

PERENCANAAN PERAWATAN GENERATOR COOLER PADA WATER COOLING SYSTEM DENGAN RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE

Rudianto Raharjo¹, Bayu Satriya Wardhana², Redi Bintarto³, Teguh Dwi Widodo⁴, Haslinda Kusumaningsih⁵

^{1,2,3,4,5}Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jl. MT. Haryono 167 Malang 65145 – Telp (0341)567886 Indonesia
E-mail: rudiantoraharjo@ub.ac.id

Abstract

PT. PJB (Pembangkit Jawa Bali) UP Karangates, merupakan salah satu perusahaan yang berperan penting dalam mendistribusikan listrik di kawasan Jawa dan Bali. Pada proses produksi, listrik dihasilkan dari unit pembangkit listrik tenaga air (PLTA) yang bersumber dari bendungan Sengguruh. Pada proses pemenuhan kebutuhan listrik diharapkan tidak terjadi gangguan. Salah satu unit pendukung dalam pemenuhan kebutuhan listrik pada pembangkit ialah Unit Water Cooling System. Terjadinya gangguan berpotensi menghambat kinerja mesin lainnya serta dapat menimbulkan ancaman bagi keselamatan di lingkungan kerja dan gangguan pada kemampuan operasional yang dalam hal ini ialah produksi pasokan listrik. Berdasarkan dari tingkat sering terjadinya kerusakan pada Unit Water Cooling System, maka didapatkan tiga komponen yang menjadi perhatian pada penelitian yaitu pipa radiator, sensor radiator, dan drain and venting valve. Metode yang nantinya digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan metode Reliability Centered Maintenance (RCM). Dimana metode ini diterapkan untuk merencanakan kegiatan perawatan yang sesuai dengan fungsi dan sistem (komponen) melalui analisa terhadap dampak yang ditimbulkan oleh suatu kegagalan dengan menggunakan tabel FMEA dan RCM Decision Diagram. Dari hasil yang diperoleh, prioritas kegiatan perawatan yang dapat dilakukan terhadap masing-masing komponen kritis dari Unit Water Cooling System adalah Scheduled On-Condition Task dan Scheduled Discard Task.

Kata Kunci: Perawatan, Water Cooling System, Reliability Centered Maintenance ,

PENDAHULUAN

Dengan semakin meningkatnya persaingan pada bidang produksi, maka suatu perusahaan harus melakukan perbaikan secara *continous* untuk menjaga kestabilan perusahaan guna mencapai target produksinya[2]. Salah satu aspek yang harus diperhatikan adalah sistem perawatan (*maintenance*) perusahaan. Karena mesin-mesin merupakan aset perusahaan yang perlu dijaga ketersediaannya dan ditingkatkan keandalannya untuk mendukung kelancaran proses produksi. Dalam kenyataannya perawatan (*maintenance*) merupakan suatu persoalan dalam kegiatan industri yang sangat penting dalam menjamin kelancaran suatu sistem dan peralatan operasi yang berperan dalam suatu kelancaran produksi[3]. Banyaknya ongkos yang dikeluarkan dan karena berbagai alasan dalam pelaksanaannya membuat masalah perawatan ini sering

diabaikan, padahal apabila dibandingkan kerugian waktu tidak beroperasi akibat adanya suatu kerusakan mesin jauh lebih besar daripada ongkos perawatan. Dengan mengadakan sistem perawatan yang baik, maka kerusakan komponen dapat dikurangi dan meningkatkan kualitas hasil produksi.

Pelaksanaan perawatan dianggap berhasil apabila sistem dapat melakukan operasinya sesuai dengan rencana dan tidak mengalami kerusakan selama sistem tersebut digunakan dalam proses produksi atau sebelum jangka waktu yang direncanakan tercapai.

PT. PJB UP BRANTAS (PT. Pembangkitan Jawa-Bali Unit Pembangkitan Brantas) merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang produksi tenaga listrik. Salah satu unit pembangkitnya ialah PLTA Sengguruh yang terletak di Desa Sengguruh, Kecamatan Kepanjen, Kabupaten Malang.

Salah satu komponen di PLTA Sengguruh yang mengalami kerusakan ialah *generator cooler*. *Generator cooler* ini merupakan salah satu komponen dari *water cooling system* / sistem pendingin air di PLTA Sengguruh. Fungsi utama dari *generator cooler* ini ialah untuk menjaga temperatur ruang generator agar selalu dalam keadaan normal. Berdasarkan hal tersebut maka penulis mencoba menerapkan sistem *maintenance* yang yang dirasa tepat dalam hal ini yaitu RCM (*Reliability Centered Maintenance*). RCM (*Reliability Centered Maintenance*) merupakan salah satu metode yang menggabungkan analisa kualitatif dan kuantitatif dalam penentuan program pemeliharaan[1]. Analisa kualitatif terdapat pada tindakan perawatan yang diusulkan (*propose task*), apakah itu *Scheduled Restoration Task*, *Scheduled Discard Task*, dan *Scheduled On-condition Task*[4]. Sedangkan analisa kuantitatif terdapat pada penentuan initial interval atau interval perawatan, dengan mempertimbangkan biaya dan perbaikan komponen. Sehingga penentuan interval perawatan yang didapat akan memberikan total biaya yang minimum, yang kesemuanya dituangkan dalam *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Diagram* dan *RCM Decision Diagram* yang tergabung dalam *RCM worksheet*[5].

Maka penelitian ini dilakukan untuk merencanakan metode perawatan yang efektif untuk memperlancar proses produksi yaitu

dengan metode RCM (*Reliability Centered Maintenance*).

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan di PT. PJB UP Brantas, Distrik A PLTA Sengguruh yang beralamat di ,Kepanjen-Malang, Provinsi Jawa Timur. Variabel merupakan bagian penelitian dengan cara menentukan variabel yang ada dalam penelitian tersebut. Variabel-variabel yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah : Variabel terikat yaitu variabel yang dipengaruhi atau menjadi akibat karena variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kapasitas produksi PT. PJB UP Brantas, Distrik A PLTA Sengguruh. Variabel bebas yaitu variabel yang menjadi sebab atau timbulnya variabel terikat. Ada beberapa variabel bebas dalam penelitian ini, antara lain :Waktu antar kerusakan, Waktu lama perbaikan, Penyebab dan Efek kegagalan

HASIL DAN PEMBAHASAN

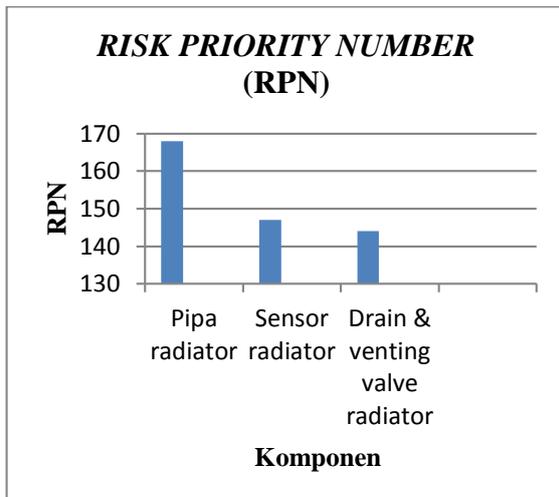
RPN (*Risk Priority Number*) adalah indikator kekritisan untuk menentukan tindakan koreksi yang sesuai dengan moda kegagalan. Cara menghitung RPN adalah sebagai berikut :

$$RPN = S \times O \times D$$

Hasil Perhitungan RPN (*Risk Priority Number*) Diagram RPN (*Risk Priority Number*)

Procces Step	Input	Severity	Occurence	Detection	RPN
Water Cooling System	Pipa radiator	7	4	6	168
	Sensor radiator	7	7	3	147
	Drain & venting valve radiator	6	4	6	144

Tabel 1. Hasil Perhitungan RPN

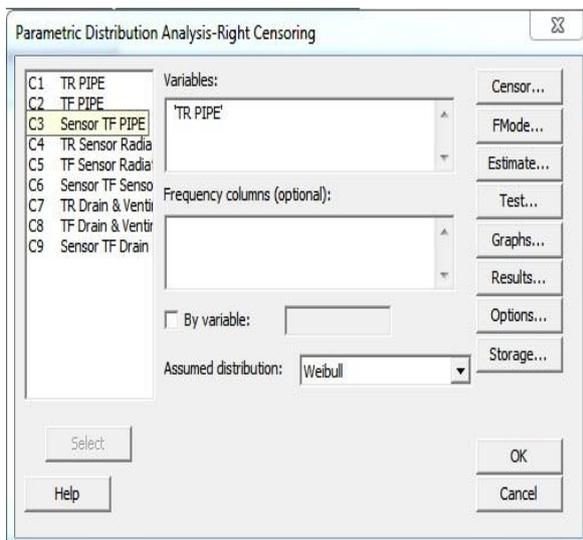


Keterangan :

α = parameter bentuk (distribusi Weibull)
 β = parameter skala (distribusi Weibull)

Selanjutnya setelah diperoleh parameter pada masing-masing komponen mesin *water cooling system*, maka selanjutnya dapat dilakukan perhitungan *Mean Time To Failure (MTTF)* dan *Mean Time To Repair (MTTR)* dengan parameter yang telah dihasilkan. Dengan menggunakan *software Minitab 17* didapatkan nilai *MTTF* dan *MTTR* sebagai berikut :

Jenis Mesin	Nama Komponen	MTTR (jam)	MTTF (jam)
Mesin Water cooling system	Pipa Radiator	8,4896	27294,6
	Sensor Radiator	7,4352	7796,76
	Drain and Venting Valve	8,7988	50120,7



Biaya Penggantian Komponen karena Perawatan (CM)

Biaya Penggantian Komponen karena Perawatan merupakan biaya yang dikeluarkan untuk memperbaiki komponen yang meliputi biaya tenaga kerja dan harga komponen atau suku cadang. Rumus yang digunakan untuk menghitung biaya penggantian karena perawatan yaitu sebagai berikut :

$$CM = (\text{Biaya Tenaga Kerja} \times MTTR) + \text{Harga Komponen.}$$

Hasil pengujian estimasi parameter data waktu perbaikan (Tr) dan waktu antar kerusakan (Tf) dari komponen mesin *water cooling system* dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Hasil Uji Distribusi

Water cooling system					
Nama Komponen	Ket	Jenis Distribusi	Parameter		
			α	β	
Pipa Radiator	Tr	Weibull	11,1548	8,8840	
	Tf	Weibull	0,9612	26818,6	
Sensor Radiator	Tr	Weibull	9,3691	7,8375	
	Tf	Weibull	0,9055	7434,57	
Drain and Venting Valve	Tr	Weibull	30,8740	8,9572	
	Tf	Weibull	0,9296	48452,1	

Hasil perhitungan biaya penggantian komponen karena perawatan

Nama Komponen	α	β	CM (Rp)	CF (Rp)	TM (jam)
Pipa radiator	0.9612	26818.6	3144880	51960080	1484.332
Sensor radiator	0.9055	7434.57	3335560	46087960	398.329
Drain and venting valve	0.9296	48452.1	2789640	53382740	1982.811

Nama Komponen	MTTR (jam)	Harga (Rp)	Biaya Tenaga Kerja/orang (Rp/jam)	CM (Rp)
Pipa radiator	8,4896	598.000	300.000	3.144.880
Sensor radiator	7,4352	1.105.000	300.000	3.335.560
Drain and Venting Valve	8,7988	150.000	300.000	2.789.640

Biaya Penggantian Komponen karena Kerusakan (CF) Merupakan biaya penggantian yang meliputi biaya tenaga kerja, biaya downtime dan harga komponen. Rumus yang digunakan untuk menghitung biaya penggantian karena kerusakan adalah :

$CF = [(Biaya\ Tenaga\ Kerja + Biaya\ Downtime) \times MTTR] + Harga\ Komponen.$

Hasil perhitungan biaya penggantian komponen karena kerusakan seperti yang ditunjukkan pada tabel berikut ini :

Interval perawatan optimal

$$TM = \beta \left[\frac{CM}{CF - CM} \cdot \frac{1}{\alpha^{-1}} \right]^{1/\alpha}$$

Hasil dari TM ini bisa digunakan untuk menghitung Mean Time To Failure setelah dilakukan perawatan (MTTF_m). MTTF_m ini berguna untuk menganalisa kelebihan dari jadwal perawatan yang baru.

MTTF_m dengan interval perawatan TM

$$MTTF_m = \frac{\int_0^{T_m} \exp\left[-\left(\frac{t}{\beta}\right)^\alpha\right] dt}{1 - \exp\left(-\frac{T_m}{\beta}\right)^\alpha}$$

Hasil Perhitungan MTTF_m

Nama Komponen	MTTF _m (jam)	MTTF (jam)	Selisih (jam)
Pipa radiator	25778,038	27294,6	1516,562
Sensor radiator	6732,003	7796,76	1064,757
Drain and venting valve	45039,328	50120,7	5081,372

Metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)* merupakan analisis yang digunakan untuk menganalisa adanya kegagalan kinerja

Nama Komponen	MTTR (jam)	Harga (Rp)	Biaya Tenaga Kerja/orang (Rp/jam)	Biaya Downtime (Rp/jam)	CF (Rp)
Pipa radiator	8,4896	598.000	300.000	5.750.000	51.960.080
Sensor radiator	7,4352	1.105.000	300.000	5.750.000	46.087.960
Drain and venting valve	8,7988	150.000	300.000	5.750.000	53.382.740

mesin *water cooling system* agar dapat meningkatkan produktivitas dan menghasilkan interval pemeliharaan yang optimal. Dengan metode ini diharapkan akan diperoleh informasi yang berguna untuk mengembangkan sistem *maintenance* sehingga dapat mengurangi kegagalan fungsi komponen unit *water cooling system*.

Berdasarkan *RCM Decision Worksheet* dan *RCM Decision Diagram*, diperoleh bahwa tindakan yang perlu dilakukan untuk setiap komponen yang sering mengalami kerusakan yaitu seperti yang dapat dilihat pada tabel berikut :

Mesin	Komponen Kritis	Kegiatan Perawatan	Interval Perawatan (jam)
Unit water cooling system	Pipa Radiator	Scheduled on Condition Task	27294,6
	Sensor Radiator	Scheduled on Condition Task	7796,76
	Drain and Venting Valve	Scheduled Discard Task	50120,7

Pada Komponen *Drain and venting valve* memiliki interval perawatan paling lama yaitu 50120.7 jam, Berarti komponen ini memiliki ketahanan yang sangat besar dibandingkan komponen lainnya. Kegiatan perawatan yang perlu dilakukan pada komponen ini adalah *Scheduled Discard Task* yaitu melakukan tindakan penggantian

(replacement) pada komponen yang mengalami kerusakan serta keausan yang dapat mengakibatkan komponen tersebut tidak bekerja sebagaimana fungsinya. Penentuan tindakan ini dapat disarankan setelah melihat *RCM Decision Diagram* dengan menganalisa kesesuaian karakteristik kegagalan komponen *drain and venting valve* pada alur H (*Hidden Failure*), S (*Safety*), E (*Environment*), dan O (*Operational*).

Sedangkan pada komponen pipa radiator dan sensor radiator menunjukkan interval perawatan yang lebih sedikit yaitu 27294.6 jam dan 7796.76 jam. Pada kedua komponen ini, tindakan perawatan yang lebih tepat ialah *Scheduled on Condition Task* yaitu tindakan yang diambil untuk mendeteksi potensi kegagalan, sehingga bisa diambil suatu tindakan yang bisa mencegah terjadinya kegagalan tersebut.

Berdasarkan perhitungan *Mean Time To Failure (MTTF)* setelah dilakukan tindakan perawatan, maka didapatkan selisih antara *MTTFm* dengan *MTTF* yaitu untuk komponen *drain and venting valve* memiliki selisih yang paling tinggi dari komponen yang lain yakni sebesar 5081.372 jam. Sedangkan untuk komponen sensor radiator memiliki selisih yang paling rendah yaitu sebesar 1064.757 jam. Dari hasil perhitungan komponen Unit *Water Cooling* setelah dilakukan tindakan perawatan *Mean Time To Failure (MTTFm)* dibandingkan dengan *Mean Time To Failure (MTTF)* sebelum tindakan perawatan, maka akan didapatkan nilai selisih waktu antar kerusakan komponen yang berkurang dari sebelumnya, sehingga produktivitas komponen tidak seoptimal dari sebelumnya.

KESIMPULAN

Berdasarkan *diagram* pada Unit *Water Cooling System* terdapat beberapa komponen kritis yang sering mengalami kerusakan yaitu komponen pipa radiator, sensor radiator, dan *drain and venting valve*. Komponen-komponen tersebut jika terus mengalami kerusakan maka akan mengganggu kestabilan suhu aliran air sebagai media pendingin komponen vital unit pembangkit sehingga suhu pendinginan yang optimal tidak tercapai dan mengakibatkan terganggunya produksi listrik.

- Dari *RCM Decision Worksheet* dapat diusulkan perencanaan jadwal perawatan yang sesuai dengan interval perawatan optimal, seperti kegiatan perawatan yang perlu dilakukan pada komponen *Drain and venting valve* dengan interval perawatan optimal sebesar 50120.7 jam adalah *Scheduled Discard Task* pada tindakan ini *scheduled discard task* yaitu tindakan penggantian pada komponen mesin yang telah mengalami keausan atau kerusakan sebelum batas umur dari komponen tersebut yang nantinya jika dibiarkan akan mengakibatkan mesin tidak dapat berfungsi semestinya sehingga mengganggu proses kerja Unit *Water Cooling System*. Sedangkan pada komponen pipa radiator dan sensor radiator, tindakan perawatan yang lebih tepat ialah *Scheduled on Condition Task* yaitu tindakan yang diambil untuk mendeteksi potensi kegagalan, sehingga bisa diambil suatu tindakan yang bisa mencegah terjadinya kegagalan tersebut. Dengan adanya perencanaan jadwal perawatan yang tepat dapat meminimalisir kerusakan pada saat Unit *Water Cooling System* beroperasi

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ebeling, E. Charles. 1997. *“Reliability and Maintainability Engineering”*. New York : The McGraw-Hill Company Inc.
- [2] Assauri, Sofyan. 1999. *“Manajemen Produksi Dan Operasi Edisi Keempat”*. Jakarta : Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- [3] Corder, Antony. 1992. *“Teknik Manajemen Pemeliharaan”*. Erlangga, Jakarta.
- [4] Moubay, John. 1997. *“Reliability Centered Maintenance”*. Second Edition, Penerbit Industrial Press Inc, New York.
- [5] Fawaid, Mohammad Fahmy. 2013. *“Penerapan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Guna Meningkatkan Kapasitas Produksi Mesin Clinker Cooler Di PT. SEMEN GRESIK (PERSERO) Tbk”*. Malang Teknik Mesin, FT Universitas Brawijaya