 160,199,189.98	Rp54,426,525.35	Rp296,605,256.96
2039	Rp 35,975,455.00	Rp 20,764,796.71	Rp 85,365,251.71	Rp 246,016,833.43	Rp 152,570,657.12	Rp54,349,857.66	Rp300,366,691.09
2040	Rp 51,753,272.00	Rp 20,725,225.87	Rp 101,103,497.87	Rp 251,355,385.95	Rp 144,942,124.26	Rp54,278,766.86	Rp305,634,152.81
2041	Rp 68,544,273.00	Rp 20,705,440.46	Rp 117,874,713.46	Rp 248,515,342.10	Rp 137,313,591.41	Rp54,212,853.36	Rp302,728,195.46
2042	Rp 55,207,747.00	Rp 20,636,191.49	Rp 104,468,938.49	Rp 244,343,080.40	Rp 129,685,058.55	Rp54,151,747.15	Rp298,494,827.55
2043	Rp 67,649,566.00	Rp 20,576,835.24	Rp 116,851,401.24	Rp 251,247,883.89	Rp 122,056,525.70	Rp54,095,105.23	Rp305,342,989.13
2044	Rp 66,036,492.00	Rp 20,378,981.05	Rp 115,040,473.05	Rp 258,001,814.59	Rp 114,427,992.84	Rp54,042,609.40	Rp312,044,423.99
2045	Rp 50,116,080.00	Rp 20,626,298.78	Rp 99,367,378.78	Rp 263,327,258.32	Rp 106,799,459.98	Rp53,993,964.19	Rp317,321,222.52
2046	Rp 23,400,000.00	Rp 20,774,689.42	Rp 44,174,689.42	Rp 253,884,140.71	Rp 99,170,927.13	Rp53,948,895.11	Rp307,833,035.82
2047	Rp 35,788,909.00	Rp 20,685,655.04	Rp 85,099,564.04	Rp 257,951,667.34	Rp 91,542,394.27	Rp53,907,147.04	Rp311,858,814.38

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2048	Rp 23,400,000.00	Rp 20,774,689.42	Rp 44,174,689.42	Rp 258,277,972.18	Rp 83,913,861.42	Rp53,868,482.76	Rp312,146,454.94
2049	Rp 63,706,547.00	Rp 20,695,547.75	Rp 113,027,094.75	Rp 264,946,576.12	Rp 76,285,328.56	Rp53,832,681.64	Rp318,779,257.76
2050	Rp 70,891,930.00	Rp 20,299,839.38	Rp 119,816,769.38	Rp 263,967,750.74	Rp 68,656,795.70	Rp53,799,538.48	Rp317,767,289.21
2051	Rp 62,571,332.00	Rp 20,695,547.75	Rp 111,891,879.75	Rp 263,437,908.38	Rp 61,028,262.85	Rp53,768,862.33	Rp317,206,770.71
2052	Rp 34,366,448.00	Rp 20,665,869.62	Rp 83,657,317.62	Rp 262,621,427.93	Rp 53,399,729.99	Rp53,740,475.58	Rp316,361,903.51
2053	Rp 64,479,184.00	Rp 20,675,762.33	Rp 113,779,946.33	Rp 264,778,179.85	Rp 45,771,197.14	Rp53,714,212.97	Rp318,492,392.83
2054	Rp 87,556,487.00	Rp 20,260,268.54	Rp 136,441,755.54	Rp 268,154,966.91	Rp 38,142,664.28	Rp53,689,920.77	Rp321,844,887.69
2055	Rp 37,636,924.00	Rp 20,764,796.71	Rp 87,026,720.71	Rp 265,268,040.11	Rp 30,514,131.42	Rp53,667,455.96	Rp318,935,496.08
2056	Rp 60,628,359.00	Rp 20,685,655.04	Rp 109,939,014.04	Rp 265,962,672.80	Rp 22,885,598.57	Rp53,646,685.55	Rp319,609,358.34

Perhitungan Nilai EUAC *Cooling Water Heat Exchanger 3A*

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2020	Rp 27,440,047.00	Rp 11,376,832.34	Rp 141,866,879.34	Rp 165,460,862.33	Rp 866,136,925.77	Rp167,480,863.54	Rp332,941,725.87
2021	Rp 34,812,212.00	Rp 11,338,819.06	Rp 149,201,031.06	Rp 178,558,617.48	Rp 843,928,286.65	Rp166,564,359.77	Rp345,122,977.25
2022	Rp 29,173,380.00	Rp 11,360,540.94	Rp 143,583,920.94	Rp 190,939,069.12	Rp 821,719,647.53	Rp165,724,575.69	Rp356,663,644.81
2023	Rp 32,129,516.00	Rp 11,349,680.00	Rp 146,529,196.00	Rp 203,534,125.46	Rp 799,511,008.41	Rp164,953,370.77	Rp368,487,496.23
2024	Rp 24,597,680.00	Rp 11,398,554.22	Rp 139,046,234.22	Rp 215,303,157.88	Rp 777,302,369.28	Rp164,243,816.79	Rp379,546,974.67
2025	Rp 34,702,292.00	Rp 11,318,454.80	Rp 149,070,746.80	Rp 228,043,791.46	Rp 755,093,730.16	Rp163,589,959.51	Rp391,633,750.97
2026	Rp 28,941,172.00	Rp 11,376,832.34	Rp 143,368,004.34	Rp 240,182,323.68	Rp 732,885,091.04	Rp162,986,635.80	Rp403,168,959.48
2027	Rp 31,224,079.00	Rp 11,374,117.11	Rp 145,648,196.11	Rp 252,533,102.44	Rp 710,676,451.92	Rp162,429,331.75	Rp414,962,434.19
2028	Rp 27,787,101.00	Rp 11,387,693.28	Rp 142,224,794.28	Rp 264,544,382.46	Rp 688,467,812.80	Rp161,914,071.49	Rp426,458,453.95
2029	Rp 23,400,000.00	Rp 11,403,984.69	Rp 34,803,984.69	Rp 266,141,382.89	Rp 666,259,173.67	Rp161,437,329.19	Rp427,578,712.08
2030	Rp 27,196,270.00	Rp 11,387,693.28	Rp 141,633,963.28	Rp 278,182,010.94	Rp 644,050,534.55	Rp160,995,958.91	Rp439,177,969.85
2031	Rp 31,098,445.00	Rp 20,695,547.75	Rp 154,843,992.75	Rp 277,956,330.22	Rp 621,841,895.43	Rp160,587,138.06	Rp438,543,468.28
2032	Rp 30,046,035.00	Rp 20,685,655.04	Rp 153,781,690.04	Rp 287,928,313.71	Rp 599,633,256.31	Rp160,208,321.54	Rp448,136,635.24
2033	Rp 23,400,000.00	Rp 20,774,689.42	Rp 44,174,689.42	Rp 277,235,351.42	Rp 577,424,617.18	Rp159,857,204.26	Rp437,092,555.68

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2034	Rp 24,046,039.00	Rp 20,769,743.07	Rp 147,865,782.07	Rp 286,803,030.81	Rp 555,215,978.06	Rp159,531,690.25	Rp446,334,721.07
2035	Rp 25,520,011.00	Rp 20,735,118.58	Rp 149,305,129.58	Rp 296,538,075.79	Rp 533,007,338.94	Rp159,229,867.01	Rp455,767,942.81
2036	Rp 30,355,446.00	Rp 20,685,655.04	Rp 154,091,101.04	Rp 306,753,544.70	Rp 510,798,699.82	Rp158,949,984.06	Rp465,703,528.76
2037	Rp 28,716,595.00	Rp 20,745,011.29	Rp 152,511,606.29	Rp 316,849,017.21	Rp 488,590,060.69	Rp158,690,434.89	Rp475,539,452.10
2038	Rp 28,616,107.00	Rp 20,705,440.46	Rp 152,371,547.46	Rp 326,960,207.24	Rp 466,381,421.57	Rp158,449,741.66	Rp485,409,948.90
2039	Rp 25,262,429.00	Rp 20,764,796.71	Rp 149,077,225.71	Rp 327,038,487.09	Rp 444,172,782.45	Rp158,226,542.12	Rp485,265,029.20
2040	Rp 26,519,066.00	Rp 20,769,743.07	Rp 150,338,809.07	Rp 326,789,177.73	Rp 421,964,143.33	Rp158,019,578.34	Rp484,808,756.08
2041	Rp 25,275,039.00	Rp 20,754,904.00	Rp 149,079,943.00	Rp 336,720,996.19	Rp 399,755,504.20	Rp157,827,687.03	Rp494,548,683.22
2042	Rp 23,852,744.00	Rp 20,735,118.58	Rp 147,637,862.58	Rp 336,778,948.04	Rp 377,546,865.08	Rp157,649,790.98	Rp494,428,739.02
2043	Rp 29,834,066.00	Rp 20,715,333.16	Rp 153,599,399.16	Rp 347,192,334.61	Rp 355,338,225.96	Rp157,484,891.67	Rp504,677,226.28
2044	Rp 30,694,524.00	Rp 20,670,815.97	Rp 154,415,339.97	Rp 348,032,337.77	Rp 333,129,586.84	Rp157,332,062.68	Rp505,364,400.44
2045	Rp 30,949,148.00	Rp 20,715,333.16	Rp 154,714,481.16	Rp 358,600,810.16	Rp 310,920,947.71	Rp157,190,443.84	Rp515,791,254.01
2046	Rp 28,656,710.00	Rp 20,730,172.23	Rp 152,436,882.23	Rp 359,173,652.87	Rp 288,712,308.59	Rp157,059,236.06	Rp516,232,888.93
2047	Rp 30,603,452.00	Rp 20,675,762.33	Rp 154,329,214.33	Rp 369,752,287.45	Rp 266,503,669.47	Rp156,937,696.58	Rp526,689,984.04

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2048	Rp 34,635,038.00	Rp 20,655,976.91	Rp 158,341,014.91	Rp 380,714,801.89	Rp 244,295,030.35	Rp156,825,134.82	Rp537,539,936.71
2049	Rp 36,099,914.00	Rp 20,655,976.91	Rp 159,805,890.91	Rp 391,825,982.58	Rp 222,086,391.22	Rp156,720,908.49	Rp548,546,891.07
2050	Rp 25,281,500.00	Rp 20,754,904.00	Rp 149,086,404.00	Rp 392,151,295.23	Rp 199,877,752.10	Rp156,624,420.12	Rp548,775,715.35
2051	Rp 23,400,000.00	Rp 20,774,689.42	Rp 44,174,689.42	Rp 382,222,871.55	Rp 177,669,112.98	Rp156,535,113.90	Rp538,757,985.45
2052	Rp 27,060,124.00	Rp 20,725,225.87	Rp 150,835,349.87	Rp 382,615,768.73	Rp 155,460,473.86	Rp156,452,472.71	Rp539,068,241.44
2053	Rp 28,298,607.00	Rp 20,725,225.87	Rp 152,073,832.87	Rp 382,876,617.65	Rp 133,251,834.73	Rp156,376,015.44	Rp539,252,633.09
2054	Rp 41,262,852.00	Rp 20,584,254.77	Rp 164,897,106.77	Rp 385,016,378.17	Rp 111,043,195.61	Rp156,305,294.53	Rp541,321,672.71
2055	Rp 27,237,030.00	Rp 20,725,225.87	Rp 151,012,255.87	Rp 384,989,086.00	Rp 88,834,556.49	Rp156,239,893.65	Rp541,228,979.65
2056	Rp 28,370,788.00	Rp 20,725,225.87	Rp 152,146,013.87	Rp 385,604,926.13	Rp 66,625,917.37	Rp156,179,425.57	Rp541,784,351.70

Perhitungan Nilai EUAC *Cooling Water Heat Exchanger 3B*

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,% _n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2020	Rp 30,733,866.00	Rp 11,318,949.94	Rp 70,677,815.94	Rp 101,179,757.90	Rp 308,994,068.63	Rp59,748,743.99	Rp160,928,501.89
2021	Rp 37,990,267.00	Rp 11,308,162.29	Rp 77,923,429.29	Rp 107,789,657.70	Rp 301,071,143.80	Rp59,421,781.57	Rp167,211,439.28
2022	Rp 30,642,614.00	Rp 11,283,890.06	Rp 70,551,504.06	Rp 113,592,082.82	Rp 293,148,218.96	Rp59,122,188.87	Rp172,714,271.69
2023	Rp 38,027,719.00	Rp 11,321,646.86	Rp 77,974,365.86	Rp 120,143,765.98	Rp 285,225,294.12	Rp58,847,061.77	Rp178,990,827.75
2024	Rp 28,907,449.00	Rp 11,310,859.20	Rp 68,843,308.20	Rp 125,751,845.39	Rp 277,302,369.29	Rp58,593,928.61	Rp184,345,774.01
2025	Rp 28,349,934.00	Rp 11,324,343.77	Rp 68,299,277.77	Rp 131,313,554.97	Rp 269,379,444.45	Rp58,360,665.24	Rp189,674,220.21
2026	Rp 37,324,339.00	Rp 11,316,253.03	Rp 77,265,592.03	Rp 137,778,337.91	Rp 261,456,519.61	Rp58,145,429.70	Rp195,923,767.62
2027	Rp 31,292,152.00	Rp 11,300,071.54	Rp 71,217,223.54	Rp 143,649,530.70	Rp 253,533,594.77	Rp57,946,611.66	Rp201,596,142.36
2028	Rp 42,007,166.00	Rp 11,278,496.23	Rp 81,910,662.23	Rp 150,580,454.01	Rp 245,610,669.94	Rp57,762,792.73	Rp208,343,246.74
2029	Rp 26,433,313.00	Rp 11,321,646.86	Rp 66,379,959.86	Rp 156,007,887.75	Rp 237,687,745.10	Rp57,592,715.07	Rp213,600,602.82
2030	Rp 28,036,607.00	Rp 11,305,465.37	Rp 67,967,072.37	Rp 161,613,927.93	Rp 229,764,820.26	Rp57,435,256.36	Rp219,049,184.29
2031	Rp 38,763,746.00	Rp 11,270,405.48	Rp 78,659,151.48	Rp 168,269,520.18	Rp 221,841,895.43	Rp35,105,220.11	Rp203,374,740.29
2032	Rp 27,196,140.00	Rp 11,316,253.03	Rp 67,137,393.03	Rp 173,839,774.88	Rp 213,918,970.59	Rp35,762,369.92	Rp209,602,144.81

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2033	Rp 46,255,901.00	Rp 11,294,677.71	Rp 86,175,578.71	Rp 181,244,232.57	Rp 205,996,045.75	Rp36,429,401.43	Rp217,673,634.00
2034	Rp 36,280,928.00	Rp 11,321,646.86	Rp 76,227,574.86	Rp 187,717,975.19	Rp 198,073,120.92	Rp37,105,566.90	Rp224,823,542.09
2035	Rp 31,426,363.00	Rp 11,308,162.29	Rp 71,359,525.29	Rp 193,751,940.42	Rp 190,150,196.08	Rp37,790,184.04	Rp231,542,124.46
2036	Rp 26,356,620.00	Rp 11,305,465.37	Rp 66,287,085.37	Rp 199,331,770.32	Rp 182,227,271.24	Rp38,482,628.37	Rp237,814,398.69
2037	Rp 41,771,149.00	Rp 11,324,343.77	Rp 81,720,492.77	Rp 206,382,041.01	Rp 174,304,346.41	Rp39,182,326.77	Rp245,564,367.78
2038	Rp 23,400,000.00	Rp 11,327,040.69	Rp 34,727,040.69	Rp 209,058,849.25	Rp 166,381,421.57	Rp39,888,752.02	Rp248,947,601.28
2039	Rp 31,019,446.00	Rp 11,321,646.86	Rp 70,966,092.86	Rp 215,150,254.90	Rp 158,458,496.73	Rp40,601,418.14	Rp255,751,673.04
2040	Rp 40,638,715.00	Rp 11,318,949.94	Rp 80,582,664.94	Rp 222,155,355.97	Rp 150,535,571.90	Rp41,319,876.37	Rp263,475,232.34
2041	Rp 43,029,686.00	Rp 11,273,102.40	Rp 82,927,788.40	Rp 229,393,403.54	Rp 142,612,647.06	Rp42,043,711.69	Rp271,437,115.22
2042	Rp 47,292,007.00	Rp 11,283,890.06	Rp 87,200,897.06	Rp 237,041,536.22	Rp 134,689,722.22	Rp42,772,539.81	Rp279,814,076.03
2043	Rp 41,046,261.00	Rp 11,302,768.46	Rp 80,974,029.46	Rp 244,126,936.21	Rp 126,766,797.39	Rp43,506,004.52	Rp287,632,940.73
2044	Rp 35,974,271.00	Rp 11,273,102.40	Rp 75,872,373.40	Rp 250,756,050.34	Rp 118,843,872.55	Rp44,243,775.31	Rp294,999,825.65
2045	Rp 23,400,000.00	Rp 11,327,040.69	Rp 34,727,040.69	Rp 253,608,165.26	Rp 110,920,947.71	Rp44,985,545.32	Rp298,593,710.58
2046	Rp 26,111,866.00	Rp 11,321,646.86	Rp 66,058,512.86	Rp 259,369,033.85	Rp 102,998,022.88	Rp45,731,029.47	Rp305,100,063.32

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2047	Rp 32,381,681.00	Rp 11,305,465.37	Rp 72,312,146.37	Rp 265,720,805.36	Rp 95,075,098.04	Rp46,479,962.78	Rp312,200,768.14
2048	Rp 43,629,247.00	Rp 11,313,556.11	Rp 83,567,803.11	Rp 273,120,257.51	Rp 87,152,173.20	Rp47,232,098.89	Rp320,352,356.41
2049	Rp 33,906,047.00	Rp 11,294,677.71	Rp 73,825,724.71	Rp 279,636,825.14	Rp 79,229,248.37	Rp47,987,208.67	Rp327,624,033.81
2050	Rp 23,400,000.00	Rp 11,327,040.69	Rp 34,727,040.69	Rp 282,580,696.29	Rp 71,306,323.53	Rp48,745,078.96	Rp331,325,775.25
2051	Rp 42,624,186.00	Rp 11,310,859.20	Rp 82,560,045.20	Rp 289,924,189.59	Rp 63,383,398.69	Rp49,505,511.48	Rp339,429,701.07
2052	Rp 51,695,726.00	Rp 11,273,102.40	Rp 91,593,828.40	Rp 298,104,380.58	Rp 55,460,473.86	Rp50,268,321.74	Rp348,372,702.32
2053	Rp 36,666,622.00	Rp 11,310,859.20	Rp 76,602,481.20	Rp 304,921,079.96	Rp 47,537,549.02	Rp51,033,338.12	Rp355,954,418.08
2054	Rp 30,456,260.00	Rp 11,321,646.86	Rp 70,402,906.86	Rp 311,180,350.67	Rp 39,614,624.18	Rp51,800,400.94	Rp362,980,751.61
2055	Rp 31,096,632.00	Rp 11,305,465.37	Rp 71,027,097.37	Rp 317,506,225.10	Rp 31,691,699.35	Rp52,569,361.68	Rp370,075,586.78
2056	Rp 41,385,311.00	Rp 11,262,314.74	Rp 81,272,625.74	Rp 324,776,933.95	Rp 23,768,774.51	Rp53,340,082.20	Rp378,117,016.15

Perhitungan Nilai EUAC *Ferrouss Injection System*

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2020	Rp 25,525,491.00	Rp 20,927,112.18	Rp 75,077,603.18	Rp 133,259,415.51	Rp 485,720,490.98	Rp93,921,509.23	Rp227,180,924.73
2021	Rp 24,150,023.00	Rp 20,927,112.18	Rp 73,702,135.18	Rp 138,924,377.00	Rp 473,266,119.42	Rp93,407,543.54	Rp232,331,920.55
2022	Rp 27,062,399.00	Rp 20,917,127.87	Rp 76,604,526.87	Rp 144,918,099.55	Rp 460,811,747.85	Rp92,936,601.45	Rp237,854,701.00
2023	Rp 27,835,233.00	Rp 20,897,159.26	Rp 77,357,392.26	Rp 151,012,818.05	Rp 448,357,376.29	Rp92,504,117.83	Rp243,516,935.88
2024	Rp 25,578,885.00	Rp 20,947,080.80	Rp 75,150,965.80	Rp 156,910,303.06	Rp 435,903,004.72	Rp92,106,207.41	Rp249,016,510.47
2025	Rp 26,567,762.00	Rp 20,917,127.87	Rp 76,109,889.87	Rp 162,937,445.81	Rp 423,448,633.16	Rp91,739,531.11	Rp254,676,976.92
2026	Rp 28,544,624.00	Rp 20,897,159.26	Rp 78,066,783.26	Rp 169,192,090.92	Rp 410,994,261.60	Rp91,401,193.52	Rp260,593,284.43
2027	Rp 29,692,514.00	Rp 20,867,206.33	Rp 79,184,720.33	Rp 175,588,009.63	Rp 398,539,890.03	Rp91,088,663.26	Rp266,676,672.89
2028	Rp 24,169,130.00	Rp 20,957,065.11	Rp 73,751,195.11	Rp 181,483,919.82	Rp 386,085,518.47	Rp90,799,710.71	Rp272,283,630.54
2029	Rp 28,277,676.00	Rp 20,937,096.49	Rp 77,839,772.49	Rp 187,815,327.04	Rp 373,631,146.91	Rp90,532,358.64	Rp278,347,685.69
2030	Rp 23,807,757.00	Rp 20,927,112.18	Rp 73,359,869.18	Rp 193,748,059.93	Rp 361,176,775.34	Rp90,284,842.82	Rp284,032,902.76
2031	Rp 26,810,329.00	Rp 32,496,786.65	Rp 87,932,115.65	Rp 201,116,365.76	Rp 348,722,403.78	Rp90,055,580.38	Rp291,171,946.14
2032	Rp 26,603,305.00	Rp 32,465,793.05	Rp 87,694,098.05	Rp 208,485,017.63	Rp 336,268,032.22	Rp89,843,144.06	Rp298,328,161.69

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2033	Rp 30,020,409.00	Rp 32,388,309.06	Rp 91,033,718.06	Rp 216,195,112.91	Rp 323,813,660.65	Rp89,646,241.18	Rp305,841,354.09
2034	Rp 30,024,999.00	Rp 32,403,805.86	Rp 91,053,804.86	Rp 223,929,222.00	Rp 311,359,289.09	Rp89,463,696.34	Rp313,392,918.34
2035	Rp 29,140,861.00	Rp 32,403,805.86	Rp 90,169,666.86	Rp 231,602,685.72	Rp 298,904,917.53	Rp89,294,437.04	Rp320,897,122.76
2036	Rp 23,400,000.00	Rp 32,543,277.04	Rp 55,943,277.04	Rp 236,084,195.57	Rp 286,450,545.96	Rp89,137,481.62	Rp325,221,677.18
2037	Rp 25,298,350.00	Rp 32,512,283.45	Rp 86,435,633.45	Rp 243,464,745.57	Rp 273,996,174.40	Rp88,991,929.17	Rp332,456,674.74
2038	Rp 25,306,639.00	Rp 32,512,283.45	Rp 86,443,922.45	Rp 250,870,372.74	Rp 261,541,802.83	Rp88,856,950.93	Rp339,727,323.67
2039	Rp 25,206,104.00	Rp 32,512,283.45	Rp 86,343,387.45	Rp 258,290,384.78	Rp 249,087,431.27	Rp88,731,782.97	Rp347,022,167.75
2040	Rp 28,386,290.00	Rp 32,419,302.65	Rp 89,430,592.65	Rp 266,020,545.25	Rp 236,633,059.71	Rp88,615,719.86	Rp354,636,265.11
2041	Rp 23,539,887.00	Rp 32,481,289.85	Rp 84,646,176.85	Rp 273,328,097.10	Rp 224,178,688.14	Rp88,508,109.23	Rp361,836,206.33
2042	Rp 23,916,292.00	Rp 32,481,289.85	Rp 85,022,581.85	Rp 280,692,799.67	Rp 211,724,316.58	Rp88,408,346.99	Rp369,101,146.66
2043	Rp 28,737,622.00	Rp 32,450,296.25	Rp 89,812,918.25	Rp 288,521,613.69	Rp 199,269,945.02	Rp88,315,873.19	Rp376,837,486.89
2044	Rp 26,742,781.00	Rp 32,512,283.45	Rp 87,880,064.45	Rp 296,191,038.97	Rp 186,815,573.45	Rp88,230,168.30	Rp384,421,207.27
2045	Rp 29,281,579.00	Rp 32,403,805.86	Rp 90,310,384.86	Rp 304,103,272.80	Rp 174,361,201.89	Rp88,150,749.94	Rp392,254,022.75
2046	Rp 30,247,491.00	Rp 32,419,302.65	Rp 91,291,793.65	Rp 312,123,274.38	Rp 161,906,830.33	Rp88,077,170.00	Rp400,200,444.38

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2047	Rp 24,291,188.00	Rp 32,527,780.24	Rp 85,443,968.24	Rp 319,622,038.94	Rp 149,452,458.76	Rp88,009,011.93	Rp407,631,050.87
2048	Rp 25,989,256.00	Rp 32,504,535.05	Rp 87,118,791.05	Rp 327,291,533.22	Rp 136,998,087.20	Rp87,945,888.48	Rp415,237,421.70
2049	Rp 28,517,533.00	Rp 32,465,793.05	Rp 89,608,326.05	Rp 335,205,213.61	Rp 124,543,715.64	Rp87,887,439.45	Rp423,092,653.06
2050	Rp 23,400,000.00	Rp 32,543,277.04	Rp 55,943,277.04	Rp 340,046,661.91	Rp 112,089,344.07	Rp87,833,329.79	Rp427,879,991.70
2051	Rp 23,400,000.00	Rp 32,543,277.04	Rp 55,943,277.04	Rp 344,906,714.47	Rp 99,634,972.51	Rp87,783,247.80	Rp432,689,962.27
2052	Rp 28,509,000.00	Rp 32,450,296.25	Rp 89,584,296.25	Rp 352,863,942.65	Rp 87,180,600.94	Rp87,736,903.48	Rp440,600,846.13
2053	Rp 26,413,837.00	Rp 32,496,786.65	Rp 87,535,623.65	Rp 360,645,693.77	Rp 74,726,229.38	Rp87,694,027.05	Rp448,339,720.82
2054	Rp 25,348,130.00	Rp 32,481,289.85	Rp 86,454,419.85	Rp 368,340,120.91	Rp 62,271,857.82	Rp87,654,367.51	Rp455,994,488.42
2055	Rp 29,337,133.00	Rp 32,419,302.65	Rp 90,381,435.65	Rp 376,404,442.09	Rp 49,817,486.25	Rp87,617,691.38	Rp464,022,133.47
2056	Rp 31,419,082.00	Rp 32,388,309.06	Rp 92,432,391.06	Rp 384,666,118.93	Rp 37,363,114.69	Rp87,583,781.51	Rp472,249,900.44

Perhitungan Nilai EUAC *Chemical Injection System (Kurilex)*

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2020	Rp 26,793,850.00	Rp 28,702,345.42	Rp 250,146,195.42	Rp 195,996,825.50	Rp 500,214,280.38	Rp100,615,995.60	Rp296,612,821.09
2021	Rp 25,123,684.00	Rp 28,579,159.38	Rp 248,352,843.38	Rp 219,039,627.40	Rp 486,319,439.26	Rp100,042,584.76	Rp319,082,212.16
2022	Rp 26,385,237.00	Rp 28,702,345.42	Rp 249,737,582.42	Rp 241,855,008.00	Rp 472,424,598.14	Rp99,517,173.63	Rp341,372,181.62
2023	Rp 30,719,500.00	Rp 28,661,283.41	Rp 254,030,783.41	Rp 264,811,457.38	Rp 458,529,757.02	Rp99,034,669.06	Rp363,846,126.44
2024	Rp 28,878,554.00	Rp 28,674,970.74	Rp 252,203,524.74	Rp 287,337,507.04	Rp 444,634,915.90	Rp98,590,736.41	Rp385,928,243.46
2025	Rp 25,813,486.00	Rp 28,702,345.42	Rp 249,165,831.42	Rp 309,370,492.44	Rp 430,740,074.78	Rp98,181,650.43	Rp407,552,142.87
2026	Rp 23,400,000.00	Rp 28,743,407.43	Rp 52,143,407.43	Rp 311,711,432.74	Rp 416,845,233.65	Rp97,804,180.79	Rp409,515,613.52
2027	Rp 31,782,262.00	Rp 28,661,283.41	Rp 255,093,545.41	Rp 334,242,727.40	Rp 402,950,392.53	Rp97,455,503.36	Rp431,698,230.76
2028	Rp 30,430,534.00	Rp 28,661,283.41	Rp 253,741,817.41	Rp 356,538,476.22	Rp 389,055,551.41	Rp97,133,130.63	Rp453,671,606.86
2029	Rp 23,400,000.00	Rp 28,743,407.43	Rp 52,143,407.43	Rp 359,198,900.06	Rp 375,160,710.29	Rp96,834,856.68	Rp456,033,756.75
2030	Rp 25,088,537.00	Rp 28,688,658.08	Rp 248,427,195.08	Rp 380,972,486.32	Rp 361,265,869.17	Rp96,558,713.25	Rp477,531,199.57
2031	Rp 25,704,986.00	Rp 32,531,654.44	Rp 252,886,640.44	Rp 403,131,837.41	Rp 347,371,028.04	Rp96,302,934.37	Rp499,434,771.78
2032	Rp 27,724,915.00	Rp 32,496,786.65	Rp 254,871,701.65	Rp 425,449,689.26	Rp 333,476,186.92	Rp96,065,927.71	Rp521,515,616.97

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2033	Rp 31,521,199.00	Rp 32,450,296.25	Rp 258,621,495.25	Rp 448,104,320.71	Rp 319,581,345.80	Rp95,846,251.09	Rp543,950,571.80
2034	Rp 23,400,000.00	Rp 32,543,277.04	Rp 55,943,277.04	Rp 451,571,806.35	Rp 305,686,504.68	Rp95,642,593.16	Rp547,214,399.52
2035	Rp 28,672,318.00	Rp 32,473,541.45	Rp 255,795,859.45	Rp 474,017,818.85	Rp 291,791,663.56	Rp95,453,757.37	Rp569,471,576.23
2036	Rp 26,832,903.00	Rp 32,485,164.05	Rp 253,968,067.05	Rp 496,292,999.91	Rp 277,896,822.44	Rp95,278,648.52	Rp591,571,648.43
2037	Rp 26,279,235.00	Rp 32,496,786.65	Rp 253,426,021.65	Rp 518,526,050.68	Rp 264,001,981.31	Rp95,116,261.52	Rp613,642,312.20
2038	Rp 31,407,812.00	Rp 32,403,805.86	Rp 258,461,617.86	Rp 541,243,640.76	Rp 250,107,140.19	Rp94,965,671.73	Rp636,209,312.49
2039	Rp 31,003,421.00	Rp 32,450,296.25	Rp 258,103,717.25	Rp 563,943,869.64	Rp 236,212,299.07	Rp94,826,026.88	Rp658,769,896.52
2040	Rp 25,868,283.00	Rp 32,508,409.25	Rp 253,026,692.25	Rp 586,191,833.45	Rp 222,317,457.95	Rp94,696,539.94	Rp680,888,373.38
2041	Rp 25,617,854.00	Rp 32,512,283.45	Rp 252,780,137.45	Rp 608,441,313.23	Rp 208,422,616.83	Rp94,576,483.08	Rp703,017,796.31
2042	Rp 27,170,436.00	Rp 32,520,031.85	Rp 254,340,467.85	Rp 630,861,543.08	Rp 194,527,775.71	Rp94,465,182.37	Rp725,326,725.45
2043	Rp 23,400,000.00	Rp 32,543,277.04	Rp 55,943,277.04	Rp 634,968,221.70	Rp 180,632,934.58	Rp94,362,013.07	Rp729,330,234.77
2044	Rp 26,250,875.00	Rp 32,508,409.25	Rp 253,409,284.25	Rp 657,385,492.37	Rp 166,738,093.46	Rp94,266,395.57	Rp751,651,887.94
2045	Rp 24,819,443.00	Rp 32,481,289.85	Rp 251,950,732.85	Rp 679,694,282.37	Rp 152,843,252.34	Rp94,177,791.71	Rp773,872,074.08
2046	Rp 28,946,337.00	Rp 32,473,541.45	Rp 256,069,878.45	Rp 702,408,944.29	Rp 138,948,411.22	Rp94,095,701.52	Rp796,504,645.82

Tahun	Biaya Pemeliharaan	Biaya Konsumsi Energi	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Capital Recovery	EUAC
2047	Rp 28,164,142.00	Rp 32,496,786.65	Rp 255,310,928.65	Rp 725,079,669.01	Rp 125,053,570.10	Rp94,019,660.32	Rp819,099,329.33
2048	Rp 27,048,600.00	Rp 32,496,786.65	Rp 254,195,386.65	Rp 747,673,856.89	Rp 111,158,728.97	Rp93,949,236.02	Rp841,623,092.91
2049	Rp 26,728,907.00	Rp 32,520,031.85	Rp 253,898,938.85	Rp 770,266,681.76	Rp 97,263,887.85	Rp93,884,026.79	Rp864,150,708.55
2050	Rp 28,225,140.00	Rp 32,465,793.05	Rp 255,340,933.05	Rp 793,017,139.17	Rp 83,369,046.73	Rp93,823,658.81	Rp886,840,797.99
2051	Rp 30,155,177.00	Rp 32,450,296.25	Rp 257,255,473.25	Rp 815,967,608.59	Rp 69,474,205.61	Rp93,767,784.35	Rp909,735,392.95
2052	Rp 27,187,877.00	Rp 32,512,283.45	Rp 254,350,160.45	Rp 838,675,767.33	Rp 55,579,364.49	Rp93,716,079.87	Rp932,391,847.20
2053	Rp 27,332,508.00	Rp 32,496,786.65	Rp 254,479,294.65	Rp 861,419,046.21	Rp 41,684,523.37	Rp93,668,244.36	Rp955,087,290.56
2054	Rp 23,400,000.00	Rp 32,543,277.04	Rp 55,943,277.04	Rp 866,030,430.85	Rp 27,789,682.24	Rp93,623,997.80	Rp959,654,428.65
2055	Rp 24,418,007.00	Rp 32,357,315.46	Rp 251,425,322.46	Rp 888,548,309.48	Rp 13,894,841.12	Rp93,583,079.72	Rp982,131,389.20
2056	Rp 25,239,202.00	Rp 32,512,283.45	Rp 252,401,485.45	Rp 911,175,443.17	Rp 0.00	Rp93,545,247.85	Rp1,004,720,691.02

Perhitungan Nilai EUAC Mesin Turbin Lama

Tahun	Biaya Operasi	(A/P,% _n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Biaya Marjinal	EUAC
2020	Rp 1,950,000.00	Rp 5,589,922,814.97	Rp 13,536,826,960.61	Rp7,290,703,638.22	Rp8,207,476,000.20
2021	Rp 1,950,000.00	Rp 5,761,510,405.33	Rp 13,189,728,833.41	Rp7,427,581,415.86	Rp8,364,739,581.81
2022	Rp 1,950,000.00	Rp 5,859,856,305.53	Rp 12,842,630,706.22	Rp7,491,217,503.35	Rp8,449,960,522.90
2023	Rp 4,000,008.03	Rp 5,965,085,580.35	Rp 12,495,532,579.02	Rp7,561,736,965.44	Rp8,543,136,660.09
2024	Rp 3,832,537.79	Rp 6,647,751,102.07	Rp 12,148,434,451.83	Rp8,209,692,674.44	Rp9,214,712,584.75
2025	Rp 1,950,000.00	Rp 6,884,466,936.37	Rp 11,801,336,324.63	Rp8,411,698,696.03	Rp9,441,209,304.05
2026	Rp 1,950,000.00	Rp 6,964,656,401.51	Rp 11,454,238,197.44	Rp8,457,178,348.44	Rp9,511,969,441.82
2027	Rp 1,950,000.00	Rp 7,076,829,185.61	Rp 11,107,140,070.24	Rp8,534,641,319.82	Rp9,615,432,138.40
2028	Rp 1,950,000.00	Rp 7,527,576,708.66	Rp 10,760,041,943.05	Rp8,950,679,030.16	Rp10,058,126,674.84
2029	Rp 1,950,000.00	Rp 7,615,320,482.59	Rp 10,412,943,815.85	Rp9,003,712,991.37	Rp10,138,419,458.27
2030	Rp 1,950,000.00	Rp 7,853,780,260.96	Rp 10,065,845,688.66	Rp9,207,462,957.02	Rp10,369,981,074.34
2031	Rp 6,450,000.00	Rp 7,974,231,993.81	Rp 9,718,747,561.46	Rp9,293,204,877.15	Rp10,484,043,358.83
2032	Rp 1,950,000.00	Rp 8,644,954,762.31	Rp 9,371,649,434.27	Rp9,929,217,832.93	Rp11,148,845,615.75
2033	Rp 2,850,000.00	Rp 8,776,597,160.21	Rp 9,024,551,307.07	Rp10,026,150,418.12	Rp11,275,000,412.72
2034	Rp 1,950,000.00	Rp 8,973,309,675.23	Rp 8,677,453,179.88	Rp10,188,153,120.41	Rp11,466,625,479.51
2035	Rp 6,150,000.00	Rp 9,223,655,338.89	Rp 8,330,355,052.68	Rp10,403,788,971.36	Rp11,712,253,957.16
2036	Rp 2,850,000.00	Rp 9,694,372,591.03	Rp 7,983,256,925.49	Rp10,839,796,410.77	Rp12,178,596,927.34
2037	Rp 1,950,000.00	Rp 9,820,965,858.44	Rp 7,636,158,798.29	Rp10,931,679,865.46	Rp12,301,133,708.87
2038	Rp 5,625,000.00	Rp 10,853,712,732.42	Rp 7,289,060,671.10	Rp11,929,716,926.73	Rp13,330,118,795.90

Tahun	Biaya Operasi	(A/P,%n) Biaya Operasi	Nilai Buku	Biaya Marjinal	EUAC
2039	Rp 1,950,000.00	Rp 10,965,535,216.46	Rp 6,941,962,543.90	Rp12,006,829,598.05	Rp13,438,452,901.26
2040	Rp 1,950,000.00	Rp 11,749,479,026.78	Rp 6,594,864,416.71	Rp12,756,063,595.65	Rp14,219,162,081.25
2041	Rp 4,950,000.00	Rp 11,891,505,720.56	Rp 6,247,766,289.51	Rp12,863,380,476.71	Rp14,358,189,711.68
2042	Rp 1,950,000.00	Rp 12,014,100,997.27	Rp 5,900,668,162.32	Rp12,951,265,940.70	Rp14,478,004,656.57
2043	Rp 6,450,000.00	Rp 12,152,939,132.65	Rp 5,553,570,035.12	Rp13,055,394,263.35	Rp14,614,265,585.78
2044	Rp 1,950,000.00	Rp 12,622,041,072.74	Rp 5,206,471,907.93	Rp13,489,786,390.72	Rp15,080,978,966.32
2045	Rp 5,625,000.00	Rp 12,862,855,581.30	Rp 4,859,373,780.73	Rp13,695,891,086.57	Rp15,319,580,118.55
2046	Rp 1,950,000.00	Rp 13,002,399,286.52	Rp 4,512,275,653.54	Rp13,800,724,979.07	Rp15,457,073,181.40
2047	Rp 6,450,000.00	Rp 13,197,605,365.67	Rp 4,165,177,526.34	Rp13,961,221,245.50	Rp15,650,379,723.88
2048	Rp 1,950,000.00	Rp 13,863,820,528.29	Rp 3,818,079,399.15	Rp14,592,726,595.40	Rp16,314,835,662.24
2049	Rp 5,700,000.00	Rp 14,011,891,455.28	Rp 3,470,981,271.95	Rp14,706,087,709.67	Rp16,461,277,639.12
2050	Rp 1,950,000.00	Rp 14,276,329,277.91	Rp 3,123,883,144.76	Rp14,935,815,719.58	Rp16,724,207,448.11
2051	Rp 1,950,000.00	Rp 14,428,504,503.31	Rp 2,776,785,017.56	Rp15,053,281,132.26	Rp16,874,986,909.38
2052	Rp 5,625,000.00	Rp 14,885,560,299.89	Rp 2,429,686,890.37	Rp15,475,627,116.12	Rp17,330,751,109.31
2053	Rp 1,950,000.00	Rp 15,026,061,962.54	Rp 2,082,588,763.17	Rp15,581,418,966.05	Rp17,470,057,823.72
2054	Rp 2,850,000.00	Rp 15,169,607,276.41	Rp 1,735,490,635.98	Rp15,690,254,467.20	Rp17,612,497,842.73
2055	Rp 1,950,000.00	Rp 15,418,307,623.46	Rp 1,388,392,508.78	Rp15,904,245,001.54	Rp17,860,176,041.45
2056	Rp 3,750,000.00	Rp 16,093,363,582.52	Rp 1,041,294,381.59	Rp16,544,591,147.87	Rp18,534,286,946.76

LAMPIRAN D

PERHITUNGAN TOTAL BIAYA O&M TURBIN BERDASARKAN PRBAIKAN KOMPONEN KRITIS

Perhitungan Biaya O&M Turbin Sudut Pandang Orang Ketiga

Tahun	Biaya O&M				
	Main Stop Valve (Msv)	Condenser 3A	Gland Steam Exhaust Blower 3A	Bar And Travelling Screen 3B	Circulating Water Pump 3A
2020	Rp 162,490,662.10	Rp 165,635,420.25	Rp 260,991,976.72	Rp 254,641,994.31	Rp 276,502,136.55
2021	Rp 167,165,776.65	Rp 162,765,331.45	Rp 248,485,325.72	Rp 47,966,688.42	Rp 249,326,371.55
2022	Rp 176,786,518.78	Rp 158,035,432.05	Rp 249,869,840.88	Rp 245,387,392.37	Rp 37,697,627.74
2023	Rp 193,321,038.89	Rp 164,866,343.45	Rp 256,809,471.15	Rp 253,174,223.58	Rp 149,092,351.64
2024	Rp 165,217,576.78	Rp 155,339,574.45	Rp 251,044,719.02	Rp 47,966,688.42	Rp 235,852,504.91
2025	Rp 170,564,991.65	Rp 978,028,901.63	Rp 257,206,097.14	Rp 930,273,792.36	Rp 37,697,627.74
2026	Rp 44,174,689.42	Rp 165,635,420.25	Rp 248,811,009.29	Rp 256,141,994.31	Rp 749,970,852.75
2027	Rp 163,036,839.78	Rp 162,765,331.45	Rp 992,410,852.75	Rp 47,966,688.42	Rp 460,102,136.55
2028	Rp 44,174,689.42	Rp 158,035,432.05	Rp 260,991,976.72	Rp 244,637,392.37	Rp 432,926,371.55
2029	Rp 156,981,517.65	Rp 164,866,343.45	Rp 248,485,325.72	Rp 254,374,223.58	Rp 37,697,627.74
2030	Rp 169,162,604.65	Rp 155,339,574.45	Rp 249,869,840.88	Rp 47,966,688.42	Rp 267,892,351.64
2031	Rp 155,493,160.65	Rp 978,028,901.63	Rp 256,809,471.15	Rp 930,273,792.36	Rp 388,852,504.91
2032	Rp 197,767,345.89	Rp 165,635,420.25	Rp 251,044,719.02	Rp 256,141,994.31	Rp 37,697,627.74
2033	Rp 200,175,294.89	Rp 162,765,331.45	Rp 257,206,097.14	Rp 47,966,688.42	Rp 749,970,852.75
2034	Rp 168,063,168.78	Rp 158,035,432.05	Rp 248,811,009.29	Rp 244,637,392.37	Rp 460,102,136.55
2035	Rp 162,536,669.78	Rp 164,866,343.45	Rp 992,410,852.75	Rp 254,374,223.58	Rp 432,926,371.55

Biaya O&M						
Tahun	Main Stop Valve (Msv)	Condenser 3A	Gland Steam Exhaust Blower 3A	Bar And Travelling Screen 3B	Circulating Water Pump 3A	
2036	Rp 199,228,033.89	Rp 155,339,574.45	Rp 260,991,976.72	Rp 47,966,688.42	Rp 37,697,627.74	
2037	Rp 202,093,431.05	Rp 978,028,901.63	Rp 248,485,325.72	Rp 930,273,792.36	Rp 267,892,351.64	
2038	Rp 150,880,990.65	Rp 165,635,420.25	Rp 249,869,840.88	Rp 256,141,994.31	Rp 388,852,504.91	
2039	Rp 157,750,659.10	Rp 162,765,331.45	Rp 256,809,471.15	Rp 47,966,688.42	Rp 37,697,627.74	
2040	Rp 9,846,159,162.49	Rp 158,035,432.05	Rp 251,044,719.02	Rp 244,637,392.37	Rp 749,970,852.75	
2041	Rp 162,490,662.10	Rp 164,866,343.45	Rp 257,206,097.14	Rp 254,374,223.58	Rp 460,102,136.55	
2042	Rp 167,165,776.65	Rp 155,339,574.45	Rp 248,811,009.29	Rp 47,966,688.42	Rp 432,926,371.55	
2043	Rp 176,786,518.78	Rp 978,028,901.63	Rp 992,410,852.75	Rp 930,273,792.36	Rp 37,697,627.74	
2044	Rp 193,321,038.89	Rp 165,635,420.25	Rp 260,991,976.72	Rp 256,141,994.31	Rp 267,892,351.64	
2045	Rp 165,217,576.78	Rp 162,765,331.45	Rp 248,485,325.72	Rp 47,966,688.42	Rp 388,852,504.91	
2046	Rp 170,564,991.65	Rp 158,035,432.05	Rp 249,869,840.88	Rp 244,637,392.37	Rp 37,697,627.74	
2047	Rp 44,174,689.42	Rp 164,866,343.45	Rp 256,809,471.15	Rp 254,374,223.58	Rp 749,970,852.75	
2048	Rp 163,036,839.78	Rp 155,339,574.45	Rp 251,044,719.02	Rp 47,966,688.42	Rp 460,102,136.55	
2049	Rp 44,174,689.42	Rp 978,028,901.63	Rp 257,206,097.14	Rp 930,273,792.36	Rp 432,926,371.55	
2050	Rp 156,981,517.65	Rp 165,635,420.25	Rp 248,811,009.29	Rp 256,141,994.31	Rp 37,697,627.74	
2051	Rp 169,162,604.65	Rp 162,765,331.45	Rp 992,410,852.75	Rp 47,966,688.42	Rp 267,892,351.64	

Biaya O&M						
Tahun	Main Stop Valve (Msv)	Condenser 3A	Gland Steam Exhaust Blower 3A	Bar And Travelling Screen 3B	Circulating Water Pump 3A	
2052	Rp 155,493,160.65	Rp 158,035,432.05	Rp 260,991,976.72	Rp 244,637,392.37	Rp 388,852,504.91	
2053	Rp 197,767,345.89	Rp 164,866,343.45	Rp 248,485,325.72	Rp 254,374,223.58	Rp 37,697,627.74	
2054	Rp 200,175,294.89	Rp 155,339,574.45	Rp 249,869,840.88	Rp 47,966,688.42	Rp 749,970,852.75	
2055	Rp 168,063,168.78	Rp 978,028,901.63	Rp 256,809,471.15	Rp 930,273,792.36	Rp 460,102,136.55	
2056	Rp 162,536,669.78	Rp 165,635,420.25	Rp 251,044,719.02	Rp 256,141,994.31	Rp 432,926,371.55	

Biaya O&M						
Tahun	Sea Water Booster Pump 3A	Sea Water Booster Pump 3B	Cooling Water Heat Exchanger 3A	Cooling Water Heat Exchanger 3B	Ferrouss Injection System	Chemical Injection System (Kurilex)
2020	Rp 148,129,676.58	Rp 128,009,471.55	Rp 119,441,879.34	Rp 48,252,815.94	Rp 75,077,603.18	Rp 250,146,195.42
2021	Rp 144,130,191.37	Rp 115,426,387.97	Rp 126,776,031.06	Rp 55,498,429.29	Rp 73,702,135.18	Rp 248,352,843.38
2022	Rp 233,080,657.04	Rp 90,535,273.80	Rp 121,158,920.94	Rp 48,126,504.06	Rp 76,604,526.87	Rp 249,737,582.42
2023	Rp 208,654,182.82	Rp 88,358,625.55	Rp 124,104,196.00	Rp 55,549,365.86	Rp 77,357,392.26	Rp 254,030,783.41
2024	Rp 157,991,202.16	Rp 97,818,605.61	Rp 116,621,234.22	Rp 46,418,308.20	Rp 75,150,965.80	Rp 252,203,524.74
2025	Rp 183,340,216.01	Rp 117,054,743.82	Rp 126,645,746.80	Rp 45,874,277.77	Rp 76,109,889.87	Rp 249,165,831.42

Biaya O&M						
Tahun	Sea Water Booster Pump 3A	Sea Water Booster Pump 3B	Cooling Water Heat Exchanger 3A	Cooling Water Heat Exchanger 3B	Ferrouss Injection System	Chemical Injection System (Kurilex)
2026	Rp 1,773,938,200.00	Rp 100,931,700.55	Rp 120,943,004.34	Rp 54,840,592.03	Rp 78,066,783.26	Rp 971,154,355.16
2027	Rp 148,129,676.58	Rp 86,193,189.55	Rp 123,223,196.11	Rp 48,792,223.54	Rp 79,184,720.33	Rp 250,146,195.42
2028	Rp 144,130,191.37	Rp 560,637,299.92	Rp 119,799,794.28	Rp 59,485,662.23	Rp 889,646,009.45	Rp 248,352,843.38
2029	Rp 233,080,657.04	Rp 128,009,471.55	Rp 12,378,984.69	Rp 43,954,959.86	Rp 75,077,603.18	Rp 249,737,582.42
2030	Rp 208,654,182.82	Rp 115,426,387.97	Rp 1,621,204,738.57	Rp 596,884,738.57	Rp 73,702,135.18	Rp 254,030,783.41
2031	Rp 157,991,202.16	Rp 90,535,273.80	Rp 119,441,879.34	Rp 48,252,815.94	Rp 76,604,526.87	Rp 252,203,524.74
2032	Rp 183,340,216.01	Rp 88,358,625.55	Rp 126,776,031.06	Rp 55,498,429.29	Rp 77,357,392.26	Rp 249,165,831.42
2033	Rp 1,773,938,200.00	Rp 97,818,605.61	Rp 121,158,920.94	Rp 48,126,504.06	Rp 75,150,965.80	Rp 971,154,355.16
2034	Rp 148,129,676.58	Rp 117,054,743.82	Rp 124,104,196.00	Rp 55,549,365.86	Rp 76,109,889.87	Rp 250,146,195.42
2035	Rp 144,130,191.37	Rp 100,931,700.55	Rp 116,621,234.22	Rp 46,418,308.20	Rp 78,066,783.26	Rp 248,352,843.38
2036	Rp 233,080,657.04	Rp 86,193,189.55	Rp 126,645,746.80	Rp 45,874,277.77	Rp 79,184,720.33	Rp 249,737,582.42
2037	Rp 208,654,182.82	Rp 560,637,299.92	Rp 120,943,004.34	Rp 54,840,592.03	Rp 889,646,009.45	Rp 254,030,783.41
2038	Rp 157,991,202.16	Rp 128,009,471.55	Rp 123,223,196.11	Rp 48,792,223.54	Rp 75,077,603.18	Rp 252,203,524.74
2039	Rp 183,340,216.01	Rp 115,426,387.97	Rp 119,799,794.28	Rp 59,485,662.23	Rp 73,702,135.18	Rp 249,165,831.42

Biaya O&M						
Tahun	Sea Water Booster Pump 3A	Sea Water Booster Pump 3B	Cooling Water Heat Exchanger 3A	Cooling Water Heat Exchanger 3B	Ferrouss Injection System	Chemical Injection System (Kurilex)
2040	Rp 1,773,938,200.00	Rp 90,535,273.80	Rp 12,378,984.69	Rp 43,954,959.86	Rp 76,604,526.87	Rp 971,154,355.16
2041	Rp 148,129,676.58	Rp 88,358,625.55	Rp 1,621,204,738.57	Rp 596,884,738.57	Rp 77,357,392.26	Rp 250,146,195.42
2042	Rp 144,130,191.37	Rp 97,818,605.61	Rp 119,441,879.34	Rp 48,252,815.94	Rp 75,150,965.80	Rp 248,352,843.38
2043	Rp 233,080,657.04	Rp 117,054,743.82	Rp 126,776,031.06	Rp 55,498,429.29	Rp 76,109,889.87	Rp 249,737,582.42
2044	Rp 208,654,182.82	Rp 100,931,700.55	Rp 121,158,920.94	Rp 48,126,504.06	Rp 78,066,783.26	Rp 254,030,783.41
2045	Rp 157,991,202.16	Rp 86,193,189.55	Rp 124,104,196.00	Rp 55,549,365.86	Rp 79,184,720.33	Rp 252,203,524.74
2046	Rp 183,340,216.01	Rp 560,637,299.92	Rp 116,621,234.22	Rp 46,418,308.20	Rp 889,646,009.45	Rp 249,165,831.42
2047	Rp 1,773,938,200.00	Rp 128,009,471.55	Rp 126,645,746.80	Rp 45,874,277.77	Rp 75,077,603.18	Rp 971,154,355.16
2048	Rp 148,129,676.58	Rp 115,426,387.97	Rp 120,943,004.34	Rp 54,840,592.03	Rp 73,702,135.18	Rp 250,146,195.42
2049	Rp 144,130,191.37	Rp 90,535,273.80	Rp 123,223,196.11	Rp 48,792,223.54	Rp 76,604,526.87	Rp 248,352,843.38
2050	Rp 233,080,657.04	Rp 88,358,625.55	Rp 119,799,794.28	Rp 59,485,662.23	Rp 77,357,392.26	Rp 249,737,582.42
2051	Rp 208,654,182.82	Rp 97,818,605.61	Rp 12,378,984.69	Rp 43,954,959.86	Rp 75,150,965.80	Rp 254,030,783.41
2052	Rp 157,991,202.16	Rp 117,054,743.82	Rp 1,621,204,738.57	Rp 596,884,738.57	Rp 76,109,889.87	Rp 252,203,524.74
2053	Rp 183,340,216.01	Rp 100,931,700.55	Rp 119,441,879.34	Rp 48,252,815.94	Rp 78,066,783.26	Rp 249,165,831.42

Biaya O&M						
Tahun	Sea Water Booster Pump 3A	Sea Water Booster Pump 3B	Cooling Water Heat Exchanger 3A	Cooling Water Heat Exchanger 3B	Ferrouss Injection System	Chemical Injection System (Kurilex)
2054	Rp 1,773,938,200.00	Rp 86,193,189.55	Rp 126,776,031.06	Rp 55,498,429.29	Rp 79,184,720.33	Rp 971,154,355.16
2055	Rp 148,129,676.58	Rp 560,637,299.92	Rp 121,158,920.94	Rp 48,126,504.06	Rp 889,646,009.45	Rp 250,146,195.42
2056	Rp 144,130,191.37	Rp 128,009,471.55	Rp 124,104,196.00	Rp 55,549,365.86	Rp 75,077,603.18	Rp 248,352,843.38

Perhitungan Biaya O&M Turbin Sudut Pandang Perusahaan

Biaya O&M						
Tahun	Main Stop Valve (Msv)	Condenser 3A	Gland Steam Exhaust Blower 3A	Bar And Travelling Screen 3B	Circulating Water Pump 3A	
2020	Rp 162,490,662.10	Rp 946,388,901.63	Rp 974,330,852.75	Rp 903,153,792.36	Rp 144,158,804.40	
2021	Rp 167,165,776.65	Rp 162,765,331.45	Rp 248,485,325.72	Rp 247,388,504.87	Rp 114,641,791.91	
2022	Rp 176,786,518.78	Rp 158,035,432.05	Rp 249,869,840.88	Rp 255,892,799.29	Rp 94,643,191.56	
2023	Rp 193,321,038.89	Rp 164,866,343.45	Rp 256,809,471.15	Rp 253,038,973.29	Rp 93,582,074.87	
2024	Rp 165,217,576.78	Rp 155,339,574.45	Rp 974,330,852.75	Rp 903,153,792.36	Rp 718,330,852.75	
2025	Rp 170,564,991.65	Rp 946,388,901.63	Rp 248,485,325.72	Rp 247,388,504.87	Rp 144,158,804.40	
2026	Rp 44,174,689.42	Rp 162,765,331.45	Rp 249,869,840.88	Rp 255,892,799.29	Rp 114,641,791.91	
2027	Rp 163,036,839.78	Rp 158,035,432.05	Rp 256,809,471.15	Rp 253,038,973.29	Rp 94,643,191.56	
2028	Rp 44,174,689.42	Rp 164,866,343.45	Rp 974,330,852.75	Rp 903,153,792.36	Rp 93,582,074.87	
2029	Rp 156,981,517.65	Rp 155,339,574.45	Rp 248,485,325.72	Rp 247,388,504.87	Rp 140,670,110.40	
2030	Rp 169,162,604.65	Rp 946,388,901.63	Rp 249,869,840.88	Rp 255,892,799.29	Rp 44,174,689.42	

	Biaya O&M									
Tahun	Main Stop Valve (Msv)		Condenser 3A		Gland Steam Exhaust Blower 3A		Bar And Travelling Screen 3B		Circulating Water Pump 3A	
2031	Rp	155,493,160.65	Rp	162,765,331.45	Rp	256,809,471.15	Rp	253,038,973.29	Rp	50,526,304.29
2032	Rp	197,767,345.89	Rp	158,035,432.05	Rp	974,330,852.75	Rp	903,153,792.36	Rp	718,330,852.75
2033	Rp	200,175,294.89	Rp	164,866,343.45	Rp	248,485,325.72	Rp	247,388,504.87	Rp	144,158,804.40
2034	Rp	168,063,168.78	Rp	155,339,574.45	Rp	249,869,840.88	Rp	255,892,799.29	Rp	114,641,791.91
2035	Rp	162,536,669.78	Rp	946,388,901.63	Rp	256,809,471.15	Rp	253,038,973.29	Rp	94,643,191.56
2036	Rp	199,228,033.89	Rp	162,765,331.45	Rp	974,330,852.75	Rp	903,153,792.36	Rp	93,582,074.87
2037	Rp	202,093,431.05	Rp	158,035,432.05	Rp	248,485,325.72	Rp	247,388,504.87	Rp	140,670,110.40
2038	Rp	9,819,039,162.49	Rp	164,866,343.45	Rp	249,869,840.88	Rp	255,892,799.29	Rp	44,174,689.42
2039	Rp	162,490,662.10	Rp	155,339,574.45	Rp	256,809,471.15	Rp	253,038,973.29	Rp	50,526,304.29
2040	Rp	167,165,776.65	Rp	946,388,901.63	Rp	974,330,852.75	Rp	903,153,792.36	Rp	718,330,852.75
2041	Rp	176,786,518.78	Rp	162,765,331.45	Rp	248,485,325.72	Rp	247,388,504.87	Rp	144,158,804.40
2042	Rp	193,321,038.89	Rp	158,035,432.05	Rp	249,869,840.88	Rp	255,892,799.29	Rp	114,641,791.91
2043	Rp	165,217,576.78	Rp	164,866,343.45	Rp	256,809,471.15	Rp	253,038,973.29	Rp	94,643,191.56
2044	Rp	170,564,991.65	Rp	155,339,574.45	Rp	974,330,852.75	Rp	903,153,792.36	Rp	93,582,074.87
2045	Rp	44,174,689.42	Rp	946,388,901.63	Rp	248,485,325.72	Rp	247,388,504.87	Rp	140,670,110.40
2046	Rp	163,036,839.78	Rp	162,765,331.45	Rp	249,869,840.88	Rp	255,892,799.29	Rp	44,174,689.42
2047	Rp	44,174,689.42	Rp	158,035,432.05	Rp	256,809,471.15	Rp	253,038,973.29	Rp	50,526,304.29
2048	Rp	156,981,517.65	Rp	164,866,343.45	Rp	974,330,852.75	Rp	903,153,792.36	Rp	718,330,852.75
2049	Rp	169,162,604.65	Rp	155,339,574.45	Rp	248,485,325.72	Rp	247,388,504.87	Rp	144,158,804.40
2050	Rp	155,493,160.65	Rp	946,388,901.63	Rp	249,869,840.88	Rp	255,892,799.29	Rp	114,641,791.91
2051	Rp	197,767,345.89	Rp	162,765,331.45	Rp	256,809,471.15	Rp	253,038,973.29	Rp	94,643,191.56

	Biaya O&M					
Tahun	Main Stop Valve (Msv)	Condenser 3A	Gland Steam Exhaust Blower 3A	Bar And Travelling Screen 3B	Circulating Water Pump 3A	
2052	Rp 200,175,294.89	Rp 158,035,432.05	Rp 974,330,852.75	Rp 903,153,792.36	Rp 93,582,074.87	
2053	Rp 168,063,168.78	Rp 164,866,343.45	Rp 248,485,325.72	Rp 247,388,504.87	Rp 140,670,110.40	
2054	Rp 162,536,669.78	Rp 155,339,574.45	Rp 249,869,840.88	Rp 255,892,799.29	Rp 44,174,689.42	
2055	Rp 199,228,033.89	Rp 946,388,901.63	Rp 256,809,471.15	Rp 253,038,973.29	Rp 50,526,304.29	
2056	Rp 202,093,431.05	Rp 162,765,331.45	Rp 974,330,852.75	Rp 903,153,792.36	Rp 718,330,852.75	

	Biaya O&M					
Tahun	Sea Water Booster Pump 3A	Sea Water Booster Pump 3B	Cooling Water Heat Exchanger 3A	Cooling Water Heat Exchanger 3B	Ferrouss Injection System	Chemical Injection System (Kurilex)
2020	Rp 1,755,858,200.00	Rp 551,597,299.92	Rp 149,070,746.80	Rp 578,804,738.57	Rp 76,109,889.87	Rp 249,737,582.42
2021	Rp 136,930,191.37	Rp 115,426,387.97	Rp 143,368,004.34	Rp 77,923,429.29	Rp 78,066,783.26	Rp 948,554,355.16
2022	Rp 156,580,657.04	Rp 90,535,273.80	Rp 145,648,196.11	Rp 70,551,504.06	Rp 79,184,720.33	Rp 249,737,582.42
2023	Rp 150,154,182.82	Rp 88,358,625.55	Rp 142,224,794.28	Rp 77,974,365.86	Rp 73,751,195.11	Rp 254,030,783.41
2024	Rp 1,755,858,200.00	Rp 97,818,605.61	Rp 1,598,604,738.57	Rp 578,804,738.57	Rp 77,839,772.49	Rp 252,203,524.74
2025	Rp 136,930,191.37	Rp 551,597,299.92	Rp 149,070,746.80	Rp 77,923,429.29	Rp 76,109,889.87	Rp 249,165,831.42
2026	Rp 156,580,657.04	Rp 115,426,387.97	Rp 143,368,004.34	Rp 70,551,504.06	Rp 78,066,783.26	Rp 52,143,407.43

Biaya O&M						
Tahun	Sea Water Booster Pump 3A	Sea Water Booster Pump 3B	Cooling Water Heat Exchanger 3A	Cooling Water Heat Exchanger 3B	Ferrouss Injection System	Chemical Injection System (Kurilex)
2027	Rp 150,154,182.82	Rp 90,535,273.80	Rp 145,648,196.11	Rp 77,974,365.86	Rp 79,184,720.33	Rp 255,093,545.41
2028	Rp 1,755,858,200.00	Rp 88,358,625.55	Rp 142,224,794.28	Rp 578,804,738.57	Rp 73,751,195.11	Rp 253,741,817.41
2029	Rp 136,930,191.37	Rp 97,818,605.61	Rp 34,803,984.69	Rp 77,923,429.29	Rp 77,839,772.49	Rp 52,143,407.43
2030	Rp 156,580,657.04	Rp 551,597,299.92	Rp 141,633,963.28	Rp 70,551,504.06	Rp 77,839,772.49	Rp 248,427,195.08
2031	Rp 150,154,182.82	Rp 115,426,387.97	Rp 154,843,992.75	Rp 77,974,365.86	Rp 76,109,889.87	Rp 252,886,640.44
2032	Rp 1,755,858,200.00	Rp 90,535,273.80	Rp 1,598,604,738.57	Rp 578,804,738.57	Rp 78,066,783.26	Rp 254,871,701.65
2033	Rp 136,930,191.37	Rp 88,358,625.55	Rp 149,070,746.80	Rp 77,923,429.29	Rp 79,184,720.33	Rp 258,621,495.25
2034	Rp 156,580,657.04	Rp 97,818,605.61	Rp 143,368,004.34	Rp 70,551,504.06	Rp 73,751,195.11	Rp 948,554,355.16
2035	Rp 150,154,182.82	Rp 551,597,299.92	Rp 145,648,196.11	Rp 77,974,365.86	Rp 77,839,772.49	Rp 249,737,582.42
2036	Rp 1,755,858,200.00	Rp 115,426,387.97	Rp 142,224,794.28	Rp 578,804,738.57	Rp 77,839,772.49	Rp 254,030,783.41
2037	Rp 136,930,191.37	Rp 90,535,273.80	Rp 34,803,984.69	Rp 77,923,429.29	Rp 76,109,889.87	Rp 252,203,524.74
2038	Rp 156,580,657.04	Rp 88,358,625.55	Rp 141,633,963.28	Rp 70,551,504.06	Rp 78,066,783.26	Rp 249,165,831.42
2039	Rp 150,154,182.82	Rp 97,818,605.61	Rp 154,843,992.75	Rp 77,974,365.86	Rp 79,184,720.33	Rp 52,143,407.43
2040	Rp 1,755,858,200.00	Rp 551,597,299.92	Rp 1,598,604,738.57	Rp 578,804,738.57	Rp 73,751,195.11	Rp 255,093,545.41

	Biaya O&M					
Tahun	Sea Water Booster Pump 3A	Sea Water Booster Pump 3B	Cooling Water Heat Exchanger 3A	Cooling Water Heat Exchanger 3B	Ferrouss Injection System	Chemical Injection System (Kurilex)
2041	Rp 136,930,191.37	Rp 115,426,387.97	Rp 149,070,746.80	Rp 77,923,429.29	Rp 77,839,772.49	Rp 253,741,817.41
2042	Rp 156,580,657.04	Rp 90,535,273.80	Rp 143,368,004.34	Rp 70,551,504.06	Rp 77,839,772.49	Rp 52,143,407.43
2043	Rp 150,154,182.82	Rp 88,358,625.55	Rp 145,648,196.11	Rp 77,974,365.86	Rp 76,109,889.87	Rp 248,427,195.08
2044	Rp 1,755,858,200.00	Rp 97,818,605.61	Rp 142,224,794.28	Rp 578,804,738.57	Rp 78,066,783.26	Rp 252,886,640.44
2045	Rp 136,930,191.37	Rp 551,597,299.92	Rp 34,803,984.69	Rp 77,923,429.29	Rp 79,184,720.33	Rp 254,871,701.65
2046	Rp 156,580,657.04	Rp 115,426,387.97	Rp 141,633,963.28	Rp 70,551,504.06	Rp 73,751,195.11	Rp 258,621,495.25
2047	Rp 150,154,182.82	Rp 90,535,273.80	Rp 154,843,992.75	Rp 77,974,365.86	Rp 77,839,772.49	Rp 948,554,355.16
2048	Rp 1,755,858,200.00	Rp 88,358,625.55	Rp 1,598,604,738.57	Rp 578,804,738.57	Rp 77,839,772.49	Rp 249,737,582.42
2049	Rp 136,930,191.37	Rp 97,818,605.61	Rp 149,070,746.80	Rp 77,923,429.29	Rp 76,109,889.87	Rp 254,030,783.41
2050	Rp 156,580,657.04	Rp 551,597,299.92	Rp 143,368,004.34	Rp 70,551,504.06	Rp 78,066,783.26	Rp 252,203,524.74
2051	Rp 150,154,182.82	Rp 115,426,387.97	Rp 145,648,196.11	Rp 77,974,365.86	Rp 79,184,720.33	Rp 249,165,831.42
2052	Rp 1,755,858,200.00	Rp 90,535,273.80	Rp 142,224,794.28	Rp 578,804,738.57	Rp 73,751,195.11	Rp 52,143,407.43
2053	Rp 136,930,191.37	Rp 88,358,625.55	Rp 34,803,984.69	Rp 77,923,429.29	Rp 77,839,772.49	Rp 255,093,545.41
2054	Rp 156,580,657.04	Rp 97,818,605.61	Rp 141,633,963.28	Rp 70,551,504.06	Rp 77,839,772.49	Rp 253,741,817.41

Biaya O&M						
Tahun	Sea Water Booster Pump 3A	Sea Water Booster Pump 3B	Cooling Water Heat Exchanger 3A	Cooling Water Heat Exchanger 3B	Ferrouss Injection System	Chemical Injection System (Kurilex)
2055	Rp 150,154,182.82	Rp 551,597,299.92	Rp 154,843,992.75	Rp 77,974,365.86	Rp 76,109,889.87	Rp 52,143,407.43
2056	Rp 1,755,858,200.00	Rp 115,426,387.97	Rp 1,598,604,738.57	Rp 578,804,738.57	Rp 78,066,783.26	Rp 248,427,195.08

BIOGRAFI PENULIS

Penulis lahir di Bekasi, pada tanggal 16 Januari 1998 dengan nama lengkap Nisa Ul'ula Nur Ramadhoni atau biasa dipanggil dengan nama Ula. Penulis merupakan anak kedua dari 2 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Ar-Rahman, SD Jati Mekar IV, SMPN 27 Jakarta, dan kemudian melanjutkan Pendidikan di SMAN 61 Jakarta. Pada tahun 2015 penulis diterima sebagai mahasiswa di Departemen Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Selama masa perkuliahan penulis aktif dalam kegiatan organisasi mahasiswa diantaranya sebagai Staff Departemen Sosial Masyarakat di SWAYANAKA tingkat Surabaya dan Staff Ahli AKATARA di Himpunan Mahasiswa Teknik Industri ITS 17/18. Selain itu penulis juga mengikuti beberapa pelatihan selama perkuliahan, diantaranya adalah Gerigi ITS 2015, Latihan Keterampilan Manajemen Mahasiswa (LKMM Pra-TD), LKMM TD, Pelatihan Pengembangan Potensi Mahasiswa Teknik Industri (P3MTI), Arena *Training*, dan VBA *Training*. Dalam Rangka mengaplikasikan keilmuan Teknik Industri, penulis pernah melakukan Kerja Praktik di PT Pertamina Geothermal Energy, Jakarta pada Departemen *Supply Chain Management* pada tahun 2018. Penulis dapat dihubungi melalui *email* di nisaulula.nr@gmail.com.