

Analisis Pemilihan Perawatan Pada Sistem Bahan Bakar (*Fuel Oil System*) Kapal TB.BLORO 10

Icuk Kurniawan^{1*}, Mukhsin Al Amin², Nurvita Arumsari³, Endah Wismawati⁴

¹Departemen Repair and Maintenance , PT.Rusianto Bersaudara

^{2,3,4}Program Studi Teknik Permesinan Kapal, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

Email: icuk@rusiantobersaudara.co.id^{1*}; mukhsinal@student.ppns.ac.id²; arum@ppns.ac.id³; endahw@ppns.ac.id⁴

Abstract- Main Engine is one of the important compartments on the ship which is located in the engine room. Has a function as a propulsion driver and as the main propulsion engine of the ship. With such an important position, scheduling maintenance on the Main Engine is very important to do. Because if the main engine is not running, then there will be no operation of the propulsion system on the ship and it will definitely be very detrimental to the ship owner. This final project attempts to answer these demands by creating a maintenance schedule for the main engine fuel system. In addition, the total operating costs which consist of running, maintenance and downtime costs will also be taken into consideration in determining the maintenance time. In this research of the analysis of choosing the best type of maintenance to take, namely, preventive maintenance for non-return valve components, quick closing valves, fuel injection pumps, and gate valves. Corrective maintenance is recommended for the fuel oil transfer pump, injector nozzle, and fuel filter components. The cost of maintaining all components is taken from the cost of preventive maintenance. The biggest cost is the fuel injection pump component in each repair cycle with an expected minimum total cost incurred for reliability 0.6 of Rp. 25,650,000 and the smallest cost for the fuel filter component in each repair cycle with an expected minimum total cost incurred for reliability 0.6 of Rp. .5,617,520.

Keyword : *Main Engine , scheduling maintenance , ship.*

Nomenclature

CR	: biaya perbaikan <i>corrective</i>
CP	: biaya perbaikan <i>preventive</i>
CF	: biaya penggantian komponen
CW	: biaya pekerja (<i>man hours</i>)
CO	: biaya konsekuensi operasional
tp	: waktu keandalan
R(tp)	: nilai keandalan pada waktu tertentu
$\int_0^{tp} t x f(t)dt$: rumus dari MTTF

1. PENDAHULUAN

TB. Bloro 10 adalah salah satu kapal tugboat yang dimiliki oleh salah satu perusahaan pelayaran yang ada di Kalimantan Timur. Kapal ini merupakan jenis Towing Tugboat yang berfungsi sebagai penarik kapal lain dari daerah satu ke daerah lainnya. Pada TB. Bloro 10 bertugas menarik kapal tongkang 300 feet memuat batu bara dari Muara Bunyut menuju Muara Berau dengan bertenaga dua unit Main Engine bermerk Cummins Diesel Engine KTA 38 M2 1200 HP dengan total 2400 HP. Dalam memenuhi perjalanan dari Muara Bunyut menuju Muara Berau Tersebut kapal TB. Bloro 10 dituntut tidak adanya trouble saat perjalanan pada Main Engine dan yang paling penting pada sistem bahan bakar (*Fuel Oil System*). Di dalam sistem

bahan bakar terdapat beberapa komponen yang menunjang sistem agar dapat berjalan dengan baik yaitu Fuel Oil Transfer Pump, Fuel Injection Pump, Injector Nozzle, Fuel Filter, Gate valve , Quick Closing Valve, dan Non Return Valve apabila salah satu komponen mengalami masalah maka seluruh sistem akan berhenti. Penelitian ini akan merancang kegiatan pemeliharaan yang tepat dengan menggunakan metode Reliability Centered Maintenance (RCM)(1). Reliability-Centered Maintenance (RCM) adalah pemeliharaan terencana dan lebih proaktif untuk menghindari kegagalan sistem. Oleh karena itu, diharapkan penggunaan metode RCM dapat memberikan kegiatan perawatan yang optimal pada sistem bahan bakar mesin induk dalam hal keandalan sistem (2).

Komponen Fuel Oil Transfer Pump, Fuel Injection Pump, Injector Nozzle, Fuel Filter, Gate valve , Quick Closing Valve, dan Non Return Valve yang sering mengalami kerusakan diidentifikasi biaya perbaikan dan biaya perawatan sehingga bisa didapatkan pemilihan perawatan yang baik pada komponen sistem bahan bakar.

2. METODOLOGI .

2.1 Komponen Sistem Bahan Bakar

a. Fuel Injection Pump

Pompa injeksi bahan bakar (fuel injection pump) berfungsi untuk mensuplai bahan bakar ke ruang bakar melalui nozzle dengan tekanan tinggi (max 300 kg/cm²). Bahan bakar yang diinjeksikan dengan tekanan tinggi tersebut akan membentuk kabut dengan partikel-partikel bahan bakar yang sangat halus sehingga mudah bercampur dengan udara dan lebih mudah untuk terbakar.

b. Injector Nozzle

Injektor nozzle adalah salah satu komponen pada sistem injeksi mesin diesel yang memiliki peran sangat penting. Fungsi injektor nozzle untuk menginjeksikan bahan bakar agar bahan bakar berbentuk butiran-butiran yang lembut. Cara kerja injektor nozzle yaitu dengan memperkecil ruang untuk aliran bahan bakar.

Fungsi injektor nozzle adalah untuk menginjeksikan bahan bakar solar agar berbentuk butiran-butiran kecil. Bentuk bahan bakar yang kecil dan lembut ini akan mempermudah proses atomisasi bahan bakar dengan udara sehingga mudah terbakar. Dengan begitu pembakaran pada mesin diesel akan terjadi secara optimal.

c. Fuel Oil Transfer Pump

Fuel Oil Transfer Pump digunakan untuk mentransfer bahan bakar yang berada didalam storage tank pada double bottom dipompa menuju settling tank untuk diendapkan. Bahan bakar yang berada didalam tanki penyimpanan masih memiliki viskositas yang cukup tinggi walapun didalam tanki terdapat pemanas (heater) sehingga diperlukan pompa displacement tipe screw atau pun gear pump. Pompa jenis ini lebih mampu menangani fluida dengan kekentalan yang cukup tinggi dibandingkan tipe pompa lainnya.

2.2 Jenis-Jenis Maintenance

1. Planned Maintenance (pemeliharaan terencana) Planned maintenance adalah pemeliharaan terencana, pengendalian dan pencatatan sesuai dengan rencana yang telah ditentukan sebelumnya. Adapun data catatan riwayat mesin / peralatan yang dibutuhkan antara lain laporan permintaan pemeliharaan, laporan pemeriksaan, laporan perbaikan dan lain-lain. Planned maintenance terdiri dari tiga bentuk pelaksanaannya yaitu:

a) Preventive maintenance (pemeliharaan pencegahan)

Preventive maintenance adalah kegiatan pemeliharaan perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan fasilitas produksi saat digunakan dalam proses produksi.

b) Corrective maintenance (pemeliharaan perbaikan)

Corrective maintenance adalah suatu kegiatan maintenance yang dilakukan setelah terjadinya kerusakan atau kelalaian pada mesin / peralatan sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik.

c) Predictive maintenance

Predictive maintenance adalah tindakan-tindakan maintenance yang dilakukan pada tanggal yang ditetapkan

berdasarkan prediksi hasil analisa dan evaluasi data operasi yang dapat berupa getaran, temperature, vibrasi, flow rate, dan lain – lainnya.

2. Unplanned Maintenance (Pemeliharaan Tak Terencana)

Unplanned maintenance biasanya berupa breakdown/emergency maintenance. Breakdown/emergency maintenance (pemeliharaan darurat) adalah tindakan maintenance yang dilakukan saat mesin/peralatan tersebut rusak dan tidak dapat berfungsi lagi. Melalui pemeliharaan ini, diharapkan dapat memperpanjang umur mesin/peralatan dan dapat memperkecil frekuensi kerusakan.

2.3 Perhitungan biaya Perawatan

Perhitungan biaya perbaikan atau pergantian komponen rusak dilakukan dengan menggunakan beberapa rumus dibawah ini yaitu :

$$CR = CF + ((CW + CO) \times MTTR)$$

$$CP = CF + (CW \times MTTR)$$

Jika nilai CR dan CP diketahui maka dilakukan perhitungan total cost minimum untuk mengetahui sistem maintenance yang seimbang antara failure cost dengan preventive cost sehingga bisa menghasilkan total biaya terkecil. yang memiliki rumus seperti dibawah ini :

$$Tc (tp) = \frac{Cp \times R(tp) + CR \times (1 - R(tp))}{tp \times R(tp) + \int_0^{tp} t \times f(t) dt}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perhitungan Biaya Perawatan Corrective Maintenance

Didapatkan hasil perhitungan biaya perawatan secara corrective maintenance seperti dibawah ini :

Tabel 3.1 Biaya Perawatan Corrective

Komponen	Biaya Perawatan
Non Return Valve	Rp. 132.772.111
Quick Closing Valve	Rp. 108.751.069
Fuel Injection Pump	Rp. 96.572.137
Gate Valve	RP. 83.629.924
Fuel Oil Transfer Pump	Rp. 49.583.290
Injector Nozzle	Rp. 31.794.417
Fuel Filter	Rp. 20.977.759

3.2 Perhitungan Biaya Perawatan Preventive Maintenance

Didapatkan hasil perhitungan biaya perawatan secara preventive maintenance seperti dibawah ini :

Tabel 3.2 Biaya Perawatan *Preventive*

Komponen	Biaya Perawatan
<i>Non Return Valve</i>	Rp61.332.820
<i>Quick Closing Valve</i>	Rp51.219.540
<i>Fuel Injection Pump</i>	Rp64.332.940
<i>Gate Valve</i>	Rp58.199.475
<i>Fuel Oil Transfer Pump</i>	Rp74.999.600
<i>Injector Nozzle</i>	Rp82.999.620
<i>Fuel Filter</i>	Rp33.499.740

3.3 Analisis Total Biaya Minimum

Tabel 3.3 Analisis Total Biaya Minimum

Komponen	Total Biaya Minimum Pada Nilai Reliability 0.6
<i>Non Return Valve</i>	Rp 9699 / Jam Rp 42.481.620/ Tahun
<i>Quick Closing Valve</i>	Rp 7909/ Jam Rp 34.641.420/Tahun
<i>Fuel Injection Pump</i>	Rp 7500/ Jam Rp 32.850.000/Tahun
<i>Gate Valve</i>	Rp 7788/ Jam Rp 34.111.440/Tahun
<i>Fuel Oil Transfer Pump</i>	Rp 5273/ Jam Rp 23.095.740/Tahun
<i>Injector Nozzle</i>	Rp 6746/ Jam Rp 29.547.480/Tahun
<i>Fuel Filter</i>	Rp 6106/ Jam Rp 26.744.280/Tahun

3.5 Pemilihan Perawatan

Tabel 3.5 Pemilihan Perawatan

Komponen	<i>Corrective Maintenance</i>	<i>Preventive Maintenance</i>	Rekomendasi Perawatan
<i>Non Return Valve</i>	Rp. 132.772.111	Rp61.332.820	Dari hasil perbandingan biaya <i>corrective maintenance</i> dan <i>preventive maintenance</i> dapat dipilih <i>preventive maintenance</i> dikarenakan hasil perhitungan biaya lebih kecil.
<i>Quick Closing Valve</i>	Rp. 108.751.069	Rp51.219.540	Dari hasil perbandingan biaya <i>corrective maintenance</i> dan <i>preventive maintenance</i> dapat dipilih <i>preventive maintenance</i> dikarenakan hasil perhitungan biaya lebih kecil.
<i>Fuel Injection Pump</i>	Rp. 96.572.137	Rp64.332.940	Dari hasil perbandingan biaya <i>corrective maintenance</i> dan <i>preventive maintenance</i> dapat dipilih <i>preventive maintenance</i> dikarenakan hasil perhitungan biaya lebih kecil.
<i>Gate Valve</i>	RP. 83.629.924	Rp58.199.475	Dari hasil perbandingan biaya <i>corrective maintenance</i> dan <i>preventive maintenance</i> dapat dipilih <i>preventive maintenance</i> dikarenakan hasil perhitungan biaya lebih kecil.
<i>Fuel Oil Transfer Pump</i>	Rp. 49.583.290	Rp74.999.600	Dari hasil perbandingan biaya <i>corrective maintenance</i> dan <i>preventive maintenance</i> dapat dipilih <i>corrective maintenance</i> dikarenakan hasil perhitungan biaya lebih kecil.
<i>Injector Nozzle</i>	Rp. 31.794.417	Rp82.999.620	Dari hasil perbandingan biaya <i>corrective maintenance</i> dan <i>preventive maintenance</i> dapat dipilih <i>corrective maintenance</i> dikarenakan hasil perhitungan biaya lebih kecil.

3.4 Ekspektasi Total Biaya Minimum

Tabel 3.4 Ekspektasi Total Biaya Minimum

Komponen	Ekspektasi Total Biaya Minimum Pada Nilai Reliability 0.6
<i>Non Return Valve</i>	Rp.34.722.420
<i>Quick Closing Valve</i>	Rp.28.630.580
<i>Fuel Injection Pump</i>	Rp.25.650.000
<i>Gate Valve</i>	Rp.21.494.880
<i>Fuel Oil Transfer Pump</i>	Rp.11.389.680
<i>Injector Nozzle</i>	Rp.5.531.720
<i>Fuel Filter</i>	Rp.5.617.520

Total biaya minimum perlu dilakukan untuk mengetahui sistem maintenance yang seimbang antara failure cost dengan preventive cost sehingga bisa menghasilkan total biaya terkecil. Dalam penelitian ini dilakukan acuan reliability 0.6 dalam menghitung ekspektasi total biaya minimum. Hal ini disesuaikan batasan RLLM 0.6. Dari tabel diketahui bahwa ekspektasi total biaya minimum terbesar pada komponen non return valve dan ekspektasi total biaya terkecil pada Injector Nozzle.

Dari tabel 4.5 dapat diketahui bahwa preventive maintenance direkomendasikan untuk komponen non return valve , quick closing valve , fuel injection pump , dan gate valve. Corrective maintenance direkomendasikan untuk komponen fuel oil transfer pump , injector nozzle , dan fuel filter. Kemudian dari masing-masing komponen tersebut dihitung ekspektasi biaya berdasarkan total biaya minimum yang tertera. Dengan nilai ekspektasi total biaya minimum terbesar pada komponen non return valve dan yang terkecil pada komponen injector nozzle.

4. KESIMPULAN

Dari analisa yang telah dilakukan dalam pengerjaan tugas akhir tersebut maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil analisis pemilihan jenis perawatan yang terbaik untuk diambil yakni, preventive maintenance untuk komponen non return valve , quick closing valve , fuel injection pump , dan gate valve. Corrective maintenance direkomendasikan untuk komponen fuel oil transfer pump , injector nozzle , dan fuel filter.
2. Biaya perawatan seluruh komponen diambil dari biaya preventive maintenance. Biaya terbesar yaitu pada komponen fuel injection pump dalam setiap siklus perbaikan dengan ekspektasi total biaya minimum yang dikeluarkan untuk reliability 0.6 sebesar Rp 25.650.000 dan biaya terkecil pada komponen fuel filter dalam setiap siklus perbaikan dengan ekspektasi total biaya minimum yang dikeluarkan untuk reliability 0.6 sebesar Rp.5.617.520.

5. PUSTAKA

- [1] An Introduction To Reliability and Maintainability Engineering
- [2] Kusnadi K, Wahyudin W, Nugraha B. Usulan Kebijakan Pemeliharaan Mesin Untuk Mengurangi Frekuensi Breakdown Menggunakan Reliability Centered Maintenance. Infotekmesin. 2020;11(2):158–65.
- [3] Priyanta D. Keandalan dan perawatan, Surabaya: Teknik Sistem Perkapalan. Teknol Kelaut. 2000;2(March):1–12.
- [4] Sajaradj Z, Huda LN, Sinulingga S. The Application of Reliability Centered Maintenance (RCM) Methods to Design Maintenance System in Manufacturing (Journal Review). IOP Conf Ser Mater Sci Eng. 2019;505(1).
- [5] Smith AM, Hinchcliffe GR. RCM: Gateway to World Class Maintenance. RCM: Gateway to World Class Maintenance. 2003. 1–336 p.
- [6] Raharja IP, Suardika IB, Galuh W H. Analisis Sistem Perawatan Mesin Bubut Menggunakan Metode Rcm (Reliability Centered Maintenance) Di Cv. Jaya Perkasa Teknik. Ind Inov J Tek Ind. 2021;11(1):39–48.

- [7] Sari R. Perancangan Sistem Pemeliharaan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Pada Pulverizer (Studi Kasus: PLTU Paiton Unit 3). J Tek ITS [Internet]. 2017;vol 6(1):23–124.
- [8] NASA. RCM Guide For Facilities and Collateral Equipment. Natl Aeronaut Sp Adm
- [9] Darmawan A, Rapi A, Ali S. Analisis Perawatan Untuk Mendeteksi Risiko Kegagalan Komponen Pada Excavator 390D. J Ilm Tek Ind. 2017;15(2):109.
- [10] Adam T. Perencanaan Perawatan Mesin Thicknesser Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Dan Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)(Studi Kasus: UD. Den Bagus). 2019;5–12.