

TESIS

**ANALISA EKONOMIS PERALATAN PULVERIZER
UNTUK OPTIMALISASI KEANDALAN PLTU
DENGAN SIMULASI MONTE CARLO DAN
PENDEKATAN ANALISA BIAYA SIKLUS HIDUP
(STUDI KASUS: PLTU REMBANG)**



Disusun Oleh:

Reza Firdian Mardiansyah

13916101

**PROGRAM PASCASARJANA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2018**

TESIS

**ANALISA EKONOMIS PERALATAN PULVERIZER
UNTUK OPTIMALISASI KEANDALAN PLTU
DENGAN SIMULASI MONTE CARLO DAN
PENDEKATAN ANALISA BIAYA SIKLUS HIDUP
(STUDI KASUS: PLTU REMBANG)**



Disusun Oleh:

Reza Firdian Mardiansyah

13916101

**PROGRAM PASCASARJANA
MAGISTER TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2018**

TESIS

**ANALISA EKONOMIS PERALATAN PULVERIZER
UNTUK OPTIMALISASI KEANDALAN PLTU
DENGAN SIMULASI MONTE CARLO DAN
PENDEKATAN ANALISA BIAYA SIKLUS HIDUP
(STUDI KASUS: PLTU REMBANG)**

Tesis untuk memperoleh Gelar Magister Pada
Program Pascasarjana Magister Teknik Industri

Fakultas Teknik Industri
Universitas Islam Indonesia

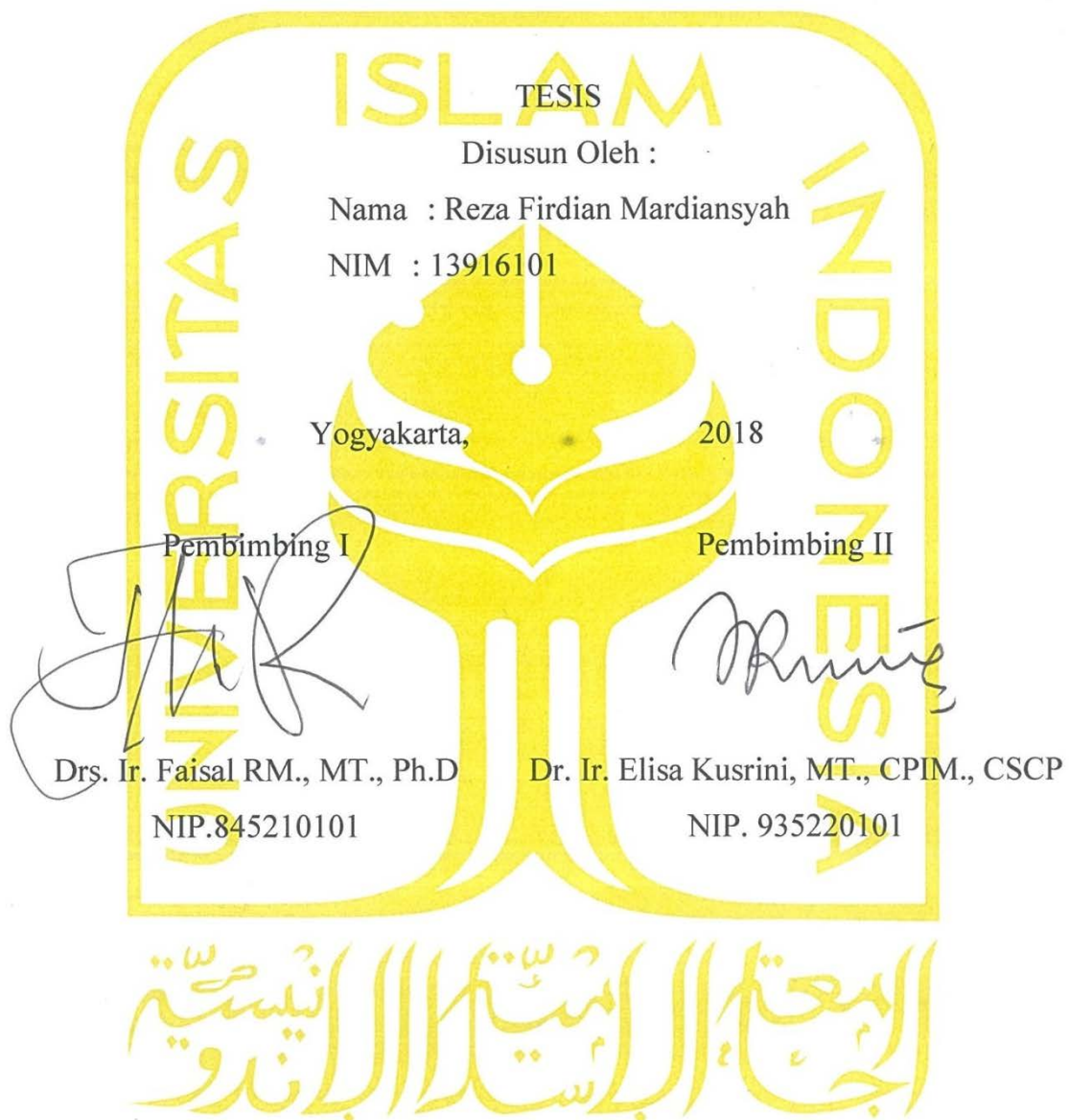
Disusun Oleh:

Reza Firdian Mardiansyah (1391601)

**PROGRAM PASCASARJANA TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2018**

Lembaran Pengesahan

**ANALISA EKONOMIS PERALATAN PULVERIZER UNTUK
OPTIMALISASI KEANDALAN PLTU DENGAN SIMULASI MONTE
CARLO DAN PENDEKATAN ANALISA BIAYA SIKLUS HIDUP
(STUDI KASUS: PLTU REMBANG)**



Lembar Pengesahan Penguji

**ANALISA EKONOMIS PERALATAN PULVERIZER UNTUK
OPTIMALISASI KEANDALAN PLTU DENGAN SIMULASI MONTE
CARLO DAN PENDEKATAN ANALISA BIAYA SIKLUS HIDUP
(STUDI KASUS: PLTU REMBANG)**

TESIS

Disusun Oleh :

Nama : Reza Firdian Mardiansyah

NIM : 13916101

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji

Yogyakarta,

2018

Tim Penguji

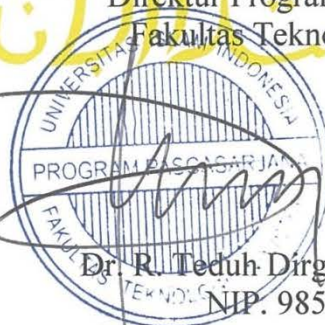
Dr. Ir. Elisa Kusriani, MT., CPIM., CSCP
Ketua

Dr. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc
Anggota I

Ir. Ali Parkhan, MT
Anggota II



Mengetahui,
Direktur Program Pascasarjana
Fakultas Teknologi Industri



Dr. R. Teduh Dirgahayu, ST., M.Sc
NIP. 985240101

Abstrak

Untuk meningkatkan dan menjaga keandalan pasokan listrik PLTU Rembang (FTP-1) yang menggunakan bahan bakar batubara perlu ditingkatkan keandalan peralatan pembangkit khususnya pada peralatan krusial yang salah satunya peralatan pulverizer mills untuk itu perlu dilakukan proses pengadaan komponen peralatan tersebut agar menjaga bila kemungkinan terjadi gangguan atau kegagalan fungsi. Penulis bermaksud menganalisa ekonomi dari tiga alternatif proses pengadaan yaitu melalui proses pengadaan asli pabrikan (OEM), tidak asli pabrikan (Non OEM)/ reverse engineering dan rekondisi untuk itu diperlukan alat bantu manajemen dalam pengambilan keputusan atau sebagai acuan dalam mengambil tindakan dengan berdasarkan data-data objektif, aktual, cepat dan akurat dalam membuat rancangan, usulan, masukan dan sebagainya.

Tesis ini akan menganalisis studi kelayakan finansial untuk memastikan apakah pengadaan memiliki nilai ekonomis dan aset tersebut akan digunakan secara efektif dan efisien sepanjang masa manfaat menggunakan pendekatan Analisa Biaya Siklus Hidup. Dalam tulisan ini, data historis kerusakan pada pulverizer didapatkan dari aplikasi rapsodi HDKP setelmen untuk diverifikasi dan diolah menggunakan aplikasi minitab 17 untuk mendapatkan weibull shape factor (β) dan scale factor (η) dan data tersebut disimulasi monte carlo didapatkan mean time to failure/ umur komponen kemudian di masukan ke analisa biaya siklus hidup (LCCA) untuk menganalisis tiga alternatif tersebut dan menentukan alternatif mana yang paling menguntungkan selama 10 tahun.

Berdasarkan analisa data perhitungan kuantitatif didapatkan umur aset pulverizer mills mean time to failure (MTTF) proses pengadaan OEM selama 10.108 jam/1,2 tahun, Non OEM/ reverse engineering selama 16.899 jam/ 2 tahun dan rekondisi 5.232 jam/ 0,7 tahun dan hasil perhitungan pendekatan analisa biaya siklus hidup yang telah dilakukan didapatkan penghematan biaya sebesar 7,8 Milyar per unit selama 10 tahun dengan proses pengadaan reverse engineering dibandingkan proses pengadaan OEM.

Kata-Kata Kunci : Pulverizer, Mean Time To Failure, Analisa Biaya Siklus Hidup

Abstrak

In order to increase and conserve reliability electrical supply in Electric Steam Power Plant Rembang which using coal fuel, therefore it needs improvement for the reliability equipment generator, especially for crucial equipment among others, one of which is pulverizer mills equipment, for that it is necessary to have procurement of equipment mentioned above to prevent problem or malfunction. The author of this thesis intended to do economic analysis from three alternative procurement process, that is original equipment manufacturer procurement, reverse engineering procurement and reconditioning procurement. Therefore it needs management tools for the decision maker or as a guide to take measures according to objective, accrual, quick and accurate data in order to prepare design, proposal, input etc.

This thesis will analyze financial feasible study to ensure whether the procurement had an economic value and the assets will be used effectively and efficiently throughout useful life using Life Cycle Cost Analysis (LCCA) approach. In this paper, historical damage data on the pulverizer obtained from Daily Declaration of Generating Conditions Settlement application to be verified and processed using minitab 17 application to acquire weibull shape factor (β) and scale factor (η) then the data simulated to monte carlo to get mean time to failure, later inserted to the LCCA to analyze those three alternative to determine which one is more profitable for ten years.

According to quantitative calculation data analysis which bring about pulverizer mills asset life mean time to failure obtained results as follows, original equipment manufacturer (OEM) procurement last for 10.108 hours/ 1,2 years long, non original equipment manufacturer (Non OEM)/reverse engineering (RE) last for 16.899 hours/ 2 years long and reconditioning last for 5232 hours/ 0,7 years long. Result from Life Cycle Cost Analysis Calculation which has been done, it succesfully obtained cost savings in the amount of 7,8 Billion per unit for ten years by using reverse engineering procurement compared to original equipment manufacturer procurement.

Keywords : Pulverizer, Mean Time To Failure, Life Cycle Cost Analysis

Pernyataan Keaslian Tulisan

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis ini merupakan tulisan asli dari penulis, dan tidak berisi material yang telah diterbitkan sebelumnya atau tulisan dari penulis lain terkecuali referensi atas material tersebut telah disebutkan dalam tesis. Apabila ada kontribusi dari penulis lain dalam tesis ini, maka penulis lain tersebut secara eksplisit telah disebutkan dalam tesis ini.

Dengan ini saya juga menyatakan bahwa segala kontribusi dari pihak lain terhadap tesis ini, termasuk bantuan analisis statistik, desain survei, analisis data, prosedur teknis yang bersifat signifikan, dan segala bentuk aktivitas penelitian yang dipergunakan atau dilaporkan dalam tesis ini telah secara eksplisit disebutkan dalam tesis ini.

Segala bentuk hak cipta yang terdapat dalam material dokumen tesis ini berada dalam kepemilikan pemilik hak cipta masing-masing. Apabila dibutuhkan, penulis juga telah mendapatkan izin dari pemilik hak cipta untuk menggunakan ulang materialnya dalam tesis ini.

Yogyakarta, Februari 2018

Reza Firdian Mardiansyah, ST

Publikasi Selama Masa Studi

Publikasi Yang Menjadi Bagian Dari Tesis

Tidak ada publikasi yang menjadi bagian dari tesis

Kontribusi Yang Diberikan Oleh Pihak Lain Dalam Tesis Ini

Tidak ada kontribusi dari pihak lain

Halaman Persembahan

Kupersembahkan karya KETIGAKU ini kepada orang-orang yang penuh arti dalam hidupku.

Orang Tua, istri, Kakak dan Adiku tercinta semoga senantiasa mendapat rahmat, hidayah, dan

maghfirah dari ALLAH SWT.....amin.

Dan kepada almamaterku tercinta, Teknik Industri

Kata Pengantar

Puji Syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena hanya berkat limpahan rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tesis dengan judul “Analisa Ekonomis Peralatan Pulverizer Untuk Optimalisasi Keandalan PLTU Dengan Simulasi Monte Carlo dan Pendekatan Analisa Biaya Siklus Hidup (Studi Kasus: PLTU Rembang)” untuk memenuhi syarat yang telah ditetapkan dan wajib dilaksanakan sebagai salah satu persyaratan memperoleh gelar Master pada Program Pascasarjana Magister Teknik Industri FTI UII, pada kesempatan ini penulis mengucapkan teima kasih kepada :

1. Keluarga Besar Drs. Ec. Bambang Wasito (almarhum) dan Misdiati, Saudara kandung Adry Diasita, Donny Wildianto dan Davit Rainal Mardianto.
2. Keluarga Besar Istri Andini Maharani, Sunarto, BBA (almarhum) dan Sri Subekti, Saudara kandung Bobby Ariawan.
3. Dosen Pembimbing Bapak Drs. Ir. Faisal RM., MT., Ph.D dan Ibu Dr. Ir. Elisa Kusriani, MT., CPIM., CSCP yang dengan ikhlas dan sabar meluangkan waktunya untuk membimbing, mengarahkan, dan memotivasi dalam penyusunan tesis ini.
4. Dosen Penguji Bapak Dr. Drs. Imam Djati Widodo M.Eng.Sc. dan Bapak Ir. Ali Parkhan MT.
5. Direktur Program Pascasarjana FTI UII Dr. R. Teduh Dirgahayu., ST., M.Sc
6. Seluruh manajemen PT PLN (Persero) Kantor Pusat : Bapak Komang Parmita, Bapak Lambar Pasaribu, Bapak Purnomo, Bapak Jatmiko, Bapak

Sofyan dan semua manajemen yang berikan ijin, dukungan dan motivasi dalam penyelesaian tesis ini.

7. Seluruh teman kerja : Jimmy, Yuda, Cipto, Viktor, Rizky, Aga , Rizki, Zivion dan semua teman PT PLN (Persero) Regional Jawa Bagian Tengah yang bersedia membantu memberikan data dan informasi, dukungan dan motivasi dalam penyusunan tesis ini
8. Sahabat-sahabat terbaikku: Naili, Veby, Rifai, Nurul, Sobirin, Luke, Dani , Mahmud dan semua teman MTI angkatan 13 yang selalu bersedia membantu dan memberikan informasi penulis sehingga penyusunan tesis ini dapat berjalan dengan lancar.
9. Keluarga Besar Paklek dan Bulek Tanti, Linda, Diko yang memberikan dukungan dan fasilitas tempat untuk menyelesaikan tesis ini.
10. Semua pihak yang belum disebutkan namun banyak berjasa dalam penyusunan Tesis ini.

Penulis menyadari bahwa Tesis ini masih belum sempurna sesuai dengan apa yang diharapkan, maka dari itu. Penulis mohon kritikan dan saran demi penyempurnaan penulisan Tesis ini. Semoga Tesis ini dapat bermanfaat bagi semua. Amin.

Yogyakarta, Februari 2018

Penulis

Reza Firdian Mardiansyah

Daftar Isi

Sampul Depan	i
Sampul Dalam.....	ii
Prasyarat Gelar Magister.....	iii
Persetujuan Pembimbing Tesis	iv
Penetapan Panitia Penguji Tesis.....	v
Abstrak	vi
Pernyataan Keaslian Tulisan	viii
Publikasi Selama Masa Studi.....	ix
Publikasi Yang Menjadi Bagian Dari Tesis	x
Kontribusi Yang Diberikan Oleh Pihak Lain Dalam Tesis Ini	xi
Halaman Persembahan.....	xii
Kata Pengantar	xiii
Daftar Isi.....	xv
Daftar Tabel	xviii
Daftar Gambar.....	xix
BAB I PENDAHULUAN	2
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Batasan Masalah.....	6
1.5 Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1. Proses pengoperasian PLTU Batubara.....	8
2.2. Pengertian Manajemen Aset	9
2.3. Penciptaan dan Akuisisi Aset.....	11
2.4. Pengoperasian Aset	15
2.5. Pemeliharaan Aset.....	15
2.6. Pembaharuan dan Pembuangan Aset	18

2.7.	Biaya Siklus Hidup	19
2.8.	Simulasi Monte Carlo	20
2.9.	Perhitungan Biaya Siklus Hidup (LCC).....	22
2.9.1.	Biaya Investasi.....	22
2.9.2.	Biaya Operasi	23
2.9.3.	Biaya Pemeliharaan	23
2.9.4.	Biaya Kerusakan (Failure Cost)	23
2.9.5.	Biaya Disposal.....	23
BAB III KERANGKA KONSEP PENELITIAN		24
3.1.	Bagan Kerangka Konsep Pelaksanaan Penelitian	24
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN		25
4.1.	Lokasi Penelitian.....	26
4.2.	Cara Menentukan Data.....	26
4.3.	Cara Menentukan Data Sampel dan Jumlah Data Sampel.....	26
4.4.	Cara mengelola Data	28
4.5.	Cara Menganalisa Data	29
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....		30
5.1.	Gambaran Umum.....	30
5.1.1	Komponen Berdasarkan Pulverizer Feeder	31
5.1.2	Komponen Berdasarkan Pulverizer Motors Drives.....	33
5.1.3	Komponen Berdasarkan Pulverizer Mills	35
5.1.4	Komponen Berdasarkan Pulverizer Mill Coal Level Controls.....	38
5.1.5	Komponen Berdasarkan Pulverizer Coal Leak	39
5.1.6	Komponen Berdasarkan Pulverizer Control System	41
5.1.7	Komponen Berdasarkan Other Pulverizer Problems.....	42
5.1.8	Komponen Berdasarkan Pulverizer Inspection	44
5.2	Hasil Simulasi Monte Carlo.....	45
5.2.1	Hasil Simulasi Monte Carlo Alternatif OEM.....	45
5.2.2	Hasil Simulasi Monte Carlo Alternatif RE.....	46
5.2.3	Hasil Simulasi Monte Carlo Alternatif Rekondisi	46
5.3	Analisa Biaya Untuk Menghindari Biaya Pengganti	47

5.4	Proses Pengadaan Asil Pabrikan (OEM).....	49
5.4.1	Asumsi.....	49
5.4.2	Analisis NPV	50
5.4.3	Benefit Cost Ratio (BCR).....	51
5.4.4	Internal Rate Of Return (IRR).....	51
5.4.5	Life Cyle Cost Analysis (LCCA)	51
5.5	Proses Pengadaan Reverse Engineering (RE).....	51
5.5.1	Asumsi.....	51
5.5.2	Analisis NPV	52
5.5.3	Benefit Cost Ratio (BCR).....	53
5.5.4	Internal Rate Of Return (IRR).....	53
5.5.5	Life Cyle Cost Analysis (LCCA)	53
5.6	Proses Pengadaan Rekondisi.....	53
5.6.1	Asumsi.....	53
5.6.2	Analisis NPV	54
5.6.3	Benefit Cost Ratio (BCR).....	55
5.6.4	Internal Rate Of Return (IRR).....	55
5.6.5	Life Cyle Cost Analysis (LCCA)	55
5.7	Hasil Analisa Perhitungan.....	55
	BAB VI PENUTUP	60
	Daftar Pustaka	62
	Lampiran	64

Daftar Tabel

Tabel 5. 1. Data Verifikasi Pulverizer Feeder.....	32
Tabel 5. 2. Data TBF Pulverizer Feeder	32
Tabel 5. 3. Data Rekap TBF Pulverizer Feeder	33
Tabel 5. 4. Data Verifikasi Pulverizer Motor Drivers.....	33
Tabel 5. 5. Data TBF Pulverizer Motor Drivers	34
Tabel 5. 6. Data Rekap TBF Pulverizer Motor Drivers	34
Tabel 5. 7. Data Verifikasi Pulverizer Mills #1 Dan #2.....	35
Tabel 5. 8. Data TBF Pulverizer Mills #1 Dan #2	36
Tabel 5. 9. Data Rekap TBF3 Alternatif <i>Pulverizer Mills</i>	37
Tabel 5. 10. Data Verifikasi Pulverizer Mill Coal Level	38
Tabel 5. 11. Data TBF Pulverizer Mill Coal Level.....	39
Tabel 5. 12. Data Rekap TBF Pulverizer Mill Coal Level.....	39
Tabel 5. 13. Data Verifikasi Pulverizer Mill Coal Leak	39
Tabel 5. 14. Data TBF Pulverizer Mill Coal Leak.....	40
Tabel 5. 15. Data Rekap TBF Pulverizer Mill Coal Leak.....	40
Tabel 5. 16. Data Verifikasi Pulverizer Control System.....	41
Tabel 5. 17. Data TBF Pulverizer Control System	41
Tabel 5. 18. Data Rekap TBF Pulverizer Control System	41
Tabel 5. 19. Data Verifikasi Other Pulverizer Problems	42
Tabel 5. 20. Data TBF Other Pulverizer Problems	43
Tabel 5. 21. Data Rekap TBF Other Pulverizer Problems.....	43
Tabel 5. 22. Data Verifikasi Pulverizer Inspection.....	44
Tabel 5. 23. Data TBF Pulverizer Inspection.....	44
Tabel 5. 24. Data Rekap TBF Pulverizer Inspection	44
Tabel 5. 25. Rekap Data Hasil Aplikasi Minitab 17	45
Tabel 5. 26. Data MTTF Original Equipment Manufacture (OEM).....	46
Tabel 5. 27. Data MTTF Reverse Engineering (RE)	46
Tabel 5. 28. Data MTTF Rekondisi	47
Tabel 5. 29. Jadwal Pemeliharaan Rutin.....	48
Tabel 5. 30. Hasil Perhitungan Jam Operasi Pulverizer Per Tahun.....	48
Tabel 5. 31. Hasil Perhitungan Kejadian Pemeliharaan Rutin Pulverizer	48
Tabel 5. 32. Hasil Perhitungan Kejadian Pemeliharaan Non Rutin.....	49
Tabel 5. 33. Hasil Perhitungan Kejadian Penghapusan Pulverizer	49
Tabel 5. 34. NPV Peralatan Asli Pabrikan (OEM)	51
Tabel 5. 35. NPV Reverse Engineering	53
Tabel 5. 36. NPV Rekondisi	55
Tabel 5. 37. Hasil Rekap NPV, BCR, IRR Dan LCCA	56
Tabel 5. 38. Analisa Titik Impas BEP & Harga Listrik	57
Tabel 5. 39. Analisis Sensitivitas Tingkat Bunga Terhadap NPV	59

Daftar Gambar

Gambar 1. 1. Pulverizer PLTU Rembang (Ref 14 Hal 5).....	4
Gambar 2. 1. Proses Operasi PLTU (Ref 3 Hal 3).....	8
Gambar 2. 2. Antomi Manajemen Aset (Ref 6 Hal 146)	10
Gambar 2. 3. Profil Biaya Aset Siklus Hidup (Ref 6 Hal 238).....	11
Gambar 2. 4. Profil Siklus Hidup (Ref 6 Hal 67).....	13
Gambar 2. 5. Potensial Pengurangan Siklus Hidup (Ref 6 Hal 67)	13
Gambar 2. 6. Pembagian Biaya Aset (Ref 6 Hal 68)	14
Gambar 2. 7. Model Biaya (Ref 6 Hal 109).....	20
Gambar 3. 1. Kerangka Alur Konsep Penelitian.....	24
Gambar 4. 1. Diagram Alur Metodologi Penelitian.....	25
Gambar 5. 1. Grafik β dan η Pulverizer Feeder	33
Gambar 5. 2. Grafik β dan η Pulverizer Motor Drivers.....	34
Gambar 5. 3. Grafik β dan η Pulverizer Mills Reverse Engineering.....	37
Gambar 5. 4. Grafik β dan η Pulverizer Mills Oem.....	38
Gambar 5. 5. Grafik β dan η Pulverizer Mills Rekondisi	38
Gambar 5. 6. Grafik β dan η Pulverizer Mill Coal Level Control	39
Gambar 5. 7. Grafik β dan η Pulverizer Coal Leak	40
Gambar 5. 8. Grafik β dan η Pulverizer Control System.....	42
Gambar 5. 9. Grafik β dan η Other Pulverizer Problems.....	43
Gambar 5. 10. Grafik β dan η Pulverizer Inspection	45
Gambar 5. 11. Grafik Profil Biaya Siklus Hidup (LCC) Pulverizer Mills.....	56
Gambar 5. 12. Grafik Biaya Siklus Hidup (LCC) Pulverizer Mills.....	57
Gambar 5. 13. Grafik Analisa Titik Impas.....	58
Gambar 5. 14. Grafik Analisis Sensitivitas.....	59

BAB I

PENDAHULUAN

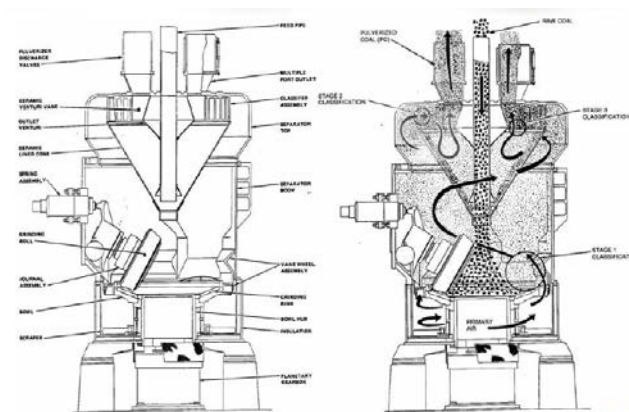
1.1 Latar Belakang

PLTU Rembang merupakan pembangkit listrik dengan menggunakan bahan bakar batubara yang digunakan untuk memanaskan boiler untuk mengubah air menjadi uap bertekanan. Pada boiler sendiri terdapat pulverizer yang berfungsi untuk menghaluskan batubara sebelum masuk boiler. Untuk menjamin sistem pembangkit dapat beroperasi secara kontinyu, biasanya dipasang standby pulverizer untuk menggantikan fungsi pulverizer yang mengalami kerusakan (Adi dan Prabowo, 2013) sedangkan pendapat (Ratna Bhakti dan Sudiyono K, 2015) beberapa sub-sistem pulverizer sering mengalami kerusakan yang dapat menimbulkan kegagalan pada sistem tersebut maka membuat perencanaan pemeliharaan menggunakan metode Reliability Centered Maintenance (RCM) pada pulverizer untuk menurunkan tingkat breakdown mesin dan downtime produksi dengan identifikasi FMEA terdapat 12 failure mode yang terjadi di Pulverizer termasuk penelitian (Rio Prasetyo Lukodono et al, 2013) menggunakan Reliability RCM dan Maintenance Value Stream Mapping (MVSM) untuk meningkatkan keandalan pada sistem maintenance dan penelitian (Umi Fitriyani, 2011) menentukan waktu perawatan pulverizer menggunakan metode RCM II dengan pendekatan Benefit-Cost Analysis untuk menilai risiko kegagalan fungsi yang timbul oleh mesin pulverizer mill terdapat 15 kegagalan. Menurut penelitian (Rizal Virdian et al, 2015) mengevaluasi efektifitas mesin coal

feeder (pulverizer) dengan menerapkan Total Productive Maintenance (TPM) dengan menggunakan metode OEE yang kemudian dilanjutkan dengan pengukuran OEE six big losses. Sedangkan penelitian (Herry Nugraha et al, 2016) menerapkan Reliability, Availability, Maintainability dan Security (RAMS) dengan menggunakan simulasi Monte Carlo dan mengukur efektifitas biaya dengan menggunakan Life Cycle Cost Analysis (LCCA) untuk pemilihan alternatif pemeliharaan pada kabel laut transmisi jawa-bali 150 kV dan juga penelitian (Ngapuli I. Sinisuka et al, 2013) menerapkan Life Cycle Cost Analysis (LCCA) pada operasi pembangkit listrik dengan menghitung seluruh biaya deterministik dan biaya probabilistik dengan studi kasus PLTU 330 MW untuk mendapatkan menilai program manajemen yang efektif dengan biaya resiko rendah sedangkan penelitian (Ratna Wulansari, 2006) menerapkan konsep perhitungan risiko dengan metode keandalan untuk mengurangi risiko yang ditimbulkan oleh kegagalan pulverizer dengan menilai risiko digabungkan likelihood (besaran probability failure yang terjadi) dan consequence (loss opportunity) sedangkan penelitian (Theresia Sunarni dan Triana Br., 2012) mengidentifikasi risiko dan pengalokasian biaya penanganan risiko dengan menggunakan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan simulasi Monte Carlo sama dengan penelitian (Weta Hary Wahyunugraha et al, 2013) menganalisa keandalan dengan menggunakan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) sedangkan paper dari (Winda Nur Cahyo, 2008) pendekatan simulasi monte carlo untuk memilih alternatif dengan decision tree pada nilai outcome yang probabilistik.

Sesuai (lampiran 1) data gangguan pembangkit PLTU Rembang (FTP-1) yang aset ownernya PT PLN (Persero) Regional Jawa Bagian Tengah yang di kendalikan sebagai aset manajer dan aset operasi oleh anak perusahaan PT Pembangkitan Jawa Bali di dapat temuan masalah antaranya :

1. Sering mengalami kerusakan yang tidak terencana
2. Umur pengoperasian lebih pendek dari desain
3. Tidak dapat operasi secara maksimal
4. Batubara tidak hancur secara sempurna
5. Proses pengadaan lama dalam mendapatkan material tersebut
6. Kualitas yang di dapatkan tidak sesuai dengan yang diharapkan



Gambar 1. 1. Pulverizer PLTU Rembang (ref 14 hal 5)

Komponen pulverizer terdiri dari beberapa bagian, antara lain grinding table (grinding segments), grinding roll (mill), motor pulverizer, planetary gear box, scraper, vane wheel, classifier, gate discharge valve, coal pipe orifices, hydraulic pump, coal feeder, separator body dan lube oil. Pulverizer ini di berikan dalam gambar 1.1

Pada kondisi sekarang ini bila terjadi kerusakan pada komponen pulverizer baru mengusulkan dengan dilakukan eksekusi dengan berbagai cara perbaikan (rekondisi) dan juga pembelian sehingga perencanaan dan kajian kurang efisien biaya, waktu dan kesiapan operasi. Untuk itu belum ada metode optimum untuk pemilihan alternatif.

Oleh karena itu, peneliti mencoba membuat suatu metode penelitian ini dengan pendekatan simulasi Monte Carlo dan pendekatan *Analisa Biaya Siklus Hidup* (LCCA) untuk mengoptimalkan resiko, biaya dan kinerja pembangkit terhadap komponen peralatan pulverizer. Hasil akhir dari analisis ini adalah memberikan masukan ke pada manajemen dari beberapa alternatif diantaranya pengadaan OEM, pengadaan non OEM, rekondisi dan *do nothing* yang mana perhitungan tersebut memberikan masukan untuk dalam memberikan keputusan yang tepat sesuai dengan prediksi sehingga mendapatkan pilihan optimal.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian diatas dapat disimpulkan permasalahan yang muncul pada penelitian :

1. Bagaimana mendapatkan biaya efisien dari pemilihan alternatif?
2. Bagaimana menghindari dari kerugian cukup besar dari beberapa alternatif yang mungkin dilakukan ?
3. Bagaimana mendapatkan material yang berkualitas mutu dan efisien ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilaksanakannya penelitian ini adalah :

1. Untuk mendapatkan cara perhitungan biaya dari pemilihan alternatif
2. Untuk mendapatkan perencanaan yang optimal setelah mempertimbangkan dari beberapa hasil alternatif serta memperhatikan resiko, biaya, dan kinerja peralatan.
3. Untuk mendapatkan material yang berkualitas mutu dan efisien.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini dibatasi beberapa pokok permasalahan yang dianggap tidak mempengaruhi hasil akhirnya :

- 1 Penelitian ini mengambil data primer dari aplikasi rapsodi HDKP Setelment dan data sekunder di PLTU Rembang di lingkungan PT PLN (Persero) Regional Jawa Bagian Tengah.
- 2 Salah satu komponen vital mill pulverizer adalah mill termasuk table. Komponen ini rusak dikarenakan faktor material, life time, pola operasi maupun karena faktor kualitas batubara yang diolah mill pulverizer.
- 3 Untuk perhitungan dengan menggunakan analisa biaya siklus hidup (LCCA). Dengan LCCA pada komponen pulverizer level 2 feeder, motors drives, mills, mill coal level controls, coal leak, control system, other pulverizer problems dan inspection yang dilakukan, diperoleh perbandingan-perbandingan dari berbagai alternatif.

- 4 Keputusan optimal dapat diambil berdasarkan analisis ekonomi yang memperhitungkan total biaya coal mill pulverizer tersebut.

1.5 Manfaat Penelitian

1 Manfaat bagi peneliti :

- a. Meningkatkan pengetahuan dan wawasan kondisi teknis di lapangan.
- b. Meningkatkan pemahaman antara teori perhitungan dengan fakta di lapangan.

2 Manfaat bagi perusahaan :

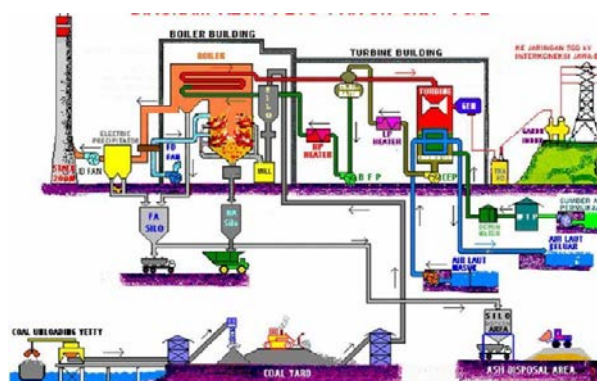
- a. Memberikan solusi-solusi optimal yang mampu menjawab permasalahan perusahaan dalam rencana kerja anggaran perusahaan (RKAP).
- b. Meningkatkan keandalan peralatan sehingga mengurangi kehilangan kesempatan produksi.
- c. Mengurangi ketidakpastian dari pemilihan alternatif yang akan diambil atau sebagai dasar pengambilan keputusan.

3 Manfaat bagi sosial masyarakat :

- a. Mengurangi biaya subsidi dari pemerintah karena dapat menekan biaya pokok produksi.
- b. Mengurangi limbah batubara dan pencemaran lingkungan akibat produksi yang tidak optimal.

TINJAUAN PUSTAKA

PLTU Batubara beroperasi dengan menggunakan batubara sebagai bahan bakar untuk memanaskan air pada ruang bakar boiler. System tranfer batubara dari Ship unloading ataupun dari coal yard ke pembangkit menggunakan conveyor system dan untuk proses loading dan unloading dilokasi coal yard menggunakan stacker reclaimer sebagai alat bantu tranfer batubara dari coal yard ke conveyor begitupun sebaliknya dan juga Ship Unloader mentranferkan dari tongkang ke coal yard atau langsung ke banker kemudian masuk ke pulverizer (Mill) untuk mengerus batubara sehingga menjadi bubuk. Dan bubuk batubara dikirim ke burner untuk proses pemanasan dengan menghembuskan udara dengan menggunakan alat *Primery Air Fan* (PAF) sesuai gambar 2.1.



Gambar 2. 1. Proses Operasi PLTU (ref 3 hal 3)

PLTU menggunakan fluida kerja air uap yang bersirkulasi secara tertutup. Siklus tertutup artinya menggunakan fluida yang sama secara berulang-ulang. Urutan siklus secara singkat adalah sebagai berikut :

1. Air diisikan ke boiler hingga mengisi penuh seluruh luas permukaan pemindah panas. Didalam boiler air ini dipanaskan dengan gas panas hasil pembakaran bahan bakar dengan udara sehingga berubah menjadi uap.
2. Uap hasil produksi boiler dengan tekanan dan temperatur tertentu diarahkan untuk memutar turbin sehingga menghasilkan daya mekanikal berupa putaran.
3. Generator yang dikopel langsung dengan turbin berputar menghasilkan energi listrik sebagai hasil dari perputaran medan magnet dalam kumparan.
4. Uap bekas keluaran turbin masuk kondensor untuk didinginkan dengan air pendingin agar berubah kembali menjadi air. Air kondensat hasil kondensasi uap kembali digunakan lagi sebagai pengisi boiler. Demikian siklus ini berlangsung terus-menerus dan berulang-ulang.

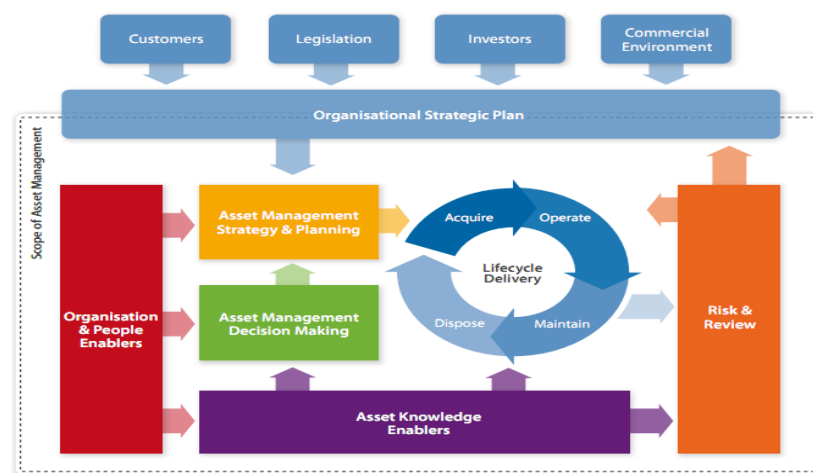
2.2. Pengertian Manajemen Aset

Manajemen Aset memiliki pengertian sebagai kegiatan dan praktik yang sistematis dan terkoordinir dari organisasi dalam mengelola aset dan sistem asetnya secara berkesinambungan dengan mengoptimalkan kinerja, risiko dan biaya pada siklus hidup asetnya yang bertujuan untuk mencapai rencana strategis perusahaan (berdasarkan PAS 55:2008).

Dalam pelaksanaannya Manajemen Aset mempunyai tujuan untuk mewujudkan kinerja suatu unit yang memenuhi standar desain, equipment dapat

beroperasi dengan lancar saat diperlukan, biaya pemeliharaan sesuai dengan penganggaran, dan dengan modal investasi yang wajar, memiliki tingkat ketersediaan (service level) serta perputaran material yang tinggi dan cepat.

Dari semua itu, Manajemen Aset yang unggul merupakan keseimbangan antara risiko (risk), biaya (cost) dan kinerja (performance) untuk mencapai suatu solusi yang optimal. Landscape model PAS 55 sesuai Gambar 2.2.



Gambar 2. 2. Antomi Manajemen Aset (ref 6 hal 146)

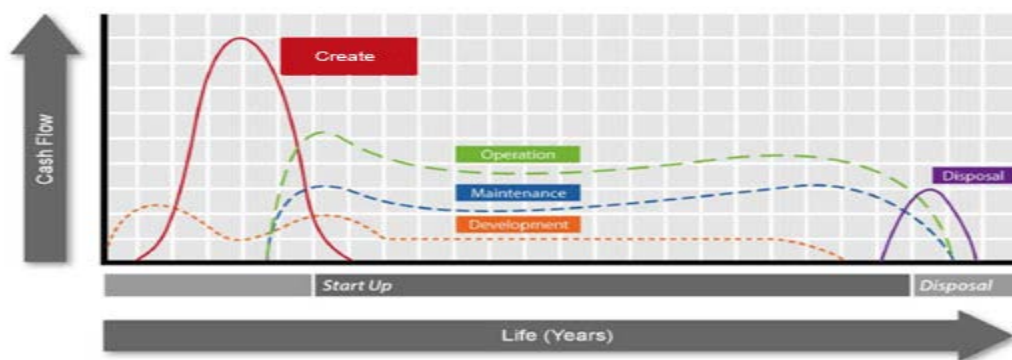
Untuk memenuhi Owner Expectation, dalam hal ini energy diversification, sustainability of supply, low cost energy maupun stakeholder lainnya, sehingga tujuan Optimization: Risk – Cost – Performance tercapai, aset manajer menyusun Asset Management Strategy, Objective & Planning dan diimplementasikan terhadap unit pembangkit melalui asset life cycle activity yang terdiri atas :

- a. Penciptaan, akuisisi dan pembaharuan asset
- b. Pengoperasian
- c. Pemeliharaan
- d. Pembuangan dan penjualan asset

Untuk pelaksanaan asset life cycle activity didalam asset life cycle management membutuhkan dukungan. Organization & people serta information/knowledge sebagai enabler berperan penting dalam penyusunan asset management strategy & Planning, yang didukung ketepatan asset management decision making, risk, Review & Compliance yang dilaksanakan secara konsisten akan menjadi Manajemen Aset yang unggul.

Selain itu asset life cycle management juga mencakup tentang bagaimana pengembangan spesifikasi disain, faktor internal dan eksternal yang mempengaruhi siklus hidup aset. Termasuk di dalamnya dampak dari berbagai operasional organisasi bisnis, aktivitas dan akibat dari kebijakan pengadaan yang dilaksanakan oleh aset manajer.

Gambar 2.3. menunjukkan profil aliran kas yang dibutuhkan dalam satu siklus hidup aset mulai dari penciptaan sampai disposal.



Gambar 2. 3. Profil Biaya Aset Siklus Hidup (ref 6 hal 238)

2.3. Penciptaan dan Akuisisi Aset

Untuk pelaksanaan asset life cycle activity didalam asset life cycle management membutuhkan dukungan. Organization & people serta

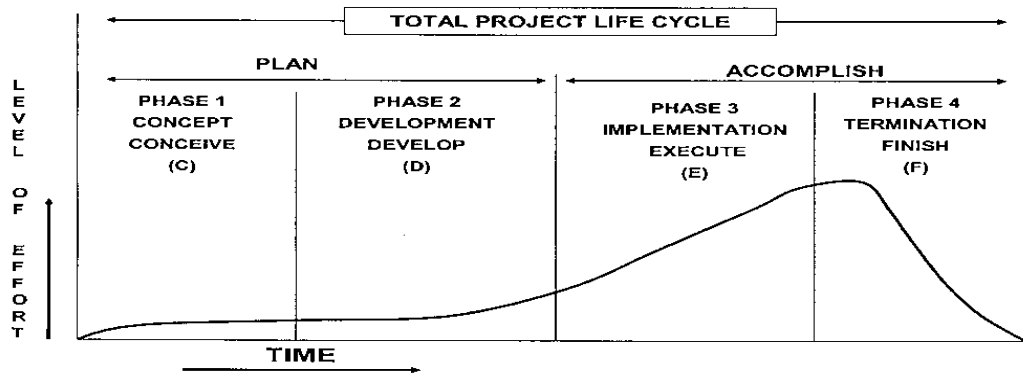
information/knowledge sebagai enabler berperan penting dalam penyusunan asset management strategy & Planning, yang didukung ketepatan asset management decision making, risk, Review & Compliance yang dilaksanakan secara konsisten akan menjadi Manajemen Aset yang unggul.

Selain itu asset life cycle management juga mencakup tentang bagaimana pengembangan spesifikasi desain, faktor

Fokus aktivitas life cycle dimulai sejak penciptaan (create) dan akuisisi (acquire). Pemikiran yang dikembangkan adalah untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan dan merencanakan aktifitas berikut ini :

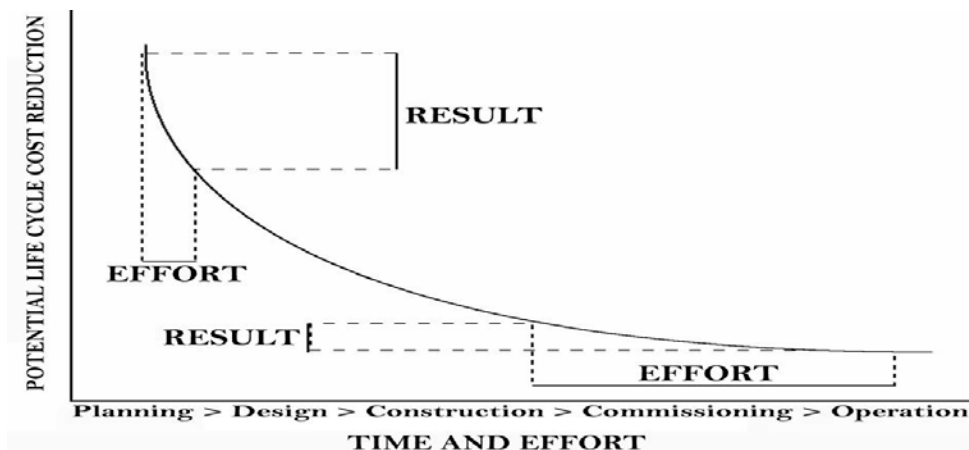
- a. Bagaimana dan mengapa aset diciptakan atau diperoleh?
- b. Bagaimana hal ini berhubungan dengan strategi pengelolaan dan perencanaan aset?
- c. Informasi apa saja untuk menentukan ketepatan dan akurasi spesifikasi aset?
- d. Memastikan desain yang praktis dan dapat dipenuhi oleh pemasok maupun manufaktur
- e. Memastikan aset yang diciptakan/diperoleh memenuhi spesifikasi dan terpasang secara benar
- f. Memastikan proses commissioning yang sesuai standar desain dan terwaranty serta pendokumentasian dan pemeliharaan data yang baik.

Gambar 2.4. menunjukkan proses life cycle dari suatu proses penciptaan.



Gambar 2. 4. Profil Siklus Hidup (ref 6 hal 67)

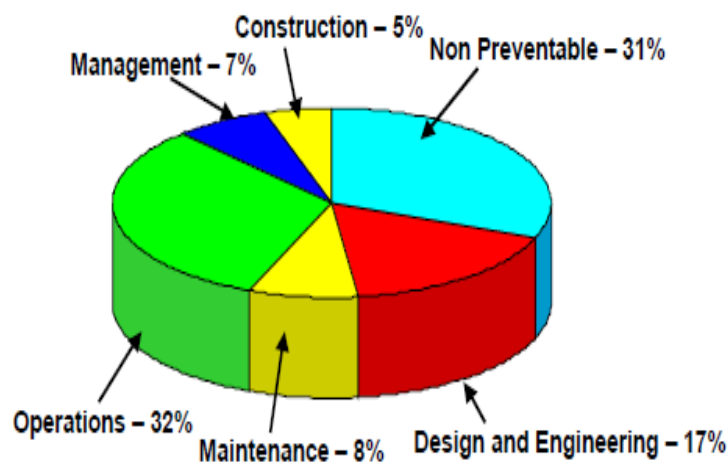
Pada gambar 2.5. dapat kita lihat bagaimana dan seberapa besar potensi penurunan biaya terhadap waktu (kapan) dilakukan sejak perencanaan, desain, konstruksi, komisioning dan operasi.



Gambar 2. 5. Potensial Pengurangan Siklus Hidup (ref 6 hal 67)

Pada banyak pabrik, spesifikasi desain yang sangat rinci diterapkan pada peralatan yang kritikal misalnya mesin-mesin berukuran besar yang tidak ada cadangannya, dan peralatan yang mengakibatkan kerugian besar jika mengalami kerusakan. Oleh karena persyaratan yang cukup ketat ini, peralatan kritikal biasanya sangat handal. Mereka dirancang dengan perhatian yang tinggi terhadap

detil, proses instalasi yang sangat berhati-hati dan dilakukan berbagai survey selama masa pakainya. Hasilnya, peralatan kritikal umumnya beroperasi dalam jangka waktu yang panjang tanpa mengalami masalah. Gambar 2.6 lebih dari 20 persen dari biaya pemakaian ini muncul sejak fasa desain engineering dan kesalahan sewaktu pemasangan/konstruksi, yang sebenarnya dapat dihindari.



Gambar 2. 6. Pembagian biaya aset (ref 6 hal 68)

Berdasarkan pertimbangan biaya siklus hidup, peralatan kritikal bisa saja lebih murah untuk dipelihara jika dibandingkan dengan peralatan “general purpose”. Pada peralatan general purpose, jika terjadi kerusakan biaya perbaikan peralatan biasa adalah sangat kecil, tetapi populasinya bisa jadi jauh lebih banyak daripada mesin kritikal. Sehingga mereka bisa mengkonsumsi biaya yang lebih besar. Permasalahan kronis atau yang berulang kali terjadi, biasanya tidak boleh terjadi pada peralatan kritikal. Tapi masalah kronis terkadang masih diperbolehkan pada mesin-mesin yang kecil, hanya karena proses desain yang memang sudah seperti itu. Ketika biaya pemakaian mulai di periksa hingga tahap

yang cukup rinci, akan muncul bahwa masalah kronis akibat kesalahan desain adalah salah satu kesempatan terbesar untuk melakukan peningkatan.

2.4. Pengoperasian Aset

Manajemen operasi merupakan suatu kegiatan yang menjamin agar unit pembangkit dapat beroperasi secara kontinyu sesuai dengan target dan kontrak yang telah disepakati antara aset manajer dengan aset operator dalam kontrak jasa operasi dan pemeliharaan tahap supporting maupun tahap performance base.

Kegiatan tersebut meliputi proses perencanaan produksi, pengoperasian, penjadwalan outage, mengendalikan, serta mengevaluasi agar pembangkit beroperasi secara aman, andal, efisien, serta mentaati ketentuan lingkungan dan keselamatan sesuai dengan regulasi yang berlaku.

2.5. Pemeliharaan Aset

Proses pemeliharaan secara tradisional dipandang dan dikelola sebagai cost-center, dimana kepatuhan terhadap anggaran adalah prioritas tertinggi. Proses Optimalisasi Aset mengharuskan pendapat ini dirubah, menjadi pemeliharaan dipandang sebagai profit-center, serta mempersiapkan mentalitas yang mampu mendorong terciptanya keseimbangan risk-cost-performance untuk dapat memperbaiki efektivitas serta mencapai value optimal. Proyek improvement berskala kecil umumnya baru dimulai belakangan jika ada anggaran sisa, dalam terminology cost-center, sedangkan dalam Profit-Center yang terfokus pada optimalisasi aset disarankan untuk dimulai sedini mungkin untuk memaksimalkan pengembalian modal.

Pengurangan biaya bukanlah hasil dari perintah, tapi hasil dari inisiatif improvement yang menyeluruh dan terprioritisasi dengan baik, serta dicapai melalui proses yang disiplin dan lengkap.

Dalam lingkup pemeliharaan, optimalisasi aset membutuhkan bauran dari strategi CBM, PM, Proaktif dan bahkan run-to-failure yang melalui kajian obyektif. Bauran dan proporsi dari masing-masing strategi diarahkan untuk mendapatkan nilai pengembalian optimal untuk sebuah proses produksi spesifik.

CBM umumnya adalah jenis pemeliharaan paling menguntungkan, yang dapat mengurangi kegiatan pemeliharaan dengan aman. PM dilakukan pada situasi dimana pengalaman sebelumnya atau pertimbangan safety memang membutuhkan tindakan terjadwal, atau dimana pengukuran kondisi mesin tidak dapat dilakukan dengan akurat, handal atau terlalu mahal. Pemeliharaan proaktif dilakukan pada saat perancangan dan saat operasi/perbaikan untuk menekan probabilita atau risiko terulangnya masalah yang sama, dan pemeliharaan Run-to-Failure (RTF - pakai sampai rusak) harus didasarkan pada fakta yang menunjukkan bahwa strategi ini adalah yang paling efektif, setelah seluruh strategi yang lain telah dikaji. Strategi RTF tidak boleh menjadi standar apabila ada strategi lainnya yang diterapkan.

Optimalisasi pemeliharaan adalah sebuah bagian yang penting dari optimalisasi aset. Pemeliharaan, perpanjangan umur, tindakan korektif dan perbaikan yang dilakukan pada aset fisik memiliki persyaratan teknis dan kondisi yang luas. Pemeliharaan harus dapat memberikan hasil yang berkualitas, dan

secara bersamaan tetap efektif dengan pemborosan waktu dan upaya yang minimal.

Personil pemeliharaan harus memiliki motivasi, memiliki inisiatif, rasa memiliki dan komitmen terhadap kualitas dan improvement. Mereka harus fleksibel dan mampu berubah, seringkali berada dalam kondisi yang membutuhkan tingkat kompetensi, teknik dan kecakapan yang sangat luas.

Pemeliharaan atau Maintenance harus dilakukan dengan karakteristik sebagai berikut:

- a. Memiliki basis yang lebar, tetapi tetap fokus.
- b. Memiliki orientasi pada improvement, eliminasi penyebab kerusakan, tidak sekedar memperbaiki.
- c. Diarahkan untuk meminimalkan biaya akibat mesin tidak handal dan downtime.
- d. Memiliki penekanan budaya organisasi inisiatif, kualitas, rasa memiliki dan keandalan.

Pemeliharaan dalam optimalisasi aset harus bersifat antisipatif. Sebuah cacat minor biasanya masih dapat dikendalikan dan mudah untuk diperbaiki. Tapi jika tidak diperhatikan, cacat minor dapat menjadi kerusakan besar dengan dampak yang mahal misalnya terhadap safety, kualitas, lingkungan.

Dalam proses optimalisasi aset, pemeliharaan harus berperan penuh dalam pengambilan keputusan bisnis dan mengkaji produktivitas. Optimalisasi risk-cost-performance dalam pemeliharaan harus dapat dimasukkan sebagai bahan pertimbangan dalam pengambilan keputusan seperti misalnya melakukan

modifikasi atau membangun fasilitas baru, inisiatif pengurangan biaya dan berbagai perubahan dalam proses manufaktur dan toleransinya. Pemeliharaan tidak bisa bersifat pasif, hanya menerima apa saja keputusan yang diambil oleh manajemen.

Keterlibatan pemeliharaan di awal proses pengambilan keputusan memastikan bahwa segala permasalahan yang menyangkut optimalisasi life-time telah dipertimbangkan guna menghindari munculnya masalah pada ketersediaan dan operasi, bottleneck dan biaya pemeliharaan yang tinggi.

Business Management Solution (BMS) yang merupakan proses, prosedur serta instruksi kerja disusun bersama sebagai pedoman yang akan dipergunakan oleh aset operator sebagai panduan dalam pemeliharaan aset, sehingga ketepatan, keakuratan, dan kepastian pelaksanaan pemeliharaan dapat diyakini dan dapat dilakukan pengukuran tingkat kematangan (maturity level) terhadap proses pengoperasian yang telah dilakukan.

2.6. Pembaharuan dan Pembuangan Aset

Kerusakan aset tidak boleh terjadi pada peralatan kritikal, tapi masalah kronis terkadang masih diperbolehkan. Meliputi bagaimana mengidentifikasi dan merencanakan tindakan untuk memperpanjang umur, pembongkaran dan pembuangan aset. Hal ini juga terkait dengan tindakan pelaksanaan untuk memperpanjang umur, membongkar/menonaktifkan atau membuang aset dan efektivitas tindakan ketika diimplementasikan, dan memastikan pembuangan yang dilakukan secara bertanggung jawab dan mengikuti kaidah kaidah etis maupun

peraturan perundangan yang berlaku khususnya kaidah dan regulasi tentang lingkungan hidup.

2.7. Biaya Siklus Hidup

Biaya Siklus Hidup (LCC) adalah suatu proses analisis ekonomi untuk mengenali total biaya dari suatu aset meliputi biaya penciptaan (creation) maupun akuisisi, biaya operasi, biaya pemeliharaan, serta biaya pembuangan (decommissioning). LCC ini merupakan tools ekonomi yang mengkombinasikan engineering art dengan science dalam membuat suatu keputusan strategis. Analisisnya memberikan masukan masukan penting didalam suatu proses pembuatan keputusan pada fasa design, development maupun pengoperasian suatu aset.

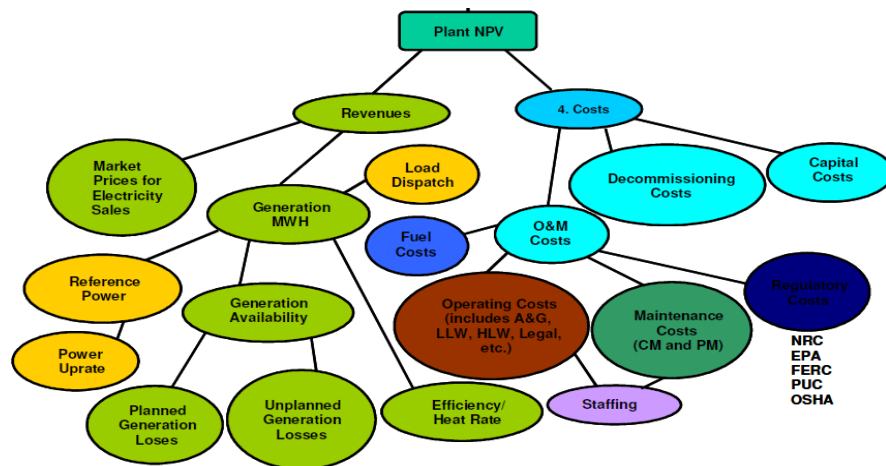
Dalam proses pembuatan keputusan pada perusahaan, secara umum sering timbul konflik antar departemen yang mengakibatkan keputusan kadang tidak menghasilkan “suatu keputusan yang paling optimal”, antara lain:

- a. Project engineering berkeinginan untuk meminimalkan biaya capital sebagai suatu kriteria,
- b. Maintenance engineering berkeinginan untuk meminimalkan repair hours sebagai suatu kriteria,
- c. Produksi/operasi berkeinginan untuk memaksimalkan operation hours sebagai suatu kriteria,
- d. Reliability engineering berkeinginan untuk nullify failures sebagai suatu kriteria,

- e. Accounting (Anggaran) berkeinginan untuk memaksimalkan project net present value sebagai suatu kriteria,
- f. Shareholders berkeinginan untuk meningkatkan pendapatan sebagai suatu kriteria.

LCC dapat dipergunakan sebagai alat bantu manajemen untuk membuat keputusan yang mampu mensinkronkan konflik yang bersifat devisional tersebut dengan fokus pada fakta, uang dan waktu, sehingga keputusan optimal yang mensinergikan antara risiko, biaya dan kinerja dapat dipilih.

Gambar 2.7 menunjukkan suatu model biaya yang comprehensive yang dapat dipergunakan untuk cost benefit dari berbagai alternatif strategis dengan tujuan akhir meningkatkan NPV dari suatu pembangkit.



Gambar 2. 7. Model Biaya (ref 6 hal 109)

2.8. Simulasi Monte Carlo

Simulasi adalah sebuah metode analitik yang bertujuan untuk membuat “imitasi” dari sebuah sistem yang mempunyai sifat acak, dimana jika digunakan model lain menjadi sangat mathematically complex atau terlalu sulit untuk dikembangkan. Simulasi Monte Carlo adalah salah satu metode simulasi

sederhana yang dapat dibangun secara cepat dengan hanya menggunakan spreadsheet (misalnya Microsoft Excell). Pembangunan model simulasi Monte Carlo didasarkan pada probabilitas yang diperoleh data historis sebuah kejadian dan frekuensinya (Winda Nur Cahyo, 2008), dimana

$$P_i = f_i/n \quad (1)$$

Dengan :

P_i : Probabilitas kejadian i

f_i : frekuensi kejadian i

n : jumlah frekuensi semua kejadian.

Tetapi bila simulasi Monte Carlo, probabilitas juga dapat ditentukan dengan mengukur probabilitas sebuah kejadian terhadap suatu distribusi tertentu. Distribusi ini tentu saja telah menjalani serangkaian uji distribusi seperti misalnya uji Chi-square, Heuristic, atau Kolmogorov-Smirnov dan sebagainya.

Mean Time To Failure (MTTF) dihitung dengan menggunakan simulasi Monte Carlo berdasarkan nilai Weibull Shape Factor (β) dan Weibull Characteristic Life (η) untuk setiap sub-sistem. Waktu kegagalan T_F adalah fungsi dari kriteria nilai kegagalan $F(t)$. Persamaan untuk menghitung T_F dan MTTF adalah:

$$T_F = \eta \left[-\ln(1 - F(t)) \right]^{\frac{1}{\beta}} \quad (2)$$

$$MTTF_{sub-sistem} = \frac{\sum T_{ATTF}}{\sum T_F} \quad (3)$$

Dimana T_{ATTF} (Total Accumulation of Time To Failure)

Penjelasan keputusan nilai yang didapatkan 1 jika $RAND() > T_F$ nilai kegagalan adalah 0 atau akan memberikan nilai acak distribusi normal tingkat kegagalan bervariasi antara 0 dan 1. Selama perhitungan simulasi Monte Carlo, nilai T_F dan MTTF selalu berubah sesuai dengan angka acak $F(t) = RAND()$ yang dihasilkan oleh komputer (Ngapuli I. Sinisuka et al, 2013).

2.9. Perhitungan Biaya Siklus Hidup (LCC)

Rumusan umum perhitungan LCC atas suatu peralatan/system adalah sebagaimana persamaan (Jianpeng Bian et al, 2014),

$$LCC = CI + CO + CM + CF + CD \dots\dots\dots(4)$$

LCC adalah LCC dari pulverizer, dimana masing-masing komponennya adalah sebagai berikut:

CI : biaya investasi (Investment Cost);

CO: biaya operasi (Operational Cost);

CM : biaya pemeliharaan (Maintenance Cost);

CF : biaya atas kerusakan (Failure Cost)

CD : biaya atas tahap disposal (Disposal Cost)

2.9.1. Biaya Investasi

Biaya investasi awal (CI) adalah seluruh biaya yang dikeluarkan sebelum pulverizer digunakan. Di dalamnya meliputi biaya pembelian pulverizer dan biaya pemasangan. Biaya pembelian secara umum harga pulverizer, biaya pengangkutan/transportasi, asuransi, komisioning, pemasangan dan training.

2.9.2. Biaya Operasi

Komponen utama atas biaya operasi (CO) ditentukan oleh energi yang dikonsumsi oleh pulverizer selama beroperasi.

2.9.3. Biaya Pemeliharaan

Biaya overhaul maupun biaya preventive maintenance merupakan komponen utama biaya pemeliharaan pulverizer. Deskripsi atas kegiatan pemeliharaan pulverizer.

2.9.4. Biaya Kerusakan (Failure Cost)

Perhitungan biaya kerusakan didasarkan atas frekuensi kerusakan/ Mean Time To Failure (MTTF) dan estimasi biaya yang dikeluarkan setiap terjadi kerusakan.

2.9.5. Biaya Disposasi

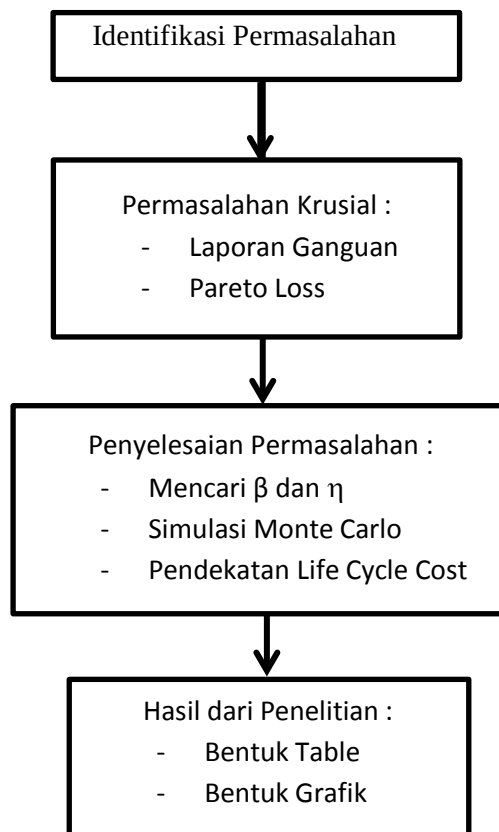
Perhitungan biaya penghapusan sesuai kaidah kaidah etis maupun peraturan perundangan yang berlaku khususnya kaidah dan regulasi tentang lingkungan hidup.

BAB III

KERANGKA KONSEP PENELITIAN

3.1. Bagan Kerangka Konsep Pelaksanaan Penelitian

Untuk pelaksanaan penelitian bisa digambarkan sebagai berikut:

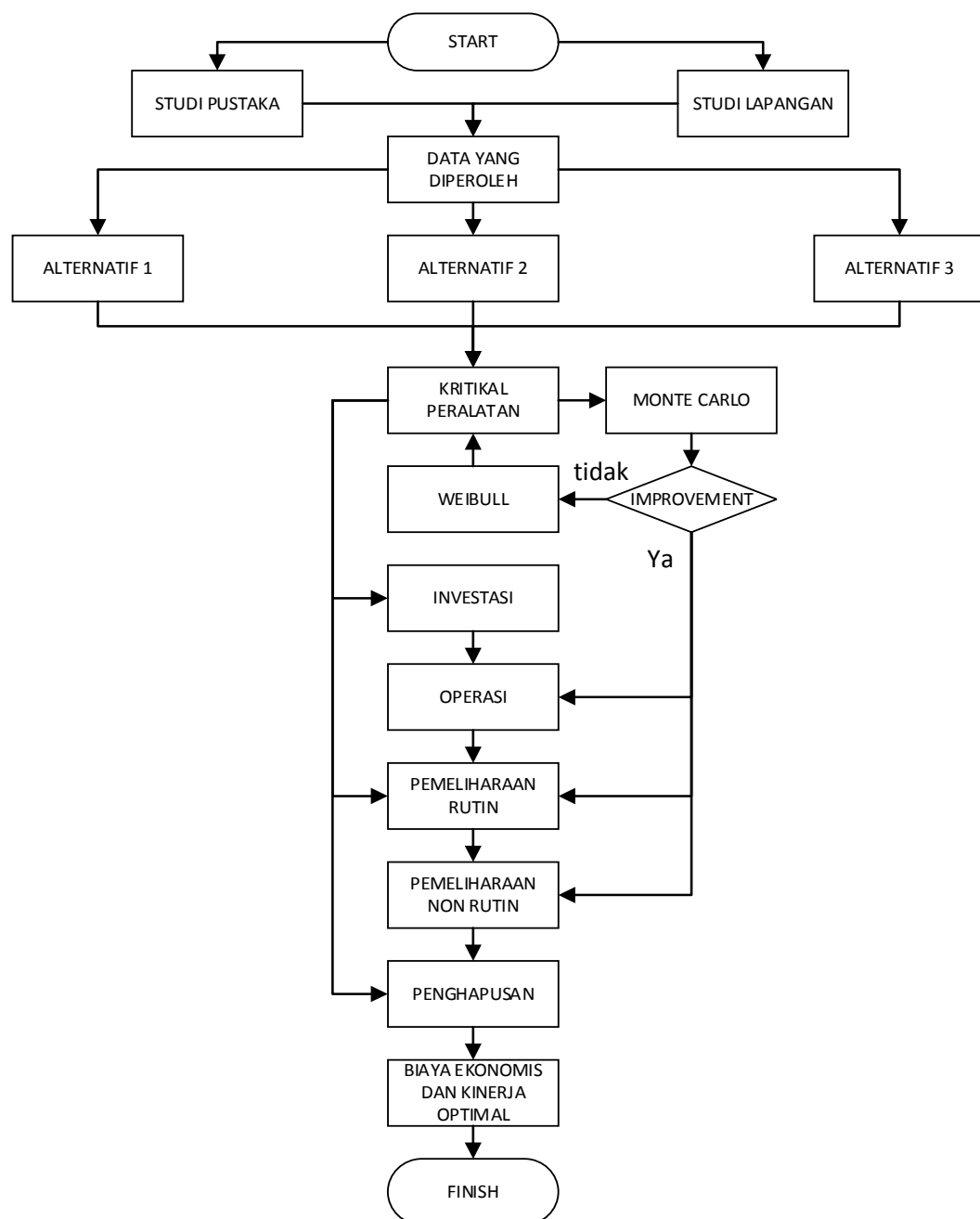


Gambar 3. 1. Kerangka Alur Konsep Penelitian

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

Berikut ini bagan alur metodologi penelitian



Gambar 4. 1. Diagram alur metodologi penelitian

4.1. Lokasi Penelitian

Lokasi dalam pelaksanaan penelitian di PT PLN (Perseo) Kantor Pusat sebagai pemilik aset (*Owner*) yang berlokasi di Jl. Trunojoyo Blok M I/135 Kebayoran Baru, Jakarta Selatan, anak perusahaan anak perusahaan PT Pembangkitan Jawa Bali Kantor Pusat sebagai manajer aset (*Asset Manager*) yang berlokasi di Jl. Ketintang Baru No. 11 Surabaya mengelolah PLTU Rembang dan Unit Bisnis Jasa O&M PLTU Rembang yang berlokasi di Jl. Raya Semarang-Surabaya Km 130, Ds. Leran dan Ds. Trahan, Kec. Sluke, Kab. Rembang, Jawa Tengah.

4.2. Cara Menentukan Data

Data primer diambil secara langsung dengan survey ke lokasi pembangkit untuk melihat langsung pola operasi, gambar teknik/drawing, pelaksanaan prosedur pemasangan, wawancara ke O&M dan sebagainya serta juga secara tidak langsung mendatangi kantor pusat PT Pembangkitan Jawa Bali dan PT PLN (Persero) Regional Jawa Bagian Tengah untuk mendapatkan rekapan data laporan gangguan, laporan pareto loss, kegiatan pemeliharaan pembangkit, laporan perusahaan, kontrak pengadaan yang telah dilaksanakan, tinjauan buku pustaka baik media masa maupun media elektronik.

4.3. Cara Menentukan Data Sampel dan Jumlah Data Sampel

Peneliti melakukan pengambilan sampel dari PLTU Rembang kemudian di kelompokkan berdasarkan alternatif yaitu OEM, Non OEM (RE), dan Rekondisi . Data histori yaitu gangguan pembangkit diantaranya laporan gangguan, laporan

pengusahaan, kontrak EPC, kontrak pengadaan spare part pulverizer, pola operasi, pola pemeliharaan dan sebagainya (data primer maupun data sekunder) untuk mendapatkan seluruh biaya termasuk didalamnya biaya perencanaan, akuisisi, pemeliharaan terencana, pemeliharaan tidak terencana, operasi dan penghapusan yang rinciannya masing-masing adalah sebagai berikut:

1. Biaya investasi awal (CI) adalah seluruh biaya yang dikeluarkan peralatan Pulverizer. Di dalamnya meliputi biaya pada tahapan Engineering, Procurement dan Construction, termasuk juga biaya asuransi, komisioning, dan training. Dengan sumber data berasal dari data kontrak EPC termasuk biaya lainnya, seperti bunga pinjaman, depresiasi dan pajak.

2. Biaya Operasi

Komponen utama atas biaya operasi pembangkit sesuai pembukuan akuntansi ataupun laporan keuangan terdiri atas biaya listrik pemakaian sendiri (CO).

3. Biaya Pemeliharaan

Didalamnya adalah biaya deterministic yaitu biaya pemeliharaan yang sudah jelas secara periodik dikeluarkan mengikuti Simple, Mean dan Major Overhaul (CM).

4. Biaya Kerusakan (Failure Cost)/ pemeliharaan tidak terencana

Adapun yang masuk dalam biaya kerusakan merupakan biaya probabilistic yaitu biaya korektif maintenance atau Failure Cost (CF). Perhitungan biaya kerusakan didasarkan atas frekuensi kerusakan/ Mean Time To Failure (MTTF) dan estimasi biaya yang dikeluarkan setiap terjadi kerusakan sub system yang berbeda.

5. Biaya penghapusan (CD) masuk dalam biaya penghapusan harus sesuai kaidah kaidah etis maupun peraturan perundangan yang berlaku khususnya kaidah dan regulasi tentang lingkungan hidup.

4.4. Cara mengelola Data

Langkah berikutnya mengelola data menghitung periode waktu sampai dengan peralatan atau sub system mengalami kerusakan atau time to failure atas 8 sistem teratas hasil perangkingan tahap awal, dimana MTTF dihitung dengan menggunakan simulasi monte carlo, didasarkan pada parameter reliability berupa weibull shape factor (β) dan scale factor (η). Adapun pada tesis ini sudah menggunakan data primer dalam penentuan nilai (β) melalui pengolahan data histori peralatan gangguan pembangkitan yang ada di aplikasi rapsodi HDKP Setelment (laporan gangguan pembangkit) dan untuk mendapatkan weibull shape factor (β) dan scale factor (η) menggunakan aplikasi Minitab 17.

Pengelola data selanjutnya menyusun life cycle cost dengan langkah sebagai berikut :

1. Mengembangkan alternatif-alternatif diantaranya pengadaan OEM, Non OEM, dan Rekondisi;
2. Membuat struktur pohon rincian biaya investasi, biaya operasi, biaya pemeliharaan terencana, biaya pemeliharaan tidak terencana dan biaya disposal;

3. memasukan semua data biaya-biaya/ perkiraan biaya yang diperoleh diantaranya mulai dari akusisi, operasi, pemeliharaan dan penghapusan dengan menggunakan metode Analisa Biaya Siklus Hidup;
4. Membuat profil biaya tahunan/ non tahunan dari alternatif-alternatif dengan prediksi selama 10 tahun.

4.5. Cara Menganalisa Data

1. Membuat grafik profil Analisa Biaya Siklus Hidup pulverizer mill;
2. Membuat grafik total biaya dan keuntungan untuk menghindari avoid cost;
3. Membuat analisa titik impas gabungan 3 alternatif terhadap cost benefit menghindari avoid cost dengan total item biaya;
4. Membuat analisis sensitivitas tingkat suku bunga terhadap NPV;

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini disajikan proses penelitian dan deskripsi tentang hasil penelitian. Pada bagian akhir akan dijelaskan tentang hasil pembahasan perhitungan dengan menggunakan simulasi monte carlo dan pendekatan analisa biaya siklus hidup.

5.1. Gambaran Umum

Penelitian di mulai dari laporan gangguan PLTU Rembang (data primer) sesuai pencatatan di HDKP Setelment PT PLN (Persero) P2B yang diambil dari aplikasi rapsodi di level 2, khusus penelitian tesis ini menganalisa komponen mills dengan membandingkan 3 alternatif (skenario) yaitu :

- a. Original Equipment Manufacturer (OEM)/ kondisi awal yaitu peralatan asli pabrikan yang di produksi dari China dengan merk Dongfang yang terpasang mulai operasi (COD) di PLTU Rembang.
- b. Non-Original Equipment Manufacturer (Non-OEM)/ Reverse Enginering (RE) yaitu proses menganalisa suatu peralatan yang sudah ada sebagai dasar untuk merancang peralatan baru yang sejenis dengan memperkecil kelemahan dan meningkatkan keunggulan (keandalan) yaitu dengan cara menganalisa struktur material, fungsi dan pola operasi yang sebelumnya untuk mendapatkan komposisi material baru (modifikasi) yang meningkatkan kualitas peralatan lebih handal, murah dan dapat di produksi dalam negeri.

- c. Rekondisi yaitu mengembalikan ke adaan semula fungsional atau kondisi yang menyerupai aslinya, dilakukan dengan cara memperbaiki peralatan yang sudah tidak berfungsi lagi untuk dikembalikan ke kondisi semula sehingga dapat dipergunakan kembali.

Dengan skenario pertama melakukan verifikasi gangguan khusus peralatan pulverizer dimana didapatkan 8 komponen pulverizer teratas hasil perangkingan diantaranya feeder, motors drives, mills, mill coal level controls, coal leak, control system, other pulverizer problems dan inspection. Langkah kedua pengolahan data untuk memperoleh periode waktu sampai dengan peralatan mengalami kerusakan atau time to failure kemudian periode waktu tersebut dengan bantuan aplikasi minitab 17 untuk mendapatkan Weibull Shape Factor (β) dan Scale Factor (η) kemudian dimasukan kedalam rumus MS excel dengan simulasi monte carlo untuk mendapatkan MTTF (mean time to failures) per komponen perkiraan umur aset (didapatkan data sekunder). Langkah ketiga menghitung seluruh biaya-biaya yang dikeluarkan mulai dari akusisi, operasi, pemeliharaan terencana, pemeliharaan tidak terencana dan penghapusan dengan menggunakan metode Analisa Biaya Siklus Hidup (LCCA). Untuk lebih jelasnya berikut ini dikemukakan secara satu persatu gambaran umum penelitian ini.

5.1.1 Komponen Berdasarkan Pulverizer Feeder

Komponen pulverizer feeder yang telah di verifikasi dari data primer mulai tahun COD tanggal 10 Desember 2011 sampai 17 November 2017 untuk unit 1 dilihat dari tabel 5.1

Tabel 5. 1. Data Verifikasi Pulverizer Feeder

No.	Tanggal_Mulai	Jam_Mulai	Tanggal_Selesai	Jam_Selesai	Permasalahan	DMN	Max	Cause_Code
1	10 Des 2011 00:00				COD	280	0,00	0200
2	03 Jan 2012 00:00	14:45	04 Jan 2012 00:00	20:00	Dilakukan cleaning, Mampu maksimum 160 MW, Coal feeder C	280	160	250
3	07 Jan 2012 00:00	8:57	20 Jan 2012 00:00	15:16	Mampu maksimum 185 MW, Batubara blocking pada outlet coal	280	185	250
4	05 Jan 2013 00:00	9:53	06 Jan 2013 00:00	14:10	Pembersihan plugging batubara	280	135	250
5	24 Jan 2013 00:00	15:08	24 Jan 2013 00:00	18:55	Pembersihan plugging batubara, Plugging batubara	280	158	250
6	16 Jun 2013 00:00	19:02	16 Jun 2013 00:00	20:24	Plugging Batubara	280	165	250
7	23 Jul 2014 00:00	8:45	23 Jul 2014 00:00	9:49	Plugging Mill B	280	200	250
8	07 Agu 2014 00:00	18:08	07 Agu 2014 00:00	19:00	Plugging Mill E	280	180	250
9	26 Agu 2014 00:00	6:30	26 Agu 2014 00:00	7:07	Plugging Mill B	280	200	250
10	05 Okt 2014 00:00	10:58	05 Okt 2014 00:00	21:00	Self Combustion corner A4	280	175	250
11	09 Okt 2014 00:00	9:52	09 Okt 2014 00:00	16:30	Mill Block E	280	200	250
12	09 Okt 2014 00:00	15:20	09 Okt 2014 00:00	20:26	Mill Block B	280	225	250
13	10 Okt 2014 00:00	4:55	10 Okt 2014 00:00	5:55	Mill Block D	280	210	250
14	11 Okt 2014 00:00	8:49	11 Okt 2014 00:00	11:05	Mill Block B	280	200	250
15	29 Okt 2014 00:00	16:57	29 Okt 2014 00:00	17:43	Mill Block A	280	250	250
16	30 Okt 2014 00:00	0:02	30 Okt 2014 00:00	1:12	Mill Block B	280	240	250
17	24 Nov 2014 00:00	10:30	24 Nov 2014 00:00	11:30	Mill Block 20A	280	269	250
18	08 Jan 2015 00:00	3:45	08 Jan 2015 00:00	4:25	Plugging BatuBara	280	250	250
19	07 Mar 2015 00:00	13:10	07 Mar 2015 00:00	13:47	FD1, Plugging pada Mill B	280	250	250
20	31 Mar 2015 00:00	17:15	31 Mar 2015 00:00	17:51	Coal Feeder A plugging	280	225	250
21	17 Jun 2015 00:00	2:50	17 Jun 2015 00:00	3:19	Plugging Batubara pada Mill 2C	280	205	250
22	04 Des 2015 00:00	21:10	04 Des 2015 00:00	22:15	Plugging di feeder mill	280	135	250
23	05 Apr 2016 00:00	6:30	05 Apr 2016 00:00	7:08	Plugging Mill	280	205	250
24	21 Apr 2016 00:00	17:36	21 Apr 2016 00:00	20:07	Plugging Mill	280	230	250
25	10 Okt 2016 00:00	8:15	10 Okt 2016 00:00	10:50	Plugging Mill	280	200	250
26	19 Okt 2016 00:00	5:15	19 Okt 2016 00:00	6:00	Plugging Mill	280	220	250
27	17 Nov 2016 00:00	20:22	17 Nov 2016 00:00	21:00	Plugging Mill B	280	200	250
28	21 Nov 2016 00:00	20:15	21 Nov 2016 00:00	20:48	Plugging Mill E	280	230	250
29	26 Nov 2016 00:00	13:05	26 Nov 2016 00:00	13:35	Plugging Mill B	280	200	250
30	09 Des 2016 00:00	13:35	09 Des 2016 00:00	18:10	Plugging Mill	280	210	250
31	09 Des 2016 00:00	16:59	09 Des 2016 00:00	18:10	Plugging Mill	280	226	250
32	15 Des 2016 00:00	11:23	15 Des 2016 00:00	12:14	Plugging Mill	280	220	250
33	08 Mei 2017 00:00	10:51	08 Mei 2017 00:00	11:24	Plugging Mill	280	190	250

Kemudian dicari periode waktu operasi sampai operasi kembali per lokasi pulverizer untuk mendapatkan data time between failure (TBF) dimana hasil unit #1 dilihat dari tabel 5.2.

Tabel 5. 2. Data TBF Pulverizer Feeder

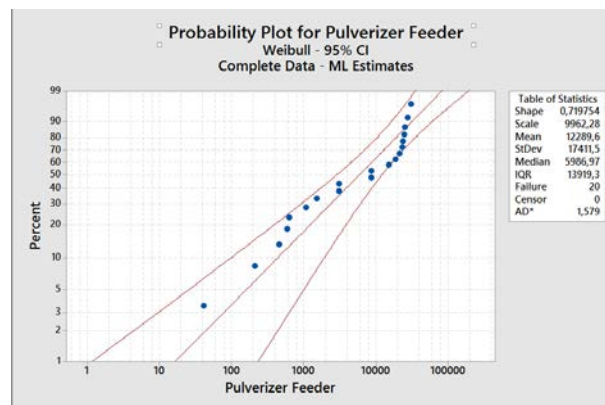
No.	Tanggal_Mulai	Jam_Mulai	Tanggal_Selesai	Jam_Selesai	Durasi_Jam	Jarak antar Kerusakan	Lokasi
1	10 Des 2011 00:00						semua
2	03 Jan 2012 00:00	14:45	04 Jan 2012 00:00	20:00	29,25	590	c
3	07 Jan 2012 00:00	8:57	20 Jan 2012 00:00	15:16	318,32	90	c
4	05 Jan 2013 00:00	9:53	06 Jan 2013 00:00	14:10	28,28	9.417	semua
5	24 Jan 2013 00:00	15:08	24 Jan 2013 00:00	18:55	3,78	462	semua
6	16 Jun 2013 00:00	19:02	16 Jun 2013 00:00	20:24	1,37	3.436	semua
7	23 Jul 2014 00:00	8:45	23 Jul 2014 00:00	9:49	1,07	22.952	b
8	07 Agu 2014 00:00	18:08	07 Agu 2014 00:00	19:00	0,87	23.322	e
9	26 Agu 2014 00:00	6:30	26 Agu 2014 00:00	7:07	0,62	814	b
10	05 Okt 2014 00:00	10:58	05 Okt 2014 00:00	21:00	10,03	24.730	a
11	09 Okt 2014 00:00	9:52	09 Okt 2014 00:00	16:30	6,63	1.503	e
12	09 Okt 2014 00:00	15:20	09 Okt 2014 00:00	20:26	5,10	1.065	b
13	10 Okt 2014 00:00	4:55	10 Okt 2014 00:00	5:55	1,00	24.844	d
14	11 Okt 2014 00:00	8:49	11 Okt 2014 00:00	11:05	2,27	41	b
15	29 Okt 2014 00:00	16:57	29 Okt 2014 00:00	17:43	0,77	582	a
16	30 Okt 2014 00:00	0:02	30 Okt 2014 00:00	1:12	1,17	448	b
17	24 Nov 2014 00:00	10:30	24 Nov 2014 00:00	11:30	1,00	618	a
18	08 Jan 2015 00:00	3:45	08 Jan 2015 00:00	4:25	0,67	13.688	semua
19	07 Mar 2015 00:00	13:10	07 Mar 2015 00:00	13:47	0,62	3.085	b
20	31 Mar 2015 00:00	17:15	31 Mar 2015 00:00	17:51	0,60	3.055	a
21	17 Jun 2015 00:00	2:50	17 Jun 2015 00:00	3:19	0,48	30.162	c
22	04 Des 2015 00:00	21:10	04 Des 2015 00:00	22:15	1,08	7.938	semua
23	05 Apr 2016 00:00	6:30	05 Apr 2016 00:00	7:08	0,63	2.937	semua
24	21 Apr 2016 00:00	17:36	21 Apr 2016 00:00	20:07	2,52	395	semua
25	10 Okt 2016 00:00	8:15	10 Okt 2016 00:00	10:50	2,58	4.119	semua
26	19 Okt 2016 00:00	5:15	19 Okt 2016 00:00	6:00	0,75	213	semua
27	17 Nov 2016 00:00	20:22	17 Nov 2016 00:00	21:00	0,63	14.911	b
28	21 Nov 2016 00:00	20:15	21 Nov 2016 00:00	20:48	0,55	18.587	e
29	26 Nov 2016 00:00	13:05	26 Nov 2016 00:00	13:35	0,50	209	b
30	09 Des 2016 00:00	13:35	09 Des 2016 00:00	18:10	4,58	1.232	semua
31	09 Des 2016 00:00	16:59	09 Des 2016 00:00	18:10	1,18	3	semua
32	15 Des 2016 00:00	11:23	15 Des 2016 00:00	12:14	0,85	139	semua
33	08 Mei 2017 00:00	10:51	08 Mei 2017 00:00	11:24	0,55	3.455	semua

Dari data diatas didapatkan rekap unit 1 dilihat dari table 5.3.

Tabel 5. 3. Data Rekap TBF Pulverizer Feeder

No.	TBF (Jam)				
	A	B	C	D	E
1	24.730	1.065	30.162	24.844	23.322
2	582	41	21.214	27.212	1.503
3	618	448			18.587
4	3.055	3.085			8.644
5	23.071	14.911			
6		209			
7		8.531			

Kemudian data time to failure (TTF) dimasukan ke dalam aplikasi minitab 17 sehingga memperoleh hasil Weibull Shape Factor (β) 0,719754 dan Scale Factor (η) 9.962,28 sesuai gambar 5.1.



Gambar 5. 1. Grafik β dan η Pulverizer Feeder

5.1.2 Komponen Berdasarkan Pulverizer Motors Drives

Komponen pulverizer motors driver yang telah di verifikasi sesuai data primer yang di dapat dari tahun COD tanggal 10 Desember 2011 sampai 17 November 2017 dilihat dari tabel 5.4

Tabel 5. 4. Data Verifikasi Pulverizer Motor Drivers

No.	Tanggal_Mulai	Jam_Mulai	Tanggal_Selesai	Jam_Selesai	Permasalahan	DMN	Max	Cause_Code
	10 Des 2011 00:00				COD	280	0,00	
1	14 Mei 2014 00:00	20:25	15 Mei 2014 00:00	10:40	Mill B Motor Overheating	280	200	300

Kemudian dicari periode waktu operasi sampai operasi kembali per lokasi pulverizer untuk mendapatkan data time between failure (TBF) dimana hasil dilihat dari tabel 5.5

Tabel 5. 5. Data TBF Pulverizer Motor Drivers

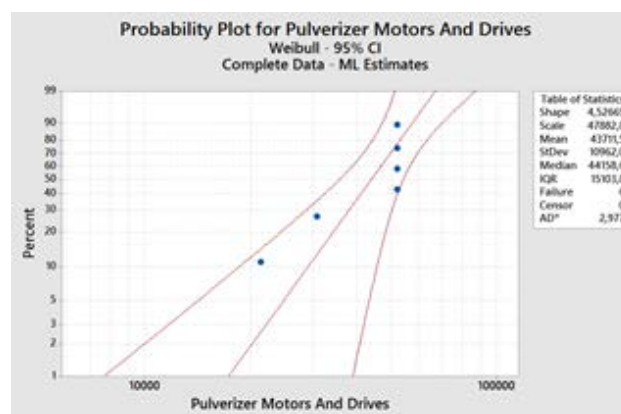
No.	Tanggal_Mulai	Jam_Mulai	Tanggal_Selesai	Jam_Selesai	Durasi_Jam	Jarak antar Kerusakan	Lokasi
	10 Des 2011 00:00						
1	14 Mei 2014 00:00	20:25	15 Mei 2014 00:00	10:40	14,25	21.284	b

Dari data diatas didapatkan rekapan dilihat dari tabel 5.6

Tabel 5. 6. Data Rekapan TBF Pulverizer Motor Drivers

No.	TBF (Jam)				
	A	B	C	D	E
1	52.056	21.284	52.056	52.056	52.056
2		30.792			

Kemudian data time to failure (TTF) dimasukan ke dalam aplikasi minitab 17 sehingga memperoleh hasil Weibull Shape Factor (β) 4,52665 dan Scale Factor (η) 47.882,8 sesuai gambar 5.2



Gambar 5. 2. Grafik β dan η Pulverizer Motor Drivers

5.1.3 Komponen Berdasarkan Pulverizer Mills

Komponen pulverizer mills yang telah di verifikasi sesuai data primer yang di dapat dari tahun COD tanggal 10 Desember 2011 sampai 17 November 2017 dilihat dari tabel 5.7

Tabel 5. 7. Data Verifikasi Pulverizer Mills #1 dan #2

No.	Tanggal_Mulai	Jam_Mulai	Tanggal_Seleasai	Jam_Seleasai	Permasalahan	DMN	Max	Cause_Code
1	10 Des 2011 00:00				COD	280	0,00	
2	21 Sep 2011 07:05		21 Sep 2011 08:00		Mill B trip	280	240	310
3	25 Apr 2012 00:00	10:20	30 Apr 2012 00:00	15:37	Dilakukan perbaikan (penggantian grinder roll mill A), Mill A lock Grinder Roll rusak	280	196	310
4	03 Mei 2012 00:00	12:30	12 Mei 2012 00:00	6:50	Rencananya akan dilakukan pemindahan grinder roll dari mill 20D ke mill 20B, Abnormal sound pada mill	280	187	310
5	20 Mei 2012 00:00	9:46	20 Mei 2012 00:00	21:00	Perbaikan, waiting material, Problem Mill B,D,E	280	109	310
6	08 Jun 2012 00:00	14:00	08 Jun 2012 00:00	15:30	Perbaikan Waiting material, Vibrasi Mill 2D	280	187	310
7	13 Jun 2012 00:00	8:30	15 Jun 2012 00:00	14:00	Perbaikan Waiting material, Gangguan Mill B & D	280	196	310
8	22 Jun 2012 00:00	16:15	24 Jun 2012 00:00	9:00	Perbaikan Waiting material, CWP 2A Trip, mill E vibrasi, Gangguan Mill B & E	280	195	310
9	30 Jun 2012 00:00	14:41	27 Jul 2012 00:00	0:23	Perbaikan Waiting material, Vibrasi mill 2B&2E, Dilakukan penggantian bearing oleh pihak kontraktor, Perbaikan Mill B&E, shaft & bearing sudah aus,	280	118	310
10	31 Jul 2012 00:00	12:14	09 Agu 2012 00:00	12:48	Perbaikan, Perbaikan mill 20B & 20E in progress, Akan dilakukan penggantian bearing dan shaft, Perbaikan Mill B,C, & E, shaft & bearing sudah aus	280	118	310
11	26 Des 2012 00:00	10:29	26 Des 2012 00:00	17:40	Mill	280	220	310
12	29 Mei 2013 00:00	7:30	30 Mei 2013 00:00	0:00	Menjadi tanggung jawab EPC Kontraktor karena masih terkait dengan Project Warranty - OMC, Tes	280	221	310
13	22 Jun 2013 00:00	6:30	22 Jun 2013 00:00	17:30	Perbk Mill D & cleaning debris CWP	280	130	310
14	28 Jun 2013 00:00	0:00	01 Jul 2013 00:00	0:00	Perbaikan Mill C & D	280	184	310
15	02 Des 2013 17:56		02 Des 2013 18:15		Change over dari Mill B ke Mill A	280	240	310
16	01 Jan 2014 16:00	16:00	01 Jan 2014 16:30	16:30	Mill A Trip	280	166	310
17	17 Feb 2015 14:40		17 Feb 2015 15:07		Full Problem pada mill C (akan dilakukan change mill E)	280	230	310
18	23 Feb 2015 20:45		23 Feb 2015 21:12		gangguan mill C	280	220	310
1	10 Des 2011 00:00				COD	280	0,00	
2	10 Apr 2011 00:00	11:42	10 Jun 2011 00:00	20:30	Perbaikan mill E	280	240	310
3	12 Mar 2012 00:00	8:56	12 Mar 2012 00:00	12:10	Mampu maksimum 55 MW, Mill 2B dan 2D trip	280	55	310
4	12 Jun 2012 00:00	10:20	13 Jun 2012 00:00	11:00	Perbaikan waiting material, Gangguan Mill D	280	254	310
5	20 Jun 2012 00:00	18:10	22 Jun 2012 00:00	8:10	Perbaikan waiting material, Gangguan Mill A & D	280	211	310
6	29 Jun 2012 00:00	8:29	29 Jun 2012 00:00	16:59	Dilakukan perbaikan, Perbaikan mill 1 C dan 1 D	280	180	310
7	30 Agu 2012 00:00	11:30	01 Sep 2012 00:00	0:00	Perbaikan menunggu shutdown, Gangguan BFPT 1B & Mill D	280	170	310
8	05 Des 2012 00:00	16:44	05 Des 2012 00:00	18:00	Gangguan sudah lama, menunggu perbaikan dari china (gangguan vibrating screen), Gangguan Mill	280	126	310
9	05 Des 2012 00:00	20:45	05 Des 2012 00:00	23:30	Gangguan sudah lama, menunggu perbaikan dari china (gangguan vibrating screen), Gangguan Mill	280	126	310
10	11 Des 2012 00:00	20:30	11 Des 2012 00:00	21:15	Gangguan sudah lama, menunggu perbaikan dari china (gangguan vibrating screen), Gangguan Mill	280	126	310
11	28 Apr 2013 00:00	9:41	28 Apr 2013 00:00	12:30	Regreasing Mill C, Mill 2C Trip	280	160	310
12	16 Jun 2013 00:00	9:32	16 Jun 2013 00:00	15:20	Mill 2A trip	280	148	310
13	19 Jun 2013 00:00	7:34	19 Jun 2013 00:00	18:30	Gangguan Mill B.	280	146	310
14	26 Jun 2013 00:00	12:25	28 Jun 2013 00:00	13:30	Gangguan Mill B.	280	146	310
15	03 Nov 2013 17:17		03 Nov 2013 21:00		Gangguan pada Mill 10 C	280	240	310
16	09 Jul 2015 13:32		09 Jul 2015 13:54		Mill A Trip	280	205	310
17	08 Okt 2015 11:10		08 Okt 2015 11:48		semenang gangguan di mill C unit 2 PCTO BRANC	280	225	310
18	29 Nov 2015 18:30		29 Nov 2015 18:40		MILL E Trip	280	230	310
19	10 Feb 2016 00:00	4:00	10 Feb 2016 00:00	4:40	Mill Trip	280	210	310
20	30 Apr 2016 00:00	1:38	30 Apr 2016 00:00	2:19	Mill Belum siap untuk start	280	250	310
21	07 Nov 2016 00:00	4:26	07 Nov 2016 00:00	5:06	Mill B Trip	280	130	310
22	15 Nov 2016 00:00	10:35	15 Nov 2016 00:00	14:50	Mill 1E Trip	280	240	310

Kemudian dicari periode waktu operasi sampai operasi kembali per lokasi pulverizer untuk mendapatkan data time between failure (TBF) dimana hasil dilihat dari tabel 5.8

Tabel 5. 8. Data TBF Pulverizer Mills #1 dan #2

No.	Tanggal_Mulai	Jam_Mulai	Tanggal_Selesai	Jam_Selesai	Durasi_Jam	Jarak antar Kerusakan	Lokasi
1	10 Des 2011 00:00						
2	21 Sep 2011 07:05		21 Sep 2011 08:00		0,92	1.906	b
3	25 Apr 2012 00:00	10:20	30 Apr 2012 00:00	15:37	125,28	3.298	a
4	03 Mei 2012 00:00	12:30	12 Mei 2012 00:00	6:50	210,33	3.492	b
5	20 Mei 2012 00:00	9:46	20 Mei 2012 00:00	21:00	11,23	3.897	bde
6	08 Jun 2012 00:00	14:00	08 Jun 2012 00:00	15:30	1,50	4.358	d
7	13 Jun 2012 00:00	8:30	15 Jun 2012 00:00	14:00	53,50	4.463	bde
8	22 Jun 2012 00:00	16:15	24 Jun 2012 00:00	9:00	40,75	224	e
9	30 Jun 2012 00:00	14:41	27 Jul 2012 00:00	0:23	633,70	414	be
10	31 Jul 2012 00:00	12:14	09 Agu 2012 00:00	12:48	216,57	742	be
11	26 Des 2012 00:00	10:29	26 Des 2012 00:00	17:40	7,18	3.550	semua
12	29 Mei 2013 00:00	7:30	30 Mei 2013 00:00	0:00	16,50	8.175	de
13	22 Jun 2013 00:00	6:30	22 Jun 2013 00:00	17:30	11,00	575	d
14	28 Jun 2013 00:00	0:00	01 Jul 2013 00:00	0:00	72,00	138	cd
15	02 Des 2013 17:56		02 Des 2013 18:15		0,32	11.759	ab
16	01 Jan 2014 16:00	16:00	01 Jan 2014 16:30	16:30	1,00	717	a
17	17 Feb 2015 14:40		17 Feb 2015 15:07		0,45	14.405	ce
18	23 Feb 2015 20:45		23 Feb 2015 21:12		0,45	156	c
1	10 Des 2011 00:00						
2	10 Apr 2011 00:00	11:42	10 Jun 2011 00:00	20:30	1472,80	5.845	e
3	12 Mar 2012 00:00	8:56	12 Mar 2012 00:00	12:10	3,23	2.240	bd
4	12 Jun 2012 00:00	10:20	13 Jun 2012 00:00	11:00	24,67	2.210	d
5	20 Jun 2012 00:00	18:10	22 Jun 2012 00:00	8:10	38,00	200	ad
6	29 Jun 2012 00:00	8:29	29 Jun 2012 00:00	16:59	8,50	206	cd
7	30 Agu 2012 00:00	11:30	01 Sep 2012 00:00	0:00	36,50	1.491	bd
8	05 Des 2012 00:00	16:44	05 Des 2012 00:00	18:00	1,27	8.680	e
9	05 Des 2012 00:00	20:45	05 Des 2012 00:00	23:30	2,75	4	e
10	11 Des 2012 00:00	20:30	11 Des 2012 00:00	21:15	0,75	144	e
11	28 Apr 2013 00:00	9:41	28 Apr 2013 00:00	12:30	2,82	5.782	cd
12	16 Jun 2013 00:00	9:32	16 Jun 2013 00:00	15:20	5,80	8.655	ad
13	19 Jun 2013 00:00	7:34	19 Jun 2013 00:00	18:30	10,93	7.028	b
14	26 Jun 2013 00:00	12:25	28 Jun 2013 00:00	13:30	49,08	173	b
15	03 Nov 2013 17:17		03 Nov 2013 21:00		3,72	3.385	cd
16	09 Jul 2015 13:32		09 Jul 2015 13:54		0,37	18.090	ad
17	08 Okt 2015 11:10		08 Okt 2015 11:48		0,63	16.884	c
18	29 Nov 2015 18:30		29 Nov 2015 18:40		0,17	26.009	e
19	10 Feb 2016 00:00	4:00	10 Feb 2016 00:00	4:40	0,67	1.719	semua
20	30 Apr 2016 00:00	1:38	30 Apr 2016 00:00	2:19	0,68	1.917	semua
21	07 Nov 2016 00:00	4:26	07 Nov 2016 00:00	5:06	0,67	29.512	b
22	15 Nov 2016 00:00	10:35	15 Nov 2016 00:00	14:50	4,25	4.785	e

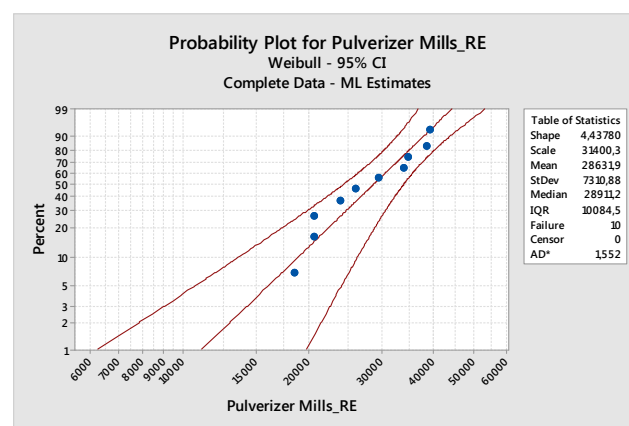
Setelah dilakukan filter sesuai code gangguan di level 2 kemudian di hitung waktu gangguan dengan lokasi sama berdasarkan satu per satu. Kemudian dikompakan berdasarkan alternatif dimana info dari aset operator di lapangan

bahwa reverse engineering umur aset lebih lama di bandingkan pulverizer original (OEM), sehingga di ambil data berdasarkan tingkat tertinggi reverse engineering dan kedua OEM dan ketiga rekondisi didapatkan hasil sesuai tabel 5.9.

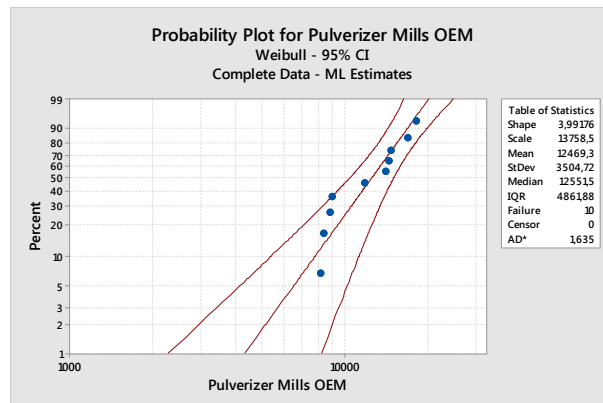
Tabel 5. 9. Data Rekap TBF 3 Alternatif *Pulverizer Mills*

No.	Unit 1 (Jam)					Unit 2 (Jam)					Hasil Verifikasi Data TBF		
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	OEM	RE	Rekondisi
1	3.298	1.906	13.584	3.897	3.897	4.650	2.240	4.856	2.240	5.833	14.089	33.952	3.298
2	14.089	3.492	14.405	461	575	8.655	4.107	7.273	2.210	8.680	11.759	34.669	3.492
3	717	405	156	114	224	18.090	7.028	4.561	200	4	14.405	23.911	13.584
4	33.952	576	23.911	8.399	8.175	5.161	173	16.884	206	144	8.399	38.472	3.897
5		414		575	39.185	1.917	29.512	18.482	1.491	26.009	8.175	39.185	3.897
6		742		138		20.661	8.996		5.782	1.719	18.090	20.661	8.655
7		11.759		38.472					1.176	1.917	8.996	29.512	7.028
8		34.669							3.385	4.785	16.884	18.482	7.273
9									14.704	8.798	14.704	20.661	5.782
10									20.661		8.798	26.009	8.680

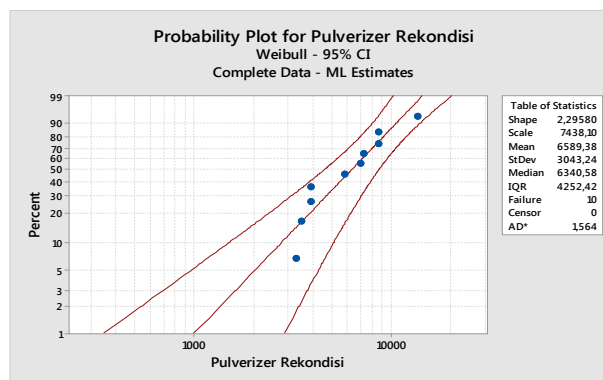
Kemudian data time to failure (TTF) dimasukan ke dalam aplikasi minitab 17 sehingga memperoleh alternatif Reverse Engineering hasil Weibull Shape Factor (β) 4,43780 dan Scale Factor (η) 31.400,3 sesuai gambar 5.3, alternatif Original Equipment Manufacturer (OEM) hasil Weibull Shape Factor (β) 3,99176 dan Scale Factor (η) 13.758,5 sesuai gambar 5.4 dan alternatif rekondisi hasil Weibull Shape Factor (β) 2,29580 dan Scale Factor (η) 7.438,10 sesuai gambar 5.5.



Gambar 5. 3. Grafik β dan η Pulverizer Mills Reverse Engineering



Gambar 5. 4. Grafik β dan η Pulverizer Mills OEM



Gambar 5. 5. Grafik β dan η Pulverizer Mills Rekondisi

5.1.4 Komponen Berdasarkan Pulverizer Mill Coal Level Controls

Komponen pulverizer mill coal level yang telah di verifikasi sesuai data primer yang di dapat dari tahun COD tanggal 10 Desember 2011 sampai 17 November 2017 dilihat dari tabel 5.10

Tabel 5. 10. Data Verifikasi Pulverizer Mill Coal Level

No.	Tanggal_Mulai	Jam_Mulai	Tanggal_Selesai	Jam_Selesai	Permasalahan	DMN	Max	Cause_Code
1	10 Des 2011 00:00				COD	280	0,00	
2	06 Jul 2014 00:00	19:35	22 Jul 2014 00:00	3:51	Flexible Join Mill D Rusak	280	220	315

Kemudian dicari periode waktu operasi sampai operasi kembali per lokasi pulverizer untuk mendapatkan data time between failure (TBF) dimana hasil dilihat dari tabel 5.11

Tabel 5. 11. Data TBF Pulverizer Mill Coal Level

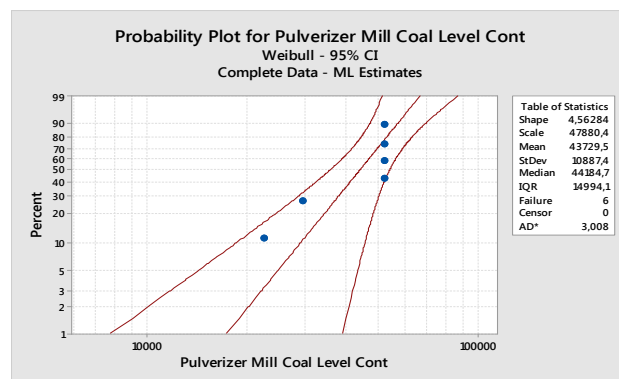
No.	Tanggal_Mulai	Jam_Mulai	Tanggal_Selesai	Jam_Selesai	Durasi_Jam	Jarak antar Kerusakan	Lokasi
1	10 Des 2011 00:00						
2	06 Jul 2014 00:00	19:35	22 Jul 2014 00:00	3:51	368,27	22.556	d

Dari data diatas didapatkan rekapan dilihat dari tabel 5.12

Tabel 5. 12. Data Rekap TBF Pulverizer Mill Coal Level

No.	TBF (Jam)				
	A	B	C	D	E
1	52.056	52.056	52.056	22.556	52.056
2				29.500	

Kemudian data time to failure (TTF) dimasukan ke dalam aplikasi minitab 17 sehingga memperoleh hasil Weibull Shape Factor (β) 4,526284 dan Scale Factor (η) 47.880,4 sesuai gambar 5.6



Gambar 5. 6. Grafik β dan η Pulverizer Mill Coal Level Control

5.1.5 Komponen Berdasarkan Pulverizer Coal Leak

Komponen pulverizer coal leak yang telah di verifikasi sesuai data primer yang di dapat dari tahun COD tanggal 10 Desember 2011 sampai 17 November 2017 dilihat dari tabel 5.13

Tabel 5. 13. Data Verifikasi Pulverizer Mill Coal Leak

No.	Tanggal_Mulai	Jam_Mulai	Tanggal_Selesai	Jam_Selesai	Permasalahan	DMN	Max	Cause_Code
1	10 Des 2011 00:00				COD	280	0,00	
2	06 Jan 2012 00:00	6:36	06 Jan 2012 00:00	19:00	Mampu maksimum 175.47 MW, ECF Mill B stop, Leak out at mill B corner 4, Gangguan pada system loading	280	175	330
3	07 Agu 2015 00:17		07 Agu 2015 03:12		FD1, Kebocoran Mill	280	230	330
4	27 Apr 2016 00:00	21:44	28 Apr 2016 00:00	13:09	ducting mill A crack	280	200	330
5	11 Okt 2016 00:00	9:26	11 Okt 2016 00:00	12:45	Leak Corner Pipe	280	120	330

Kemudian dicari periode waktu operasi sampai operasi kembali per lokasi pulverizer untuk mendapatkan data time between failure (TBF) dimana hasil dilihat dari tabel 5.14

Tabel 5. 14. Data TBF Pulverizer Mill Coal Leak

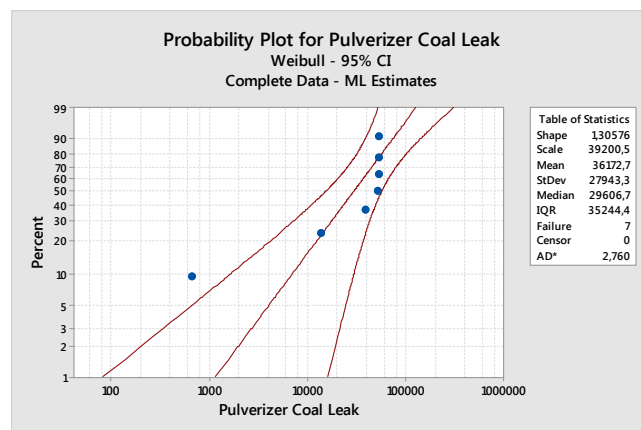
No.	Tanggal_Mulai	Jam_Mulai	Tanggal_Selesai	Jam_Selesai	Durasi_Jam	Jarak antar Kerusakan	Lokasi
1	10 Des 2011 00:00						
2	06 Jan 2012 00:00	6:36	06 Jan 2012 00:00	19:00	12,40	654	b
3	07 Agu 2015 00:17		07 Agu 2015 03:12		2,92	31.410	Semua
4	27 Apr 2016 00:00	21:44	28 Apr 2016 00:00	13:09	15,42	38.421	a
5	11 Okt 2016 00:00	9:26	11 Okt 2016 00:00	12:45	3,32	42.417	a

Dari data diatas didapatkan rekapan dilihat dari tabel 5.15

Tabel 5. 15. Data Rekap TBF Pulverizer Mill Coal Leak

No.	TBF (Jam)				
	A	B	C	D	E
1	38.421	654	52.056	52.056	52.056
2	13.635	51.402			

Kemudian data time to failure (TTF) dimasukan ke dalam aplikasi minitab 17 sehingga hasil Weibull Shape Factor (β) 1,30576 dan Scale Factor (η) 39.200,5 sesuai gambar 5.7.



Gambar 5. 7. Grafik β dan η Pulverizer Coal Leak

5.1.6 Komponen Berdasarkan Pulverizer Control System

Komponen pulverizer control system yang telah di verifikasi sesuai data primer yang di dapat dari tahun COD tanggal 10 Desember 2011 sampai 17 November 2017 dilihat dari tabel 5.16

Tabel 5. 16. Data Verifikasi Pulverizer Control System

No.	Tanggal_Mulai	Jam_Mulai	Tanggal_Selesai	Jam_Selesai	Permasalahan	DMN	Max	Cause_Code
1	10 Des 2011 00:00				COD	280	0,00	
2	19 Mar 2016 00:00	21:08	20 Mar 2016 00:00	19:39	Kabel komunikasi Mill terbakar	280	215	338
3	18 Nov 2011 09:50		19 Nov 2011 05:30		Mill 2A trip. penyebab high temperature pada Mill 2A	280	280	338
4	22 Mar 2014 00:50	0:50	22 Mar 2014 05:00	5:00	Solenoid & Limit switch Mill 1C bermasalah	280	220	338
5	10 Nov 2015 13:17		10 Nov 2015 14:21		mil alfa trip (temperatur outlet high)	280	210	338
6	01 Feb 2017 00:00	0:00	01 Feb 2017 00:00	1:03	DP Mill High	280	215	338

Kemudian dicari periode waktu operasi sampai operasi kembali per lokasi pulverizer untuk mendapatkan data time betwen failure (TBF) dimana hasil dilihat dari tabel 5.17.

Tabel 5. 17. Data TBF Pulverizer Control System

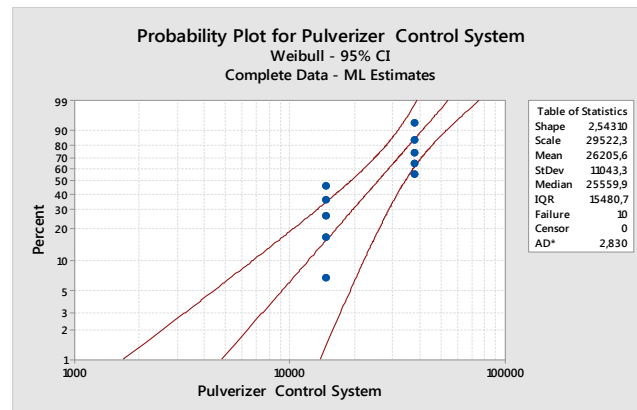
No.	Tanggal_Mulai	Jam_Mulai	Tanggal_Selesai	Jam_Selesai	Durasi_Jam	Jarak antar Kerusakan	Lokasi
1	10 Des 2011 00:00						
2	19 Mar 2016 00:00	21:08	20 Mar 2016 00:00	19:39	22,52	37.470	
3	18 Nov 2011 09:50		19 Nov 2011 05:30		19,67	509	a
4	22 Mar 2014 00:50	0:50	22 Mar 2014 05:00	5:00	8,33	19.993	c
5	10 Nov 2015 13:17		10 Nov 2015 14:21		1,07	34.357	a
6	01 Feb 2017 00:00	0:00	01 Feb 2017 00:00	1:03	1,05	45.120	d

Dari data diatas didapatkan rekapian dilihat dari tabel 5.18

Tabel 5. 18. Data Rekap TBF Pulverizer Control System

No.	TBF (Jam)				
	A	B	C	D	E
1	37.470	37.470	37.470	37.470	37.470
2	14.586	14.586	14.586	14.586	14.586

Kemudian data time to failure (TTF) dimasukan ke dalam aplikasi minitab 17 sehingga hasil Weibull Shape Factor (β) 2,54310 dan Scale Factor (η) 29.522,3 sesuai gambar 5.8.



Gambar 5. 8. Grafik β dan η Pulverizer Control System

5.1.7 Komponen Berdasarkan Other Pulverizer Problems

Komponen other pulverizer problems yang telah di verifikasi sesuai data primer yang di dapat dari tahun COD tanggal 10 Desember 2011 sampai 17 November 2017 dilihat dari tabel 5.19

Tabel 5. 19. Data Verifikasi Other Pulverizer Problems

No.	Tanggal_Mulai	Jam_Mulai	Tanggal_Selesai	Jam_Selesai	Permasalahan	DMN	Max	Cause_Code
1	10 Des 2011 00:00				COD	280	0,00	
2	26 Jan 2012 00:00	22:05	27 Jan 2012 00:00	9:00	Mampu maksimum 198 MW, Mill B trip karena vibrasi tinggi	280	198	340
3	15 Feb 2012 00:00	6:06	15 Feb 2012 00:00	11:50	Dilakukan repair, Mampu maksimum 135 MW, Vibrasi turbin tinggi	280	135	340
4	24 Jun 2012 00:00	19:35	29 Jun 2012 00:00	1:11	Derating < 30 menit, Vibrasi mill 2B&2E	280	181	340
5	09 Agu 2012 00:00	12:48	09 Agu 2012 00:00	18:00	Akan dilakukan penggantian bearing dan shaft, Vibrasi Mill 2B dan 2E	280	220	340
6	01 Jun 2013 00:00	0:00	12 Jun 2013 00:00	10:30	Tes BFPT & Problem Load Shell Mill D & E	280	225	340
7	02 Jun 2014 00:00	19:00	10 Jun 2014 00:00	15:50	Flexible Join Mill D Rusak	280	200	340
8	15 Agu 2015 22:04		16 Agu 2015 00:00		Problem pada Mill C	280	225	340
9	24 Agu 2015 17:50		25 Agu 2015 01:33		Problem pada Mill B	280	220	340
10	08 Nov 2016 00:00	18:18	09 Nov 2016 00:00	0:33	Pugging Mill 10B (Flexible Joint mill 10B explotion pecah)	280	210	340
11	04 Feb 2013 00:00	17:05	04 Feb 2013 00:00	23:15	Perbaikan, Problem mill A block	280	185	340
12	30 Apr 2013 00:00	16:55	30 Apr 2013 00:00	19:20	Regreasing Mill E, Problem Mill 2E	280	200	340
13	13 Des 2015 11:02		13 Des 2015 17:26		Problem Mill B	280	217	340
14	17 Jul 2016 00:00	10:10	17 Jul 2016 00:00	10:48	kabel komunikasi Mill terbakar	280	220	340
15	03 Okt 2016 00:00	15:43	03 Okt 2016 00:00	16:55	Vibrasi Mill Tinggi	280	233	340
16	01 Feb 2017 00:00	6:47	01 Feb 2017 00:00	10:46	Outlet Valve Closed Mill	280	218	340

Kemudian dicari periode waktu operasi sampai operasi kembali per lokasi pulverizer untuk medapatkan data time between failure (TBF) dimana hasil dilihat dari tabel 5.20.

Tabel 5. 20. Data TBF Other Pulverizer Problems

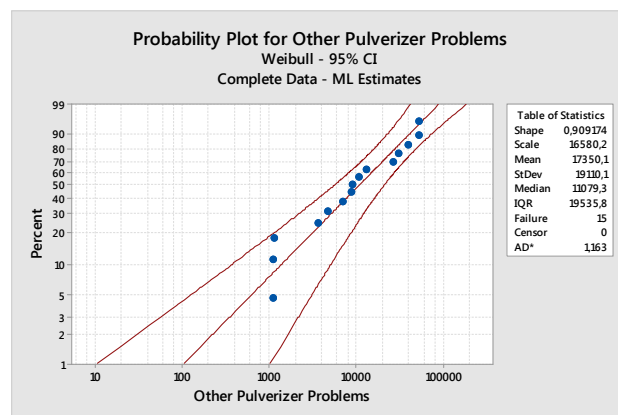
No.	Tanggal_Mulai	Jam_Mulai	Tanggal_Selesai	Jam_Selesai	Durasi_Jam	Jarak antar Kerusakan	Lokasi
1	10 Des 2011 00:00						
2	26 Jan 2012 00:00	22:05	27 Jan 2012 00:00	9:00	10,92	1.150	B
3	15 Feb 2012 00:00	6:06	15 Feb 2012 00:00	11:50	5,73	1.614	Semua
4	24 Jun 2012 00:00	19:35	29 Jun 2012 00:00	1:11	101,60	4.747	BE
5	09 Agu 2012 00:00	12:48	09 Agu 2012 00:00	18:00	5,20	1.097	BE
6	01 Jun 2013 00:00	0:00	12 Jun 2013 00:00	10:30	274,50	7.092	DE
7	02 Jun 2014 00:00	19:00	10 Jun 2014 00:00	15:50	188,83	8.803	DE
8	15 Agu 2015 22:04		16 Agu 2015 00:00		1,93	10.561	C
9	24 Agu 2015 17:50		25 Agu 2015 01:33		7,72	26.663	B
10	08 Nov 2016 00:00	18:18	09 Nov 2016 00:00	0:33	6,25	10.591	B
11	04 Feb 2013 00:00	17:05	04 Feb 2013 00:00	23:15	0,02	10.145	a
12	30 Apr 2013 00:00	16:55	30 Apr 2013 00:00	19:20	2,42	12.184	e
13	13 Des 2015 11:02		13 Des 2015 17:26		6,40	35.158	b
14	17 Jul 2016 00:00	10:10	17 Jul 2016 00:00	10:48	0,63	5.196	Semua
15	03 Okt 2016 00:00	15:43	03 Okt 2016 00:00	16:55	1,20	1.877	Semua
16	01 Feb 2017 00:00	6:47	01 Feb 2017 00:00	10:46	3,98	2.895	Semua

Dari data diatas didapatkan rekapan dilihat dari tabel 5.21

Tabel 5. 21. Data Rekap TBF Other Pulverizer Problems

No.	TBF (Jam)				
	A	B	C	D	E
1	52.056	1.150	52.056	12.936	4.747
2		3.597		8.803	1.097
3		1.097		30.317	7.092
4		26.663			39.120
5		10.591			
6		8.958			

Kemudian data time to failure (TTF) dimasukan ke dalam aplikasi minitab 17 sehingga hasil Weibull Shape Factor (β) 0,909174 dan Scale Factor (η) 16.580,2 sesuai gambar 5.9.



Gambar 5. 9. Grafik β dan η Other Pulverizer Problems

5.1.8 Komponen Berdasarkan Pulverizer Inspection

Komponen pulverizer inspeksi yang telah di verifikasi sesuai data primer yang di dapat dari tahun COD tanggal 10 Desember 2011 sampai 17 November 2017 dilihat dari tabel 5.22

Tabel 5. 22. Data Verifikasi Pulverizer Inspection

No.	Tanggal_Mulai	Jam_Mulai	Tanggal_Selesai	Jam_Selesai	Permasalahan	DMN	Max	Cause_Code
1	10 Des 2011 00:00				COD	280	0,00	
2	12 Apr 2012 00:00	19:00	13 Apr 2012 00:00	17:00	Dilakukan inspeksi dan perbaikan pada mill, Mill D Abnormal Sound	280	204	344
3	04 Jul 2012 00:00	7:00	05 Jul 2012 00:00	20:10	Internal Check Mill A, renc. s/d 05-07-12	280	196	344
4	09 Jul 2012 00:00	1:20	09 Jul 2012 00:00	5:54	Dilakukan pemeriksaan inner part mill oleh kontraktor, High temp pada inlet hopper (489 deg) mill 10E	280	201	344
5	17 Jul 2012 00:00	5:12	17 Jul 2012 00:00	18:50	Dilakukan internal check mill, Problem mill C (abnormally sound)	280	205	344
6	23 Sep 2012 00:00	17:40	24 Sep 2012 00:00	10:32	Dilakukan inspeksi oleh kontraktor, Abnormal sound pada scrapper mill 10C Mill 10D tidak standby	280	215	344
7	26 Jan 2013 00:00	13:35	26 Jan 2013 00:00	19:30	Dilakukan Inspection Mill A, Gangguan Mill A	280	151	344

Kemudian dicari periode waktu operasi sampai operasi kembali per lokasi pulverizer untuk mendapatkan data time between failure (TBF) dimana hasil dilihat dari tabel 5.23

Tabel 5. 23. Data TBF Pulverizer Inspection

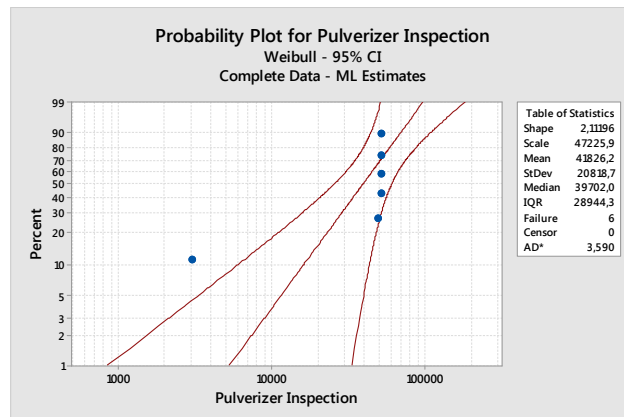
No.	Tanggal_Mulai	Jam_Mulai	Tanggal_Selesai	Jam_Selesai	Durasi_Jam	Jarak antar Kerusakan	Lokasi
1	10 Des 2011 00:00						
2	12 Apr 2012 00:00	19:00	13 Apr 2012 00:00	17:00	22,00	2.998	d
3	04 Jul 2012 00:00	7:00	05 Jul 2012 00:00	20:10	37,17	4.975	a
4	09 Jul 2012 00:00	1:20	09 Jul 2012 00:00	5:54	4,57	5.107	e
5	17 Jul 2012 00:00	5:12	17 Jul 2012 00:00	18:50	11,72	5.292	c
6	23 Sep 2012 00:00	17:40	24 Sep 2012 00:00	10:32	16,87	1.639	c
7	26 Jan 2013 00:00	13:35	26 Jan 2013 00:00	19:30	5,92	3.006	a

Dari data diatas didapatkan rekapan dilihat dari tabel 5.24

Tabel 5. 24. Data Rekap TBF Pulverizer Inspection

No.	TBF (Jam)				
	A	B	C	D	E
1	4.975	52.056	5.292	52.056	5.107
2	3.006		1.639		46.949
3	42.131		45.125		

Kemudian data time to failure (TTF) dimasukan ke dalam aplikasi minitab 17 sehingga hasil Weibull Shape Factor (β) 2,11196 dan Scale Factor (η) 47.225,9 sesuai gambar 5.10.



Gambar 5. 10. Grafik β dan η Pulverizer Inspection

Kemudian skenario 2 dan 3 dilakukan satu persatu dari awal laporan gangguan perkomponen sampai didapatkan shape factor (β) dan scale factor (η) seperti skenario 1 di atas maka hasilnya sesuai data tabel 5.25.

Tabel 5. 25. Rekap data hasil aplikasi Minitab 17

No.	Komponen	Alternatif OEM		Alternatif RE		Alternatif Rekondisi	
		β	η	β	η	β	η
1	Pulverizer Feeder	0,7	9.962	0,7	9.962	0,7	9.962
2	Pulverizer Motors and Drives	4,5	47.883	4,5	47.883	4,5	47.883
3	Pulverizer Mills	4,0	13.759	4,4	31.400	2,3	7.438
4	Pulverizer Mill Coal Level Controls	4,5	47.880	4,5	47.880	4,5	47.880
5	Pulverizer Coal Leak	1,3	39.201	1,3	39.201	1,3	39.201
6	Pulverizer Control System	2,5	29.522	2,5	29.522	2,5	29.522
7	Other Pulverizer Problems	0,9	16.580	0,9	16.580	0,9	16.580
8	Pulverizer Inspection	2,1	47.226	2,1	47.226	2,1	47.226

5.2 Hasil Simulasi Monte Carlo

Hasil perhitungan dari data di atas dimasukan ke simulasi monte carlo dengan 3 alternatif didapatkan mean time to failure (MTTF) sebagai berikut

5.2.1 Hasil Simulasi Monte Carlo Alternatif OEM

Komponen pulverizer Mills untuk OEM didapatkan MTTF sebesar 10.108 jam sesuai tabel 5.26

Tabel 5. 26. Data MTTF Original Equipment Manufacture (OEM)

Simulation Data			Random	Simulation Results			
Sub System	β	η	$F(t)=RAND()$	$T_R = \eta[-\ln(1-F(t))]^{\frac{1}{\beta}}$	Total # Failures Simulated	Total Accumulated Time For Failures	Mean time to failure
Pulverizer Feeder	0,7	9.962	0,350	3.087	2.528	7.510.131	2.971
Pulverizer Motors and Drives	4,5	47.883	0,462	43.081	2	12.265	6.132
Pulverizer Mills	4,0	13.759	0,548	12.986	562	5.680.532	10.108
Pulverizer Mill Coal Level Controls	4,6	47.880	0,634	47.947	1	4.725	4.725
Pulverizer Coal Leak	1,3	39.201	0,081	5.909	362	1.883.716	5.204
Pulverizer Control System	2,5	29.522	0,753	33.693	118	946.816	8.024
Other Pulverizer Problems	0,9	16.580	0,189	2.964	1.378	5.197.434	3.772
Pulverizer Inspection	2,1	47.226	0,862	65.287	53	364.254	6.873
				2.964	5.004	21.599.873	

5.2.2 Hasil Simulasi Monte Carlo Alternatif RE

Komponen pulverizer Mills untuk RE didapatkan MTTF sebesar 16.899 jam sesuai tabel 5.27.

Tabel 5. 27. Data MTTF Reverse Engineering (RE)

Simulation Data			Random	Simulation Results			
Sub System	β	η	$F(t)=RAND()$	$T_R = \eta[-\ln(1-F(t))]^{\frac{1}{\beta}}$	Total # Failures Simulated	Total Accumulated Time For Failures	Mean time to failure
Pulverizer Feeder	0,7	9.962	0,685	12.194	2.700	10.176.247	3.769
Pulverizer Motors and Drives	4,5	47.883	0,992	67.684	10	156.057	15.606
Pulverizer Mills	4,4	31.400	0,566	30.154	53	895.624	16.899
Pulverizer Mill Coal Level Controls	4,6	47.880	0,540	45.312	8	120.126	15.016
Pulverizer Coal Leak	1,3	39.201	0,830	60.772	365	2.573.785	7.051
Pulverizer Control System	2,5	29.522	0,277	18.946	204	2.311.954	11.333
Other Pulverizer Problems	0,9	16.580	0,213	3.442	1.586	7.538.261	4.753
Pulverizer Inspection	2,1	47.226	0,948	78.811	76	756.640	9.956
				3.442	5.002	24.528.695	

5.2.3 Hasil Simulasi Monte Carlo Alternatif Rekondisi

Komponen pulverizer Mills untuk Rekondisi didapatkan MTTF sebesar 5.232 jam sesuai tabel 5.28.

Tabel 5. 28. Data MTTF Rekondisi

Simulation Data			Random	Simulation Results			
Sub System	β	η	$F(t)=RAND()$	$T_R = \eta \left[-\ln(1 - F(t)) \right]^{\frac{1}{\beta}}$	Total # Failures Simulated	Total Accumulated Time For Failures	Mean time to failure
Pulverizer Feeder	0,7	9.962	0,136	692	2.087	4.424.882	2.120
Pulverizer Motors and Drives	4,5	47.883	0,763	51.904	0	0	#DIV/0!
Pulverizer Mills	2,3	7.438	0,091	2.667	1.541	8.061.865	5.232
Pulverizer Mill Coal Level Controls	4,6	47.880	0,611	47.279	0	0	#DIV/0!
Pulverizer Coal Leak	1,3	39.201	0,658	41.387	231	771.027	3.338
Pulverizer Control System	2,5	29.522	0,078	10.975	63	379.460	6.023
Other Pulverizer Problems	0,9	16.580	0,766	24.999	1.051	2.731.842	2.599
Pulverizer Inspection	2,1	47.226	0,276	27.639	31	136.738	4.411
				692	5.004	16.505.814	

5.3 Analisa Biaya Untuk Menghindari Biaya Pengganti

Untuk 1 Pulverizer (MSM) beroperasi dengan kondisi normal yang terdiri 3 buah grinding roll dan 1 set grinding table mampu menghasilkan dengan sebagai berikut:

Asumsi :

Batubara di crusher satu jam	= 30.000 kg (kisaran 30.000- 38.000 kg)
Gross Plant Heat Rate	= 2.751 kCal/ kWH
Nilai Kalori Batubara	= 4.200 kCal/kg (kisaran 4.200 – 4.500 kCal/kg)
Harga komponen C (Rp/kWH)	= Rp 296,- /kWH (PLTU Rembang bulan Agustus 2017)
Harga komponen C (Rp/kWH)	= Rp 313,- /kWH (PLTU Indramayu bulan Agustus 2017)
Efisiensi pulverizer	= 90%

Didapatkan :

BPP keuntungan pengganti	= Rp. 313,-/kWH – Rp. 296,- /kWH = Rp.17,-/kWH
Produksi dihasilkan per jam	= (Nilai kalori batubara x Pemakaian Batubara x 90%)/ GPHR
	= (4.200 kCal/kg x 30.000 kg x 90%)/ 2.751 kCal/ kWH
	= 41.221,- kWH

Harga per bulan mampu produksi = Harga jual x Produksi x 24 jam x 30 hari

= Rp 17,- x 41.221 kWh x 1 jam

= Rp 700.763,- = Rp. 0,700763 Juta

Setelah didapatkan MTTF (jam Operasi) per alternatif yaitu OEM 10.108 jam, Reverse Engineering (RE) 16.899 jam dan Rekondisi 5.232 jam. Kemudian disesuaikan dengan jadwal pemeliharaan rutin (*periodic Inspection*) PLTU Rembang dilihat tabel 5.29.

Tabel 5. 29. Jadwal Pemeliharaan Rutin

UNIT	YEARS														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Unit 1	SI (32 day)	ME (50 day)	SI (32 day)	SE (63 day)	SI (28 day)	ME (46 day)	SI (28 day)	SE (59 day)	SI (28 day)	ME (46 day)	SI (28 day)	SE (59 day)	SI (28 day)	ME (46 day)	SI (28 day)
Unit 2	SI (32 day)	ME (50 day)	SI (32 day)	SE (63 day)	SI (28 day)	ME (46 day)	SI (28 day)	SE (59 day)	SI (28 day)	ME (46 day)	SI (28 day)	SE (59 day)	SI (28 day)	ME (46 day)	SI (28 day)

Dimana SI, ME dan SE masing-masing adalah Simple, Mean dan Serious Inspection

Maka didapatkan jam operasi, pelaksanaan pemeliharaan dan penghapusan pertahun sesuai table 5.30 – 5.33 sebagai berikut:

Tabel 5. 30. Hasil Perhitungan Jam Operasi Pulverizer Per Tahun

No	Alternatif	Tahun (Jam)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Rekondisi	6.576	6.144	6.576	5.856	5.736	5.064	6.144	6.600	7.248	5.832
2	OEM	8.088	6.144	6.576	7.368	6.576	6.144	8.088	7.272	5.832	8.088
3	RE	8.088	7.656	6.576	7.368	6.576	7.656	6.576	7.368	8.088	6.144

Tabel 5. 31. Hasil Perhitungan Kejadian Pemeliharaan Rutin Pulverizer

No	Alternatif	Tahun (Kejadian)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Rekondisi	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1
2	OEM	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
3	RE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabel 5. 32. Hasil Perhitungan Kejadian Pemeliharaan Non Rutin

No	Alternatif	Tahun (Kejadian)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Rekondisi	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1
2	OEM	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0
3	RE	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1

Tabel 5. 33. Hasil Perhitungan Kejadian Penghapusan Pulverizer

No	Alternatif	Tahun (Kejadian)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Rekondisi	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1
2	OEM	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0
3	RE	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1

5.4 Proses Pengadaan Asil Pabrikan (OEM)

5.4.1 Asumsi

1 Mill ada 3 grinding roll = 3 x Rp.198.082.690,- = Rp. 594,24807 Juta

1 Set grinding table = Rp. 145,774812 Juta (PT PJB STOCKIST)

Biaya bongkar pasang = Rp 38,5 Juta (data maximo)

Biaya sewa alat = Rp. 2,2 Juta (data maximo)

Biaya consumable = Rp. 0,95 Juta (data maximo)

Biaya pemeliharaan rutin = Rp. 19,42618 (data maximo)

Waktu pemesanan = 8 bulan

Waktu pemasangan CM = 63 hari (sama dengan Serious Inspection awal)

Umur Grinding roll = 10.108 jam (hasil simulasi)

Pinjaman Bank Setahun = 90 % Proporsi pendanaan dari Bank

Bunga Bank se tahun = 18,75 % dan Deposito = 5%

WACC Didapat = 17,38 %

PPN = 10 %

PPH Badan = 25 %

Konsumsi listrik untuk motor pulverizer 560 kW

Effsiensi (normal) 90%

Harga pemakaian sendiri 599 Rp/kWh (PLTU Rembang bulan Februari 2017)

Konsumsi 1 jam motor 504 kWh

Biaya Operasi per jam = Rp 301.896,- = Rp. 0,302 Juta

Maka perhitungan berdasarkan umur aset untuk OEM untuk tahun pertama didapatkan:

Keuntungan pertahun = Operasi OEM x Biaya operasi

= 8.088 kWh x Rp. 0,700763 Juta/kWh = Rp. 5.668 Juta

Biaya investasi (CI) = Pembayaran Pokok pinjaman + Bunga bank + Penyusutan + PPN
+ PPH badan

= Rp. 400 Jt+ Rp.749 Jt + Rp. 444 + Rp. 567 Jt + 473 Jt

= Rp. 2.632 Jt

Biaya operasi (CO) = Operasi OEM x Biaya operasi

= 8.088 kWh x Rp. 0,302 Juta/kWh = Rp.2.442 Juta

Biaya Pemeliharaan (CM) = Biaya pemeliharaan rutin x Kejadian pemeliharaan rutin

= Rp. 19,42618 Jt x 1 (kejadian) = Rp. 19,42618 Juta

Biaya Kerusakan (CF) = (Biaya bongkar-pasang + Biaya sewa alat + Biaya consumable)
x Kejadian Pemeliharaan non rutin

= (Rp. 38,5 Jt + Rp. 2,2 Jt + Rp. 0,95 Jt) x 0 (kejadian)

= Rp. 0,- Juta

Biaya Penghapusan (CD) = Biaya Penghapusan x Kejadian penghapusan

= Rp. 7 Juta x 0 (kejadian)

= Rp. 0,- Juta

5.4.2 Analisis NPV

Data yang dipersiapkan untuk melakukan analisa NPV dilihat tabel 5.34.

Tabel 5. 34. NPV Peralatan Asli Pabrikan (OEM)

No	URAIAN	Tahun (Jt Rp)											Total (Jt Rp)	
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	POKOK PINJAMAN		3.996	3.597	3.197	2.797	2.398	1.998	1.598	1.199	799	400	21.979	
2	PEMBAYARAN POKOK		400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	3.996	
3	BUNGA		749	674	599	524	450	375	300	225	150	75	4.121	
4	KEUNTUNGAN		5.668	4.305	4.608	5.163	4.608	4.305	5.668	5.096	4.087	5.668	49.177	
5	PENYUSUTAN		444	444	444	444	444	444	444	444	444	444	4.440	
6	BIAYA CO		2.442	1.855	1.985	2.224	1.985	1.855	2.442	2.195	1.761	2.442	21.186	
7	BIAYA CM		19	19	19	19	19	19	19	-	19	19	175	
8	BIAYA CF		-	42	42	-	42	42	-	42	42	-	250	
9	BIAYA CD		-	-	7	7	-	7	7	-	7	7	42	
10	PPN		567	430,55	461	516	461	431	567	510	409	567	4.918	
11	JUMLAH		3.472	2.797	2.958	3.204	2.958	2.797	3.472	3.198	2.681	3.472	31.010	
12	EBT		2.640	1.952	2.094	2.403	2.094	1.952	2.640	2.342	1.849	2.640	22.607	
13	PPH BADAN		473	319	374	470	411	394	585	529	425	641	4.621	
14	ARUS KAS (NPV)	(444)	574	115	277	565	390	339	911	745	431	1.080	4.984	
													B/C	1,12
													IRR	93,10%
													WACC	17,38%

NPV = 4.984

5.4.3 Benefit Cost Ratio (BCR)

Perbandingan total nilai sekarang penerimaan dibagi nilai sekarang pengeluaran, BC Ratio >1

B/C adalah 1,12 %

5.4.4 Internal Rate Of Return (IRR)

Dari perhitungan didapatkan IRR = 93,10 %

5.4.5 Life Cycle Cost Analysis (LCCA)

$$LCC_{ST} = CI_{ST} + CO_{ST} + CM_{ST} + CF_{ST} + CD_{ST}$$

$$LCC_{ST} = Rp. 22.096 Jt + Rp. 21.186 Jt + Rp. 175 Jt + Rp. 250 Jt + Rp. 42 Jt$$

$$LCC_{ST} = Rp. 43.749 Jt$$

5.5 Proses Pengadaan Reverse Engineering (RE)

5.5.1 Asumsi

1 Mill ada 3 grinding roll = 3 x Rp.108.170.000,-

= Rp. 324,51 Juta (PT KALOPER)

1 Set grinding table = Rp. 85 Juta (PT HANSA)

Waktu pemesanan = 6 bulan

Umur Grinding roll = 16.899 jam (hasil simulasi)

Maka perhitungan berdasarkan umur aset untuk Non OEM (RE) untuk tahun pertama didapatkan:

Keuntungan pertahun = Operasi OEM x Biaya operasi
= 8.088 kWh x Rp. 0,700763 Juta/kWh = Rp. 5.668 Juta

Biaya investasi (CI) = Pembayaran Pokok pinjaman + Bunga bank + Penyusutan + PPN
+ PPH badan
= Rp. 147 Jt + Rp. 276 Jt + Rp. 164 + Rp. 567 Jt + 591 Jt
= Rp. 1.745 Jt

Biaya operasi (CO) = Operasi OEM x Biaya operasi
= 8.088 kWh x Rp. 0,302 Juta/kWh = Rp. 2.442 Juta

Biaya Pemeliharaan (CM) = Biaya pemeliharaan rutin x Kejadian pemeliharaan rutin
= Rp. 19,42618 Jt x 1 (kejadian) = Rp. 19,42618 Juta

Biaya Kerusakan (CF) = (Biaya bongkar-pasang + Biaya sewa alat + Biaya consumable)
x Kejadian Pemeliharaan non rutin
= (Rp. 38,5 Jt + Rp. 2,2 Jt + Rp. 0,95 Jt) x 0 (kejadian)
= Rp. 0,- Juta

Biaya Penghapusan (CD) = Biaya Penghapusan x Kejadian penghapusan
= Rp. 7 Juta x 0 (kejadian)
= Rp. 0,- Juta

5.5.2 Analisis NPV

Data yang dipersiapkan untuk melakukan analisa NPV dilihat tabel 5.35

Tabel 5. 35. NPV Reverse Engineering

No	URAIAN	Tahun (Jt Rp)											Total (Jt Rp)
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	POKOK PINJAMAN		1.474	1.327	1.179	1.032	885	737	590	442	295	147	8.108
2	PEMBAYARAN POKOK		147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	1.474
3	BUNGA		276	249	221	193	166	138	111	83	55	28	1.520
4	KEUNTUNGAN		5.668	5.365	4.608	5.163	4.608	5.365	4.608	5.163	5.668	4.305	50.522
5	PENYUSUTAN		164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	1.638
6	BIAYA CO		2.442	2.311	1.985	2.224	1.985	2.311	1.985	2.224	2.442	1.855	21.765
7	BIAYA CM		19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	194
8	BIAYA CF		-	-	42	-	42	-	42	-	-	42	167
9	BIAYA CD		-	-	7	-	7	-	7	-	-	7	28
10	PPN		567	537	461	516	461	537	461	516	567	431	5.052
11	JUMLAH		3.192	3.031	2.678	2.924	2.678	3.031	2.678	2.924	3.192	2.517	28.845
12	EBT		2.640	2.498	2.094	2.403	2.094	2.498	2.094	2.403	2.640	1.952	23.316
13	PPH BADAN		591	562	468	552	482	590	496	580	646	481	5.449
14	ARUS KAS (NPV)	(164)	1.461	1.376	1.093	1.346	1.135	1.458	1.176	1.429	1.627	1.132	13.070
												B/C	1,35
												IRR	885,2%
												WACC	17,4%

NPV = 13.070

5.5.3 Benefit Cost Ratio (BCR)

Perbandingan total nilai sekarang penerimaan dibagi nilai sekarang pengeluaran, BC Ratio >1

B/C adalah 1.35 %

5.5.4 Internal Rate Of Return (IRR)

Dari perhitungan didapatkan IRR = 1.435,92 %

5.5.5 Life Cycle Cost Analysis (LCCA)

$$LCC_{RE} = CI_{RE} + CO_{RE} + CM_{RE} + CF_{RE} + CD_{RE}$$

$$LCC_{RE} = Rp. 15.134 Jt + Rp. 21.765 Jt + Rp. 194 Jt + Rp. 167 Jt + Rp. 28 Jt$$

$$LCC_{RE} = Rp. 37.288 Jt$$

5.6 Proses Pengadaan Rekondisi

5.6.1 Asumsi

1 Mill ada 3 grinding roll = 3 X Rp. 45.067.222,-

= Rp. 135,201666 Juta (PLN PUSHARLIS)

1 Set grinding table = Rp. 115 Juta (PUSHARLIS)

Waktu pemesanan = 3 bulan

Umur = 5.232 jam (hasil simulasi)

Maka perhitungan berdasarkan umur aset untuk Rekondisi untuk tahun pertama didapatkan:

Keuntungan pertahun = Operasi OEM x Biaya operasi
= 6.576 kWh x Rp. 0,700763 Juta/kWh = Rp. 4.608 Juta

Biaya investasi (CI) = Pembayaran Pokok pinjaman + Bunga bank + Penyusutan + PPN
+ PPH badan
= Rp. 270 Jt + Rp. 507 Jt + Rp. 300 + Rp. 461 Jt + 397Jt
= Rp. 1.935 Jt

Biaya operasi (CO) = Operasi OEM x Biaya operasi
= 6.576 kWh x Rp. 0,302 Juta/kWh = Rp. 1.985 Juta

Biaya Pemeliharaan (CM) = Biaya pemeliharaan rutin x Kejadian pemeliharaan rutin
= Rp. 19,42618 Jt x 1 (kejadian) = Rp. 19,42618 Juta

Biaya Kerusakan (CF) = (Biaya bongkar-pasang + Biaya sewa alat + Biaya consumable)
x Kejadian Pemeliharaan non rutin
= (Rp. 38,5 Jt + Rp. 2,2 Jt + Rp. 0,95 Jt) x 1 (kejadian)
= Rp. 42,- Juta

Biaya Penghapusan (CD) = Biaya Penghapusan x Kejadian penghapusan
= Rp. 7 Juta x 1 (kejadian)
= Rp. 7,- Juta

5.6.2 Analisis NPV

Data yang dipersiapkan untuk melakukan analisa NPV dilihat tabel 5.36

Tabel 5. 36. NPV Rekondisi

No	URAIAN	Tahun (Jt Rp)										Total (Jt Rp)		
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	
1	POKOK PINJAMAN		2.702	2.432	2.162	1.892	1.621	1.351	1.081	811	540	270	14.862	
2	PEMBAYARAN POKOK		270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	2.702	
3	BUNGA		507	456	405	355	304	253	203	152	101	51	2.787	
4	KEUNTUNGAN		4.608	4.305	4.608	4.104	4.020	3.549	4.305	4.625	5.079	4.087	43.290	
5	PENYUSUTAN		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	3.002	
6	BIAYA CO		1.985	1.855	1.985	1.768	1.732	1.529	1.855	1.993	2.188	1.761	18.650	
7	BIAYA CM		19	19	19	19	-	19	19	19	-	19	155	
8	BIAYA CF		42	42	42	42	83	83	42	42	42	42	500	
9	BIAYA CD		7	7	7	7	14	14	7	7	7	7	84	
10	PPN		461	430,55	461	410	402	355	431	463	508	409	4.329	
11	JUMLAH		2.814	2.654	2.814	2.547	2.531	2.301	2.654	2.823	3.045	2.538	26.721	
12	EBT		2.094	1.952	2.094	1.857	1.789	1.548	1.952	2.102	2.334	1.849	19.572	
13	PPH BADAN		397	374	422	376	371	324	437	487	558	450	4.196	
14	ARUS KAS (NPV)	(300)	620	552	696	557	543	401	742	892	1.104	779	6.584	
													B/C	1,19
													IRR	202,49%
													WACC	17,38%

NPV = 6.584

5.6.3 Benefit Cost Ratio (BCR)

Perbandingan total nilai sekarang penerimaan dibagi nilai sekarang pengeluaran, BC Ratio >1

B/C adalah 1,19 %

5.6.4 Internal Rate Of Return (IRR)

Dari perhitungan didapatkan IRR = 202.49%

5.6.5 Life Cycle Cost Analysis (LCCA)

$$LCC_{Rk} = CI_{Rk} + CO_{Rk} + CM_{Rk} + CF_{Rk} + CD_{Rk}$$

$$LCC_{Rk} = Rp. 17.017 \text{ Jt} + Rp. 18.650 \text{ Jt} + Rp. 155 \text{ Jt} + Rp. 500 \text{ Jt} + Rp. 84 \text{ Jt}$$

$$LCC_{Rk} = Rp. 36.406 \text{ Jt}$$

5.7 Hasil Analisa Perhitungan

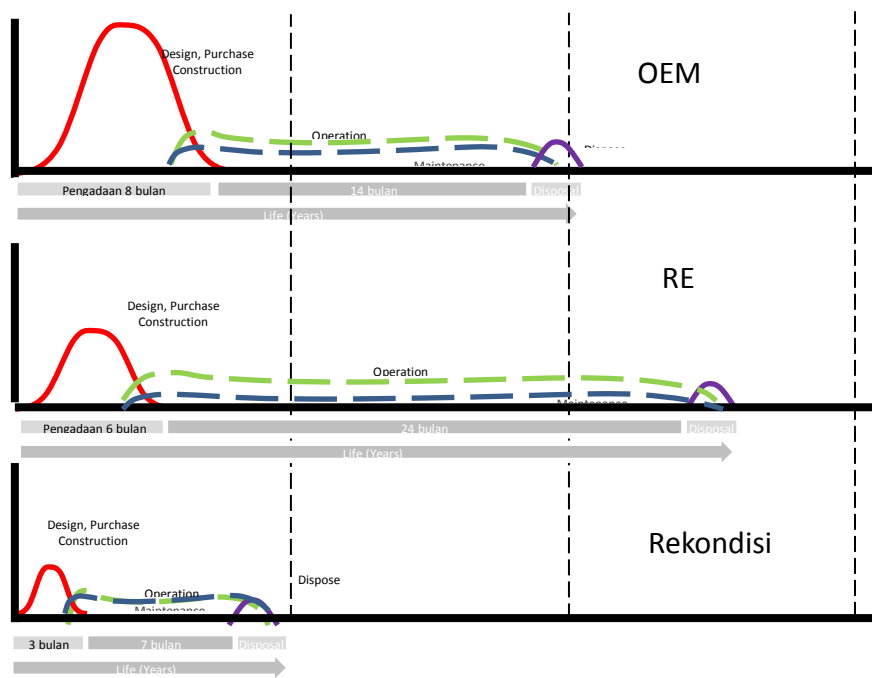
Dari hasil perhitungan diatas didapatkan NPV OEM, RE dan Rekondisi secara berurutan adalah 4.984; 13.070 dan 6.584 sedangkan *Benefit Cost Ratio* (BCR) secara berurutan didapatkan 1,12; 1,35 dan 1,19 sedangkan untuk IRR

secara berurutan didapatkan 93; 885 dan 202 sedangkan LCCA secara berurutan didapatkan Rp. 43.749 juta; Rp. 37.288 Juta dan Rp. 36.406 Juta sesuai tabel 5.37.

Tabel 5. 37. Hasil Rekap NPV, BCR, IRR dan LCCA

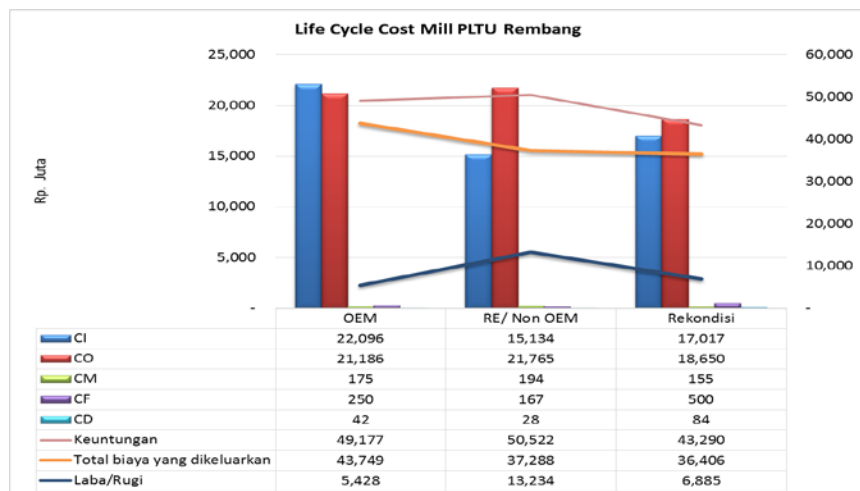
No	Alternatif	NPV	B/C	IRR (%)	LCCA (Jt. Rp)
1	OEM	4.984	1,12	93	43.749
2	Non OEM/ RE	13.070	1,35	885	37.288
3	Rekondisi	6.584	1,19	202	36.406

Profil life cycle cost dari 3 alternatif OEM, RE dan Rekondisi sesuai gambar 5.11 dimana biaya investasi paling tinggi pada alternatif OEM sedangkan paling kecil biaya investasi rekondisi namun umur aset paling lama proses reverse engineering dapat mampu beroperasi selama 3,5 bulan/ 2 tahun.



Gambar 5. 11. Grafik Profil Biaya Siklus Hidup (LCC) Pulverizer Mills

Untuk dapat di perbandingan dari alternatif yang telah di hitung maka dibuatkan grafik biaya siklus hidup (LCC) gabungan sesuai gambar 5.12 selama 10 tahun berdasarkan komponen CI, CO, CM, CF dan CD setiap alternatif maka hasilnya di total biaya pengeluaran dan pendapatan/ keuntungan avoide cost.



Gambar 5. 12. Grafik Biaya Siklus Hidup (LCC) Pulverizer Mills

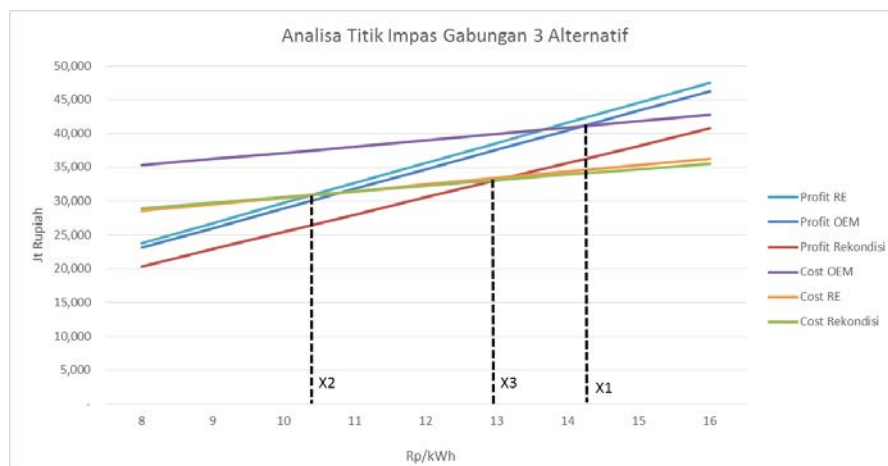
Dari grafik diatas didapatkan hasil penghematan biaya mencapai 7,8 Milyar per pulverizer mills selama 10 tahun dengan perbandingan alternatif 2 (proses reverse engineering) dengan alternatif 1 (proses OEM). Total biaya-biaya yang tertinggi ada di alternatif 1 (proses OEM) sebesar 43 Milyar dan biaya terkecil alternatif 3 (proses rekondisi) sebesar 36 Milyar dan keuntungan bersih paling kecil alternatif 2 sebesar 5 Milyar.

Untuk menganalisa lebih lanjut perlu dibuatkan analisa titik impas (break even analysis) gabungan 3 alternatif terhadap cost benefit menghindari avoide cost dengan total item biaya sesuai tabel 5.38

Tabel 5. 38. Analisa Titik Impas BEP & Harga Listrik

Rp/kWh	Profit OEM	Cost OEM	NPV OEM	Profit RE	Cost RE	NPV RE	Profit Rekondisi	Cost Rekondisi	NPV Rekondisi
	D	K		D	K		D	K	
8	23,142	35,288	(12,146)	23,775	28,595	(12,146)	20,372	28,957	(8,585)
9	26,035	36,228	(10,193)	26,747	29,561	(2,814)	22,918	29,785	(6,866)
10	28,928	37,168	(8,240)	29,719	30,527	(808)	25,465	30,613	(5,148)
11	31,820	38,108	(6,288)	32,691	31,493	1,198	28,011	31,440	(3,429)
12	34,713	39,048	(4,335)	35,663	32,459	3,204	30,558	32,268	(1,710)
13	37,606	39,988	(2,383)	38,635	33,425	5,210	33,104	33,095	9
14	40,499	40,928	(430)	41,607	34,390	7,216	35,651	33,923	1,728
15	43,391	41,869	1,523	44,578	35,356	9,222	38,197	34,751	3,447
16	46,284	42,809	3,475	47,550	36,322	11,228	40,744	35,578	5,166

Untuk dapat lebih jelas lagi dibuatkan grafik gabungan 3 alternatif titik impas sesuai gambar 5.13. Dimana alternatif proses pengadaan reverse engineering baru mendapatkan keuntungan dengan harga listrik $X_2 > 10,4$ Rp/kWh sedangkan alternatif proses pengadaan rekondisi dengan avoid $X_3 > 12,99$ Rp/kWh dan sudah alternatif proses pengadaan OEM dengan avoid $X_1 > 14,22$ Rp/kWh baru mendapatkan keuntungan.



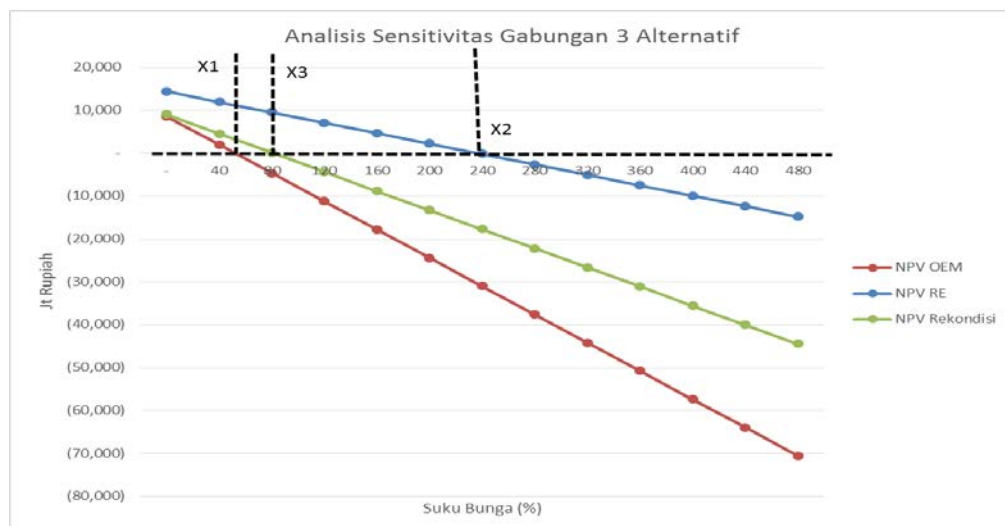
Gambar 5. 13. Grafik Analisa Titik Impas

Untuk lebih jelas lagi dibuatkan analisis sensitivitas tingkat suku bunga terhadap NPV dimana dapat dilihat tabel 5.39

Tabel 5. 39. Analisis Sensitivitas Tingkat Bunga Terhadap NPV

Suku Bunga	Profit OEM	Cost OEM	NPV OEM	Profit RE	Cost RE	NPV RE	Profit Rekondisi	Cost Rekondisi	NPV Rekondisi
	D	K		D	K		D	K	
-	49,177	40,658	8,519	50,522	36,148	14,374	43,290	34,316	8,975
40	49,177	47,252	1,925	50,522	38,580	11,942	43,290	38,774	4,516
80	49,177	53,845	(4,669)	50,522	41,013	9,509	43,290	43,233	57
120	49,177	60,439	(11,262)	50,522	43,445	7,077	43,290	47,692	(4,401)
160	49,177	67,033	(17,856)	50,522	45,878	4,645	43,290	52,150	(8,860)
200	49,177	73,626	(24,449)	50,522	48,310	2,212	43,290	56,609	(13,318)
240	49,177	80,220	(31,043)	50,522	50,743	(220)	43,290	61,067	(17,777)
280	49,177	86,813	(37,637)	50,522	53,175	(2,653)	43,290	65,526	(22,236)
320	49,177	93,407	(44,230)	50,522	55,608	(5,085)	43,290	69,985	(26,694)
360	49,177	100,001	(50,824)	50,522	58,040	(7,518)	43,290	74,443	(31,153)
400	49,177	106,594	(57,417)	50,522	60,473	(9,950)	43,290	78,902	(35,611)
440	49,177	113,188	(64,011)	50,522	62,905	(12,383)	43,290	83,360	(40,070)
480	49,177	119,781	(70,605)	50,522	65,338	(14,815)	43,290	87,819	(44,529)

Untuk dapat lebih jelas lagi dibuatkan grafik gabungan 3 alternatif analisis sensitivitas tingkat bunga terhadap NPV sesuai gambar 5.14. Dimana alternatif proses pengadaan rekondisi tingkat bunga bank harus $X3 < 80,51\%$ sedangkan alternatif proses pengadaan reverse engineering tingkat bunga bank harus $X2 < 236,36\%$ dan alternatif proses pengadaan OEM tingkat bunga bank harus $X1 < 51,68\%$.



Gambar 5. 14. Grafik Analisis Sensitivitas

BAB VI

PENUTUP

6.1. Simpulan

1. Dari analisa data secara kualitatif dengan menggunakan simulasi monte carlo umur aset pulverizer mills/ mean time to failure (MTTF) proses pengadaan OEM didapatkan selama 10.108 jam/ 1,2 tahun, proses pengadaan reverse engineering didapatkan selama 16.899 jam/ 2 tahun sedangkan proses pengadaan rekondisi didapatkan selama 5.232 jam/ 7 bulan;
2. Dari analisa data secara kualitatif dengan perhitungan life cycle analysis (LCCA) selama 10 tahun biaya total pengeluaran terkecil didapatkan perhitungan alternatif proses pengadaan rekondisi sebesar 36,4 Milyar kemudian alternatif proses pengadaan reverse engineering sebesar 37,2 Milyar dan alternatif proses pengadaan OEM sebesar 43,7 Milyar. Keuntungan avoided cost tertinggi adalah alternatif proses pengadaan reverse engineering sebesar 50,5 Milyar kemudian OEM sebesar 49,1 Milyar dan Rekondisi sebesar 43,2 Milyar sehingga laba tertinggi- terendah secara berurutan yaitu alternatif RE, Rekondisi dan OEM sebesar 13,2 Milyar, 6,8 Milyar dan 5,4 Milyar dengan perhitungan analisa keuangan didapatkan :

1. Alternatif OEM didapatkan NPV 4.984, IRR 93,1% dan BCR 1,12

2. Alternatif RE didapatkan NPV 13.070, IRR 885,2% dan BCR 1,35
3. Alternatif Rekondisi didapatkan NPV 6.584, IRR 202,4 % dan BCR 1,19
3. Dari grafik gabungan alternatif titik impas terhadap avoid cost dengan total biaya didapatkan titik impas minimum benefit cost menghindari avoid cost dari 3 alternatif adalah sebesar > 10,4 Rp/kWh (Reverse Engineering), >12,99 Rp/kWh (Rekondisi), dan >14,22Rp/kWh (OEM).
4. Dari data perhitungan diatas mengambil alternatif 2 (Reverse Engineering) yang paling optimal dari pada tiga alternatif yang ada karena dapat mengurangi kegagalan, menghindari kehilangan produksi dan mengurangi biaya pemeliharaan non rutin.

6.2. Saran

1. Berdasarkan dari hasil pengolahan data secara kualitatif, penulis menyarankan agar metode life cycle cost ini dapat digunakan untuk analisis komponen selain Pulverizer mills dengan teori Analisa Biaya Siklus Hidup (LCCA).
2. Manajemen hendaknya mengupdate data-data pendukung yang aktual dalam aplikasi Rapsodi sampai level 3 sehingga didapatkan meprediksi secara mengoptimalkan terkait risiko, cost dan performance.
3. Metode ini masih perlu dilakukan pengembangan lebih lanjut

Daftar Pustaka

- Barrett P J. 2001. *Life Cycle Costing*. Australia National Audit Office.
- BSI PAS 55, Asset Management — Part 1: Specification for the optimized management of physical assets, 2008
- DIKLAT PRAJABATAN SI & D3. Pengoperasian PLTU. PT PLN (Persero) Unit Pendidikan dan Pelatihan Suralaya, 2004
- Herry Nugraha, Zivion O. Silalahi and Ngapili I. Sinisuka, 2016. Maintenance Decision Models for Java-Bali 150-kV Power Transmission Submarine Cable Using RAMS. Power and Energy Technology Systems Journal 10.1109/JPETS.2016.2516944
- I Nyoman Pujawan. 2009. *Ekonomi Teknik*. Edisi Kedua. Surabaya : Guna Wijaya.
- Iwan Agung Firstantara. 2014. Manajemen Aset Fisik Strategis Refleksi Implementasi di PLN UPJB. Edisi Pertama. Yogyakarta : Leutika Prio.
- Jianpeng Bian, Xiaoyun Sun, Mingming Wang, Haiqing Zheng, Hui Xing, 2014. Probabilistic Analysis of Life Cycle Cost for Power Transformer. Journal of Power and Energy Engineering, 2014, 2, 489-494
- J.D. Champbell, Andrew K.S.J. 2001. Maintenance Excellence, Optimizing Equipment Life-Cycle-Decision, Marcel Dekker AG, USA.
- Kasmir & Jakfar. 2013. *Studi Kelayakan Bisnis*. Edisi Revisi. Jakarta : Kencanan Prenada Media Grup.

- Ngapuli I. Sinisuka, Herry Nugraha, 2013 . Life Cycle Cost Analysis On The Operation Of Power Generation. Journal of Quality in Maintenance engineering, Vol. 19 Iss 1 pp. 5-24
- PT PLN (Persero), 2017. Protap Deklarasi Kondisi Pembangkit dan Indeks Kinerja Pembangkit.
- Ratna Bhakti P S & Sudiyono K, 2015. Perancangan Sistem Pemeliharaan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Pada Pulverizer (Studi Kasus : PLTU Paiton Unit 3). Jurnal Teknik ITS Vol. 6, No. 1 ISSN:2337-3539
- Rio Prasetyo Lukodono, Pratika, Rudy Soenoko, 2013. Analisis Penerapan Metode RCM dan MVSM Untuk Meningkatkan Keandalan Pada Sistem Maintenance (Studi Kasus PG.X). Jurnal Rekayasa Mesin Vol.4, No.1 43-52
- Shanghai Heavy Machinery Plant Co., Ltd., HP963, HP983, HP1003 Shanghai Heavy bowl where speed coal mill operation and maintenance manual, 2009.
- Umi Fitriyani, 2011. Penentuan Waktu Perawatan Pulverizer Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) dengan Pendekatan Benefit-Cost Analysis (Study Kasus: PT PJB UP Paiton). Surabaya: Tugas Akhir Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh November.
- Weta Hary W, Abdullah A dan Nurlita G, 2013. Analisis Keandalan Pada Boiler PLTU dengan Menggunakan Metode Failure Mode Effect Analysis (FMEA). Jurnal Teknik POMITS Vol. 1, No.1, 1-6
- Winda Nur Cahyo, 2008. Pendekatan Simulasi Monte Carlo Untuk Pemeliharaan Alternatif Dengan Decision Tree Pada Nilai Outcome Yang Probabilistik. Teknoin, Volume 13, Nomor 2, 11-17 ISSN:0853-8697

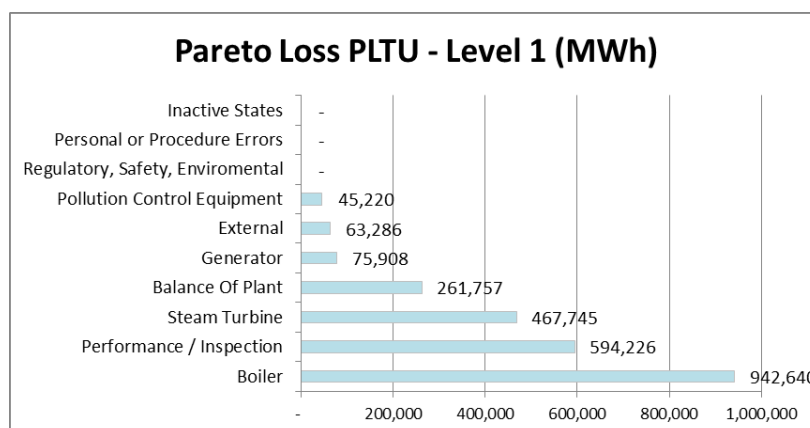
Lampiran

N	Unit	Tanggal_Mulai	Jam_Mulai	Tanggal_Seleksi	Jam_Seleksi	Permasalahan	Max	Durasi_Jam
1	PLTU Rembang #1	21 Sep 2011 07:05		21 Sep 2011 08:00		Mill B trip	240	0,92
2	PLTU Rembang #2	10 Apr 2011 11:42		10 Jun 2011 20:30		Perbaikan mill E	240	1472,80
3	PLTU Rembang #2	18 Nov 2011 09:50		19 Nov 2011 05:30		Mill 2A trip, penyebab high temperature pada Mill 2A	280	19,67
4	PLTU Rembang #1	03 Jan 2012 00:00	14:45	04 Jan 2012 00:00	20:00	Dilakukan cleaning, Mampu maksimum 160 MW, Coal feeder C trip karena batubara plugging pada outlet feeder akibat batubara basah	160	29,25
5	PLTU Rembang #1	06 Jan 2012 00:00	6:36	06 Jan 2012 00:00	19:00	Mampu maksimum 175,47 MW, ECF Mill B stop, Leak out at mill B corner 4, Gangguan pada system loading batubara	175	12,40
6	PLTU Rembang #1	07 Jan 2012 00:00	8:57	20 Jan 2012 00:00	15:16	Dilakukan cleaning, Gangguan Mill A	185	318,32
7	PLTU Rembang #1	26 Jan 2012 00:00	22:05	27 Jan 2012 00:00	9:00	Rencananya akan dilakukan pemindahan grinder roll dari mill 200 ke mill 208, Abnormal sound pada mill 200, Lock grinder roll mill 200 rusak	198	10,92
8	PLTU Rembang #1	15 Feb 2012 00:00	6:06	15 Feb 2012 00:00	11:50	Mampu maksimum 198 MW, Mill B trip karena vibrasi tinggi	198	10,92
9	PLTU Rembang #1	12 Apr 2012 00:00	19:00	13 Apr 2012 00:00	17:00	Dilakukan repair, Mampu maksimum 135 MW, Vibrasi turbin tinggi	135	5,73
10	PLTU Rembang #1	25 Apr 2012 00:00	10:20	29 Apr 2012 00:00	2:19	Dilakukan inspeksi dan perbaikan pada mill, Mill D Abnormal Sound	204	22,00
11	PLTU Rembang #1	29 Apr 2012 00:00	14:49	30 Apr 2012 00:00	15:37	Dilakukan perbaikan (penggantian grinder roll mill A), Mill A lock Grinder Roll rusak	197	87,98
12	PLTU Rembang #1	03 Mei 2012 00:00	12:30	05 Mei 2012 00:00	10:20	Dilakukan cleaning, Gangguan Mill A	196	24,80
13	PLTU Rembang #1	05 Mei 2012 00:00	16:30	12 Mei 2012 00:00	6:50	Rencananya akan dilakukan pemindahan grinder roll dari mill 20D ke mill 20B, Abnormal sound pada mill 20D, Lock grinder roll mill 20B rusak	187	45,83
14	PLTU Rembang #1	20 Mei 2012 00:00	9:46	20 Mei 2012 00:00	21:00	Dilakukan cleaning, Gangguan Mill A	187	45,83
15	PLTU Rembang #1	08 Jun 2012 00:00	14:00	08 Jun 2012 00:00	15:30	Rencananya akan dilakukan pemindahan grinder roll dari mill 20D ke mill 20B, Abnormal sound pada mill 20D, Lock grinder roll mill 20B rusak	187	45,83
16	PLTU Rembang #1	13 Jun 2012 00:00	8:30	15 Jun 2012 00:00	14:00	Perbaikan, waiting material, Problem Mill B,D,E	109	11,23
17	PLTU Rembang #1	22 Jun 2012 00:00	16:15	22 Jun 2012 00:00	16:45	Perbaikan Waiting material, Vibrasi Mill 2D	187	1,50
18	PLTU Rembang #1	22 Jun 2012 00:00	16:45	24 Jun 2012 00:00	9:00	Perbaikan Waiting material, Gangguan Mill B & D	196	53,50
19	PLTU Rembang #1	24 Jun 2012 00:00	19:35	24 Jun 2012 00:00	19:45	Perbaikan Waiting material, CWP 2A Trip, mill E vibrasi	225	0,50
20	PLTU Rembang #1	24 Jun 2012 00:00	19:45	29 Jun 2012 00:00	1:11	Perbaikan Waiting material, Gangguan Mill B & E	195	40,25
21	PLTU Rembang #1	30 Jun 2012 00:00	14:41	01 Jul 2012 00:00	0:00	Derating < 30 menit, Vibrasi mill 2B&2E	181	0,17
22	PLTU Rembang #1	01 Jul 2012 00:00	0:00	04 Jul 2012 00:00	17:30	Perbaikan Waiting material, Vibrasi mill 2B&2E	181	101,43
23	PLTU Rembang #1	04 Jul 2012 00:00	17:30	05 Jul 2012 00:00	15:00	Perbaikan Waiting material, Vibrasi mill 2B&2E	181	9,32
24	PLTU Rembang #1	05 Jul 2012 00:00	15:00	18 Jul 2012 00:00	10:58	Dilakukan penggantian bearing oleh pihak kontraktor, Vibrasi Mill 2B dan 2E	181	89,50
25	PLTU Rembang #1	18 Jul 2012 00:00	10:58	27 Jul 2012 00:00	0:23	Dilakukan penggantian bearing oleh pihak kontraktor, Vibrasi Mill 2B dan 2E	220	21,50
26	PLTU Rembang #1	31 Jul 2012 00:00	12:14	01 Agu 2012 00:00	0:00	Dilakukan regreasing dan pemeriksaan bearing oleh pihak kontraktor, Vibrasi shaft dan bearing Primary Air Fan (PAF) 20B	118	307,97
27	PLTU Rembang #1	01 Agu 2012 00:00	0:00	07 Agu 2012 00:00	18:00	Dilakukan penggantian bearing oleh pihak kontraktor, Perbaikan Mill B&E, shaft & bearing sudah aus	118	205,42
28	PLTU Rembang #1	07 Agu 2012 00:00	18:00	09 Agu 2012 00:00	12:48	Perbaikan, Perbaikan mill 20B & 20E in progress	118	11,77
29	PLTU Rembang #1	09 Agu 2012 00:00	12:48	09 Agu 2012 00:00	18:00	Akan dilakukan penggantian bearing dan shaft, Perbaikan Mill B,C, & E, shaft & bearing sudah aus	118	162,00
30	PLTU Rembang #1	26 Des 2012 00:00	10:29	26 Des 2012 00:00	17:40	Akan dilakukan penggantian bearing dan shaft, Perbaikan Mill B dan E	170	42,80
31	PLTU Rembang #2	26 Jan 2012 00:00	0:01	27 Jan 2012 00:00	9:00	Akan dilakukan penggantian bearing dan shaft, Vibrasi Mill 2B dan 2E	220	5,20
32	PLTU Rembang #2	12 Mar 2012 00:00	8:56	12 Mar 2012 00:00	12:10	Mill	220	7,18
33	PLTU Rembang #2	15 Apr 2012 00:00	2:00	15 Apr 2012 00:00	15:00	Mampu maksimum 165 MW, Stop ECF & mill E (cleaning sliding gate inlet feeder)	165	32,98
34	PLTU Rembang #2	12 Jun 2012 00:00	10:20	13 Jun 2012 00:00	11:00	Mampu maksimum 55 MW, Mill 2B dan 2D trip	55	3,23
35	PLTU Rembang #2	20 Jun 2012 00:00	18:10	22 Jun 2012 00:00	8:10	Problem transfer batubara ke bunker, wet coal (Mill D blocked).	55	13,00
36	PLTU Rembang #2	29 Jun 2012 00:00	8:29	29 Jun 2012 00:00	16:59	Perbaikan waiting material, Gangguan Mill D	254	24,67
37	PLTU Rembang #2	04 Jul 2012 00:00	7:00	05 Jul 2012 00:00	20:10	Perbaikan waiting material, Gangguan Mill A & D	211	38,00
38	PLTU Rembang #2	09 Jul 2012 00:00	1:20	09 Jul 2012 00:00	5:54	Dilakukan perbaikan, Perbaikan mill 1 C dan 1 D	180	8,50
39	PLTU Rembang #2	17 Jul 2012 00:00	5:12	17 Jul 2012 00:00	16:55	Internal Check Mill A, renc. s/d 05-07-12	196	37,17
40	PLTU Rembang #2	17 Jul 2012 00:00	17:30	17 Jul 2012 00:00	18:50	Dilakukan pemeriksaan inner part mill oleh kontraktor, High temp pada inlet hopper (489 deg) mill 10E	201	4,57
41	PLTU Rembang #2	01 Agu 2012 00:00	11:27	01 Agu 2012 00:00	16:15	Dilakukan internal check mill, Problem mill C (abnormally sound)	215	11,72
42	PLTU Rembang #2	30 Agu 2012 00:00	11:30	30 Agu 2012 00:00	23:15	Dilakukan internal check mill, Problem mill C (abnormally sound)	205	1,33
43	PLTU Rembang #2	30 Agu 2012 00:00	23:15	31 Agu 2012 00:00	23:59	Perbaikan tyrite hopper pada Mill C	150	4,80
44	PLTU Rembang #2	31 Agu 2012 00:00	23:59	01 Sep 2012 00:00	0:00	Perbaikan menunggu shutdown, Gangguan BFPT 1B & Mill D	170	11,75
45	PLTU Rembang #2	23 Sep 2012 00:00	17:40	24 Sep 2012 00:00	10:32	Perbaikan menunggu shutdown, Gangguan BFPT 1B & Mill D	187	24,75
46	PLTU Rembang #2	05 Des 2012 00:00	16:44	05 Des 2012 00:00	18:00	OMC Derating < 30 menit, Kualitas batubara jelek dan operasi 3 mill	215	0,00
47	PLTU Rembang #2	05 Des 2012 00:00	20:45	05 Des 2012 00:00	23:30	Dilakukan inspeksi oleh kontraktor, Abnormal sound pada scrapper mill 10C	215	16,87
48	PLTU Rembang #2	11 Des 2012 00:00	20:30	11 Des 2012 00:00	21:15	Mill 10D tidak standby	126	1,27
49	PLTU Rembang #2	21 Des 2012 00:00	19:18	23 Des 2012 00:00	22:10	Gangguan sudah lama, menunggu perbaikan dari china (gangguan vibrating screen), Gangguan Mill E	126	2,75
50	PLTU Rembang #2	05 Jan 2013 00:00	9:53	05 Jan 2013 00:00	16:20	Gangguan sudah lama, menunggu perbaikan dari china (gangguan vibrating screen), Gangguan Mill E	126	0,75
51	PLTU Rembang #1	05 Jan 2013 00:00	16:20	05 Jan 2013 00:00	23:00	Plugging batubara	150	50,87
52	PLTU Rembang #1	05 Jan 2013 00:00	23:00	06 Jan 2013 00:00	3:11	Pembersihan plugging batubara	165	6,45
53	PLTU Rembang #1	06 Jan 2013 00:00	9:00	06 Jan 2013 00:00	14:10	Pembersihan plugging batubara	135	6,67
54	PLTU Rembang #1	24 Jan 2013 00:00	15:08	24 Jan 2013 00:00	18:55	Pembersihan plugging batubara	165	4,18
55	PLTU Rembang #1	29 Mei 2013 00:00	7:30	29 Mei 2013 00:00	13:45	Pembersihan plugging batubara, Plugging batubara menuju boiler shg pasokan tersendat	158	3,78
56	PLTU Rembang #1	29 Mei 2013 00:00	18:45	30 Mei 2013 00:00	0:00	Menjadi tanggung jawab EPC Kontraktor karena masih terkait dengan Project Warranty - OMC, Tes BFPT & Problem Load Shell Mill D & E	221	6,25
57	PLTU Rembang #1	01 Jun 2013 00:00	0:00	11 Jun 2013 00:00	10:20	Menjadi tanggung jawab EPC Kontraktor karena masih terkait dengan Project Warranty - OMC, Tes BFPT & Problem Load Shell Mill D & E	225	5,25
58	PLTU Rembang #1	11 Jun 2013 00:00	15:30	12 Jun 2013 00:00	10:30	Tes BFPT & Problem Load Shell Mill D & E	225	250,33
59	PLTU Rembang #1	16 Jun 2013 00:00	19:02	16 Jun 2013 00:00	20:24	Tes BFPT & Problem Load Shell Mill D & E	225	19,00
60	PLTU Rembang #1	22 Jun 2013 00:00	6:30	22 Jun 2013 00:00	17:30	Plugging Batubara	165	1,37
61	PLTU Rembang #1	28 Jun 2013 00:00	0:00	28 Jun 2013 00:00	8:30	Perbk Mill D & cleaning debris CWP	130	11,00
62	PLTU Rembang #1	28 Jun 2013 00:00	8:30	28 Jun 2013 00:00	9:15	Perbaikan Mill C & D	184	8,50
63	PLTU Rembang #1	28 Jun 2013 00:00	9:15	28 Jun 2013 00:00	9:15	Perbaikan Mill C & D	184	0,75
64	PLTU Rembang #1	28 Jun 2013 00:00	9:15	01 Jul 2013 00:00	0:00	Perbaikan Mill C & D	184	62,75
65	PLTU Rembang #2	05 Jan 2013 00:00	16:20	05 Jan 2013 00:00	23:00	Pembersihan plugging batubara	135	6,67
66	PLTU Rembang #2	05 Jan 2013 00:00	23:00	06 Jan 2013 00:00	3:11	Pembersihan plugging batubara, plugging batubara	160	4,18
67	PLTU Rembang #2	26 Jan 2013 00:00	13:35	26 Jan 2013 00:00	19:30	Dilakukan Inspection Mill A, Gangguan Mill A	151	5,92
68	PLTU Rembang #2	30 Jan 2013 00:00	7:45	30 Jan 2013 00:00	13:24	Pembersihan plugging batubara, Plugging Batubara	156	5,65
69	PLTU Rembang #2	04 Feb 2013 00:00	9:39	04 Feb 2013 00:00	17:05	Perbaikan, Plugging RB di Mill A	252	7,43
70	PLTU Rembang #2	04 Feb 2013 00:00	17:05	04 Feb 2013 00:00	17:05	Perbaikan, Problem mill A block	185	0,02
71	PLTU Rembang #2	04 Feb 2013 00:00	17:05	04 Feb 2013 00:00	23:15	Perbaikan, Problem mill A block	185	6,15
72	PLTU Rembang #2	19 Mar 2013 00:00	11:30	19 Mar 2013 00:00	14:10	Plugging batubara di Mill D & E	250	2,67
73	PLTU Rembang #2	19 Mar 2013 00:00	21:00	20 Mar 2013 00:00	5:30	Plugging batubara di Mill D & E	250	8,50

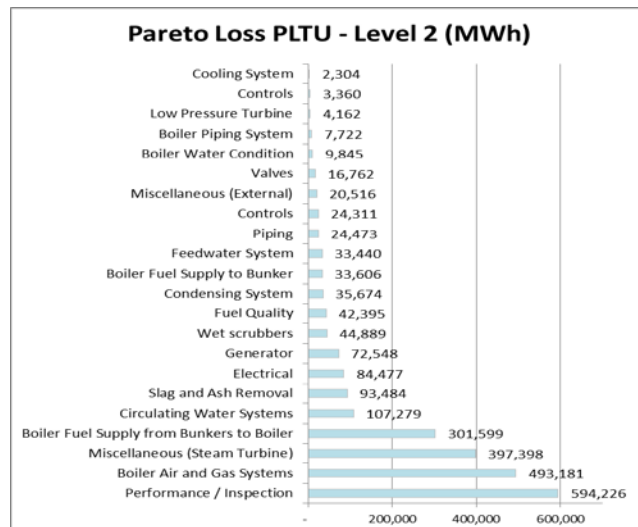
N	Unit	Tanggal_Mulai	Jam_Mulai	Tanggal_Selesai	Jam_Selesai	Permasalahan	Max	Durasi_Jam
73	PLTU Rembang #2	20 Mar 2013 00:00	5:30	20 Mar 2013 00:00	10:15	Plugging batubara di Mill D & E	250	4,75
74	PLTU Rembang #2	20 Mar 2013 00:00	10:15	20 Mar 2013 00:00	14:10	Plugging batubara di Mill D & E	250	3,92
75	PLTU Rembang #2	27 Mar 2013 00:00	7:50	27 Mar 2013 00:00	8:30	Plugging di coal feeder D karena batubara basah dari external pembangkit - OMC	250	0,67
76	PLTU Rembang #2	31 Mar 2013 00:00	11:00	01 Apr 2013 00:00	0:00	Plugging di coal feeder mill B & E	154	13,00
77	PLTU Rembang #2	01 Apr 2013 00:00	0:00	01 Apr 2013 00:00	17:18	Plugging di coal feeder mill B & E	180	17,30
78	PLTU Rembang #2	11 Apr 2013 00:00	20:45	11 Apr 2013 00:00	22:45	Plugging batubara pd tripper	196	2,00
79	PLTU Rembang #2	11 Apr 2013 00:00	22:45	12 Apr 2013 00:00	2:00	Plugging batubara pd tripper	143	3,25
80	PLTU Rembang #2	16 Apr 2013 00:00	5:16	16 Apr 2013 00:00	9:45	Plugging Batubara	160	4,48
81	PLTU Rembang #2	20 Apr 2013 00:00	16:51	20 Apr 2013 00:00	19:15	Plugging Batubara pada Mill D & E	160	2,40
82	PLTU Rembang #2	28 Apr 2013 00:00	9:41	28 Apr 2013 00:00	12:30	Regreasing Mill C, Mill 2C Trip	160	2,82
83	PLTU Rembang #2	30 Apr 2013 00:00	16:55	30 Apr 2013 00:00	19:20	Regreasing Mill E, Problem Mill 2E	200	2,42
84	PLTU Rembang #2	02 Mei 2013 00:00	10:35	02 Mei 2013 00:00	13:20	Pembersihan plugging batubara, Plugging Batubara Mill D	191	2,75
85	PLTU Rembang #2	06 Mei 2013 00:00	12:30	06 Mei 2013 00:00	14:30	Pembersihan plugging batubara, BB basah, Plugging pada Mill C	194	2,00
86	PLTU Rembang #2	16 Mei 2013 00:00	15:00	16 Mei 2013 00:00	16:28	Pengaturan beban, Pembersihan plugging batubara	214	1,47
87	PLTU Rembang #2	31 Mei 2013 00:00	19:15	31 Mei 2013 00:00	22:00	Pembersihan plugging batubara, Plugging batubara	160	2,75
88	PLTU Rembang #2	02 Jun 2013 00:00	18:00	02 Jun 2013 00:00	19:30	Plugging batubara	160	1,50
89	PLTU Rembang #2	16 Jun 2013 00:00	9:32	16 Jun 2013 00:00	15:20	Mill 2A trip	148	5,80
90	PLTU Rembang #2	19 Jun 2013 00:00	7:34	19 Jun 2013 00:00	18:30	Gangguan Mill B.	146	10,93
91	PLTU Rembang #2	26 Jun 2013 00:00	12:25	26 Jun 2013 00:00	13:00	Gangguan Mill B.	146	0,58
92	PLTU Rembang #2	27 Jun 2013 00:00	21:30	28 Jun 2013 00:00	0:00	Gangguan Mill B.	146	2,50
93	PLTU Rembang #2	28 Jun 2013 00:00	0:00	28 Jun 2013 00:00	13:30	Gangguan Mill B.	146	13,50
94	PLTU Rembang #1	02 Des 2013 17:56		02 Des 2013 18:15		Change over dari Mill B ke Mill A	240	0,32
95	PLTU Rembang #2	03 Nov 2013 17:17		03 Nov 2013 21:00		Gangguan pada Mill 10 C	240	3,72
96	PLTU Rembang #1	01 Jan 2014 16:00	16:00	01 Jan 2014 16:30	16:30	Mill A Trip	166	1,00
97	PLTU Rembang #2	09 Mar 2014 20:25	20:25	09 Mar 2014 20:50	20:50	Problem Mill 2B, ada material asing di coal feeder	220	0,83
98	PLTU Rembang #2	22 Mar 2014 00:50	0:50	22 Mar 2014 05:00	5:00	Solenoid & Limit switch Mill 1C bermasalah	220	8,33
99	PLTU Rembang #1	14 Mei 2014 00:00	20:25	15 Mei 2014 00:00	10:40	Mill B Motor Overheating	200	14,25
100	PLTU Rembang #1	02 Jun 2014 00:00	19:00	03 Jun 2014 00:00	20:15	Flexible Join Mill D Rusak	200	25,25
101	PLTU Rembang #1	03 Jun 2014 00:00	20:30	04 Jun 2014 00:00	11:50	Flexible Join Mill D Rusak	215	15,33
102	PLTU Rembang #1	04 Jun 2014 00:00	12:20	06 Jun 2014 00:00	0:00	Flexible Join Mill D Rusak	215	35,67
103	PLTU Rembang #1	06 Jun 2014 00:00	0:00	08 Jun 2014 00:00	18:00	Perbaikan Flexible Join Mill D	215	66,00
104	PLTU Rembang #1	08 Jun 2014 00:00	18:00	10 Jun 2014 00:00	15:50	Perbaikan Flexible Join Mill D	260	45,83
105	PLTU Rembang #1	06 Jul 2014 00:00	19:35	06 Jul 2014 00:00	20:24	Flexible Join Mill D Rusak	220	0,82
106	PLTU Rembang #1	22 Jul 2014 00:00	2:42	22 Jul 2014 00:00	3:51	Perbaikan Flexible Join Mill D	200	1,15
107	PLTU Rembang #1	23 Jul 2014 00:00	8:45	23 Jul 2014 00:00	9:49	Plugging Mill B	200	1,07
108	PLTU Rembang #2	05 Jul 2014 00:00	19:30	05 Jul 2014 00:00	20:30	Plugging batubara	203	1,00
109	PLTU Rembang #2	05 Jul 2014 00:00	21:31	05 Jul 2014 00:00	22:40	Plugging batubara	225	1,15
110	PLTU Rembang #1	07 Agu 2014 00:00	18:08	07 Agu 2014 00:00	19:00	Plugging Mill E	180	0,87
111	PLTU Rembang #1	26 Agu 2014 00:00	6:30	26 Agu 2014 00:00	7:07	Plugging Mill B	200	0,62
112	PLTU Rembang #2	01 Agu 2014 00:00	20:30	01 Agu 2014 00:00	21:39	Plugging Mill B	230	1,15
113	PLTU Rembang #2	10 Agu 2014 00:00	9:15	10 Agu 2014 00:00	12:25	Plugging Mill E	200	3,17
114	PLTU Rembang #1	05 Okt 2014 00:00	10:58	05 Okt 2014 00:00	21:00	Self Combustion corner A4	175	10,03
115	PLTU Rembang #1	09 Okt 2014 00:00	9:52	09 Okt 2014 00:00	10:57	Mill Block E	200	1,08
116	PLTU Rembang #1	09 Okt 2014 00:00	15:20	09 Okt 2014 00:00	16:00	Mill Block B	225	0,67
117	PLTU Rembang #1	09 Okt 2014 00:00	16:00	09 Okt 2014 00:00	16:30	Mill Block E	225	0,50
118	PLTU Rembang #1	09 Okt 2014 00:00	16:30	09 Okt 2014 00:00	20:26	Mill Block B	225	3,93
119	PLTU Rembang #1	10 Okt 2014 00:00	4:55	10 Okt 2014 00:00	5:55	Mill Block D	210	1,00
120	PLTU Rembang #1	11 Okt 2014 00:00	8:49	11 Okt 2014 00:00	11:05	Mill Block B	200	2,27
121	PLTU Rembang #1	29 Okt 2014 00:00	16:57	29 Okt 2014 00:00	17:43	Mill Block A	250	0,77
122	PLTU Rembang #1	30 Okt 2014 00:00	0:02	30 Okt 2014 00:00	1:12	Mill Block B	240	1,17
123	PLTU Rembang #2	10 Okt 2014 00:00	10:30	10 Okt 2014 00:00	11:00	Mill Block D	220	0,50
124	PLTU Rembang #1	24 Nov 2014 00:00	10:30	24 Nov 2014 00:00	11:30	Mill Block 20A	269	1,00
125	PLTU Rembang #2	10 Nov 2014 00:00	13:48	10 Nov 2014 00:00	14:49	Mill Block 10 A	250	1,02
126	PLTU Rembang #2	14 Des 2014 00:00	7:20	14 Des 2014 00:00	14:49	Plugging Batubara	208	7,48
127	PLTU Rembang #2	21 Des 2014 00:00	9:30	21 Des 2014 00:00	10:43	Rantai Scraper Coal feeder lepas	249	1,22
128	PLTU Rembang #2	21 Des 2014 00:00	15:20	21 Des 2014 00:00	22:54	Plugging Batubara	245	7,57
129	PLTU Rembang #2	26 Des 2014 00:00	8:15	26 Des 2014 00:00	8:57	Plugging Inlet Fedder	230	0,70
130	PLTU Rembang #2	29 Des 2014 00:00	10:07	29 Des 2014 00:00	10:59	Plugging Inlet Fedder	230	0,87
131	PLTU Rembang #1	08 Jan 2015 00:00	3:45	08 Jan 2015 00:00	4:25	Plugging Batubara	250	0,67
132	PLTU Rembang #2	01 Jan 2015 00:00	21:30	01 Jan 2015 00:00	22:07	Plugging Batubara di mill A	230	0,62
133	PLTU Rembang #2	02 Jan 2015 00:00	1:03	02 Jan 2015 00:00	1:27	Plugging Batubara di mill A (OMC - kurang dari 30 menit)	122	0,40
134	PLTU Rembang #2	13 Jan 2015 00:00	1:45	13 Jan 2015 00:00	3:12	Plugging Batubara	196	1,45
135	PLTU Rembang #2	18 Jan 2015 00:00	1:15	18 Jan 2015 00:00	1:34	Plugging Batubara di Mill E (OMC - kurang dari 30 menit)	211	0,32
136	PLTU Rembang #2	26 Jan 2015 00:00	5:50	26 Jan 2015 00:00	7:28	Plugging Batubara di mill A	200	1,63
137	PLTU Rembang #2	31 Jan 2015 00:00	18:39	31 Jan 2015 00:00	19:36	Plugging Batubara di Mill A	210	0,95
138	PLTU Rembang #2	11 Jan 2015 00:00	18:28	12 Jan 2015 00:00	1:01	Drum Level HH (Change Over Mill terjadi plugging mill)	-	6,55
139	PLTU Rembang #1	17 Feb 2015 14:40		17 Feb 2015 15:07		FD1, Problem pada mill C (akan dilakukan change mill E)	230	0,45
140	PLTU Rembang #1	23 Feb 2015 20:45		23 Feb 2015 21:12		gangguan mill C	220	0,45
141	PLTU Rembang #1	07 Mar 2015 13:10		07 Mar 2015 13:47		FD1, Plugging pada Mill B	250	0,62
142	PLTU Rembang #1	31 Mar 2015 17:15		31 Mar 2015 17:51		Coal Feeder A plugging	225	0,60
143	PLTU Rembang #2	17 Mar 2015 05:15		17 Mar 2015 05:49		Plugging Batubara	215	0,57
144	PLTU Rembang #2	18 Mar 2015 17:00		18 Mar 2015 17:30		Plugging Batubara	250	0,50
145	PLTU Rembang #2	29 Mar 2015 22:15		29 Mar 2015 22:35		Plugging Mill A.	250	0,33
146	PLTU Rembang #2	04 Mei 2015 08:28		04 Mei 2015 19:00		Mill 10 B pyrite terbakar	200	10,53

N°	Unit	Tanggal_Mulai	Jam_Mulai	Tanggal_Selesai	Jam_Selesai	Permasalahan	Max	Durasi_Jam
147	PLTU Rembang #1	17 Jun 2015 02:50		17 Jun 2015 03:19		Plugging Batubara pada Mill 2C	205	0.50
148	PLTU Rembang #2	13 Jun 2015 08:45		13 Jun 2015 08:58		Plugging Mill C	245	0.22
149	PLTU Rembang #2	09 Jul 2015 13:32		09 Jul 2015 13:54		Mill A Trip	205	0.37
150	PLTU Rembang #1	07 Agu 2015 00:17		07 Agu 2015 03:12		FD1. Kebocoran Mill	230	2.92
151	PLTU Rembang #1	15 Agu 2015 22:04		16 Agu 2015 00:00		Problem pada Mill C	225	1.93
152	PLTU Rembang #1	24 Agu 2015 17:50		25 Agu 2015 01:33		Problem pada Mill B	220	7.72
153	PLTU Rembang #2	08 Okt 2015 11:10		08 Okt 2015 11:48		sehubungan gangguan di mill C Unit 2 PLTU RBANG	225	0.63
154	PLTU Rembang #2	10 Nov 2015 13:17		10 Nov 2015 14:21		mil alfa trip (temperatur outlet high)	210	1.07
155	PLTU Rembang #2	29 Nov 2015 18:30		29 Nov 2015 18:40		MILL E Trip	230	0.17
156	PLTU Rembang #1	04 Des 2015 21:10		04 Des 2015 22:15		Plugging di feeder mill	135	1.08
157	PLTU Rembang #2	13 Des 2015 11:02		13 Des 2015 17:26		Problem Mill B	217	6.40
158	PLTU Rembang #2	10 Feb 2016 00:00	4:00	10 Feb 2016 00:00	4:40	Mill Trip	210	0.67
159	PLTU Rembang #2	17 Feb 2016 00:00	3:30	17 Feb 2016 00:00	4:30	Coal Feeder B Trip	215	1.00
160	PLTU Rembang #2	05 Mar 2016 00:00	11:05	05 Mar 2016 00:00	12:08	Plugging Mill	215	1.05
161	PLTU Rembang #2	09 Mar 2016 00:00	12:35	09 Mar 2016 00:00	13:14	Plugging Mill	205	0.65
162	PLTU Rembang #2	12 Mar 2016 00:00	18:01	12 Mar 2016 00:00	19:00	Plugging Mill	215	0.98
163	PLTU Rembang #2	22 Mar 2016 00:00	4:49	22 Mar 2016 00:00	5:34	Plugging Mill	220	0.75
164	PLTU Rembang #1	19 Mar 2016 00:00	21:08	19 Mar 2016 00:00	21:49	Kabel komunikasi Mill terbakar	215	0.68
165	PLTU Rembang #1	19 Mar 2016 00:00	21:50	20 Mar 2016 00:00	9:30	Kabel komunikasi Mill terbakar	238	11.67
166	PLTU Rembang #1	20 Mar 2016 00:00	9:30	20 Mar 2016 00:00	19:39	Kabel komunikasi Mill terbakar	245	10.15
167	PLTU Rembang #2	04 Apr 2016 00:00	12:38	04 Apr 2016 00:00	13:43	Plugging Mill	220	1.08
168	PLTU Rembang #2	07 Apr 2016 00:00	4:40	07 Apr 2016 00:00	5:45	Plugging Mill	217	1.08
169	PLTU Rembang #2	07 Apr 2016 00:00	10:09	07 Apr 2016 00:00	11:56	Plugging Mill	222	1.78
170	PLTU Rembang #2	29 Apr 2016 00:00	4:40	29 Apr 2016 00:00	5:10	Plugging Mill	212	0.50
171	PLTU Rembang #2	30 Apr 2016 00:00	0:30	30 Apr 2016 00:00	1:38	Mill Belum siap untuk start	200	1.13
172	PLTU Rembang #2	30 Apr 2016 00:00	1:38	30 Apr 2016 00:00	2:19	Mill Belum siap untuk start	250	0.68
173	PLTU Rembang #1	05 Apr 2016 00:00	6:30	05 Apr 2016 00:00	7:08	Plugging Mill	205	0.63
174	PLTU Rembang #1	21 Apr 2016 00:00	17:36	21 Apr 2016 00:00	20:07	Plugging Mill	230	2.52
175	PLTU Rembang #1	27 Apr 2016 00:00	21:44	28 Apr 2016 00:00	1:00	ducting mill A crack	200	3.27
176	PLTU Rembang #1	28 Apr 2016 00:00	8:30	28 Apr 2016 00:00	13:09	Ducting membara	210	4.65
177	PLTU Rembang #2	13 Jul 2016 00:00	16:55	13 Jul 2016 00:00	17:43	Plugging Mill	200	0.80
178	PLTU Rembang #2	16 Jul 2016 00:00	15:26	16 Jul 2016 00:00	15:56	Plugging Mill	214	0.50
179	PLTU Rembang #2	17 Jul 2016 00:00	10:10	17 Jul 2016 00:00	10:48	kabel komunikasi Mill terbakar	220	0.63
180	PLTU Rembang #2	29 Jul 2016 00:00	14:00	29 Jul 2016 00:00	15:05	Plugging Mill	270	1.08
181	PLTU Rembang #2	05 Agu 2016 00:00	9:50	05 Agu 2016 00:00	10:53	Plugging Mill	220	1.05
182	PLTU Rembang #2	06 Agu 2016 00:00	20:53	07 Agu 2016 00:00	2:34	Plugging Mill	200	5.68
183	PLTU Rembang #2	10 Agu 2016 00:00	15:03	10 Agu 2016 00:00	17:03	Plugging Mill	225	2.00
184	PLTU Rembang #2	12 Agu 2016 00:00	17:42	12 Agu 2016 00:00	18:51	Plugging Mill	230	1.15
185	PLTU Rembang #2	29 Agu 2016 00:00	16:30	29 Agu 2016 00:00	17:29	Plugging Mill	240	0.98
186	PLTU Rembang #1	10 Okt 2016 00:00	8:15	10 Okt 2016 00:00	10:50	Plugging Mill	200	2.58
187	PLTU Rembang #1	19 Okt 2016 00:00	5:15	19 Okt 2016 00:00	6:00	Plugging Mill	220	0.75
188	PLTU Rembang #2	03 Okt 2016 00:00	13:25	03 Okt 2016 00:00	14:01	Plugging Mill	210	0.60
189	PLTU Rembang #2	03 Okt 2016 00:00	15:43	03 Okt 2016 00:00	16:55	Vibrasi Mill Tinggi	233	1.20
190	PLTU Rembang #2	11 Okt 2016 00:00	9:26	11 Okt 2016 00:00	12:45	Leak Corner Pipe	120	3.32
191	PLTU Rembang #2	11 Okt 2016 00:00	17:35	11 Okt 2016 00:00	18:59	Plugging Mill	250	1.40
192	PLTU Rembang #2	30 Okt 2016 00:00	14:46	30 Okt 2016 00:00	15:36	Plugging Mill	160	0.83
193	PLTU Rembang #1	08 Nov 2016 00:00	18:18	09 Nov 2016 00:00	0:33	Pugging Mill 10B (Flexible Joint mill 10B explotion pecah)	210	6.25
194	PLTU Rembang #1	17 Nov 2016 00:00	20:22	17 Nov 2016 00:00	21:00	Plugging Mill B	200	0.63
195	PLTU Rembang #1	21 Nov 2016 00:00	20:15	21 Nov 2016 00:00	20:48	Plugging Mill E	230	0.55
196	PLTU Rembang #1	26 Nov 2016 00:00	13:05	26 Nov 2016 00:00	13:35	Plugging Mill B	200	0.50
197	PLTU Rembang #2	07 Nov 2016 00:00	4:26	07 Nov 2016 00:00	5:06	Mill B Trip	130	0.67
198	PLTU Rembang #2	09 Nov 2016 00:00	12:36	09 Nov 2016 00:00	14:20	Plugging mill B (Inlet Coal Feeder tersumbat material asing(Batu))	215	1.73
199	PLTU Rembang #2	09 Nov 2016 00:00	19:21	09 Nov 2016 00:00	20:14	Plugging mill 20A	214	0.88
200	PLTU Rembang #2	15 Nov 2016 00:00	10:35	15 Nov 2016 00:00	14:50	Mill 1E Trip	240	4.25
201	PLTU Rembang #2	15 Nov 2016 00:00	20:29	16 Nov 2016 00:00	7:29	Mill 2E block	200	11.00
202	PLTU Rembang #2	23 Nov 2016 00:00	15:03	23 Nov 2016 00:00	15:48	Plugging Mill 20E	240	0.75
203	PLTU Rembang #1	09 Des 2016 00:00	13:35	09 Des 2016 00:00	14:20	Plugging Mill	210	0.75
204	PLTU Rembang #1	09 Des 2016 00:00	16:59	09 Des 2016 00:00	18:10	Plugging Mill	226	1.18
205	PLTU Rembang #1	15 Des 2016 00:00	11:23	15 Des 2016 00:00	12:14	Plugging Mill	220	0.85
206	PLTU Rembang #2	07 Des 2016 00:00	19:30	07 Des 2016 00:00	20:00	Plugging Mill	220	0.50
207	PLTU Rembang #2	26 Des 2016 00:00	16:15	26 Des 2016 00:00	17:05	Plugging Mill	210	0.83
208	PLTU Rembang #2	19 Jan 2017 00:00	18:46	19 Jan 2017 00:00	19:20	Plugging Mill	200	0.57
209	PLTU Rembang #2	31 Jan 2017 00:00	23:55	31 Jan 2017 00:00	24:00	Plugging Mill	215	0.08
210	PLTU Rembang #2	01 Feb 2017 00:00	0:00	01 Feb 2017 00:00	1:03	DP Mill High	215	1.05
211	PLTU Rembang #2	01 Feb 2017 00:00	6:47	01 Feb 2017 00:00	10:46	Outlet Valve Closed Mill	218	3.98
212	PLTU Rembang #1	08 Mei 2017 00:00	10:51	08 Mei 2017 00:00	11:24	Plugging Mill	190	0.55
213	PLTU Rembang #2	24 Sep 2017 00:00	14:30	25 Sep 2017 00:00	17:06	Mill B Stop tidak ada transfer batubara	205	26.60

Lampiran 1 Gangguan Pulverizer di PLTU Rembang (aplikasi Rapsodii



Lampiran 2 Pareto Loss PLTU Level 1



Lampiran 3 Pareto Loss PLTU Level 2



**PT PLN (Persero)
UNIT PEMBANGKITAN JAWA BALI**

Jalan Mangkubumi No. 16 Yogyakarta 55232 Telp. (0274) 582912 - 582922 Fax. (0274) 582971

Nomor : 0314 /DAN.02.01/UPJB/2015
Sifat : Segera
Lampiran : -
Perihal : Surat Pesanan Barang

Yogyakarta, 7 September 2015

Kepada:
PT Hansa Pratama
Ds. Bakung Temenggungan, Balongbendo,
Sidoarjo, Jawa Timur 61263
Telp. (031) 8971116, Fax. (031) 8971109

Up. Direktur

Menunjuk Kontrak Kesepakatan Harga Satuan No.0146.PJ/041/UPJB/2015 tanggal 1 Juni 2015 tentang Pengadaan Reverse Engineering Grinding Roller dan Grinding Table dan Permintaan di Maximo Nomor PR4505 tentang Grinding Table ME Mill #20 PLTU Rembang, maka dengan ini disampaikan :

1. Mohon dapat dikirimkan kepada kami material sebagai berikut :

No.	Unit	Jenis	Sat	Vol	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
1	PLTU Rembang	Grinding Table	Set	1	85,000,000	85,000,000
					Total	85,000,000
					PPN 10%	8,500,000
					Total + PPN	93,500,000
					Jaminan Pelaksanaan 4% (Min)	3,740,000

- Lokasi Penyerahan adalah di gudang PLTU Rembang.
- Nilai Jaminan Pelaksanaan minimal 4% dari Nilai Surat Pesanan Barang atau sekurang-kurangnya sebesar Rp 3.740.000,- (Tiga Juta Tujuh Ratus Empat Puluh Ribu Rupiah) yang berlaku minimal 150 (Seratus Lima Puluh) hari kalender dan diserahkan paling lambat 10 (Sepuluh) hari kalender setelah tanggal Surat Pesanan Barang ini.
- Waktu penyerahan barang paling lambat 120 (Seratus Dua Puluh) hari kalender setelah Surat Pesanan Barang (SPB) diterbitkan.

Sebagai bukti persetujuan Saudara harap Surat Pesanan Barang ini dikembalikan bersamaan dengan Jaminan Pelaksanaan sesuai butir 3 di atas.

Demikian kami sampaikan dan atas perhatiannya diucapkan terima kasih.

Setuju Melaksanakan,
PT HANSA PRATAMA



LEE KWANG BOK

PT PLN (PERSERO) UPJB
GENERAL MANAGER

[Handwritten Signature]

RULY FIRMANSYAH

Lampiran 5 Kontrak PT Hansa Pratama (RE Grinding Table di PLTU Rembang)

**PLN (Persero)
PT PEMBANGKITAN JAWA BALI**

m No. 16 Yogyakarta 55232 Telp. (0274) 582912 - 582922 Fax. (0274) 582971

: 0313 /DAN.02.01/UPJB/2015
: Segera
: -
: Surat Pesanan Barang

Yogyakarta, 7 September 2015

Kepada:
PT Kajian Logam Persada
Jl. Pahlawan Revolusi No. 22E- Pondok Bambu,
Jakarta Timur 13430
Telp. (021) 8613350, Fax. (031) 8613349

Up. Direktur

Menunjuk Kontrak Kesepakatan Harga Satuan No.0145.PJ/041/UPJB/2015 tanggal 1 Juni 2015 tentang Pengadaan Reverse Engineering Grinding Roller dan Grinding Table dan Nota Dinas No. 00079/DAN.02.01/MBP/2015 tanggal 03 September 2015 tentang Permohonan Penerbitan SPB Pengadaan Grinding Roll For Mill UBJOM PLTU Rembang (PR3912), maka dengan ini disampaikan :

1. Mohon dapat dikirimkan kepada kami material sebagai berikut :

No.	Unit	Jenis	Sat	Vol	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
1	PLTU Rembang	Grinding Roller	Pcs	6	108,170,000	649,020,000
					Total	649,020,000
					PPN 10%	64,902,000
					Total + PPN	713,922,000
					Jaminan Pelaksanaan 4% (Min)	28,556,880

2. Lokasi Penyerahan adalah di gudang PLTU Rembang.
3. Nilai Jaminan Pelaksanaan minimal 4% dari Nilai Surat Pesanan Barang atau sekurang-kurangnya sebesar Rp 28.556.880,- (Dua Puluh Delapan Juta Lima Ratus Lima Puluh Enam Ribu Delapan Ratus Delapan Puluh Rupiah) yang berlaku minimal 150 (Seratus Lima Puluh) hari kalender dan diserahkan paling lambat 10 (Sepuluh) hari kalender setelah tanggal Surat Pesanan Barang ini.
4. Waktu penyerahan barang paling lambat 120 (Seratus Dua Puluh) hari kalender setelah Surat Pesanan Barang (SPB) diterbitkan.
Sebagai bukti persetujuan Saudara harap Surat Pesanan Barang ini dikembalikan bersamaan dengan Jaminan Pelaksanaan sesuai butir 3 di atas.

Demikian kami sampaikan dan atas perhatiannya diucapkan terima kasih.

Setuju Melaksanakan,
PT KAJIAN LOGAM PERSADA



LOGAM PERSADA
KONTRAKTOR

PIDEN TITUS PURBA



RULY FIRMANSYAH

Lampiran 6 Kontak PT Kaloper (RE Grinding Roll PLTU Rembang)

No. DO : 003/DO/LABUAN/UPJB/2014
Tanggal : 12 Mei 2014

**DAFTAR CRITICAL PART
PLTU LABUAN**

NO	PERALATAN	KOMPONEN	SPEKIFIKASI	DRAWING NO. / PART NUMBER	JUMLAH	SATUAN	TIBA BARANG DI SITE	HARGA SATUAN FCA	HARGA SATUAN PEROLEHAN	HARGA TOTAL	HARGA TOTAL (Rp)
Vendor : SHANGHAI ELECTRIC HYDRAULIC & PNEUMATIC CO.,LTD / SHANGHAI ELECTRIC COMPANY											
1	MSM	LUBE OIL COOLER		OW1510 SPECIAL	1	SET	22 Januari 2015	USD 7.258,07	USD 9.435,49	USD 9.435,49	Rp 109.649.840,91
Vendor : SHANGHAI HEAVY MACHINERY PLANT CO.,LTD / SHANGHAI ELECTRIC COMPANY											
2	MSM	INNER CONE AND CERAMIC LINER ASSY	FOR MSM TYPE HP 963	K3740.14.0(B)	1	SET	22 Januari 2015	USD 16.088,71	USD 20.915,32	USD 20.915,32	Rp 243.056.568,58
3	MSM	JOURNAL OPENING COVER AND SPRING ASSY	FOR MSM TYPE HP 963	K3740.3.0	3	SET	22 Januari 2015	USD 41.709,68	USD 54.222,58	USD 162.667,75	Rp 1.890.381.945,99
4	MSM	SKIRT ASSY	FOR MSM TYPE HP 963	K3740.7.0	3	SET	22 Januari 2015	USD 7.258,07	USD 9.435,49	USD 28.306,47	Rp 328.549.522,73
5	MSM	BOWL AND VANE WHEEL ASSY	FOR MSM TYPE HP 963	K3740.6.0	7	SET	22 Januari 2015	USD 140.738,70	USD 182.980,31	USD 1.280.722,17	Rp 14.883.272.337,57
6	MSM	SCRAPER ASSEMBLY(LONG)	FOR MSM TYPE HP 963	K3740.18.0	20	SET	22 Januari 2015	USD 604,84	USD 786,29	USD 15.725,84	Rp 182.749.986,64
7	MSM	SCRAPER ASSEMBLY(SHORT)	FOR MSM TYPE HP 963	K3740.9.0	20	SET	22 Januari 2015	USD 435,49	USD 566,12	USD 11.322,48	Rp 131.578.540,08
8	MSM	INSULATION COVER SEGMENT	FOR MSM TYPE HP 963	K3740.10.2	7	SET	22 Januari 2015	USD 11.419,35	USD 14.845,16	USD 103.916,09	Rp 1.207.608.823,79
9	MSM	CLEARANCE AIR SEAL ASSY	FOR MSM TYPE HP 963	K3740.6.1.0	10	SET	22 Januari 2015	USD 6.895,16	USD 8.963,71	USD 89.637,08	Rp 1.041.672.506,68
10	MSM	DISCHARGE VALVE AIR HEATER AND PIPING ASSY	FOR MSM TYPE HP 963	K3740.11.0	10	SET	22 Januari 2015	USD 1.209,68	USD 1.572,58	USD 15.725,84	Rp 182.749.986,64
11	MSM	BULL RING ASSEMBLY	FOR MSM TYPE HP 963	K3740.6.1.0	4	SET	22 Januari 2015	USD 9.582,26	USD 12.391,94	USD 49.567,75	Rp 576.026.845,99
TOTAL HARGA CRITICAL PARTU LABUAN										Rp	20.777.677.305,41
ROK (9.2N)										Rp	1.913.546.312,12
TOTAL HARGA + ROK + PPN										Rp	24.958.146.000,00

Keterangan :
Kurs Rp 1 USD = Rp 11.621,- (per 09 Mei 2014)

PT PEMBANGKITAN JAWA BALI

BAMBANG ANGGONO
Senior Manager Stockiest Pembangkit

PT PLN (PERSERO)
UNIT PEMBANGKITAN JAWA BALI

Rochmatullah
ROCHMATULLAH
Manajer Bidang Produksi

Lampiran 7 DO Stockiest (Grinding Tabel PLTU Labuan)

Lampiran DO
No. DO : 006/DO/LABUAN/UP/B/2014
Tanggal : 28 Agustus 2014

DAFTAR CRITICAL PART
PLTU LABUAN

NO	PERALATAN	KOMPONEN	SPEKIFIKASI	PART NUMBER / TYPE & WIRING DIAGRAM	JUMLAH	SATUAN	TIBA BARANG DI SITE	HARGA SATUAN FOB	HARGA SATUAN PEROLEHAN	HARGA TOTAL	HARGA TOTAL (Rp)
VENDOR : BEIJING GUODIAN FUTONG SCIENCE AND TECHNOLOGY DEVELOPMENT CO.,LTD.											
1		CRUSHER	Type:GD5900C Max. Feeding < 200mm Output size < 30mm Roller Speed 16 rpm Including: grinder, motor, motor and hydraulic coupling and all these parts are all same as the installed ones	N/A	2	SET	13 Desember 2014	USD 38.900,00	USD 50.570,00	USD 101.140,00	Rp 1.188.496.140,00
TOTAL HARGA CRITICAL PART											Rp 1.188.496.140,00
ROK (5,2%)											Rp 59.941.644,08
TOTAL HARGA + ROK + PPN											Rp 1.427.622.000,00

Gecekan :
Kurs Juli 1 USD = 13.793,20 (per 27 Agustus 2014)



Lampiran 8 DO Stockiest (Grinding Roll PLTU Labuan)

Nomor : 0032 /LSO/PUSKARLAS/2013
Surat Sdr. No : -
Lampiran : 1 (satu) berkas
Perihal : Penyempulan Proposal Teknik Pembuatan Komponen PLTU dan PLTGU

9 Januari 2013

Kepada :
PT PLN (PERSERO) UNIT
PEMBANGKITAN JAWA BALI
 Jl. Mangkubumi No 16
 YOGYAKARTA 55232

u.p. Yth. GENERAL MANAGER

Menunjuk pada kesepakatan rapat koordinasi reverse engineering tanggal 31 Oktober 2012 dan tanggal 13 Desember 2012, bersama ini disampaikan informasi teknik beberapa produk reverse engineering yang telah diselesaikan dengan rincian sebagai berikut :

No	Nama Komponen Peralatan	Jenis Pekerjaan	Vol.	Nilai (Rp).	Jadwal
I	PLTU Labuan				
I.1	Grinding Table	Recasting	46 Bn	115.000.000,00	1 Bulan
I.2	Gear Box Travelling screen	Pembuatan Baru	1 Bn	280.066.994,00	4 Bulan
I.3	Cold Element Air Heater	Pembuatan Baru	2 Set	2.649.528.483,00	2 Bulan
I.4	Hot Element Air Heater Stage 1	Pembuatan Baru	2 Set	1.344.880.034,00	3 Bulan
I.5	Hot Element Air Heater Stage 2	Pembuatan Baru	2 Set	2.228.220.034,00	3 Bulan
I.6	Hot Element Air Heater Stage 3	Pembuatan Baru	2 Set	2.228.220.034,00	3 Bulan
II	PLTU Indramayu				
II.1	Gear Box Coal Feeder	Pembuatan Baru	1 Unit	129.180.975,00	3 Bulan
II.2	Gear Box Travelling screen	Pembuatan Baru	1 Unit	297.395.491,00	4 Bulan
III	PLTU Suralaya Unit 8				
III.1	Cold Element Air Heater	Pembuatan Baru	2 Set	4.051.414.592,00	2 Bulan
III.2	Hot Element Air Heater Stage 1	Pembuatan Baru	2 Set	3.725.812.834,00	3 Bulan
III.3	Hot Element Air Heater Stage 2	Pembuatan Baru	2 Set	3.725.812.834,00	3 Bulan

Dengan catatan :

- Shop drawing dan RAB dari masing-masing komponen yang disebutkan diatas seperti terlampir.
- Durasi jadwal pembuatan elemen AH belum termasuk jadwal pengadaan material elemen.
- Harga pembuatan elemen Air Heater didominasi oleh harga material elemen AH +/- 75 % dari harga total pembuatan elemen Air Heater.
- Hasil pengukuran ketebalan heating element Air Heater sisi dingin PLTU Suralaya Unit 8 setelah beroperasi selama +/- 8000 jam (1 tahun) adalah 0,3 mm, tebal standar baru adalah 1,2 mm [Corrosion Rate/Year dari heating element Air Heater sisi dingin sebesar 0,3 mm]. Kondisi elemen Air Heater sisi panas rata-rata masih baik dengan Corrosion Rate 0,01 mm/year.
- Diusulkan untuk elemen Air Heater untuk kebutuhan tahun 2013 adalah elemen AH sisi dingin.
- Beberapa komponen PLTU Indramayu antara lain : elemen AH, grinding roll dan table, gear box long sost blower, modified & perbaikan debris filter dan butterfly valve Ø 75 inch, penambahan booster pump, penambahan line bypass coal crusher serta pembuatan debris filter PLTGU Cilegon masih dalam proses penyusunan RAB dan segera akan diselesaikan.

Dorongan disampaikan atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.

KEPALA

BUDI SUSANTO

Tembusan :
 1. KODIVKOT Jawa Bali
 2. KODIV MIRO
 3. Manager PT PLN Sektor Pengendalian Pembangkit Labuan, Indramayu, Cilegon

Lampiran 9 Penugasan Rekondisi (Grinding Table PLTU Labuan)

PT PLN (Persero)
UNIT PEMBANGKITAN JAWA BALI

No. Surat : 150/UPJ/2014
Tgl. Surat : 20 Agustus 2014
Lampiran : 1 set
Sifat : Perintah
Perihal : Penugasan Pekerjaan Rekondisi 3 Set (3 buah) Tyre Mill 3 PLTU Lontar

Kepada :
Yth. Kepala
PT PLN (Persero) PUSHARLIS
Jl. Banten No. 10
Bandung

Menurut :

- Keputusan Direksi No : 055/KD/P/2006, tanggal 17 Maret 2006 tentang Optimalisasi Peralatan Unit Jasa Penunjang Dalam Bidang Ketenagalistrikan di Lingkungan PT PLN (Persero);
- Instruksi Direksi Utama No : 0060/820/DIRUT/2007, tanggal 25 Februari 2007 tentang melaksanakan SGA dan SDM semua Unit Bisnis Jasa Penunjang dan Jasa Pemeliharaan;
- Surat Direktur Keuangan No : 020/055/DITKEU/2010, tanggal 21 April 2010 perihal Penugasan Unit Penunjang;
- Surat Direktur Keuangan No : 0130562/DITKEU/2011, tanggal 14 Februari 2011 perihal Penugasan Unit Penunjang;
- Keputusan Direksi No : 067/KD/P/2011, tanggal 25 Februari 2011 tentang Organisasi PT PLN (Persero) Pusat Pemeliharaan Ketenagalistrikan, beserta perubahannya;
- Keputusan Direksi No : 094/KD/P/2011, tanggal 31 Mei 2011 tentang Kebijakan Pengawasan Ruang Part Non Original Equipment Manufacturer (Non-OEM) Mesin Pembangkit di Lingkungan PT PLN (Persero);
- Faksimile PT PLN (Persero) UPJAS SPP 1 No : 198/150/SPP/12014 tanggal 2 Juni 2014 perihal Pemohonan Rekondisi Tyre Mill PLTU Lontar;
- Surat PT PLN (Persero) PUSHARLIS No : 0312/150/PUSHARLIS/2014 tanggal 23 Juli 2014 perihal Rekondisi Tyre Mill PLTU Lontar.

Maka dengan ini kami menugaskan:

PT PLN (Persero) Pusat Pemeliharaan Ketenagalistrikan (PUSHARLIS)

Untuk melaksanakan pekerjaan Rekondisi Tyre Mill sebanyak 3 (sembilan) buah pada PLTU Lontar dengan ketentuan sebagai berikut:

- Penugasan sesuai pekerjaan di atas merupakan penugasan untuk pelaksanaan pekerjaan di PLTU Lontar;
- Linpus pekerjaan rekondisi equipment yang telah disediakan di atas;
- Anggaran dan durasi pelaksanaan pekerjaan tersebut di atas sebagai berikut:

PT PLN (PERSERO)
UNIT PEMBANGKITAN JAWA BALI

Isi : 14
Surat No : 150/UPJ/2014
Tanggal : 20 Agustus 2014

No	Item Pekerjaan	Jumlah	Satuan	Harga Pekerjaan	Durasi (Hari)
1	Rekondisi Tyre Mill PLTU Lontar	3	buah	Rp. 408.808.000 (empat ratus delapan puluh delapan juta delapan ratus delapan puluh ribu)	120

4. Durasi pelaksanaan pekerjaan sebagaimana telah disebutkan dalam tabel di atas adalah dihitung dalam hari kalender.

5. Dimulainya pekerjaan dihitung sejak Surat Penugasan diterbitkan ditambah 14 (empat belas) hari kalender bila diawali oleh PT PLN (Persero) PUSHARLIS yang standar dengan pengirman dokumen. Pengiriman ini kepada PT PLN (Persero) Unit Pembangkitan Jawa Bali dan dianggap bisa bila memang sesuai terlewat.

6. PT PLN (Persero) PUSHARLIS menyampaikan progress pekerjaan Rekondisi Tyre Mill PLTU Lontar secara rutin setiap awal bulan ke PT PLN (Persero) Unit Pembangkitan Jawa Bali.

7. Pihak PT PLN (Persero) Unit Pembangkitan Jawa Bali dapat melakukan kunjungan workshop untuk memantau progress pelaksanaan pekerjaan Rekondisi Tyre Mill PLTU Lontar dengan pendampingan terlewat di atas.

8. Sumber Anggaran berasal dari Anggaran Operasi tahun 2014 PT PLN (Persero) Unit Pembangkitan Jawa Bali.

9. Pembayaran atas pekerjaan tersebut melalui mekanisme nota pembukuan sebesar nilai pekerjaan tersebut di atas oleh PT PLN (Persero) PUSHARLIS kepada PT PLN (Persero) Unit Pembangkitan Jawa Bali dan pengalihan dana setelah dilakukan sesuai dengan Keputusan PT PLN (Persero) PUSHARLIS menginformasikan kebutuhan dana-pelaksanaan kepada Bagian Keuangan PT PLN (Persero) Unit Pembangkitan Jawa Bali.

Demikian disampaikan, untuk dilaksanakan dan atas perhatian serta kerjasamanya diucapkan terima kasih.

Setujui Untuk Melaksanakan,
KEPALA
PT PLN (Persero) PUSHARLIS

Yang Menugaskan,
GENERAL MANAGER
PT PLN (Persero) UPJAS

EMAN PRUJO WASTO ADI /

YHAN ARUNG KRISTANTARA

Lampiran 10 Penugasan Rekondisi (Grinding Roll PLTU Lontar)

PT PLN (PERSERO)
UNIT PEMBANGKITAN JAWA BALI

NOTA DINAS
No. 014/2014/MDP/2014

Kepada : Pejabat Perencana Pengipatan
PT PLN (Persero) Unit Pembangkitan Jawa Bali

Dari : Manager Bidang Produksi

Tanggal : 24 November 2014

Sifat : Perintah

Lampiran : 1 (satu) set

Perihal : Penempatan Usulan Pengadaan Roller Grinder PLTU FTR-1

Menindaklanjuti pelaksanaan program joint inventory PLN UPB untuk mendukung kehidupan operasi PLTU FTR-1, dengan ini kami sampaikan usulan pengadaan roller grinder PLTU FTR-1 untuk dapat dilakukan evaluasi proses pengadaannya oleh Pejabat Perencana Pengipatan PLN UPB dengan rincian terlampir, menggunakan anggaran Rp40 tahun 2015.

Demikian disampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.

KOMANG PARMITA

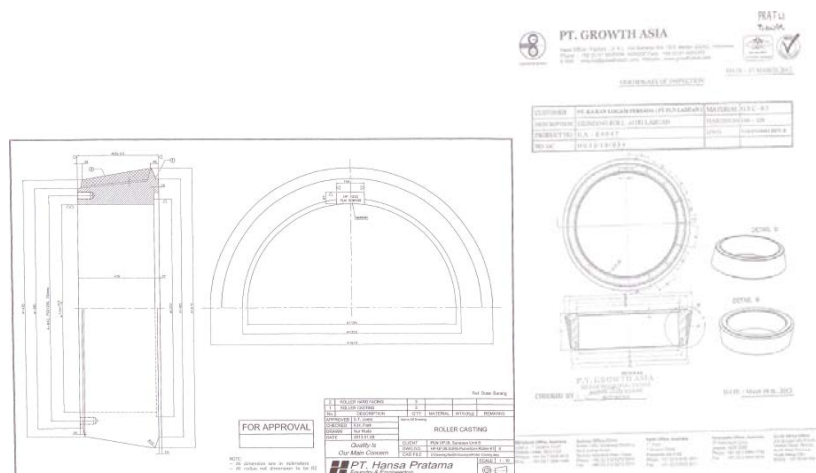
Tembusan :

- General Manager (sebagai laporan)
- Manager Bidang Engineering
- Manager Bidang Keuangan, SDM dan Administrasi

Daftar Kebutuhan Roller Grinder Mill

No.	Nama PLTU	Grinder Roller (bh)						Manufacture	
		Type	Jml. Mill	Jml Tyre	Jml Tyre Total	Minimal Stock	Stock Gudang per Dec 14		Pemenuhan Pengadaan
1	Lubau	HP963	10	3	30	6	3	Shanghai Heavy Machinery Plant	
	Lontar		15	3	45	9	0	9	Shanghai Heavy Machinery Plant
	Rembang		10	3	30	6	0	6	Beijing Power Equipment Group
	Pacitan		10	3	30	6	0	6	Shanghai Heavy Machinery Plant
2	PalabuhanRatu	ZGM113	18	3	54	9	0	9	Beijing Power Equipment Group
	Tj Awar - Awar		12	3	36	9	0	9	Beijing Power Equipment Group
3	Indramayu	ZGM113N	18	3	54	9	3	6	Beijing Power Equipment Group
4	Adipala	ZGM123G-11	6	3	18	3	0	3	Beijing Power Equipment Group
5	Suralaya	HP1103	7	3	21	6	6	0	Shanghai Heavy Machinery Plant
6	Palton 9	HP1363	6	3	18	3	0	3	Shanghai Heavy Machinery Plant

Lampiran 11 Lampiran Usulan Pengadaan RE Grinding roll dan table



Lampiran 12 Gambar Shop Drawing hasil dari Reverse Engineering