

## Analisis Sistem Perawatan Mesin Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)* Sebagai Dasar Kebijakan Perawatan yang Optimal di PLTD “X”

Syahrudin

Jurusan Teknik Mesin Alat Berat

Politeknik Negeri Balikpapan

Jl. Soekarno-Hatta Km.8 Balikpapan Telp.(0542)860895, 862305, Fax.861107

E-mail: Syahrudin@poltekba.ac.id

### Abstract

*Generating engines in PLTD "X" has been in operation long enough and its operations are often damaged and disorders that result in decreased amounts of electricity production. In addition, it is not known which components categorized as critical, so the treatment becomes less effective with an indication of the damage still occurs. RCM studies using this method aims to determine the critical components, combining qualitative and quantitative factors in the RCM decision worksheet and determine the optimal treatment policy basis.*

*The data collected is qualitative data and quantitative data. Qualitative data identified through the process of developing a functional block diagram, system failure and function failure and failure mode and effect analysis. Quantitative data is the data length of time between failures and repair time distribution is tested. Distribution test results, damage and maintenance cost data used to calculate the optimal maintenance interval. The results are set forth in the RCM Decision Worksheet is used as a source of information maintenance actions to be performed.*

*Based on the calculation happens for increasing the reliability of the critical components. The largest increase in the exhaust valve rocker arm that is: 66.00% and the smallest on the exhaust valve seat as follows: 7.63%. Besides a decline in the total cost of care in these critical components. The largest decrease in the gasket that is: 45.85% and the smallest on the exhaust valve rocker arm by 10.29%, so the maintenance interval for all critical components can be used as the basis of the optimal maintenance policy.*

**Keywords:** *Maintenance System, RCM Method, Maintenance Policy, PLTD*

### Abstrak

*Mesin-mesin pembangkit di PLTD “X” telah beroperasi cukup lama dan dalam operasionalnya masih sering mengalami kerusakan dan gangguan yang berakibat menurunnya jumlah produksi listrik. Di samping itu belum diketahui komponen-komponen yang masuk kategori kritis, sehingga proses perawatan menjadi kurang efektif dengan indikasi kerusakan yang masih terus terjadi. Penelitian dengan menggunakan metode RCM ini bertujuan untuk mengetahui komponen-komponen kritis, menggabungkan faktor kualitatif dan kuantitatif dalam RCM decision worksheet serta menentukan dasar kebijakan perawatan yang optimal.*

*Data yang dikumpulkan adalah data kualitatif dan data kuantitatif. Data kualitatif identifikasi melalui proses penyusunan functional block diagram, system failure and function failure dan failure mode and effect analysis. Data kuantitatif yaitu data waktu antar kerusakan dan lama waktu perbaikan diuji distribusinya. Hasil uji distribusi, data biaya kerusakan dan biaya perawatan digunakan untuk menghitung interval perawatan optimal. Hasilnya dituangkan dalam RCM Decision Worksheet yang digunakan sebagai sumber informasi tindakan perawatan yang akan dilakukan.*

*Berdasarkan hasil perhitungan terjadi peningkatan keandalan pada komponen-komponen kritis. Peningkatan terbesar pada exhaust valve rocker arm yaitu: 66,00% dan terkecil pada exhaust valve seat yaitu: 7,63%. Selain itu terjadi penurunan total biaya perawatan pada komponen-komponen kritis. Penurunan terbesar pada gasket yaitu: 45,85% dan terkecil pada exhaust valve rocker arm yaitu: 10,29%. Dalam hal ini interval perawatan untuk seluruh komponen kritis dapat dijadikan dasar kebijakan perawatan yang optimal.*

**Kata kunci:** *Sistem Perawatan, Metode RCM, Kebijakan Perawatan, PLTD*

## 1. Pendahuluan

PLTD merupakan suatu instalasi pembangkit listrik yang terdiri dari beberapa Satuan Pembangkit Diesel (SPD) dan sarana pendukungnya. Mesin diesel sebagai penggerak utama sedangkan energi listrik dikeluarkan oleh generator. Pada umumnya PLTD difungsikan untuk produksi listrik dengan kapasitas kecil sampai sedang dengan kemampuan beroperasi 24 jam. Hal ini memersyaratkan bahwa mesin pembangkitnya harus memiliki *reliability* dan *availability* yang baik.

Berdasarkan survei pendahuluan, PLTD "X" telah beroperasi cukup lama sehingga mesin-mesin pembangkitnya sering mengalami gangguan dan kerusakan pada saat beroperasi yang berakibat terhentinya kegiatan produksi. Selain itu sistem perawatan mesin yang terdapat di PLTD "X" yang belum terlaksana dengan baik sehingga berakibat pada turunnya produksi daya listrik yang dihasilkan. Menurut data, kemampuan produksi daya listrik PLTD "X" seharusnya adalah 20,04 MW per bulan, namun secara signifikan berkurang sampai rata-rata menjadi 13,69 MW per bulan, karena kehandalan *engine* yang menurun.

Kegiatan perawatan yang selama ini telah dilakukan oleh PLTD "X" adalah penggantian komponen-komponen mesin yang rusak, sebagai usaha peremajaan dan *overhaul* yang bertujuan memperpanjang umur pakai mesin. Selain itu juga melakukan tindakan *Preventive Maintenance (PM)* untuk merawat mesin-mesin agar tidak terjadi kerusakan atau gangguan saat beroperasi. *PM* yang dilaksanakan di PLTD "X" mengacu pada buku manual (*Shop Manual*) yang dikeluarkan oleh pabrik pembuat mesin, dengan tujuan menjaga kondisi mesin-mesin agar tetap beroperasi dengan baik. Akan tetapi, meskipun telah dilakukan kebijakan *PM*, penggantian beberapa komponen yang rusak dan *overhaul* untuk peremajaan, tetap saja terjadi kerusakan saat beroperasi. Menurut data-data waktu

gangguan/kerusakan untuk 5 mesin yang terjadi di PLTD "X" selama 3 tahun (dari Januari 2010 sampai dengan Desember 2012) adalah sebagai berikut: jumlah jam gangguan/kerusakan untuk mesin 1 adalah 1.510,0 (18,50%), mesin 2 adalah 1.021,0 (12,50%), mesin 3 adalah 2.805,0 (34,50%), mesin 4 adalah 1.820,0 (22,20%) dan mesin 5 adalah 1.026,2 (12,50%). Ini berdampak pada tingginya *loss of production* di PLTD "X". Tabel 1. berikut ini adalah tabel jumlah jam gangguan/kerusakan dari bulan Januari 2010 sampai dengan Desember 2012.

Tabel 1. Jumlah Jam Gangguan/Kerusakan Selama 3 Tahun

	Tahun			Jumlah (Jam)	Prosentase
	2010	2011	2012		
	(Jan-Des)	(Jan-Des)	(Jan-Des)		
Mesin 1	1.087,0	286,0	137,0	1.510,0	18,50%
Mesin 2	240,0	341,0	440,0	1.021,0	12,50%
Mesin 3	270,0	395,0	2.140,0	2.805,0	34,30%
Mesin 4	461,0	344,0	1.015,0	1.820,0	22,20%
Mesin 5	252,0	648,2	126,0	1.026,2	12,50%

Sumber: Data perusahaan PLTD "X" bulan Januari 2010-Desember 2012

Tujuan dilakukan perawatan adalah untuk menjaga keandalan (*reliability*) mesin-mesin agar mesin-mesin tersebut tetap dapat beroperasi dengan baik. Oleh sebab itu, diperlukan strategi yang baik untuk menjaga kelangsungan proses produksi. Kegiatan perawatan yang baik harus dilakukan secara tepat dan konsisten.

Banyak model perawatan yang dapat digunakan seperti: *Preventive Maintenance Optimization (PMO)*, *Quick Start Reliability (QSR)*, *Risk Based Maintenance (RBM)* dan *Proactive Reliability Maintenance (PRM)* dan sebagainya. Namun *Total Productive Maintenance* dan *Reliability Centered Maintenance* merupakan fundamental dari model-model perawatan tersebut. Kebijakan-kebijakan perawatan yang bersifat korektif atau reaktif, sistematis atau terjadwal dan *Condition-Based*, semuanya bertujuan

mencapai *availability* dan *reliability* peralatan dan sistem dengan mereduksi biaya perawatannya (Silva, 2008). Sebagai fundamental, maka metode *Reliability Centered Maintenance* dapat dipilih untuk mencapai tujuan tersebut.

Hal ini didukung oleh Berger (2007) bahwa *Reliability Centered Maintenance* merupakan teknik yang lebih maju dan merupakan pengembangan *Preventive Maintenance* dalam menjamin aset beroperasi sesuai dengan fungsi dan desain aslinya. Disisi lain, Al-Ghamdi, dkk (2005) juga berpendapat bahwa metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)* adalah pendekatan yang efektif untuk pengembangan program-program *PM* dalam meminimalkan kegagalan peralatan dan menyediakan *plant* di industri dengan alat-alat yang efektif dan kapasitas optimal untuk memenuhi permintaan pelanggan dan unggul dalam persaingan.

Dengan penerapan sistem kebijaksanaan perawatan yang tepat dan sistematis, metode *RCM* dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi dengan mereduksi biaya perawatan namun tetap mempertahankan nilai dan keandalan dari *asset* yang dimiliki oleh suatu perusahaan sebagai strategi dalam menghadapi lingkungan yang kompetitif. Selain itu, metode *RCM* mempunyai keunggulan dalam menentukan program pemeliharaan yang berfokus pada komponen atau mesin-mesin yang kritis (*critical item list*) dan menghilangkan kegiatan perawatan yang tidak diperlukan dengan menentukan interval pemeliharaan yang optimal.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui komponen-komponen mesin kritis, proses penggabungan faktor kualitatif dan kuantitatif komponen-komponen mesin kritis dalam *RCM decision worksheet* serta menentukan dasar kebijakan perawatan yang optimal pada komponen-komponen mesin kritis di PLTD "X".

## 2. Metoda Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PLTD "X" bersifat eksploratif deskriptif dengan

metode survei dengan objek yang diteliti adalah Satuan Pembangkit Diesel (SPD) dan sistem perawatan aktual. Mesin-mesin diesel yang ada di PLTD "X" adalah mesin-mesin SWD 9 TM 410 RR yang berukuran besar berjumlah lima unit.

Pengumpulan data dilaksanakan selama 2 bulan, Mei sampai Juni 2013. Data-data yang telah dikumpulkan kemudian dikelompokkan.

Tabel 2. Pengelompokan Data dan Metode Pengumpulan Data

Kelompok Data	Data	Jenis Data	Metode/Sumber
Kualitatif	Fungsi komponen	Sekunder	Shop manual
	Kegagalan komponen	Primer	Wawancara dengan mekanik
	Penyebab kegagalan	Primer	Wawancara dengan mekanik
	Efek kegagalan	Primer	Wawancara dengan mekanik
Kuantitatif	Waktu antar kerusakan	Sekunder	Catatan yang didokumentasikan
	Waktu perbaikan	Sekunder	Catatan yang didokumentasikan
	Biaya tenaga kerja	Primer	Wawancara dengan supervisor administrasi dan keuangan
	Biaya konsekuensi operasional	Primer	Wawancara dengan supervisor operasi
	Biaya perawatan	Sekunder	Laporan perusahaan
	Biaya penggantian komponen	Sekunder	Catatan yang didokumentasikan

Sumber: Pengolahan Data

Data dianalisis dengan metode *Reliability Centered Maintenance* dengan langkah-langkah berikut:

1. Penentuan mesin kritis berdasarkan frekuensi gangguan/kerusakan
2. Penentuan bagian/sistem kritis berdasarkan frekuensi kerusakan dan lama *downtime*
3. Penentuan komponen-komponen kritis berdasarkan jumlah kerusakan
4. Membuat *functional block diagram*

5. Membuat *system failure and function failure*
6. Menyusun *failure mode and effect analysis*.
7. Menguji distribusi data waktu antar kerusakan dan lama waktu perbaikan menggunakan *Software Minitab 16*.
8. Menghitung *initial interval*.
9. Menyusun *RCM decision worksheet*
10. Menghitung total biaya perawatan dan keandalan komponen-komponen kritis.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Penentuan Mesin Kritis, Sistem/Bagian Kritis dan Komponen Kritis di PLTD "X"

Data yang telah diolah adalah frekuensi kerusakan dan lama *downtime* dari mesin 1, 2, 3, 4 dan 5. Frekuensi kerusakan dan lama *downtime* dijadikan acuan karena semakin tinggi frekuensi kerusakan dan lama *downtime* mesin, maka semakin tinggi kerugian akibat *loss production* yang disebabkan oleh berhentinya kegiatan produksi akibat gangguan/kerusakan mesin. Hal ini dapat menurunkan jumlah produksi.

Dari hasil penelitian diketahui bahwa mesin-mesin di PLTD "X" memiliki tipe dan jenis yang sama. Selain itu mesin-mesin tersebut telah beroperasi cukup lama dan sering mengalami gangguan dan kerusakan. Pada penelitian ini, tidak semua mesin dianalisis untuk menentukan kebijakan perawatan yang optimal. Oleh sebab itu, dipilih mesin yang memiliki jumlah jam gangguan/kerusakan yang paling besar dengan pola jumlah jam gangguan yang meningkat setiap tahunnya. Hal ini sangat berpengaruh terhadap *loss production*, sehingga menjadi prioritas untuk ditangani terlebih dahulu. Berdasarkan alasan ini, mesin 3 ditetapkan sebagai mesin kritis dengan jumlah jam gangguan 2.805,0 atau 34,3%. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 1.

Tahap selanjutnya adalah menentukan sistem atau bagian kritis. Di PLTD "X", sistem atau bagian mesin dikelompokkan dalam sebelas bagian dan sistem. yaitu:

1. *Cylinder Head Assy* merupakan bagian yang dipasang di atas blok mesin yang berfungsi sebagai penutup bagian atas mesin dan menahan tekanan kompresi dan pembakaran, mengendalikan panas dalam ruangan (dengan sistem pendingin) dan sebagaiudukan komponen-komponen bagian atas mesin mesin (mekanisme *inlet valves*, *exhaust valves* dan *atomizer*).
2. *Piston Assy* berfungsi merubah tekanan pembakaran menjadi gerakan mekanis.
3. *Connecting Rod Assy* berfungsi meneruskan gerak naik turun piston ke *crankshaft*.
4. *Crankshaft Assy* berfungsi merubah gerak naik turun *piston* menjadi gerak putar.
5. *Inlet and Exhaust System* berfungsi memasukkan udara bersih untuk kebutuhan pembakaran di dalam mesin dan membuang gas sisa pembakaran dengan mereduksi tekanan, panas dan emisinya.
6. Sistem Pelumasan berfungsi mengurangi terjadinya gesekan dan mencegah berkaratnya komponen-komponen mesin yang bergerak translasi maupun rotasi.
7. Sistem Bahan Bakar berfungsi menyediakan bahan bakar untuk kebutuhan kerja mesin.
8. Sistem Pembakaran berfungsi menyemprotkan bahan bakar ke ruang bakar dan mengatur jumlah bahan bakar yang disemprotkan sesuai kebutuhan dan beban mesin.
9. Sistem Pendinginan berfungsi mengurangi panas yang berlebihan pada komponen mesin.
10. Block Mesin merupakan rumah atau tempat kedudukan komponen-komponen utama yang bergerak.
11. Proteksi Mekanik berfungsi sebagai penggerak mula dalam menghidupkan dan menghentikan kerja mesin.

Berdasarkan data-data yang dikumpulkan dari sebelas bagian atau sistem yang ada dari mesin 3, *cylinder head assy* mempunyai frekuensi kerusakan

terbesar yaitu 115 atau 53,00% dan lama *downtime* terbesar yaitu: 1.461,0 atau 52,09%. Oleh sebab itu komponen-komponen kritis *cylinder head assy* dipilih untuk dianalisis. Data selengkapnya dapat dilihat pada table 3.

Tabel 3. Penentuan Sistem atau Bagian Mesin Kritis pada Mesin 4

No	Nama Bagian/Sistem	Kerusakan (kali)		Downtime (jam)	
		f	%	t	%
1	<i>Cylinder Head Assy</i>	115	53,00%	1.461	52,09%
2	<i>Piston Assy</i>	2	0,92%	93	3,32%
3	<i>Connecting Rod Assy</i>	5	2,30%	61	2,17%
4	<i>Crankshaft Assy</i>	3	1,38%	95	3,39%
5	<i>Inlet and Exhaust System</i>	10	4,61%	107	3,81%
6	Sistem Pelumasan	13	5,99%	195	6,95%
7	Sistem Bahan Bakar	6	2,76%	72	2,57%
8	Sistem Pembakaran	42	19,35%	489	17,43%
9	Sistem Pendinginan	8	3,69%	88	3,14%
10	<i>Block Mesin</i>	7	3,23%	86	3,07%
11	Proteksi Mekanik	6	2,76%	58	2,07%
	Jumlah	217	100,00%	2.805	100,00%

Sumber: Data perusahaan PLTD "X" bulan Januari 2009-Desember 2011

Berdasarkan data-data yang diperoleh, komponen-komponen kritis pada *cylinder head* mesin 3 di PLTD "X" yaitu *cylinder head, inlet valve rocker arm, inlet valve housing, inlet valve, inlet valve seat, exhaust valve rocker arm, exhaust valve housing, exhaust valve, exhaust valve seat, gasket* dan *distribution box*.

### 3.2 Penggabungan Faktor Kualitatif dan Kuantitatif dalam RCM Decision Worksheet.

Berdasarkan pengolahan dan analisis data, proses penggabungan faktor kualitatif dan kuantitatif melalui beberapa tahapan. Adapun faktor kualitatif meliputi fungsi komponen, kegagalan fungsi, penyebab kegagalan dan efek kegagalan. Sedangkan proses identifikasinya melalui penyusunan *functional block diagram, system failure and function failure* sebagai sumber dalam penyusunan *failure mode and effect analysis*.

#### 1. *Functional Block Diagram (FBD)*

*FBD* merupakan deskripsi beberapa komponen dan fungsinya dalam kesatuan blok yang saling berhubungan antara komponen satu dengan yang lain sehingga membentuk satu kesatuan fungsi dalam sistem kerja. *Cylinder head* merupakan komponen statis berfungsi sebagai tempat kedudukan komponen-komponen katup yaitu *valve housing, valve guide dan valve seat*. Sedangkan aliran kerja terjadi dari *rocker arm* yang menekan *valve* melalui rel *valve guide* agar katup terbuka. Dengan bantuan *valve spring, valve* akan menutup pada *valve seat* apabila tekanan dari *rocker arm* telah ditiadakan. Apabila *inlet valve* membuka dan *exhaust valve* menutup maka udara bersih masuk ke ruang bakar. Udara akan dikompresikan oleh piston pada saat *inlet* dan *exhaust valve* menutup. Bahan bakar dikabutkan oleh *needle element* pada *atomizer* sehingga terjadi pembakaran untuk menghasilkan tenaga. Gas sisa pembakaran akan didorong keluar oleh piston pada saat itu *inlet valve* tertutup dan *exhaust valve* terbuka.

#### 2. *System Failure and Function Failure*

*System failure and function failure* sebagai sumber dalam penyusunan *failure mode and effect analysis*.

#### 3. *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

FMEA digunakan untuk mencari penyebab dan efek yang ditimbulkan dari kegagalan yang terjadi. Teknik FMEA merupakan bagian dalam analisis RCM. Dalam penelitian ini komponen-komponen *cylinder head assy* diidentifikasi mode kerusakannya agar dapat diusulkan tindakan perawatan yang tepat dalam menurunkan laju kerusakan.

Sedangkan faktor kuantitatif bersumber dari data waktu antar kerusakan, lama waktu perbaikan, biaya kegagalan/kerusakan. Data waktu antar kerusakan dan lama waktu perbaikan kemudian diuji distribusi dengan menggunakan minitab 16 untuk dilihat pola distribusinya. Kemudian dari pola distribusi itu dilihat angka parameter, MTTF atau

MTTR untuk masing-masing komponen kritis *Cylinder Head Assy*. Dengan menggunakan nilai  $T_f$ ,  $T_r$ ,  $MTTF$  dan  $MTTR$  komponen-komponen kritis *Cylinder Head Assy*. dan data-data biaya kerusakan serta biaya perawatan, selanjutnya dihitung *initial interval* (interval perawatan yang optimal) dengan keandalan dan total biaya perawatan yang minimum.

4. *RCM Decision Worksheet*

Langkah selanjutnya adalah menggabungkan faktor kualitatif dan kuantitatif dalam *RCM Decision Worksheet* yang digunakan sebagai sumber informasi tindakan perawatan yang akan dilakukan dengan mengacu pada *proposed task*. Untuk komponen-komponen kritis di PLTD "X", tindakan perawatan yang diusulkan adalah *combination of task* antara *schedule on-condition task* dan *schedule restoration task* untuk komponen *cylinder head* dengan interval waktu perawatan 1.148 jam dan *distribution box* dengan interval waktu perawatan 1.387 jam, sedangkan *schedule discard task* untuk komponen *inlet valve rocker arm* dengan interval waktu perawatan 1.187 jam, *inlet valve housing* dengan interval waktu perawatan 690 jam, *inlet valve* dengan interval waktu perawatan 991 jam, *inlet valve seat* dengan interval waktu perawatan 612 jam, *exhaust valve rocker arm* dengan interval waktu perawatan 1.379 jam, *exhaust valve housing* interval waktu perawatan 763 jam, *exhaust valve* dengan interval waktu perawatan 732 jam, *exhaust valve seat* dengan interval waktu perawatan 648 jam dan *gasket* dengan interval waktu perawatan 2.157 jam.

3.3 Dasar Penentuan Kebijakan Perawatan yang Optimal dari Komponen Mesin

Seluruh komponen kritis pada *cylinder head assy* telah dihitung nilai interval waktu perawatan optimal (TM), interval perawatan yang dijalankan perusahaan (TO) dan telah dihitung pula nilai

keandalan dari waktu perawatan optimal R(TM) serta nilai keandalan interval perawatan yang dijalankan perusahaan R(TO).

Dari hasil perhitungan ternyata nilai keandalan dapat ditingkatkan dan total biaya perawatan dari komponen-komponen kritis dapat diturunkan. Peningkatan keandalan terbesar pada komponen *exhaust valve rocker arm* yang sebelumnya 0,330726786 menjadi 0,549009057 dengan prosentase peningkatan sebesar 66,00% dan yang terkecil pada komponen *exhaust valve seat* yang sebelumnya 0,768241438 menjadi 0,826827404 dengan prosentase peningkatan sebesar 7,63%. Kemudian penurunan total biaya perawatan terbesar pada komponen *gasket* yang sebelumnya Rp. 6.492,78 per jam menjadi Rp. 3.515,85 dengan prosentase penurunan sebesar 45,85% dan yang terkecil pada komponen *exhaust valve rocker arm* yang sebelumnya Rp. 20.412,43 menjadi Rp. 18.300, 12 dengan prosentase penurunan 10,29%. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada table 4. Sehingga TM untuk seluruh komponen kritis dapat dijadikan sebagai dasar kebijakan perawatan optimal karena berhasil meningkatkan keandalan (R) dan menurunkan total biaya perawatan (TC).

Tabel 4. Perbandingan Total Biaya Perawatan Dan Keandalan Aktual PLTD"X" Dengan Interval Perawatan Yang Optimal

Nama Komponen	R(TO)	R(TM)	T <sub>c</sub> TO (Rp/Jam)	T <sub>c</sub> M (Rp/Jam)	Peningkatan Reliabilitiy (%)	Penurunan Total Biaya (%)
<i>Cylinder Head</i>	0,616114034	0,893573605	13.421,71	10.388,36	45,03%	22,60%
<i>Inlet Valve Rocker Arm</i>	0,439466208	0,726785182	19.682,62	15.523,86	65,38%	21,13%
<i>Inlet Valve Housing</i>	0,583013366	0,928528245	19.543,85	12.658,24	59,26%	35,23%
<i>Inlet Valve</i>	0,492573459	0,536800407	24.446,63	20.463,08	8,98%	16,29%
<i>Inlet Valve Seat</i>	0,561083764	0,650956742	31.766,71	24.342,01	16,02%	23,37%
<i>Exhaust Valve Rocker Arm</i>	0,330726786	0,549009057	20.412,43	18.312,42	66,00%	10,29%
<i>Exhaust Valve Housing</i>	0,50078389	0,674378555	25.889,38	23.157,42	34,66%	10,55%
<i>Exhaust Valve</i>	0,479197136	0,715723484	22.694,04	18.208,99	49,36%	19,76%
<i>Exhaust Valve Seat</i>	0,768241438	0,826827404	20.811,54	15.443,33	7,63%	25,79%
<i>Gasket</i>	0,814058371	0,952532561	6.492,78	3.515,85	17,01%	45,85%
<i>Distributi on Box</i>	0,549946184	0,890557868	9.192,52	7.674,21	61,94%	16,52%

Sumber: Pengolahan Data

Selanjutnya adalah perbandingan interval waktu perawatan yang dilaksanakan oleh PLTD "X" dengan interval waktu perawatan usulan. Perawatan *inlet valve seat* yang sebelumnya dilaksanakan setiap 30 hari menjadi 26 hari, *exhaust valve seat* yang sebelumnya dilaksanakan setiap 30 hari menjadi 27 hari. *Inlet valve housing* yang sebelumnya dilaksanakan setiap 45 hari menjadi 29 hari. *Exhaust valve* yang sebelumnya dilaksanakan setiap 45 hari menjadi 31 hari, *exhaust valve housing* yang sebelumnya dilaksanakan 45 hari menjadi 32 hari. Kemudian *inlet valve* yang sebelumnya dilaksanakan setiap 45 hari menjadi 41 hari, *cylinder head* yang sebelumnya dilaksanakan setiap 90 hari menjadi 48 hari, *inlet valve rocker arm* yang sebelumnya dilaksanakan setiap 90 hari menjadi 49 hari dan *exhaust valve rocker arm* yang sebelumnya dilaksanakan setiap 90 hari menjadi 57 hari. Selanjutnya, *distribution box* yang sebelumnya dilaksanakan setiap 105 hari menjadi 58 hari dan *gasket* yang sebelumnya dilaksanakan setiap 105 hari menjadi 90 hari.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan sebelumnya dapat disimpulkan beberapa hal yaitu:

1. Komponen-komponen mesin kritis di PLTD "X" yaitu: *cylinder head*, *inlet valve rocker arm*, *inlet valve housing*, *inlet valve*, *inlet valve seat*, *exhaust valve rocker arm*, *exhaust valve housing*, *exhaust valve*, *exhaust valve seat*, *gasket* dan *distribution box*.
2. Penggabungan faktor kualitatif dan kuantitatif yaitu: Data-data kualitatif diidentifikasi melalui penyusunan *functional block diagram*, *system failure and function failure* dan *failure mode and effect analysis*. Sedangkan data-data kuantitatif diuji distribusinya untuk dilihat angka parameter, MTTF dan MTTR. Dengan data biaya kerusakan dan perawatan dihitung interval waktu, total biaya perawatan dan keandalan komponen-komponen kritis. Kemudian digabungkan dalam *RCM decision worksheet* yang digunakan sebagai sumber informasi tindakan perawatan yang akan dilakukan pada *proposed task*.

3. Terjadi peningkatan keandalan pada komponen-komponen kritis. Peningkatan terbesar pada *exhaust valve rocker arm* yaitu: 66,00% dan terkecil pada *exhaust valve seat* yaitu: 7,63%. Selain itu terjadi penurunan total biaya perawatan pada komponen-komponen kritis. Penurunan terbesar pada *gasket* yaitu: 45,85% dan terkecil pada *exhaust valve rocker arm* yaitu: 10,29%. Dalam hal ini interval perawatan untuk seluruh komponen kritis dapat dijadikan dasar kebijakan perawatan yang optimal di PLTD "X".

#### 5. Ucapan Terimakasih

Terimakasih ditujukan kepada manager PLTD "X" yang telah menyediakan tempat untuk pelaksanaan penelitian ini.

#### 6. Daftar Pustaka

- Al-Ghamdi, dkk, 2005, "Reliability Centered Maintenance Concepts and Applications: A Case Study" Univ. Cincinnati Industrial Engineering, International Journal Of Industrial Engineering-Theory Applications And Practice; Pp: 123-132; Vol: 7
- Bentley, John, 1999, *Introduction to Reliability and Quality Engineering 2<sup>nd</sup> Edition*, Pactice Hall, London.
- Berger, D, *Advanced Failure Analysis Methodologies and Techniques*, (<http://plantservices.com/articles/2007/073.html?page=print>) Tanggal akses 02-12-2011
- Ebeling, E. Charles, 1997, *An Introduction to Reliability and Maintainability*

- Engineering*, Mc.Graw-Hill, Singapore.
- Govil, A. K, 1993. *Reliability Centered Maintenance*, Mc. Graw Hill Publishing Co, New Delhi
- Havard, J. Thevik. 2000. *Determination of Cost Optimal Predetermined Maintenance, schedule (on line)*, ([http://www.dnv.com/binari/determination cost optimum/ tcp4-8724.pdf](http://www.dnv.com/binari/determination%20cost%20optimum/tcp4-8724.pdf)). Tanggal akses 16-12-2010
- Higgins, Lindley R. 1987. *Maintenance Engineering Handbook. 4<sup>th</sup> Edition*. McGraw Hill Book Company. New York.
- Moubray, John, 1997, *Reliability Centered Maintenance II, 2<sup>nd</sup> Edition*, Butterworth Heinemann, Oxford.
- Silva, Carlos Manuel I, 2008, *Proactive Reliability Maintenance: a case study concerning maintenance service cost. Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 14 No.4 pp. 343-355.