

PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya maka penulisan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Semoga rahmat dan hidayah-Nya selalu dilimpahkan kepada kita semua. Tidak lupa shalawat serta salam kita haturkan pada junjungan kita Nabi Besar Muhammad SAW.

Skripsi yang berjudul “PERENCANAAN PERAWATAN *PULVERIZER* DENGAN MENGGUNAKAN METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE* (RCM) II DI PT YTL PAITON” ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan studi dan memperoleh gelar sarjana Strata satu (S-1) di Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini dapat diselesaikan berkat adanya bantuan, petunjuk, dan bimbingan dari semua pihak yang telah banyak membantu. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ishardita Pambudi Tama, ST., MT., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Industri, atas keteladanan, saran, arahan serta ilmu yang diberikan.
2. Bapak Oyong Novareza, ST., MT., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Skripsi I atas waktu yang telah diluangkan dan kesabaran dalam membimbing, memberikan arahan, motivasi serta ilmu yang sangat berharga bagi penulis.
3. Bapak Zefry Darmawan, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing Skripsi II atas waktu yang telah diluangkan dan kesabaran dalam membimbing, memberikan arahan, motivasi serta ilmu yang sangat berharga bagi penulis.
4. Bapak dan Ibu Dosen pengamat/penguji pada seminar proposal, seminar hasil, dan ujian komprehensif atas saran dan masukannya, serta seluruh dosen Teknik Industri yang telah banyak mencurahkan ilmunya kepada penulis.
5. Para *engineer* PT YTL Paiton, khususnya pembimbing pelaksanaan observasi yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk mengadakan penelitian.
6. Kedua orang tua tercinta, Suyono (Alm.) dan Siti Choiriyah serta kedua kakak, M. Nanchy C. dan M. Efendi Z. yang selalu memberikan motivasi dan perhatian yang tak terhingga, serta doa yang tidak pernah terputus.
7. Seseorang yang selalu memanjatkan doa dan memberikan motivasi walaupun tanpa berkomunikasi secara langsung.

8. Seluruh teman-teman Pondok Pesantren Mahasiswa Baitul Jannah yang selalu memberikan semangat, motivasi, dan doa kepada penulis.
9. Hastawati Chrisna Suroso dan Luri Anom Besari yang selalu memberikan dorongan semangat, motivasi, dan doa kepada penulis hingga dapat menyelesaikan skripsi.
10. Seluruh teman-teman Teknik Industri 2011 (TI'11) atas kebersamaan, keakraban, dan dukungan dalam masa studi hingga penyelesaian skripsi.
11. Seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan studi dan skripsi yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, maka dari itu penulis memohon maaf apabila terdapat kesalahan dalam penulisan skripsi ini. Penulis juga mengharapkan kritik dan saran dari pembaca demi perbaikan penyusunan laporan sejenis di masa yang akan datang.

Malang, Agustus 2015

Penulis



DAFTAR ISI

PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
RINGKASAN.....	x
SUMMARY	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	4
1.3 Rumusan Masalah	4
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Asumsi.....	5
1.6 Tujuan Penelitian.....	5
1.7 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Penelitian Sebelumnya	6
2.2 <i>Maintenance</i>	8
2.3 Jenis-Jenis <i>Maintenance</i>	8
2.3.1 <i>Corrective Maintenance</i>	9
2.3.2 <i>Preventive Maintenance</i>	9
2.3.3 <i>Predictive Maintenance</i>	10
2.4 <i>Reliability Centered Maintenance II</i>	10
2.4.1 <i>Sistem Function and Function Failure</i>	14
2.4.2 <i>Failure Mode and Effect Analysis</i>	15
2.4.3 <i>Failure Consequence</i>	16
2.4.4 <i>Proactive Task and Initial Interval</i>	17
2.4.5 <i>Default Action</i>	19
2.5 Konsep Keandalan.....	19

2.5.1 Definisi Keandalan	19
2.5.2 Fungsi Keandalan	20
2.5.3 Laju Kerusakan	20
2.5.4 <i>Mean Time To Failure</i> (MTTF)	21
2.5.5 <i>Mean Time To Repair</i> (MTTR).....	22
2.6 Model Distribusi Probabilitas Untuk Keandalan.....	22
2.6.1 Distribusi Eksponensial.....	22
2.6.2 Distribusi <i>Weibull</i>	23
2.6.3 Distribusi Lognormal	23
2.7 Model Matematis Perawatan	24
2.8 <i>Availability Rate</i>	25
2.9 <i>Opportunity Cost</i>	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1 Jenis Penelitian	27
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	27
3.3 Langkah-langkah Penelitian	27
3.3.1 Tahap Pendahuluan.....	27
3.3.2 Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data	28
3.3.3 Tahap Analisis dan Pembahasan.....	31
3.4 Diagram Alir Penelitian.....	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	34
4.1 Gambaran Umum Obyek Penelitian.....	34
4.1.1 Profil Perusahaan.....	34
4.1.2 Visi dan Misi Perusahaan	35
4.1.3 Lokasi Perusahaan.....	35
4.1.4 Struktur Organisasi Perusahaan.....	36
4.1.5 Proses Produksi Listrik.....	36
4.2 Pengumpulan Data	37
4.2.1 Pengumpulan Data Primer	37
4.2.2 Pengumpulan Data Sekunder	38
4.2.2.1 Deskripsi Objek yang di Amati.....	41
4.3 Pengolahan Data.....	48

4.3.1 <i>Functional Block Diagram (FBD) Pulverizer</i>	48
4.3.2 <i>System Function and Function Failure</i>	50
4.3.3 <i>Function Failure and Effect Anaysis (FMEA)</i>	51
4.3.4 Penentuan Distribusi, Nilai <i>Mean Time to Failure (MTTF)</i> , dan <i>Mean Time to Repair (MTTR)</i>	53
4.3.4.1 Penentuan Distribusi <i>Time To Failure (TTF)</i> Komponen Kritis	53
4.3.4.2 Perhitungan <i>Mean Time to Failure (MTTF)</i> untuk <i>Time to Failure (TTF)</i> Komponen Kritis <i>Pyrite Hopper</i>	55
4.3.4.3 Penentuan Distribusi <i>Time To Repair (TTR)</i> Komponen Kritis	56
4.3.4.4 Perhitungan <i>Mean Time to Repair (MTTR)</i> untuk <i>Time to Repair (TTR)</i> Komponen Kritis <i>Pyrite Hopper</i>	57
4.3.5 Perhitungan Total Biaya Perawatan	58
4.3.5.1 Perhitungan <i>Total Cost Maintenance (TC)</i> dan <i>Reliability (R)</i>	62
4.3.5.2 Perhitungan <i>Availability Rate</i>	70
4.3.5.3 <i>Opportunity Cost</i>	74
4.3.6 RCM II Decision Worksheet	75
4.4 Analisa dan Pembahasan	78
4.4.1 Analisis <i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i>	78
4.4.2 Analisis Penentuan Distribusi Data TTF dan TTR Komponen Kritis <i>Pyrite Hopper</i>	78
4.4.3 Analisis Perhitungan <i>Mean Time to Failure (MTTF)</i> untuk <i>Time to Failure (TTF)</i> Komponen Kritis <i>Pyrite Hopper</i>	79
4.4.4 Analisis Perhitungan <i>Mean Time to Repair (MTTR)</i> untuk <i>Time to Repair (TTR)</i> Komponen Kritis <i>Pyrite Hopper</i>	79
4.4.5 Analisis Perhitungan Total Biaya Perawatan dan Interval Perawatan Efektif.....	80
4.4.6 Analisis <i>Reliability Centered Maintenance (RCM) II</i>	81

BAB V PENUTUP..... 83

5.1 Kesimpulan..... 83

5.2 Saran

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Penelitian Sebelumnya.....	7
Tabel 2.2	<i>RCM II Decision Worksheet</i>	12
Tabel 2.3	<i>Information Reference</i>	12
Tabel 2.4	<i>Failure Consequences</i>	13
Tabel 2.5	<i>Protective Task and Default Action</i>	13
Tabel 2.3	<i>Functional Mode and Effect Analysis (FMEA)</i>	16
Tabel 4.1	Data <i>Pulverizer A</i>	38
Tabel 4.2	Data <i>Pulverizer B</i>	38
Tabel 4.3	Data <i>Pulverizer C</i>	39
Tabel 4.4	Data <i>Pulverizer D</i>	39
Tabel 4.5	Data <i>Pulverizer E</i>	40
Tabel 4.6	Data <i>Pulverizer F</i>	41
Tabel 4.7	Data <i>Downtime Sub Assembly Pulverizer D</i>	45
Tabel 4.8	Data <i>Downtime dan frekuensi kerusakan komponen pyrite hopper</i>	46
Tabel 4.9	Data waktu kerusakan <i>ejector inlet valve</i> Januari 2013-Desember 2014	47
Tabel 4.10	Data waktu kerusakan <i>tramp iron valve</i> Januari 2013-Desember 2014	48
Tabel 4.11	Data waktu kerusakan <i>body hoppr filter</i> Januari 2013-Desember 2014.....	49
Tabel 4.12	<i>Function and function failure</i> komponen kritis <i>pyrite hopper</i>	50
Tabel 4.13	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i> Komponen Kritis <i>Pyrite Hopper</i>	52
Tabel 4.14	Uji Distribusi TTF komponen Kritis <i>Pyrite Hopper</i>	55
Tabel 4.15	MTTF Komponen-komponen kritis <i>Pyrate Hopper</i>	56
Tabel 4.16	Uji Distribusi TTR komponen Kritis <i>Pyrite Hopper</i>	57
Tabel 4.17	MTTR Komponen-komponen kritis <i>Pyrate Hopper</i>	58
Tabel 4.18	Biaya Tenaga Kerja Perawatan	59
Tabel 4.19	Harga Komponen <i>Pyrite Hopper</i> pada mesin <i>Pulverizer</i>	60
Tabel 4.20	Hasil Perhitungan <i>Failure Cost</i> (C_f).....	60
Tabel 4.21	Hasil Perhitungan <i>Preventive Cost</i> (C_p)	61
Tabel 4.22	Interval Perawatan Optimal	61
Tabel 4.23	<i>Total Cost Maintenance</i> (TC_{MTTF}) <i>ejector inlet valve</i> Januari 2013-Desember 2014	63
Tabel 4.24	<i>Total Cost Maintenance</i> (TC_{TM}) <i>ejector inlet valve</i> setelah interval perawatan	63

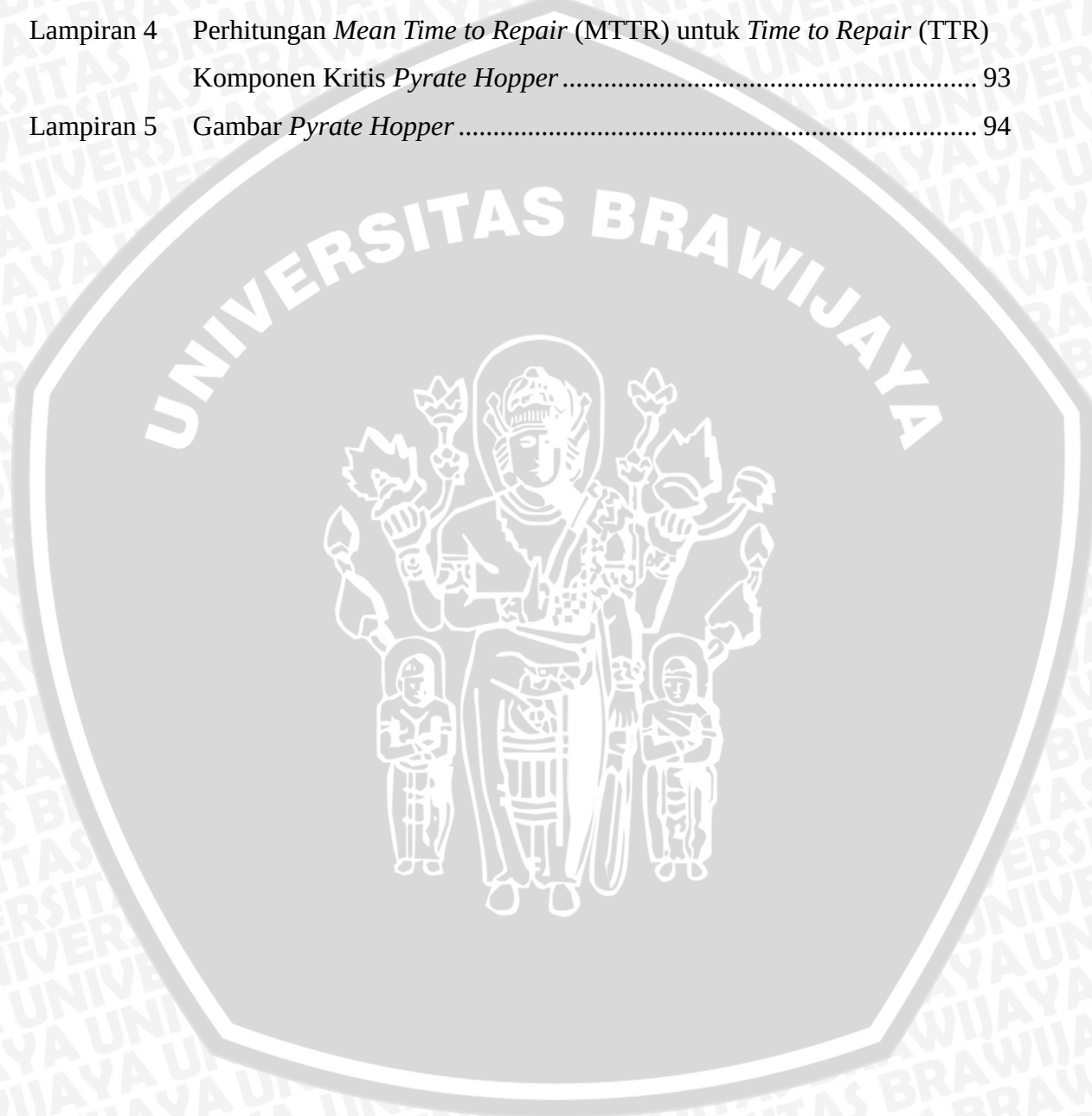
Tabel 4.25	<i>Total Cost Maintenance (TC_{MTTF}) tramp iron valve Januari 2013-Desember 2014.....</i>	65
Tabel 4.26	<i>Total Cost Maintenance (TC_{TM}) tramp iron valve setelah interval perawatan</i>	66
Tabel 4.27	<i>Total Cost Maintenance (TC_{MTTF}) body hopper filter Januari 2013-Desember 2014</i>	67
Tabel 4.28	<i>Total Cost Maintenance (TC_{TM}) body hopper filter setelah interval waktu perawatan</i>	68
Tabel 4.23	Perbandingan Antara <i>Total Cost Maintenance (TC)</i> dan <i>Reliability (R)</i> Aktual Perusahaan Dengan Interval Perawatan Efektif Hasil Rancangan...	69
Tabel 4.24	Data Hasil Perhitungan <i>Availability Rate Ejector Inlet Valve</i> Sebelum Penerapan Waktu Interval Perawatan Optimal	70
Tabel 4.25	Data Hasil Perhitungan <i>Availability Rate Tramp Iron Valve</i> Sebelum Penerapan Waktu Interval Perawatan Optimal	71
Tabel 4.26	Data Hasil Perhitungan <i>Availability Rate Body Hopper Filter</i> Sebelum Penerapan Waktu Interval Perawatan Optimal	71
Tabel 4.27	Data Hasil Perhitungan <i>Availability Rate Ejector Inlet Valve</i> Setelah Penerapan Waktu Interval Perawatan Optimal	72
Tabel 4.28	Data Hasil Perhitungan <i>Availability Rate Tramp Iron Valve</i> Setelah Penerapan Waktu Interval Perawatan Optimal	72
Tabel 4.29	Data Hasil Perhitungan <i>Availability Rate Body Hopper Filter</i> Setelah Penerapan Waktu Interval Perawatan Optimal	73
Tabel 4.30	Perbandingan Hasil Perhitungan <i>Availability Rate</i> Sebelum dan Sesudah Diterapkan Interval Waktu Perawatan Optimal	74
Tabel 4.31	<i>Opportunity Cost</i> hasil perhitungan <i>availability rate</i> MTTF dan TM.....	74
Tabel 4.34	<i>RCM II Decision Worksheet</i>	77
Tabel 4.35	Kegiatan Perawatan yang Disarankan dan Interval Perawatan yang Optimal	81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Data Downtime Mesin.....	2
Gambar 1.2	HP 1003 Coal Pulverizer	3
Gambar 2.1	System Function	15
Gambar 2.2	Kurva Bathup-Shaped	18
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian.....	33
Gambar 4.1	Lokasi PT. YTL Paiton Jawa Timur	35
Gambar 4.2	Struktur Organisasi PT. YTL Paiton Jawa Timur.....	36
Gambar 4.3	Skema Diagram Instalasi PLTU	37
Gambar 4.4	HP 1003 Coal Pulverizer	42
Gambar 4.5	Aliran Penghalusan Batu Bara di Dalam Pulverizer.....	44
Gambar 4.6	Downtime Sub Assembly Pulverizer PT. YTL Paiton.....	45
Gambar 4.7	Downtime Komponen Pyrite Hopper Pulverizer D PT. YTL Paiton....	47
Gambar 4.8	Functional Block Diagram (FBD) Pulverizer PT. YTL Paiton.....	49
Gambar 4.9	Pengujian distribusi data TTF ejector inlet valve.....	54
Gambar 4.10	Penentuan parameter TTF pada ejector inlet valve.....	54
Gambar 4.11	Pengujian distribusi data TTR ejector inlet valve	56
Gambar 4.12	Penentuan parameter TTR pada ejector inlet valve	57

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Penentuan Distribusi <i>Time to Failure</i> (TTF) Komponen Kritis.....	86
Lampiran 2	Penentuan Distribusi <i>Time to Repair</i> (TTR) Komponen Kritis	90
Lampiran 3	Perhitungan <i>Mean Time to Failure</i> (MTTF) untuk <i>Time to Failure</i> (TTF) Komponen Kritis <i>Pirate Hopper</i>	92
Lampiran 4	Perhitungan <i>Mean Time to Repair</i> (MTTR) untuk <i>Time to Repair</i> (TTR) Komponen Kritis <i>Pirate Hopper</i>	93
Lampiran 5	Gambar <i>Pirate Hopper</i>	94



RINGKASAN

Mochamad Triatmoko Alih Suryana, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Agustus 2015, *Perencanaan Perawatan Pulverizer Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) II di PT YTL Paiton*, Dosen Pembimbing: Oyong Novareza dan Zefry Darmawan.

PT YTL Paiton merupakan sebuah Perusahaan Pembangkit Listrik Tenaga Uap yang menghasilkan daya sebesar 2x610MW. Di dalam proses produksinya terdapat mesin dengan *downtime* tertinggi dengan waktu sebesar 1010 jam dalam satu tahun, yaitu mesin *Pulverizer*. *Sub Assembly* yang menyebabkan tingginya *downtime Pulverizer* adalah *Pyrate Hopper* dengan *downtime* sebesar 147 jam. Untuk mengurangi *downtime* tersebut dan meningkatkan nilai keandalan, dibutuhkan perencanaan interval waktu perawatan yang tepat agar mesin dapat beroperasi secara maksimal.

Dalam menentukan interval waktu dan kegiatan perawatan yang tepat, digunakan metode *Reliability Centered Maintenance (RCM) II*. Dalam metode RCM II, pemilihan kebijakan perawatan didasarkan pada karakteristik dari jenis kerusakan yang ditentukan melalui RCM II *decision diagram*. Metode ini bertujuan untuk menjamin bahwa aset fisik yang dimiliki perusahaan dapat terus berjalan dengan baik dan sesuai dengan fungsi yang diinginkan. Tahapan yang dilakukan dalam menentukan interval waktu dan kegiatan perawatan yang tepat yaitu melakukan pemilihan komponen kritis dengan Diagram Pareto, menyusun *Functional Block Diagram (FBD)*, menyusun *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*, menentukan jenis distribusi dan nilai parameter untuk data *Time to Failure (TTF)* dan *Time to Repair (TTR)*, menghitung nilai *Mean Time to Failure (MTTF)*, *Mean Time to Repair (MTTR)*, interval waktu perawatan, serta nilai keandalan komponen. Langkah selanjutnya yang dilakukan yaitu menyusun RCM II *decision worksheet*.

Dari hasil pengolahan data, didapatkan informasi bahwa komponen kritis pada *pyrate hopper* adalah komponen *ejector inlet valve*, *tramp iron valve*, dan *body hopper filter*. Melalui RCM II *decision worksheet* dan analisa interval waktu perawatan, diperoleh rekomendasi perbaikan berupa *scheduled discard task* yaitu kegiatan perawatan penggantian komponen yang diterapkan pada *ejector inlet valve* dengan interval waktu perawatan sebesar 1491,17 jam, *tramp iron valve* dengan interval waktu perawatan sebesar 1234,24 jam, dan *body hopper filter* dengan interval waktu perawatan sebesar 2379,19 jam. Dengan menerapkan interval waktu perawatan tersebut dapat meningkatkan keandalan *ejector inlet valve* sebesar 26,20%, *tramp iron valve* sebesar 17,34%, dan *body hopper filter* sebesar 31,66%.

Kata Kunci : *Pulverizer*, interval waktu perawatan, keandalan, *Reliability Centered Maintenance II*

SUMMARY

Mochamad Triatmoko Alih Suryana, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Brawijaya University, August 2015, *Pulverizer Maintenance Planning seize on Reliability Centered Maintenance (RCM) II Method at PT YTL Paiton*, Supervisors: Oyong Novareza and Zefry Darmawan.

YTL PT Paiton is a Steam Electricity Power Plant station which produce 2x610MW of electricity. In the process of the production, there is a machine which has highest downtime of 1010 hours within a period of one year called Pulverizer. Sub Assembly which caused high downtime on Pulverizer is Pyrate Hopper with 147 hours downtime. To reduce downtime and increase the reliability, it takes a proper maintenance interval for the machine operate optimally.

Reliability Centered Maintenance (RCM) II is a method to determine maintenance interval and maintenance activities. In RCM II, the maintenance activities are selected based on the characteristics of the functional failure and RCM II decision diagram. The purpose of this method is to ensure the physical asset continually operated whenever the users need it. Some steps have been taken to determine maintenance intervals and proper maintenance activities. The first step was determine critical components with pareto diagram. The next step was made Functional Block Diagram (FBD) and Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). It followed by determined the type of distribution and parameter values of Time to Failure (TTF) data and Time to Repair (TTR) data. Afterwards, calculated Mean Time to Failure (MTTF), Mean Time to Repair (MTTR), maintenance interval, and the reliability of the critical components. The last step was compile RCM II decision worksheet.

The results of data processing and analysis showed that a critical component in pyrate hopper were ejector inlet valve, tramp iron valve, and the hopper filter body. Through RCM II decision worksheet and maintenance intervals analysis, obtained improvement recommendation that was scheduled discard task. It should be applied to the ejector inlet valve with a maintenance e interval 1491.17 hours, tramp iron valve with maintenance intervals 1234.24 hour, and the hopper filter body with maintenance interval 2379.19 hours. By applying the maintenance interval can increase the reliability of the ejector inlet valve 26.20%, tramp iron valve 17.34%, and the hopper filter body 31.66%.

Key Words : Pulverizer, maintenance intervals, reliability, Reliability Centered Maintenance II