

EVALUASI PENJADWALAN MAINTENANCE A/E (AUXILIARY ENGINE) TYPE YANMAR 6KHL-STN, MV.MERATUS SABANG DENGAN MENGGUNAKAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE

Zendy Reda Rhomadan¹, Muhammad Shah, S.T., M.T.², Nurvita Arumsari, S.Si., M.Si.³

Program Studi D-IV Teknik Permesinan Kapal, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia¹

Program Studi D-IV Teknik Permesinan Kapal, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia²

Program Studi D-IV Teknik Permesinan Kapal, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia³

Email: <mailto:zendyreda@student.ppns.ac.id>^{1*}; arum@ppns.ac.id^{2*}; <mailto:muhammadshah@ppns.ac.id>^{3*};

Abstract - Identification of the level of criticality of a component based on the Reliability Centered Maintenance II method obtained components that have a critical level quantitatively owned by components in the F.O fuel system transfer pipe from injector pump to injector with a value of $R(t) = 76$ if qualitatively assisted with FMEA results the highest is owned by the fuel system component with RPN value = 150. and cost comparison analysis after implementing maintenance using Reliability Centered Maintenance II. Later, it is hoped that the results of this proper maintenance program can be applied to the Auxiliary Engine MV. Meratus Sabang in order to minimize operational costs that will be used in the future.

Keywords: Auxiliary Engine, Maintenance, Reliability Centered Maintenance, Fuel System, Cooling System, Lubrication System

1. PENDAHULUAN

Auxiliary engine merupakan salah satu motor bantu yang ada di atas kapal. auxiliary engine bekerja dengan merubah dari energi kinetik yang berasal dari proses pembakaran menjadi energi listrik yang kemudian di suplai untuk memenuhi kebutuhan daya listrik operasional kapal secara keseluruhan agar terpenuhi di kapal pada umumnya Auxiliary Engine beroperasi selama 24 jam tanpa henti disaat operasional kapal, maka dari itu harus sering dilakukan pengecekan maupun perawatan terhadap komponen-komponennya oleh crew mesin yang di beri tanggung jawab untuk pengoprasian maupun perawatan oleh perusahaan.

Kinerja auxiliary engine dapat terganggu apabila sistem penunjang tidak dirawat dengan baik, sehingga perawatan yang tepat perlu dilakukan untuk menjaga operasional yang optimal dan mencegah kerusakan fatal serta kegagalan operasional kapal.

Kerusakan auxiliary engine juga sering terjadi akibat jam operasional yang tinggi dan penjadwalan perawatan yang kurang tepat. Namun, kerusakan pada auxiliary engine dapat dicegah melalui pemeliharaan dan perawatan berkala pada komponen sistem penunjangnya, yang juga dikenal sebagai preventive maintenance. Metode analisis kualitatif seperti FTA (Fault-Tree Analysis) dan FMEA (Failur Modes and Effects Analysis) RCM II decision worksheet analisis secara kuantitatif seperti

evaluasi keandalan dengan menggunakan software minitab 21.

Kapal MV.Meratus Sabang merupakan jenis kapal kontainer yang dimiliki oleh suatu perusahaan pelayaran Pt. Meratus Line. MV. Meratus sabang ini memiliki 3 buah Auxiliary Engine atau biasa disebut dengan mesin bantu atau juga bisa disebut dengan generator. Dari 3 Mesin A/E tersebut, 2 diantaranya A/E utama dan 1 buah A/E digunakan untuk keadaan emergency apabila A/E salah satu dari A/E utama mengalami kegagalan dalam sistem maupun komponennya pada mesin.

Jenis Perawatan yang diterapkan di MV.Meratus sabang selama ini dengan metode corrective. Misalnya saja, untuk perbaikan corrective hanya dilakukan disaat komponen-komponen mesin mengalami kegagalan sedangkan untuk perbaikan preventive hanya dilakukan pada item tertentu.

Untuk dapat mempertahankan fungsi kerja dari Auxiliary Engine pada MV.Meratus sabang, maka dibutuhkan perawatan yang tepat berdasarkan tingkat klasifikasi konsekuensi dengan menggunakan standar berdasarkan metode Reliability Centered Maintenance II (RCM II). Melalui metode RCM II, perawatan secara preventive dapat dibuat lebih spesifik dengan melakukan penentuan proposed task yang tepat dengan bantuan RCM II Decision Worksheet. Selain itu, dengan menggunakan metode RCM II, interval waktu perawatan pada Auxiliary Engine dapat diketahui, sehingga kemudian dapat dilakukan evaluasi dalam

pengadaan spare part yang akan dibutuhkan dalam maintenance maupun dalam segi biaya maintenance. agar program perawatan, baik itu corrective maintenance maupun preventive maintenance, dapat berjalan secara optimal.

2. METODOLOGI PENELITIAN.

Metode penelitian merupakan sistematika pelaksanaan pada suatu penelitian. Dalam melakukan penelitian ini sebagai berikut :

2.1 Identifikasi Sistem Bahan Bakar, Sistem Pendingin, Sistem Pelumasan.

Sistem bahan bakar yaitu sistem bahan bakar merupakan sistem yang berfungsi untuk mensupply bahan bakar dari tangki penyimpanan bahan bakar di kapal menuju hingga ke ruang pembakaran di setiap masing-masing silinder pada mesin *auxiliary engine Yanmar 6KHL-STN*. Sistem bahan bakar pada mesin diesel lebih kompleks dari pada mesin bensin hal ini dikarenakan tipe bahan bakar yang digunakan oleh mesin diesel adalah jenis bahan bakar yang membutuhkan treatment.

Sistem pendingin peran sistem pendingin mesin di kapal sangatlah vital fungsinya untuk menyerap kalor dari mesin, supaya mesin kapal bekerja pada temperature yang optimal. Jenis sistem pendinginan mesin yang digunakan adalah jenis pendinginan tertutup yang dimana air laut sebagai media pendinginan air tawar yang sebagai pendinginan utama pada mesin *auxiliary engine*.

sistem pelumasan yakni sistem pelumasan merupakan sistem yang berfungsi untuk sirkulasi oli dari oil pan menuju sistem komponen dinamis yang membutuhkan pelumasan. Fungsi sistem pelumasan itu sendiri untuk menurunkan atau mengurangi terjadinya keausan antara bagian-bagian yang saling bergesekan, sehingga dapat meningkatkan output tenaga dan long life time dari mesin. Bila mesin pelumasannya kurang baik, maka dapat mengakibatkan keausan dan kerusakan pada mesin.

2.2 Function Block Diagram (FBD)

Dimana FBD (*Function Block Diagram*) merupakan suatu program yang berisi tentang block – block yang dimana di dalamnya berisi tentang keterangan fungsi dari penelitian yang di amati. selain itu *Function Block Diagram* terdapat keterangan inlet dan outlet dari system yang menunjukkan prihal item – item yang masuk maupun keluar pada sistem dari penelitian yang diamati.

2.3 Fault Tree Analysis (FTA)

Fault tree analysis mengidentifikasi hubungan antara faktor penyebab dan ditampilkan sebagai pohon kesalahan yang berisi logika sederhana. Gerbang logika menjelaskan kondisi

yang memicu kesalahan, baik kondisi tunggal atau kelompok kondisi yang berbeda..

2.4 Reliability Block Diagram (RBD)

Blok diagram keandalan dari sistem akan sangat tergantung dari kepiawaian sang analisis dalam memahami cara kerja suatu sistem dan menerjemahkannya kedalam blok diagram keandalan. Susunan diagram blok keandalan ini untuk sistem yang sederhana pada dasarnya terdiri dari susunan seri dan parallel atau kombinasi susunan seri dan paralel.

2.5 Reliability

Reliability didefinisikan sebagai probabilitas komponen atau sistem akan beroperasi sesuai dengan fungsi yang diharapkan pada suatu periode waktu yang ditentukan dalam kondisi operasi tertentu. Dalam penjelasan lain tentang reliability, bahwa pada saat waktu (t) = 0 komponen atau sistem berada dalam kondisi akan beroperasi, sehingga probabilitas komponen atau sistem itu untuk mengalami kegagalan pada saat $t = 0$ adalah 0. Pada saat $t = \infty$, probabilitas untuk mengalami kegagalan dari suatu komponen atau sistem yang dioperasikan akan cenderung mendekati 1[4]. Untuk menghitung keandalan memiliki rumus sebagai berikut:

$$R(t) = 1 - F(t) = \int f(t)dt$$

2.6 Distribusi Probabilitas

Suatu peristiwa Probabilitas adalah proporsi waktu suatu peristiwa akan terjadi jika percobaan diulang tanpa batas. Probabilitas ini terletak antara 0 dan 1, dan peristiwa dengan probabilitas 0 tidak akan pernah terjadi, sedangkan peristiwa dengan probabilitas 1 akan selalu terjadi. Berikut adalah beberapa jenis distribusi :

1. Distribusi Normal

Parameter yang digunakan distribusi normal adalah μ (nilai rata rata) dan σ (standar deviasi). Untuk fungsi reliability distribusi normal sebagai berikut :

$$R(t) = \varphi\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right)$$

2. Distribusi Lognormal

Distribusi lognormal menggunakan dua parameter yaitu μ sebagai parameter bentuk (shape parameter) dan σ sebagai parameter lokasi (location parameter). Untuk fungsi reliability distribusi lognormal sebagai berikut:

$$R(t) = \varphi\left(\frac{\ln(t)-\mu}{\sigma}\right)$$

3. Distribusi Weibull

Parameter yang digunakan dalam distribusi weibull ini adalah yang disebut parameter skala (scale parameter) dan β

yang disebut dengan parameter bentuk (shape parameter) . Untuk fungsi reliability distribusi weibull sebagai berikut:

$$R(t) = e - \left(\frac{t}{\eta}\right)^\beta$$

4. Distribusi Eksponensial

Ciri utama dari distribusi ini adalah laju kegagalannya yang konstan. Yang memiliki parameter (Scale Parameter). Untuk fungsi reliability distribusi eksponensial sebagai berikut:

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

2.7 FMEA (Failure Mode Effect Analysis)

FMEA adalah metode analisis kualitatif yang mengevaluasi desain komponen dan sistem dengan mempertimbangkan mode kegagalan dan dampaknya terhadap keandalan system. Metode ini mengidentifikasi penyebab, efek, dan tingkat kekritisan kegagalan terhadap fungsi sistem, desain produk, dan proses. Tujuannya adalah melakukan tindakan perbaikan untuk meningkatkan desain dan mengurangi probabilitas kegagalan yang kritis. FMEA menggunakan analisis kualitatif dengan penilaian SOD (severity, occurrence, detection). Setiap perusahaan memiliki SOP untuk memberikan penilaian SOD dari analisis kualitatif. Pada penilaian dilakukan oleh tim kompeten oleh operasional kapal.

2.8 RCM II Decision worksheet

Decision worksheet pada metode RCM II digunakan untuk menentukan dampak kegagalan dan tindakan pencegahan yang dilakukan serta interval waktu yang dilakukan untuk melakukan tindakan pencegahan. RCM II decision worksheet terdiri dari beberapa kolom, yakni terdapat kolom information reference yang mengacu pada FMEA, kolom consequence evaluation merupakan konsekuensi yang ditimbulkan karena terjadinya kegagalan fungsi, lalu kolom proactive task dan default action merupakan penentuan tindakan yang akan dilakukan, kemudian kolom proposed task merupakan tindakan perencanaan, selanjutnya kolom initial interval digunakan untuk menentukan waktu dari tindakan yang dilakukan, serta can be done by menunjukan pihak yang diberikan wewenang untuk melaksanakan aktivitas perawatan.

2.9 Perhitungan Biaya Perawatan

Pada pengertian perhitungan biaya perawatan yaitu biaya yang harus dikeluarkan pada saat ini dengan biaya perawatan yang harus dikeluarkan untuk masa yang akan datang. Biaya perawatan dikeluarkan saat waktu perawatan dilakukan. Biaya ini terdiri dari :

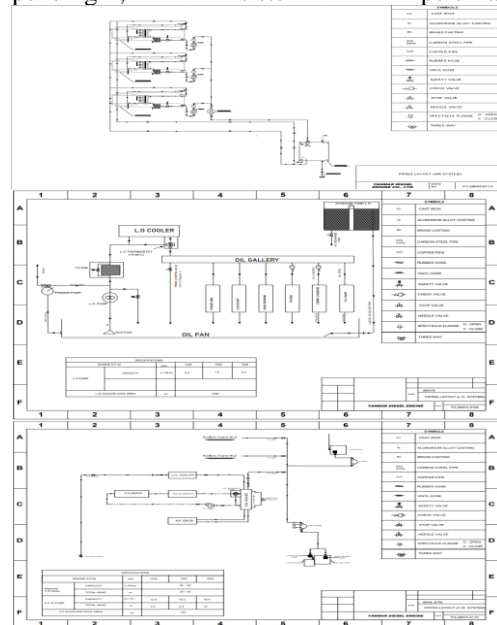
1. Biaya Tenaga Kerja Untuk Perawatan
2. Biaya perbaikan komponen dari segi material atau bahan dalam kegiatan perawatan.

3. Cost Repair (CR) yaitu biaya akibat adanya komponen yang mengalami kerusakan.
 4. Biaya Pekerja (CW)
 5. Biaya konsekuensi operasional (CO) yaitu biaya yang ditimbulkan akibat terjadinya kegagalan atau downtime.
 6. Biaya penggantian komponen (CF)
- Dari ketiga biaya makan dapat ditetapkan rumus biaya perbaikan (CR) dapat diperoleh dengan rumus:
 CR=CF+((CW+CO)xMTTR)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

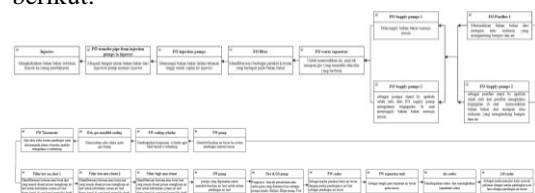
3.1 Deskripsi Sistem Bahan Bakar, Sistem Pendingin, Sistem pelumas

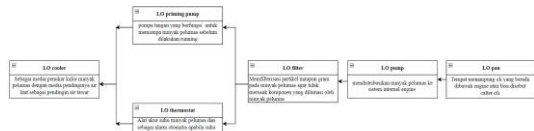
Diagram P&ID yang terdapat pada dokumen MV.Meratus Sabang maupun manual book auxiliary engine Yanmar 6KHL-STN sebagai objek penelitian, peneliti menggambar kembali untuk sistem yang menuju auxiliary engine antara lain Sistem bahan bakar, sistem pendingin, sistem pelumasan.



3.2 Deskripsi (Function Block Diagram)

Tujuan dari deskripsi sistem dan diagram blok fungsi untuk memudahkan analisis berdasarkan fungsi komponen dalam sistem. Diagram blok fungsi sistem bahan bakar auxiliary engine Yanmar 6KHL-STN dapat di lihat dari gambar maupun penjelasannya pada gambar berikut:





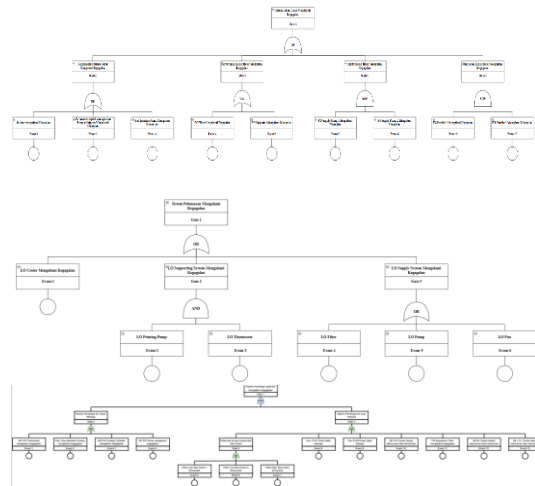
1. Penggambaran Kegagalan Dengan FTA

Berdasarkan dari hasil analisis FTA dari beberapa komponen pada sisitem bahan bakar *auxiliary engine Yanmar 6KHL-STN* bahwa terdapat 10 komponen yang menjadi basic events. Pada *Top Event* terjadinya kegagalan dengan gerbang besifat OR jadi akan mengalami kegagalan apabila salah satu *intermediate events* mengalami kegagalan. Untuk membuat sistem bahan bakar mengalami kegagalan hanya cukup dengan salah satu dari komponen injector, F.O transfer pipe from injector pump to injector, dan fuel injection pump maka dapat mengalami kegagalan. Ada pula komponen besifat AND yang dimana akan mengalami kegagalan apabila kedua basic eventnya mengalami kegagalan contoh komponen FO supply pump besifat AND karenan komponen tersebut memiliki 2 komponen yang sama salah satunya dipergunakan untuk standby apabila salah satu komponennya mengalami kegagalan maka bisa dilakukan pergantian oprasionalnya Gambar dari FTA dari 10 komponen sistem bahan bakar ini akan di tampilkan pada lampirann 2 Identifikasi kegagaglan FTA.

Dari analisis FTA pada sistem pendingin didapatkan bahwa terdapat 13 komponen yang menjadi moment dasar basic event yang dibagi dakam beberapa sub sistem. Pada Top event terjadi moment sistem pendingin *auxiliary engine* mengalami kegagalan dengan gerbang besifat AND jadi akan mengalami kegagalan apabila kedua *intermediate event* mengalami kegagalan. Untuk membuat sistem pendingin air tawar mengalami kegagalan hanya cukup salah satu dari komponen F.W pumps, FW thermostat, Exh. gas manifold cooling, dan AE FW cooling cylinder mengalami kegagalan maka mematikan sistem dari aiar tawar A/E itu sendiri karena memiliki *Gate* besifat OR. Sedangkan air laut *Gate* besifat OR maka cukup salah satu dari komponennya mengalami kegagalan maka akan membuat sistem pendingin air laut A/E stop beroperasi. Gambar dari FTA 13 komponen ini akan dilampirkan pada lampiran FTA identifikasi kegagalan sistem pendingin A/E.

Berdasarkan dari hasil analisis FTA sistem pelumasan didapatkan bahwa terdapat ada 6 komponen yang menjadi moment dasar basic events yang terbagi dalam beberapa sub sistem pada top event yang terjadi moment sistem pelumasan *auxiliary engine* mengalami kegagalan dengan gerbang besifat OR jadi akan mengalmi kegagalan apabila salah satu dari *intermediate events* mengalami kegagalan . untuk membuat Sistem pelumasan mengalami kegagalan cukup

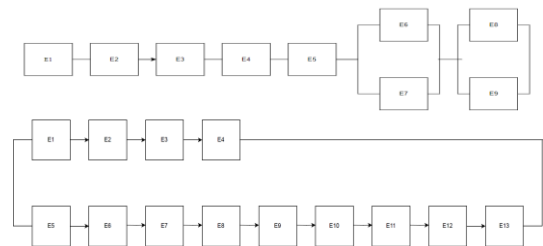
dengan komponen LO cooler sistem pelumasan akan berhenti beroperasi. Sedangankan pada *intermediate events* terdapat gerbang AND yang dimana akan mengalami kegagalan apabila kedua *events* mengalami kegagalan terdapat pada komponen thermostat dan LO priming pump dan terdapat juga *intermediate events* yang memiliki gerbang OR yang dimana salah satu dari komponen Filter, LO pump dan Oli pan dapat menyebabkan *intermediate event* supply oil mengalami kegagalan. Dari Gambar identifikasi FTA 6 komponen ini akan dilampirkan pada lampiran FTA identifikasi kegagalan sistem pelumasan A/E.

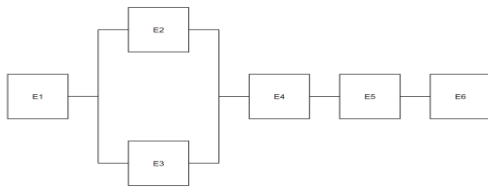


Selanjutnya pembuatan tabel Minimal Cut Set, Metode ini memfokuskan pada identifikasi rangkaian elemen-elemen kritis yang apabila mengalami kegagalan dapat menyebabkan kegagalan keseluruhan sistem. Langkah pertama dalam proses ini adalah mengidentifikasi semua kemungkinan kombinasi elemen-elemen yang dapat menyebabkan kegagalan sistem. Kemudian, melalui berbagai teknik analisis, setiap kombinasi tersebut disaring hingga diperoleh kumpulan minimal cut set.

2. Reliability Block Diagram (RBD)

Setelah menyusun minimal cut set maka bisa ditentukan untuk kondisi hubungan antara komponen dengan komponen yang lain. Pada Basic Events di tabel minimal cut set yang berposisi mendatar maka akan di susun parallel. Sedangkan di tabel minimal cut set yang berposisi menurun maka akan di susun seri berikut RBD dari sistem bahan bakar, Sistem pendingin, sistem pelumasan.





3. Analisa Keandalan

Sebelum dilakukannya prediksi reliability, distribusi dan parameter untuk tiap komponen ditentukan berdasarkan data waktu kegagalan. Pemilihan distribusi dan parameter dilakukan dengan memperhatikan nilai P-Value tertinggi dan nilai Anderson Darling terendah dari hasil import data TTF setiap komponen. Berikut adalah hasil uji distribusi untuk masing-masing komponen.

Equipment	Distribusi	σ	μ	β	τ	λ
Injector	Lognormal	0,767	7,3830	-	-	-
FO transfer pipe	Exponensial	-	6551,99	-	-	-
injection pump	Lognormal	0,370	8,951	-	-	-
FO filter	Normal	192,72	728,81	-	-	-
FO separator	Exponensial	-	50	-	-	--
Supply pump 1	β parameter weibull	-	-	0,664	903,81	191,30
Supply pump 2	β parameter weibull	-	-	0,664	903,81	191,30
FO purifier 1	Loglogistic	0,621	6,29	-	-	-
FO purifier 1	Loglogistic	0,621	6,29	-	-	-

Equipment	Distribusi	σ	μ	β	τ	λ
FW Thermostat	Exponensial	-	1000	-	-	-
FW Cooling Exh. Gas Manifold	Exponensial	-	1000	-	-	-
FW Cooling Cylinder	Exponensial	-	1000	-	-	-
FW Pump	Exponensial	-	2500	-	-	-
Filter Low Sea Chest 1	Lognormal	0,23106	7,26068	-	-	--
Filter Low Sea Chest 2	Lognormal	0,23106	7,26068	-	-	--
Filter High Sea Chest	Lognormal	0,23106	7,26068	-	-	--
SW Pump	Exponensial	-	2500	-	-	-
GS Pump	Lognormal	0,62163	6,29683	-	-	-
FW Cooler	β parameter weibull	-	-	414,688	1,07824	479,234
FW Expansion Tank	Exponensial	-	500	-	-	-
Air Cooler	Exponensial	-	1000	-	-	-
LO Cooler	Exponensial	-	2500	-	-	-

Equipment	Distribusi	σ	μ	β	τ	λ
LO cooler	Exponensial	-	2500	-	-	-
LO Priming Pump	Exponensial	-	2500	-	-	-
LO Thermostat	Exponensial	-	1000	-	-	-
LO Filter	Lognormal	0,29364	6,56503	-	-	-
LO Pump	Exponensial	-	8000	-	-	--
LO Pan	Loglogistic	0,29097	6,6039	-	-	--
LO cooler	Exponensial	-	2500	-	-	-

Prediksi reliability secara theoretical adalah metode untuk memperkirakan umur suatu sistem atau produk menggunakan model matematika dan statistik. Metode ini membantu merencanakan perawatan dan perbaikan sistem agar berkinerja optimal. Prediksi tersebut didasarkan pada model distribusi reliabilitas yang sesuai dengan data kerusakan yang telah diolah untuk setiap komponen. Hasil prediksi ini memberikan perkiraan nilai reliability untuk masing-masing komponen. Berikut adalah hasil prediksi nilai reliability secara theoretical.

Equipment	t	Reliability
Injector	1320	0,6016017
transfer pipe	76	0,6077741

injection pump	7020	0,600609
FO filter	678	0,60398159
FO separator	1000	0,60020726
supply pump 1	520	0,60020726
supply pump 2	520	0,60020726
FO purifier 1	420	0,60174613
FO purifier 1	420	0,60174613

Equipment	t	Reliability
FW Thermostat	254	0,601697
Cooling Exh. Gas Manifold	510	0,600495
Cooling Cylinder	510	0,600495
FW Pump	204	0,600495
Filter Low Sea Chest 1	2650	0,603535
Filter Low Sea Chest 2	2650	0,603535
Filter High Sea Chest	2650	0,603535
SW Pump	200	0,606530
GS Pump	2450	0,601751
FW Cooler	700	0,602456
FW Expansion Tank	1019	0,600795
Air Cooler	510	0,600495
LO Cooler	510	0,600495

Equipment	t	Reliability
LO cooler	510	0,600495
LO Priming Pump	204	0,600495
LO Thermostat	254	0,601697
LO Filter	658	0,601883
LO Pump	63000	0,604109
LO Pan	650	0,607358

4. Kesimpulan

Berdasarkan analisa metode *reliability centered maintenance II* komponen kritis secara kuantitatif yang terdapat pada sistem bahan bakar *auxiliary engine Yanmar 6KHL-STN Start Board Side (STB) MV. Meratus Sabang* adalah F.O pipe transfer for injector pump to injection start board side (STB) dengan nilai $R(t) = 79$, dan untuk komponen kritis secara kualitatif pada FMEA terdapat pada komponen sistem bahan bakar F.O filter dengan nilai RPN = 150. Untuk komponen kritis pada sistem pendingin terdapat pada komponen S.W pump dengan nilai $R(t) = 200$. Sedangkan untuk komponen kritis pada sistem pelumasan terdapat pada komponen Priming pump dengan nilai $R(t) = 204$.

Berdasarkan hasil analisa nilai reliability yang dihasilkan dari nilai RLLM didapatkan pada komponen sistem pendingin *auxiliary engine Yanmar 6KHL-STN (STB)* untuk nilai reliabilitasnya terbesar pada komponen S.W pump dengan nilai reliability = 0,606530366, dan nilai reliability terkecil pada komponen air cooler dengan nilai reliability = 0,60049558.

Berdasarkan analisa nilai reliability komponen yang di hasilkan dari RLLM didapatkan pada sistem bahan bakar *auxiliary engine Yanmar 6KHL-STN (STB)* nilai *reliability* terbesar pada komponen F.O transfer pipe from injection pump to injection valve/ injector dengan nilai reliability = 0,60777411, dan nilai reliability terkecil pada

komponen F.O transfer pump dengan nilai reliability = 0,6001738. Berdasarkan hasil analisa nilai reliability yang dihasilkan dari nilai RLLM didapatkan pada komponen sistem pelumasan *auxiliary engine Yanmar 6KHL-STN (STB)*, untuk nilai reliability terbesar pada komponen L.O pan dengan nilai reliability = 0,60735854, dan nilai reliability terkecil pada komponen L.O priming pump dengan nilai reliability = 0,60049558. Sedangkan untuk hasil Analisa nilai reliability komponen yang dihasilkan dari nilai RLLM didapatkan pada sistem pelumasan *auxiliary engine Yanmar 6KHL-STN (CTR)*, untuk nilai reliability terbesar terdapat pada komponen L.O pan dengan nilai = 0,60735682, dan untuk nilai reliability terkecil terdapat pada komponen L.O cooler dengan nilai reliability = 0,60049558.

perhitungan perbandingan biaya perawatan bisa mengetahui biaya perawatan jenis apakah yang memiliki nilai perawatannya yang minimum, karena untuk meminimalisir biaya oprasional kapal yang begitu besar jadi kita tahu komponen manakah yang perlu dipertimbangkan dalam melakukan maintenance yang tepat apakah jenis perawatan secara *Corrective maintenance* atau perawatan secara *Preventive maintenance*.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengakui bahwa penyelesaian jurnal ini tidak terlepas dari bimbingan, panduan dan dorongan dari berbagai pihak, penulis mengucapkan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Muhammad Shah, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I.
2. Ibu Nurvita Arumsari, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing II.
3. Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan materi, motivasi, kasih sayang, do'a, dan nasehat hidup bagi penulis.
4. Kerabat dan sahabat seperjuangan Teknik Permesinan Kapal-PPNS

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alamsyah, T. T. (2017). Evaluasi Interval Waktu Pemeliharaan Komponen *Fly Ash Handling System* PLTU Paiton Unit 7 Berdasarkan Nilai Keandalan Dan Ketersediaan. Surabaya: Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- [2] American Bureau of Shipping. 2004. Guidance Notes on ReliabilityCentered Maintenance. Houston, USA : ABS
- [3] Blanchard, S. Benjamin & Verma, Dinesh & Peterson, L. Elmer. 1994. Maintainability, A Key To Effective Serviceability and Maintenance Management. John Wiley & Sons, Inc.
- [4] Dephande, V. S., & Modak, J. P. (2001). *Application of RCM to Medium Scale Industry*. India: Department of Mechanical Engineering, P.C.E & A, Nagpur University.
- [5] Ebeling, C.E., 1997. "An Introduction To Reliability And Maintainability Engineering". McGraw-Hill Companies, Inc
- [6] McDermott, R. E., Mikulak, R. J. & Beauregard, M. R. (2009). *The Basic of FMEA*. New York: Taylor & Francir Group, LLC.
- [7] Moubray, J. (1997). *Reliability Centerd Maintenance*. NewYork: Industrial pressinc. 2nd edition.