

PENENTUAN WAKTU PREVENTIVE MAINTENANCE TURBIN DENGAN METODE CRITICALITY ANALYSIS PADA PLTA SIPANSIHAPORAS

Din Aswan Amran Ritonga

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik & Komputer, Universitas Harapan Medan 2019,
din.aswan@gmail.com

Abstract

Population and economic growth makes electricity energy needs in Indonesia continue to increase every year. Based on the assumption of an average national economic growth growing at 6.1 percent per year and national population growth growing at 1.3 percent per year, according to the national electricity general plan for 2012-2031 Indonesia's average electricity demand is estimated at 11% per year. Increased electricity demand PT PLN (Persero) to be able to meet the needs of the community for electrical energy. Problems that arise in the company are specifically related to damage to the components in the Sipansihaporas hydropower unit which are composed of the main parts, namely turbines and generators. Damage to that section can result in downtime and delay in the production process which results in less effective and efficient machine performance. Effectiveness in the production process needs the right strategy to maintain the machine to operate is by determining the optimal maintenance time interval (Maintenance) of the equipment by using the criticality analysis method. After calculating the criticality analysis method, it was found that the guide vane and runner components are critical components. Furthermore, preventive replacement measures for the guide vane component can be carried out after operating for 4200 hours. The Runner component can also be performed after operating for 15800 hours or during overhaul. While the inspection action for the Guide vane component is performed after operating for 250 hours, the Runner component is carried out after operating for 1200 hours. After checking and checking the Availability value of the two components is above 95%.

Keywords:

Maintenance; Preventive maintenance; Critical analysis; Water Turbines.

Abstrak

Pertumbuhan penduduk dan ekonomi membuat kebutuhan energi listrik di Indonesia setiap tahunnya terus mengalami peningkatan. Berdasarkan asumsi pertumbuhan ekonomi nasional rata-rata tumbuh sebesar 6,1 persen pertahun dan pertumbuhan penduduk secara nasional tumbuh sebesar 1,3 persen pertahun. Sesuai rencana umum ketenagalistrikan nasional 2012-2031 kebutuhan tenaga listrik rata-rata Indonesia diperkirakan sebesar 11% pertahun. Kebutuhan energi listrik yang meningkat menuntut PT PLN (Persero) untuk dapat memenuhi kebutuhan masyarakat terhadap energi listrik. Permasalahan yang timbul di perusahaan tersebut khususnya terkait dengan kerusakan pada komponen-komponen di unit PLTA Sipansihaporas yang tersusun atas bagian utama yaitu turbin dan generator. Kerusakan pada bagian tersebut dapat mengakibatkan jam berhenti (downtime) dan delay pada proses produksi yang mengakibatkan kinerja mesin menjadi kurang efektif dan efisien. Efektivitas dalam proses produksi perlu strategi yang tepat untuk menjaga mesin agar dapat beroperasi adalah dengan cara menentukan interval waktu perawatan (Maintenance) peralatan yang optimal dengan menggunakan metode criticality analysis. Setelah dilakukan perhitungan dengan metode criticality analysis diperoleh bahwa komponen guide vane dan runner merupakan komponen kritis. Selanjutnya, tindakan penggantian pencegahan untuk komponen guide vane dapat dilakukan setelah beroperasi selama 4200 jam. Pada komponen Runner dapat juga dilakukan setelah beroperasi selama 15800 jam atau pada saat overhaul. Sedangkan tindakan pemeriksaan untuk komponen Guide vane dilakukan setelah beroperasi selama 250 jam, komponen Runner dilakukan setelah beroperasi selama 1200 jam. Setelah dilakukan pengecekan dan pemeriksaan didapat nilai Availability dari kedua komponen tersebut diatas 95 %.

Kata Kunci:

Perawatan; Perawatan Preventive; Kritikal analisis, Turbin Air.

1. PENDAHULUAN/INTRODUCTION

Pertumbuhan penduduk dan ekonomi membuat kebutuhan energi listrik di Indonesia setiap tahunnya terus mengalami peningkatan. Hal ini antara lain dipicu oleh semakin pentingnya listrik di dalam kehidupan modern. Boleh dibilang bahwasanya aktifitas kehidupan umat manusia semakin takterpisahkan dari tenaga listrik. Untuk mendukung asumsi pertumbuhan ekonomi nasional rata-rata tumbuh sebesar 6,1 persen pertahun dan pertumbuhan penduduk secara nasional tumbuh sebesar 1,3 persen pertahun, PT. PLN, sebagai Perusahaan Listrik Nasional, harus mampu memenuhi kebutuhan listrik masyarakat Indonesia. Sesuai Rencana Umum Ketenagalistrikan Nasional 2012-2031 kebutuhan tenaga listrik Indonesia diperkirakan rata-rata sebesar 11% pertahun. Kebutuhan energi listrik yang meningkat menuntut PT PLN (Persero) untuk dapat memenuhi kebutuhan masyarakat terhadap energi listrik. Energi listrik dapat dihasilkan melalui pembangkit tenaga listrik. (Taufik, Selly, 2015).

Salah satu jenis pembangkit listrik yang dimiliki oleh PT.PLN adalah Pembangkit Listrik Tenaga air (PLTA). Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) adalah pembangkit yang menggunakan energi potensial dan kinetik dari air untuk menghasilkan energi listrik. PLTA merupakan pembangkit listrik yang menggunakan sumber energi terbarukan. Salah satu pembangkit listrik tenaga air milik PT PLN (Persero) adalah PLTA Sipansihaporas.

Kerusakan (breakdown) pada suatu alat merupakan suatu hal yang sangat mungkin dan pasti dapat terjadi sewaktu-waktu. Demikian juga terjadi pada sistem pembangkit tenaga air. Hal ini dapat mengakibatkan terhentinya pasokan listrik dari PLTA Sipansihaporas. Permasalahan yang timbul diperusahaan tersebut khususnya terkait dengan kerusakan pada komponen-komponen di unit PLTA Sipansihaporas yang tersusun atas bagian utama yaitu turbin dan generator. Kerusakan pada bagian tersebut dapat mengakibatkan jam berhenti (downtime) dan tertundanya (delay) operasional PLTA.

Efektivitas dalam operasional peralatan PLTA perlu didukung oleh adanya manajemen perawatan dan pemeliharaan pada mesin. Untuk itu diperlukan strategi perawatan yang tepat untuk menjaga kondisi mesin agar dapat beroperasi dalam kondisi yang optimal. salah satu metode yang digunakan untuk mendukung strategi tersebut adalah dengan metode pencegahan (preventive maintenance).

Dengan metode preventive maintenance, yang sering menjadi kendala adalah bagaimana cara menentukan interval waktu perawatan peralatan yang optimal dengan tujuan minimasi downtime, khususnya terhadap komponen-komponen kritis. Untuk itu, perlu dibuat jadwal perawatan terhadap komponen kritis untuk untuk menghindari hal-hal yang tidak diinginkan.

Berdasarkan dari latar belakang diatas maka dirumuskan suatu permasalahan, yaitu : Bagaimana cara menentukan penjadwalan interval waktu perawatan? Dari perumusan masalah diperoleh tujuan penelitian. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan penjadwalan interval waktu perawatan..

2. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada kegiatan operasional perusahaan manufaktur ataupun penyediaan jasa, fungsi pemeliharaan peralatan dan fasilitas merupakan salah satu hal yang perlu mendapatkan perhatian. Hal ini karena peralatan atau fasilitas yang digunakan secara terus menerus akan berkurang fungsi dan kemampuannya.

Beberapa pengertian pemeliharaan adalah sebagai berikut:

1. Menurut Dhillon (2002), pemeliharaan merupakan semua tindakan yang dilakukan untuk mempertahankan atau mengembalikan fasilitas atau peralatan ke keadaan tertentu.
2. Menurut Assauri (2008), perawatan merupakan kegiatan yang dilakukan untuk memelihara dan menjaga peralatan atau fasilitas dan melakukan perbaikan atau penggantian, sehingga dapat memperoleh suatu kegiatan proses produksi yang memuaskan dan sesuai dengan yang direncanakan.
3. Menurut Ngadiyono (2010), kegiatan pemeliharaan meliputi *maintenance*, *repair* dan *overhaul*. Jadi pemeliharaan dapat didefinisikan sebagai semua tindakan yang bertujuan untuk mempertahankan atau memulihkan komponen atau mesin ke keadaan ideal sehingga dapat menjalankan fungsinya sesuai dengan kebutuhan perusahaan.
4. Menurut Ginting (2009) pemeliharaan adalah suatu kegiatan yang dilakukan untuk menjamin kelangsungan fungsional mesin atau sistem produksi supaya beroperasi secara maksimal.

Dari beberapa defenisi pemeliharaan tersebut diketahui bahwa tujuan utama pemeliharaan dapat adalah sebagai berikut (Sodikin, 2008):

1. Memperpanjang umur dari mesin atau fasilitas.
2. Menjamin ketersediaan peralatan yang digunakan untuk kegiatan produksi atau jasa agar dapat digunakan secara optimal.
3. Menjamin kesiapan operasional keseluruhan peralatan agar dapat digunakan dalam keadaan darurat setiap dibutuhkan, misalnya seperti unit yang digunakan sebagai cadangan.
4. Menjamin keselamatan kerja operator yang menggunakan peralatan tersebut.

2.1. Klasifikasi Perawatan

Kegiatan perawatan yang dapat dilakukan oleh perusahaan atau pabrik dapat dibedakan menjadi beberapa macam, yaitu :

1. *Corrective Maintenance*

Perawatan yang dilakukan setelah terjadinya kerusakan atau kelainan pada fasilitas atau peralatan sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik. Tindakan perawatan yang dilakukan biasanya berupa perbaikan atau reparasi.

2. *Preventive Maintenance*

Pemeliharaan pencegahan adalah kegiatan pemeliharaan atau perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan yang tidak terduga dan menentukan kondisi atau keadaan yang menyebabkan fasilitas produksi mengalami kerusakan pada waktu yang digunakan dalam proses produksi. Pemeliharaan pencegahan sangat efektif digunakan untuk fasilitas produksi yang termasuk dalam "*critical unit*". Sebuah fasilitas atau peralatan produksi akan termasuk ke dalam golongan *critical unit*, apabila :

- Kerusakan fasilitas atau peralatan tersebut akan membahayakan kesehatan dan keselamatan para pekerja.
- Kerusakan fasilitas ataupun peralatan akan mempengaruhi kualitas dari produk yang dihasilkan.
- Kerusakan fasilitas ataupun peralatan tersebut akan menyebabkan kemacetan seluruh proses produksi.
- Modal yang digunakan dalam pengadaan peralatan ataupun fasilitas tersebut sangat besar atau harga dari fasilitas ini adalah cukup besar dan mahal.

Kegiatan yang dilakukan pada *Preventive Maintenance* oleh perusahaan dapat dibedakan atas dua kegiatan yaitu:

- Routine Maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan ataupun perawatan yang dilakukan secara rutin, misalnya melakukan pembersihan fasilitas/peralatan, pemberian minyak pelumas dan melakukan pengecekan oli yang dilakukan setiap hari.
- Periodic Maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan secara berkala dalam jangka waktu tertentu. Jangka waktu yang digunakan dapat berdasarkan jam kerja mesin atau fasilitas produksi.

2.2. Penentuan Mesin Kritis.

Data kerusakan dan lama waktu perbaikan yang dibutuhkan di PLTA Sipansihaporas dapat dilihat pada tabel 1. Data ini dibutuhkan untuk menentukan mesin kritis pada sistem turbin.

Tabel 1 Data Waktu Kerusakan PLTA SIPANSIHAPORAS

Nama Pembangkit		PLTA SIPANSIHAPORAS	Unit	I (Satu)
Nama Mesin Utama		TURBINE	Kode Alat	01 Turbin
NO	TANGGAL	URAIAN PEKERJAAN (Meliputi Detail Pekerjaan, Material, Data-data)		Lama pelaksanaan (Menit)
1	26 Oct 2017	Pengecekan Visual <i>Runner</i>		180
2	27 Oct 2017	Inspeksi dan uji coba <i>De-Watering</i>		100
3	28 Oct 2017	Pengecekan <i>Spiral Case & Draft Tube</i>		150
4	29 Oct 2017	Terjadi kebocoran air pada <i>stem Guide Vane</i>		60
5	30 Oct 2017	Kelonggaran/kerusakan <i>Friction Device</i>		120
6	06 Jul 2018	Inspeksi Turbin		240
7	07 Jul 2018	Inspeksi dan pengukuran <i>Clearence Runner</i>		180
8	08 Jul 2018	Pengukuran <i>Clearence Guide Vane</i>		120
9	09 Jul 2018	Pembongkaran sensor Vibrasi & Temperatur		120
10	10 Jul 2018	Pembongkaran & Perawatan <i>Guide vane</i>		570
11	13 Jul 2018	Pengeringan oli <i>Turbine Guide Bearing</i>		570
12	17 Jul 2018	Pembongkaran & Perawatan <i>Guide Bearing</i>		570
13	21 Jul 2018	Perawatan <i>Head Cover & Shaft Turbin</i>		960
14	23 Jul 2018	Pembongkaran dan perawatan <i>Runner</i>		930
15	13 Agu 2018	Pemasangan <i>Shaft Turbin & Stuffing box</i>		390
16	14 Agu 2018	Pemasangan <i>Regulating ring</i>		570
17	15 Agu 2018	Pemasangan <i>cooling coil Bearing Turbin</i>		390
18	16 Agu 2018	Pemasangan <i>Guide Bearing Turbin & selting</i>		360
19	17 Agu 2018	Pemasangan <i>Guide vane</i>		960
20	23 Agu 2018	Pemasangan sensor Vibrasi dan <i>temperature</i>		210
21	24 Agu 2018	Inspeksi & pengukuran <i>Clearence Runner</i>		570
22	24 Agu 2018	Pengisian Oli Turbin <i>Guide Bearing</i>		570
23	25 Agu 2018	Pengukuran pemukaan <i>Guide Vane</i>		1530

Penentuan mesin kritis yang terdapat pada sistem turbin adalah dengan menggunakan metode *Criticality Analysis* yang merupakan metode untuk mengetahui nilai kekritisannya dari suatu mesin atau komponen sehingga

hasil penilaiannya dapat dijadikan input dalam perawatan mesin. Langkah-langkah yang harus dilakukan adalah :

1. Estimasi mesin kritis pada sistem turbin.
2. Penyusunan tabel kekritisian mesin.
3. Penentuan *weighting factor* kriteria kritis.
4. Penentuan *quality grade descriptor* mesin.
5. Penyusunan tabel kekritisian.
6. Penentuan mesin kritis dapat dilihat pada tabel 2.

2.3. Penentuan Komponen Kritis

Setelah mengetahui mesin yang kritis maka langkah selanjutnya adalah menentukan komponen kritis dari dengan menggunakan konsep ABC dengan menggunakan metode *Pareto*.

Langkah-langkah perhitungan metode pareto adalah sebagai berikut :

- 1) Hitung *downtime* untuk setiap komponen mesin, kemudian urutkan total *downtime* mulai dari yang terbesar sampai terkecil.
- 2) Hitung total *downtime* untuk semua komponen pada satu mesin.
- 3) Hitung persentasi *downtime* untuk setiap komponen dengan cara membagi *downtime* untuk satu komponen dengan total *downtime*. Selanjutnya dikalikan 100%.
- 4) Hitung persentasi kumulatif dengan menjumlahkan persentasi *downtime* dari data sebelumnya.
- 5) Buat diagram pareto dengan menggunakan program *Microsoft Excel*.
- 6) Dari persen kumulatif *downtime* dapat diketahui kelompok komponen yang termasuk dalam golongan A, B, dan C. Golongan A mempunyai persen kumulatif 0 s/d < 80 %, golongan B mulai dari 80 % s/d < 95%, dan golongan C dari 95 % s/d 100%.

Perhitungan komponen kritis untuk masing- masing komponen dapat dilihat pada Tabel 3 dibawah

Tabel.2 Tabel Kekritisian Komponen

NO	Sub Sistem (Mesin Turbin)	Kriteria 1 (Bobot 4)		Kriteria 2 (Bobot 3)		Kriteria 3 (Bobot 2)		Kriteria 4 (Bobot 1)		Nilai Total Grade X Bobot
		Grade	Grade X Bobot							
1	Runner	3	12	5	15	4	8	2	2	37
2	Draft Tube	2	8	1	3	1	2	1	1	14
3	Spiral Case	2	8	1	3	1	2	1	1	14
4	Guide Vane	4	16	4	12	3	6	1	1	35
5	De-Watering system	4	16	4	12	2	4	1	1	33
6	Bearing and oil system	4	16	4	12	3	6	1	1	35
7	Turbine support	3	12	3	9	5	10	3	3	34
8	Main Shaft	1	4	5	15	4	8	3	3	30

Tabel 3 Perhitungan komponen kritis

Komponen	Downtime (Menit)	Downtime (%)	Kumulatif Downtime (%)	Kategori
Guide Vane	1530	31,30	31,30	A
Runner	960	19,60	50,90	A
Shaft Turbine	930	19,00	69,90	B
Guide Bearing	570	11,70	81,60	B
Regulating Ring	570	11,70	93,30	B
Sensor Vibrasi	210	4,30	97,60	B
Main Inlet Valve	120	2,60	100,00	C
By Pass Valve	0	0,00	100,00	C
Coupling	0	0,00	100,00	C
Thrust	0	0,00	100,00	C
Total	4890	100,00		

2.3.1 Waktu Kerusakan dan Perbaikan

Waktu antar gangguan atau *Time To Failure* (TTF) merupakan lamanya waktu yang dibutuhkan antara perbaikan kerusakan i dengan lama operasi periode gangguan $i + 1$. Sedangkan *Time To Repair* (TTR) merupakan waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki susatu komponen yang mengalami kerusakan.

Perhitungan waktu antar kerusakan dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$TBF_{i+1} = O_{i+1} - O_i - TTR_i$$

dimana:

TTF_{i+1} = Waktu antar kerusakan komponen periode $i + 1$

O_{i+1} = Waktu kumulatif operasi komponen pada periode $i + 1$

O_i = Waktu kumulatif operasi komponen pada periode i

TTR_i = Waktu untuk memperbaiki komponen pada periode i

Hasil perhitungan waktu antar kerusakan membran turbin pada mesin Turbin air dapat dilihat pada Tabel 4

Tabel 4 Perhitungan TTF dan TTR komponen *Guide vane*

No.	Tanggal	Lama Pengerjaan (Menit)	Lama Pengerjaan/TTR (Jam)	WaktuKumulatif Operasi (jam)	TTF (Jam)
1	09 Jan 2018	60	1	-	-
2	27 Mar 2018	960	160	1182,85	1181,85
3	19 Jun 2018	360	60	2435,12	1092,2
4	12 Jul 2018	180	3	2493,43	58,31
5	25 Agu 2018	390	6,5	2690,20	193,77
6	12 Sep 2018	300	5	3099,18	403,48

2.3.2 Distribusi Waktu Kerusakan/ Time To Failure (TTF) dan Perbaikan/ Time To Repair (TTR)

Penentuan distribusi yang mewakili data TTF dan TTR dilakukan dengan perhitungan *index of fit* (r) atau koefisien korelasi. Distribusi yang dihitung nilai *index of fit* (r) adalah distribusi Weibull, Eksponensial, Normal dan Lognormal. Koefisien korelasi mempunyai nilai antara 0 dan +1 yang menunjukkan kekuatan hubungan linear antara variabel x dan y . Apabila nilai koefisien korelasi data mendekati 1 maka dapat dikatakan penyebaran data TTF atau TTR dari komponen pada distribusi sangat baik.

2.3.3 Perhitungan parameter Time To Failure (TTF)

Setelah dilakukan uji *goodness of fit test*, perhitungan selanjutnya yaitu perhitungan parameter. Perhitungan parameter untuk *time to failure* pada komponen *guide vane* yang berdistribusi *weibull*, dan *Runner* yang berdistribusi lognormal menggunakan rumus sebagai berikut :

1. Guide vane (Distribusi Weibull)

Perhitungan intersep (a), gradient (b), parameter bentuk (α), dan parameter skala (β)

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}$$

$$\frac{5(-9.81) - (29.38)(-2.75)}{5(178.98) - (863.18)} = \frac{31.745}{31.720} = 1.00$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} = -0.55 - (1.00)(5.876) = -6.42$$

$$\alpha = b = 1.00$$

$$\beta = e^{-\left(\frac{a}{b}\right)}$$

$$e^{-\left(\frac{-6.42}{1.00}\right)} = 2.718^{(6.42)} = 614 \text{ jam}$$

2. Runner (Distribusi Lognormal)

Perhitungan intersep (a), gradient (b), parameter entuk (s), dan parameter lokasi ($tmed$)

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}$$

$$= \frac{3.(0.6) - (21.15)(0)}{3.(149.40) - 447.32} = 2$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} = 0 - 2(7.05) = -14.1$$

$$s = \frac{1}{b} = \frac{1}{2} = 0.5$$

$$t_{med} = e^{-sa} = e^{-(0.5(-14.1))} = 2.718^{7.05} = 1152.85 \text{ jam}$$

2.3.4 Perhitungan Parameter Time To Repair (TTR)

Perhitungan parameter untuk *time to repair* pada komponen *guide vane* yang berdistribusi lognormal, *Runner* berdistribusi *Weibull* menggunakan rumus sebagai berikut :

1. *Guide vane*(Distribusi *Lognormal*)

Perhitungan intersep (a), gradient (b), parameter bentuk (s), dan parameter lokasi (t_{med})

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}$$

$$= \frac{6.(8.18) - (13.747)(0)}{6.(49.81) - 188.98} = \frac{49.08}{109.88} = 0.44$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} = 0 - 0.44(2.29) = -1.00$$

$$s = \frac{1}{b} = \frac{1}{0.44} = 2.27$$

$$t_{med} = e^{-sa} = e^{-(2.27(-1.00))} = 2.718^{2.27} = 9.67 \text{ jam}$$

2. *Runner* (Distribusi *Weibull*)

Perhitungan intersep (a), gradient (b), parameter bentuk (a), dan parameter skala (β)

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}$$

$$\frac{4.(-3.71) - (10.18)(-1.91)}{4.(26.6) - (103.63)} = \frac{4.6}{2.7} = 1.7$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} = -0.477 - (1.7)(2.54) = -4.795$$

$$\alpha = b = 1.7$$

$$\beta = e^{-\left(\frac{a}{b}\right)}$$

$$e^{-\left(\frac{-4.795}{1.7}\right)} = 2.718^{(2.82)} = 16.77 \text{ jam}$$

Rekapitulasi distribusi waktu antar kerusakan dan waktu antar perbaikan dapat dilihat pada Tabel 4 5 an Tabel 4 6 berikut ini.

Tabel 5 Rekapitulasi Distribusi Waktu Antar Kerusakan Komponen Kritis

Mesin Kritis	Komponen Kritis	Distribusi Kerusakan	Parameter
Turbin Air	<i>Guide vane</i>	<i>Weibull</i>	Θ = 1.00 β = 614
	<i>Runner</i>	Lognormal	S= 0.5 tmed = 1152

Tabel 6 Rekapitulasi Distribusi Waktu Antar Perbaikan Komponen Kritis.

Mesin Kritis	Komponen Kritis	Distribusi Kerusakan	Parameter
Turbin Air	<i>Guide vane</i>	Lognormal	S= 2.27 tmed = 9.67
	<i>Runner</i>	Weibull	$\Theta = 1.7$ $\beta = 16.77$

2.3.5 Perhitungan Nilai Mean Time to Failure (MTTF) & Mean Time To Repair (MTTR) pada Mesin Turbin air

Setelah dilakukan perhitungan parameter, tahap selanjutnya yaitu melakukan perhitungan *Mean Time To Failure* (MTTF) dan perhitungan *Mean Time To Repair* (MTTR) pada komponen *guide vane*, *runner* sesuai dengan distribusi masing-masing dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

1. Guide Vane

$$MTTF = \beta \Gamma \left(1 + \frac{1}{a} \right)$$

$$= 614 \Gamma \left(1 + \frac{1}{1.00} \right)$$

$$= 614 (1.00000) = 614 \text{ jam}$$

$$MTTR = t_{med} \times e^{s^2/2} = 9.67 \times 2.718^{2.27^2/2}$$

$$= 127.06 \text{ jam}$$

2. Runner

$$MTTF = t_{med} \times e^{s^2/2} = 1152.85 \times 2.718^{0.5^2/2}$$

$$= 1306.3 \text{ jam}$$

$$MTTR = \beta \Gamma \left(1 + \frac{1}{a} \right)$$

$$= 16.77 \Gamma \left(1 + \frac{1}{1.7} \right)$$

$$= 16.77(0.89142) = 14.94 \text{ jam}$$

Rekapitulasi hasil perhitungan MTTF dan MTTR mponen kritis ditunjukkan pada tabel 7 dan tabel 8 dibawah ini.

Tabel 7. Rekapitulasi MTTF

Mesin Kritis	Komponen Kritis	Distribusi Kerusakan	Parameter	MTTF (Jam)
Turbin Air	<i>Guide vane</i>	<i>Weibull</i>	$\Theta = 1.00$ $\beta = 614$	614
	<i>Runner</i>	Lognormal	S= 0.5 tmed = 1152	1306.3

Tabel 8. Rekapitulasi MTTR

Mesin Kritis	Komponen Kritis	Distribusi Kerusakan	Parameter	MTTR (Jam)
Turbin Air	Guide vane	Lognormal	S= 2.27	127.06
			tmed = 9.67	
	Runner	Weibull	$\Theta = 1.7$	14.94
			$\beta = 16.77$	

3. SIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan metode criticality analysis diperoleh mesin turbin air yang kritis. Hasil penentuan komponen kritis dengan menggunakan konsep pareto, komponen yang kritis adalah Guide vane, dan Runner. Maintenance yang berupa pemeriksaan dan penggantian yang dilakukan secara terjadwal. Kegiatan pemeriksaan untuk komponen guide vane dapat berupa melakukan pengecekan secara visual dan melakukan tindakan perawatan untuk mencegah terjadinya kerusakan lebih lanjut. Untuk komponen runner kegiatan pemeriksaan yang dapat dilakukan dapat berupa pemeriksaan apakah ada atau tidaknya partikel sampah seperti batu atau kayu dan sebagainya yang masuk ke sekitaran runner yang dapat menyebabkan keretakan pada komponen runner tersebut.

Tindakan penggantian pencegahan untuk komponen guide vane dapat dilakukan setelah beroperasi selama 4200 jam. Pada komponen Runner dapat juga dilakukan setelah beroperasi selama 15800 jam atau pada saat overhaul. Sedangkan tindakan pemeriksaan untuk komponen Guide vane dilakukan setelah beroperasi selama 220 jam, komponen Runner dilakukan setelah beroperasi selama 1164 jam.

Setelah dilakukan pengecekan dan pemeriksaan didapat nilai Availability dari kedua komponen tersebut diatas 95 % artinya pemeriksaan dapat meningkatkan ketersediaan dan mencegah terjadinya downtime unit serta mengoptimalkan proses produksi unit pembangkit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adigama, A. S. (2011). *Konstruksi Sub-Assembly Rem dan Penentuan Komponen Kritis [Skripsi]*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- [2] Assauri, S. (2008). *Manajemen Produksi dan Operasi, Edisi Revisi*. Jakarta: Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- [3] Atmaja, H. K. (2012). *Penggunaan Analisis ABC Indeks Kritis untuk Pengendalian Persediaan Obat Antibiotik di Rumah Sakit M. H. Thamrin Salemba [Thesis]*. Salemba.
- [4] D.Indrajit. (2003). *Dari MRP Menuju ERP*. Jakarta: Grasindo.
- [5] Dhilion, B. S. (2002). *Engineering Maintenance : A Modern Approach*. USA: CRC Press, Boca Raton.
- [6] Erlina. (2007). *Analisis dan Perancangan Sistem Informasi Penerapan Preventive Maintenance untuk Menentukan Jadwal Perawatan Pencegahan yang Optimum dan Meningkatkan Keandalan Komponen Kritis Mesin HD/PE-120 pada PT. Metropoly Jaya Nusa [Skripsi]*. Jakarta: Universitas Bina Nusantara.
- [7] F.Fadrila. (2006). *Usulan Penerapan Preventive Maintenance Berdasarkan Minimasi Downtime pada Komponen Kritis dari Mesin Puller di PT. Alakasa Ekstrusindo [Skripsi]*. Jakarta: Universitas Bina Nusantara.
- [8] Ginting, M. (2009). "Analisis Total Productive Maintenance Terhadap Efektivitas Produksi Tongkat". *Jurnal Austenit*, 1 (2), 31-37.
- [9] Ngadiyono, Y. (2010). *Pemeliharaan Mekanik Industri*. Yogyakarta: Kementerian Pendidikan Nasional Universitas Negeri Yogyakarta.
- [10] Ramadhan, M. A. (2018). *Penentuan Interval Waktu Preventive Maintenance Pada Nail Making Machine Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) II [Skripsi]*. Sidoarjo: Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

- [11] Septyani, S. (2015). Penentuan Interval Waktu Perawatan Komponen Kritis Pada Mesin Turbin Di PT PLN (Persero) Sektor Pembangkitan Ombilin; *Jurnal Optimasi Sistem Industri Vol.14, No.2, Tahun 2015, hlm. 238-258.*
- [12] Silalahi, H. (2009). *Pengendalian Persediaan Suku Cadang Mesin-Mesin Pabrik di PT Perkebunan Nusantara III PKS Rambut Tebing Tinggi [Tugas Sarjana]*,. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- [13] Sodikin, I. (2008). Penentuan Interval Perawatan Preventive Komponen Elektrik Dan Komponen Mekanik Yang Optimal Pada Mesin Excavator Seri PC 200-6 Dengan Pendekatan Model Jardine. *Jurnal Teknologi IST AKPRIND, Volume 1 (No 2).*
- [14] Tsang, A. H., & Jardine, A. K. (1973). *"Maintenance, Replacement, and Reliability"*. Canada: Pitman Publishing Corporation.