

Studi Perawatan Berbasis Risiko Sistem Pelumasan Mesin Induk KM Maburr dengan Pendekatan FMEA

Rizqi Ilmal Yaqin¹, Didin Arianto², Juniawan Preston Siahaan³, Yuniar Endri Priharanto⁴, Mula Tumpu⁵, Mega Lazuardi Umar⁶

^{1,2,3,4,5} Program Studi Permesinan Kapal, Politeknik Kelautan dan Perikanan Dumai

Jl. Wan Amir No.1 Pangkalan Sesai, Dumai Barat, Dumai, 28824

Email: r.ilmalyaqin@politeknikkpdumai.ac.id

⁶Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Negeri Banyuwangi

Jl. Raya Jember KM 13, Labanasem, Kabat, Banyuwangi, 68461

ABSTRAK

Sistem pelumasan adalah bagian dari salah satu sistem pendukung untuk melumasi komponen mesin pada mesin induk kapal penangkap ikan. Pengoperasian mesin induk pada kapal penangkap ikan memiliki durasi 24 jam selama 1 minggu hingga 1 bulan. Fenomena tersebut menyebabkan pengoperasian mesin secara terus menerus dapat menyebabkan penurunan kinerja bahkan kegagalan pada mesin. Beberapa kegagalan mesin induk dapat membahayakan awak kapal dan kapal itu sendiri. Oleh karena itu pemilihan perawatan pada komponen kritis sangat diperlukan. FMEA adalah salah satu metode yang sering digunakan untuk mengidentifikasi penyebab dan dampak dari kegagalan-kegagalan pada komponen suatu sistem. Penggunaan FMEA pada pemilihan prioritas perawatan sistem pelumasan mesin induk KM Maburr telah dilakukan. Hasilnya berdasarkan analisa ambang batas RPN dan diagram pareto komponen saringan oli (RPN 288) dan oil cooler (RPN 120) perlu dilakukan tindakan perawatan. Berdasarkan kriteria RPN, komponen saringan oli dilakukan perawatan preventif dan oil cooler dilakukan perawatan korektif. Tindakan perawatan yang terjadwal dilakukan guna meningkatkan keandalan dari komponen sistem pelumas mesin induk KM Maburr.

Kata Kunci: Perawatan, Sistem Pelumasan, Risiko, FMEA

ABSTRACT

The lubrication system is part of a support system to lubricate the engine components of the fishing vessel main engine. Main engine operation on fishing vessels has a duration of 24 hours for 1 week to 1 month. This phenomenon causes continuous operation of the engine which can cause a decrease in performance and even failure of the engine. Multiple main engine failures could endanger the crew and the ship itself. Therefore, the selection of treatment for critical components is needed. FMEA is a method that is often used to identify the causes and effects of failures in a system component. The use of FMEA in the priority selection of KM Maburr main engine lubrication system maintenance has been carried out. The results are based on the analysis of the RPN threshold and the pareto diagram of the oil filter component (RPN 288) and the oil cooler (RPN 120), maintenance action is required. Based on the RPN criteria, the oil filter component is subject to preventive maintenance and the oil cooler is subjected to corrective maintenance. Scheduled maintenance actions were taken to increase the reliability of the KM Maburr main engine lubricating system components.

Keywords: Maintenance, Lubrication System, Risk, FMEA

Pendahuluan

Kapal penangkap ikan merupakan salah satu kapal nelayan untuk operasi penangkapan ikan di laut. Kapal penangkap ikan dirancang dan digunakan khusus untuk menangkap ikan sesuai dengan alat penangkap serta cara teknik penangkapan ikan yang digunakan [1]. Kapal perikanan memiliki konstruksi sistem propulsi sendiri agar memiliki kecepatan yang tepat untuk operasi penangkapan ikan. Sistem propulsi kapal penangkap ikan terdiri dari mesin penggerak utama, sistem transmisi dan alat

penggerak kapal (propeller) [2]. Salah satu yang penting dalam sistem propulsi kapal yaitu mesin penggerak utama. Mesin utama penggerak pada kapal penangkap ikan memiliki fungsi untuk menghasilkan tenaga putar [3], sehingga dapat menggerakkan propeler untuk membuat kapal bergerak. Mesin penggerak utama kapal dapat beroperasi dengan baik apabila ditunjang dengan sistem pendukung yang baik. Sistem penunjang tersebut meliputi sistem bahan bakar (fuel oil system), sistem pelumasan (lubricating oil system) sistem pendingin (cooling system) dan sistem udara

start (starting air system) [4]. Salah satu sistem pendukung dalam mesin penggerak utama yang memiliki fungsi untuk melumasi motor bakar saat bekerja yaitu sistem pelumasan. Pelumasan pada prinsipnya yaitu pemberian minyak pelumas antara dua permukaan yang bersinggungan [5]. Sehingga pada dasarnya sistem pelumasan merupakan salah satu sistem penunjang yang harus diperhatikan. Hal tersebut dikarenakan mesin penggerak utama kapal bekerja selama 24 jam sehari dalam seminggu hingga sebulan [6]. Fenomena tersebut menyebabkan pengoperasian mesin secara terus menerus dapat menyebabkan penurunan kinerja pada mesin [7].

Beberapa kegagalan mesin penggerak utama kapal disebabkan penurunan kinerja mesin yang beroperasi secara terus menerus. Kegagalan mesin penggerak utama pada saat di laut menjadikan masalah yang fatal yang dapat membahayakan dari anggota crew kapal dan kapal itu sendiri [8]. Kegagalan-kegagalan pada mesin penggerak utama dapat menyebabkan kecelakaan transportasi di laut. Salah satu contohnya yaitu beberapa kecelakaan yang mengalami kerusakan pada mesin utama kapal didaerah tanjung priok [9]. Kegagalan pada mesin penggerak utama kapal diakibatkan adanya kinerja yang menurun pada sistem penunjang mesin penggerak utama. Salah satunya pada sistem pelumasan yang berfungsi untuk menyuplai minyak pelumas kebagian mesin, ketika terjadi masalah saat beroperasi maka mesin akan aus dan dapat menimbulkan panas yang berlebih. Panas berlebih pada mesin penggerak utama kapal dapat mengganggu kinerja dari mesin tersebut hingga mengalami kerusakan [4]. Kejadian tersebut menjadi perhatian khusus pada mesin penggerak utama pada kapal sebelum dan saat pengoperasiannya sehingga menjadi langkah awal untuk menanggulangi kegagalan yang terjadi. Perhatian khusus yang dimaksud yaitu dengan kegiatan perawatan mesin [10]. Perawatan mesin pada mesin penggerak utama kapal dapat menurunkan persentase kegagalan pada mesin. Namun, hal itu harus ditunjang dengan pemilihan metode pengambilan keputusan perawatan yang tepat [11] sehingga prioritas perawatan komponen mesin penggerak utama kapal dapat ditentukan.

Beberapa metode pemilihan perawatan dapat digunakan untuk menentukan prioritas dari komponen yang perlu mengalami perawatan pada suatu mesin. Penggunaan Logic Tree Analysis (LTA) bertujuan untuk memberikan prioritas setiap mode kerusakan dan dapat digunakan untuk peninjauan kegagalan fungsi suatu mesin. Penggunaan LTA pada sistem perawatan mesin dengan basis resiko kegagalan sudah dilakukan pada mesin produksi. Empat kategori yang dihasilkan yaitu safety problem, Outage problem, economic problem, dan hidden failure pada setiap komponen. Kesimpulan dari penelitian tersebut yaitu sumber kerusakan mesin berasal dari kategori outage [12]. Fault Tree Analysis atau FTA pada dasarnya

digunakan untuk mendeteksi penyebab dan akibat sistem yang mengalami kegagalan dengan disebabkan lebih dari satu komponen [13]. Metode FTA dapat digunakan untuk menentukan komponen yang perlu dirawat akibat risiko kegagalan pada sistem pelumasan mesin induk. Hasilnya terjadi kebocoran internal yang ditunjukkan oleh screen pelumas pada sistem pelumasan [14]. RCM atau bisa disebut dengan Reliability Centered Maintenance merupakan salah satu metode yang maju yang digunakan untuk meningkatkan efisiensi dengan memperhatikan nilai keandalan suatu mesin. Penerapan metode RCM untuk menganalisa perawatan pada PLTD. Hasil yang didapatkan adanya penurunan kinerja pada komponen exhaust valve rocker arm. Dalam hal ini menyarankan untuk peningkatan interval perawatan pada komponen yang kritis [15]. Selain metode LTA, FTA maupun RCM, penggunaan metode FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) pada analisa perawatan dapat direkomendasikan. Penggunaan FMEA dapat digunakan untuk pemilihan prioritas perawatan komponen mesin pendingin. Hasilnya kondensor merupakan komponen yang kritis dan perlu ditingkatkan tingkat perawatannya. FMEA merupakan salah satu metode yang mudah dan efektif dalam menganalisa prioritas perawatan [7].

FMEA adalah salah satu metode yang sering digunakan untuk mengidentifikasi penyebab dan dampak dari kegagalan-kegagalan pada komponen suatu sistem. Kemungkinan mode kegagalan yang berpotensi dapat dijelaskan secara detail dan sistematis dari tingkat kegagalan sehingga dapat dilakukan pencegahan atau perbaikan dengan tepat dan akurat [16]. RPN (Risk Priority Number) digunakan untuk mengetahui tingkat resiko dari setiap kegagalan pada metode FMEA [17]. Nilai RPN menentukan skala prioritas dari tingkat kegagalan yang perlu dilakukan perawatan. FMEA merupakan metode yang maju dan cocok untuk pengambilan keputusan perawatan pada suatu sistem atau komponen mesin. Sistem pelumas pada mesin induk kapal merupakan salah satu komponen pada kapal perikanan yang selalu beroperasi 24 jam selama seminggu hingga sebulan yang dapat mengakibatkan mesin induk kapal perikanan mengalami downtime secara tiba-tiba. Oleh karena itu perlu dilakukan pemeliharaan agar mesin induk tidak mengalami kegagalan saat berlayar dengan penggunaan metode FMEA sehingga mendapatkan prioritas komponen yang perlu diperhatikan perawatannya. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menentukan prioritas perawatan komponen pada sistem pelumas mesin induk KM Maburur. Skala prioritas nantinya menjadi acuan tingkat perhatian untuk proses perawatan pada sistem pelumasan mesin induk.

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan di KM Mabur yang berada pada PPS Lampulo Aceh dengan menggunakan metode FMEA untuk meningkatkan skala prioritas perawatan komponen pada sistem pelumasan sehingga dapat memilih strategi perawatan yang sesuai. KM Mabur memiliki spesifikasi mesin induk yang ditunjukkan pada Tabel 1. Pembuatan definisi sistem pendingin mesin induk KM. mabrur merupakan langkah awal dalam pembuatan FMEA. Penyusunan dilakukan secara langsung dengan melihat komponen yang terpasang dan berdasarkan PID yang tertera pada dokumen mesin kapal. Gambar blok diagram hasil observasi digunakan untuk mengetahui sistem dan memperoleh data untuk menilai pada tabel RPN.

Tabel 1. Spesifikasi mesin induk KM Mabur

No	Spesifikasi	Nilai
1	Merek Mesin	Yanmar
2	Daya, HP	250
3	RPM Maksimum,	2200
4	Jumlah Silinder, Silinder	6
5	Jenis Pelumasan	Carter Basah
6	Jenis Minyak Pelumasan	SAE 40

Pengumpulan data mode kegagalan, mekanisme kegagalan, penyebab kegagalan, akibat kegagalan dan deteksi kegagalan menggunakan cara studi literatur dan dikonfirmasi dengan wawancara Nakhoda, Kepala Kamar Mesin atau teknisi yang sudah bekerja lebih dari 5 tahun. Pengumpulan data tersebut digunakan untuk mengisi tabel FMEA dan tabel RPN. Penilaian risiko dengan metode FMEA dapat menggunakan metode RPN. Nilai RPN adalah hasil dari kalkulasi dari beberapa aspek yaitu *severity* atau tingkat keseriusan bahaya ketika bekerja, *occurrence* atau banyaknya kejadian gangguan pada komponen dan *detection* atau tingkat kegagalan komponen dan diidentifikasi. Nilai aspek tersebut digunakan dengan skala nilai kualitatif dengan mengidentifikasi dari beberapa aspek yang sudah ditentukan. Penggunaan skala penelitian pada *Severity*, *Occurrence* dan *Detection* menggunakan standar pada Tabel 2., Tabel 3., dan Tabel 4.

Penentuan nilai RPN (Risk Priority Number) guna menentukan prioritas komponen yang dilakukan perawatan merupakan kalkulasi dari nilai yang dihasilkan dari parameter Severity, Occurrence dan Detection. Nilai parameter Severity, Occurrence dan Detection merupakan hasil wawancara dari narasumber yang dimasukkan ke dalam Tabel 5. Hasil dari Tabel 5 kemudian di kalkulasi kan dengan persamaan sebagai berikut

$$RPN = \prod_{i,j=1}^n X_{ij} \tag{1}$$

Dimana n adalah jumlah dari jenis kegagalan pada komponen, dengan nilai $1 \leq i \leq n$ dan $1 \leq j \leq n$ serta X_{ij} dapat identifikasi dari letak S, O, D dari tiap komponen yang memiliki jenis kegagalan ($i = 1,2,3, \dots$ dan $j = 1,2,3, \dots$) dengan nilai X_{ij} secara akurat pada skala interval 1 hingga 10 [18].

Tabel 2. Parameter indeks tingkat keparahan (*severity*) untuk penilaian RPN

Kejadian	Kriteria	Tingkat
Sangat berbahaya sekali	Efek kegagalan sangat berbahaya bagi keselamatan pengguna	10
Sangat berbahaya	Efek kegagalan berbahaya bagi keselamatan pengguna	9
Sangat tinggi	Komponen tidak cocok untuk dioperasikan	8
Tinggi	Degradasi yang tinggi dari tidak fungsinya komponen	7
Moderat	Kerusakan komponen harus diganti pengguna	6
Rendah	Komponen dapat diperbaiki oleh pengguna	5
Sangat rendah	Kegagalan bisa diperhatikan oleh pengguna dengan detail	4
Kecil	Kegagalan bisa diperhatikan oleh pengguna secara langsung	3
Sangat Kecil	Terjadi kegagalan yang tidak berpengaruh	2
Tidak ada	Kegagalan sangat kecil dan tidak berpengaruh performa	1

Tabel 3. Parameter indeks tingkat terjadi (*occurrence*) untuk penilaian RPN

Kejadian	Kriteria	Tingkat
Sangat tinggi	Kegagalan hampir tidak bisa dihindari. 1 dalam 2	10
	1 dalam 3	9
Sangat tinggi	Kegagalan berulang 1 dalam 8	8
	1 dalam 20	7
Moderat	Kegagalan sekali 1 dalam 80	6
	1 dalam 400	5
	1 dalam 2000	4
Rendah	Relatif sedikit kegagalan. 1 dalam 15000	3
	1 dalam 150.000	2
Terpencil	Kegagalan tidak mungkin. 1 dalam 1.500.000	1

Tabel 4. Parameter indeks tingkat deteksi (*detection*) untuk penilaian RPN

Deteksi	Kriteria	Tingkat
Ketidakpastian mutlak	Tidak Mungkin mendeteksi kegagalan	10
Sangat jauh	Sangat sulit mendeteksi kegagalannya	9
Terpencil	Sulit mendeteksi kegagalannya secara detail	8
Very rendah	Sulit mendeteksi kegagalannya secara langsung	7
Rendah	Terdapat cara untuk mendeteksi kegagalan	6
Moderat	Terdapat peluang untuk mendeteksi kegagalan	5
Sedang tinggi	Peluang cukup tinggi untuk mendeteksi kegagalan	4
Tinggi	Mungkin dapat mendeteksi kegagalan dengan kasat mata	3
Sangat tinggi	Sangat memungkinkan untuk mendeteksi kegagalan dengan kasat mata	2
Hampir yakin	Langsung dapat mendeteksi kegagalan dengan kasat mata	1

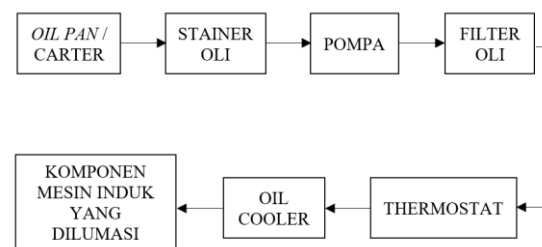
Hasil nilai RPN tiap komponen disusun dengan diagram histogram. Diagram histogram dianalisa menggunakan rata-rata RPN dari keseluruhan sistem sehingga didapatkan nilai RPN komponen yang ada diatas nilai rata-rata RPN tersebut. Nilai komponen RPN yang diatas rata-rata merupakan komponen yang perlu diperhatikan dalam perawatan. Selanjutnya nilai RPN setiap komponen dikumpulkan dan diidentifikasi untuk penentuan jenis perawatan yang perlu dilakukan. Penentuan skala prioritas juga validasi dengan menggunakan diagram pareto. Diagram pareto merupakan diagram histogram yang digunakan untuk menentukan daerah kritis suatu sistem. Penentuan daerah kritis pada diagram pareto menggunakan pembagian yaitu 20% adalah daerah dengan jenis kegagalan yang merupakan 80% dari kegagalan yang ada pada suatu sistem tersebut. Diagram pareto digunakan untuk validasi analisa penentuan prioritas perawatan komponen yang dianggap paling kritis. Hasil dari validasi tersebut nantinya akan mendapatkan rekomendasi komponen yang perlu dilakukan perawatan dengan metode perawatan yang sudah didapatkan dari hasil analisa.

Tabel 5. Matriks parameter indeks resiko dan RPN setiap komponen

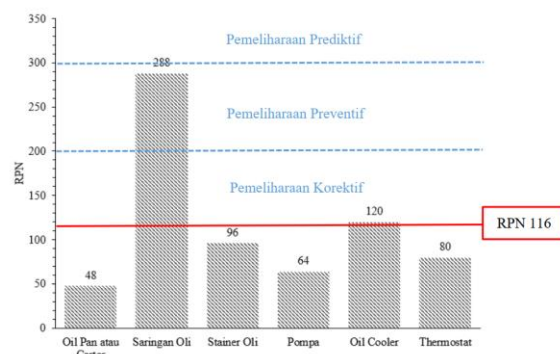
Komponen	S	O	D	RPN
Komponen 1	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	RPN ₁
Komponen 2	X ₂₁	X ₂₂	X ₂₃	RPN ₂
Komponen 3	X ₃₁	X ₃₂	X ₃₃	RPN ₃
Dst	X _{ij}	X _{ij}	X _{ij}	RPN _i

Hasil dan Pembahasan

Hasil dari studi literatur dan survei dilapangan didapatkan skema dari PID sistem pelumasan pada mesin induk KM Maburr yang digunakan untuk operasi penangkapan ikan. Selanjutnya divalidasi dengan observasi dengan PID sistem pelumasan yang terpasang mesin induk KM Maburr. Hasil validasi dan studi literatur sistem pelumasan mesin induk KM Maburr memiliki komponen antara lain Oil pan atau carter, saringan oli, stainer, pompa, oil cooler, thermostat [5], [14]. Penyusunan diagram blok sistem pelumasan dari komponen-komponen yang sudah diidentifikasi dapat ditunjukkan Gambar 1. Penyusunan diagram blok merupakan hasil validasi dari observasi di mesin induk KM Maburr. Gambar diagram blok yang sudah digambar menjadi acuan pada analisa risiko pada sistem pelumasan mesin induk KM Maburr. Analisa tersebut digunakan untuk mengisi kolom pada metode FMEA [7]. Sistem pelumasan pada mesin induk KM Maburr menggunakan sistem pelumasan sump basah dimana oil pan atau carter sebagai tempat untuk menampung minyak pelumas. Komponen pada Gambar 1. tersusun dalam satu kesatuan fungsi diagram blok dengan bentuk rangkaian seri sehingga dapat melumasi komponen mesin induk KM Maburr.



Gambar 1. Diagram blok sistem pelumasan mesin induk KM Maburr



Gambar 2. Diagram RPN komponen sistem pelumasan mesin induk KM Maburr

Tabel 6. Analisa FMEA pada komponen sistem pelumasan mesin induk KM Mabur

Komponen	Fungsi	Kegagalan Fungsi	Deskripsi Kegagalan			Akibat Kegagalan	Deteksi Kegagalan
			Jenis Kegagalan	Mekanisme Kegagalan	Penyebab Kegagalan		
Oil Pan atau Carter	Penampungan oli pelumasan mesin induk	Berkurangnya volume oli pelumasan pada tangki	Kebocoran pada carter	Korosi atau retak benturan	Tidak ada pengendalian korosi di tanki	Sirkulasi oli pelumasan tidak sesuai dengan standar	Pengecekan berkala pada dinding luar tangki
Saringan Oli	Penyaringan oli pelumasan sebelum masuk ke sistem	Masuknya partikel kecil ke sistem pelumasan mesin induk	Tersumbatnya saringan	Degradasi kualitas saringan	Tidak ada pembersihan maksimal pada bahan saringan	Sistem pelumasan menurun kinerjanya	Pencekan dan pembersihan secara berkala
Oil Stainer	Penyaringan oli pelumasan yang berukuran besar	Aliran sistem pelumasan tersumbat	Tersumbatnya stainer	Bahan stainer rusak	Adanya partikel besar yang menempel dan merusak	Sistem pelumasan tidak bekerja	Pencekan dan pembersihan secara berkala
Pompa oli	Pemindah oli pelumasan dari penyimpanan ke sistem mesin induk	Aliran oli pelumasan tidak berpindah	Komponen pompa terjadi kerusakan	Kelelahan bahan komponen	Pemilihan kualitas bahan komponen yang salah	Pompa tidak berfungsi	Pengecekan dan perawatan berkala
Oil cooler	Penukar panas pada sistem pelumasan mesin induk	Penurunan dan kenaikan kalor pada sistem pelumas masih rendah	Kebocoran pada komponen	Korosi dan kelelahan pada bahan	Tidak ada perawatan rutin	Suhu pada oli pelumas tidak sesuai standar sehingga mesin <i>overheating</i>	Pengecekan seluruh komponen secara berkala
Thermostat	Petunjuk suhu minyak pelumas	Suhu oli pelumasan tidak terkontrol	Thermostat lemah pembacaan	Kelelahan komponen	Tidak ada petunjuk teknis pemakaian	Suhu minyak pelumas <i>overheating</i>	Pengecekan presisi secara berkala

Hasil dari validasi studi literatur dengan observasi di lapangan didapatkan Tabel FMEA yang ditunjukkan pada Tabel 6. [4], [5], [14], [19], [20]. Tabel FMEA digunakan berdasarkan fungsi dari tiap komponen pada sistem pelumasan mesin induk yang menyebabkan kegagalan sehingga mengakibatkan adanya kegagalan fungsi dan dampak dari kegagalan fungsi komponen tersebut [5]. Hasil dari validasi dan observasi pada tabel FMEA menjadikan dasar untuk penilaian pada indeks parameter RPN setiap komponennya. Hasil dari pendekatan FMEA memberikan informasi penting sehingga mempermudah dalam menganalisa kegagalan dengan seiring penilaian RPN yang dilakukan. Hasil dari penilaian RPN sistem pelumasan mesin induk KM Maburr ditunjukkan pada Tabel 7. Hasil dari Tabel 7. Menunjukkan nilai RPN didapatkan dari kalkulasi dari nilai SOD. Hal tersebut dapat dikatakan bahwa nilai RPN dari setiap komponen yang mengalami kegagalan dipengaruhi dengan nilai dari parameter severity, occurrence dan detection [7].

Tabel 7. Nilai matriks RPN hasil dari parameter indeks risiko

Komponen	S	O	D	RPN
Oil Pan atau Carter	8	2	3	48
Saringan Oli	6	8	6	288
Stainer Oli	3	8	4	96
Pompa	4	2	8	64
Oil Cooler	5	3	8	120
Thermostat	8	5	2	80

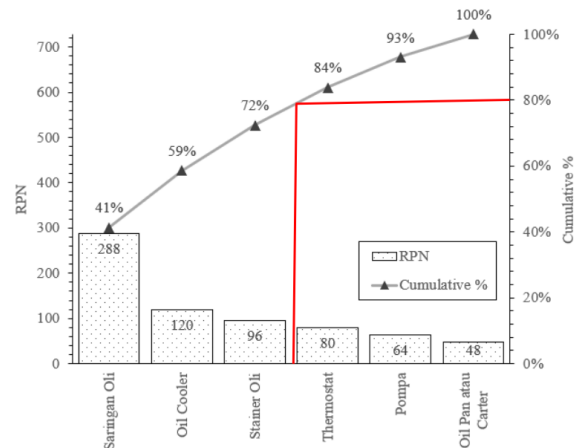
Tabel 8. Pemilihan teknik pemeliharaan berdasarkan kriteria RPN [21], [22]

Rank	Teknik Pemeliharaan	Kriteria
1	Pemeliharaan Prediktif	RPN > 300
2	Pemeliharaan Preventif	200 < RPN < 300
3	Pemeliharaan Korektif	RPN < 200

Gambar 2. Menunjukkan diagram RPN pada setiap komponen yang ada pada sistem pelumasan mesin induk KM Maburr. Hasil dari perhitungan RPN menunjukkan nilai terbesar berada pada komponen saringan oli dengan nilai RPN 288. Hal tersebut menunjukkan nilai RPN 288 dipengaruhi bobot terbesar pada penilaian bobot aspek tingkat terjadi atau occurrence sebesar 8. Sedangkan nilai RPN terkecil berada pada oil pan atau carter dengan nilai RPN 48. Nilai RPN pada oil pan atau carter dipengaruhi pada penilaian bobot aspek tingkat terjadi atau occurrence. Berdasarkan nilai grafik RPN seluruh komponen pada sistem pelumasan memiliki nilai yang berbeda setiap komponennya. Fenomena ini dapat menjadi pemilihan prioritas

perawatan dari setiap komponen sistem pelumasan. Penentuan skala prioritas dapat menggunakan nilai ambang batas RPN dari keseluruhan nilai RPN [23] pada komponen sistem pelumasan. Nilai ambang batas RPN dari sistem pelumasan yaitu 116. Nilai RPN tersebut didapatkan dari rata-rata nilai RPN seluruh komponen sistem pelumasan. Nilai rata-rata RPN menjadi batas untuk melakukan tindakan perawatan untuk pencegahan risiko kegagalan pada komponen tersebut [24]. Komponen sistem pendingin yang memiliki nilai diatas ambang batas yaitu saringan oli (RPN 288) dan oil cooler (RPN 120). Berdasarkan analisa menggunakan nilai ambang batas komponen saringan oli dan oil cooler perlu adanya tindakan perawatan yang lebih.

Nilai RPN sangat mempengaruhi pemilihan teknik perawatan/ pemeliharaan dari komponen sistem pelumas. Pemilihan strategi teknik pemeliharaan berdasarkan kriteria RPN pada Tabel 8. Berdasarkan Tabel 8 ditunjukkan batas nilai RPN setiap teknik pemeliharaan prediktif, preventif dan korektif. Gambar 2 menunjukkan komponen yang memiliki kriteria $200 < RPN < 300$ yaitu saringan oli. Berdasarkan kriteria yang sudah ditentukan maka saringan oli memiliki teknik pemeliharaan/perawatan preventif [22]. Sedangkan untuk komponen lainnya memiliki kriteria RPN < 200 sehingga memiliki teknik pemeliharaan korektif. Teknik pemeliharaan sangat berguna untuk penjadwalan proses perawatan pada komponen sistem pelumasan mesin induk KM Maburr.



Gambar 3. Diagram pareto RPN komponen sistem pelumasan mesin induk KM Maburr

Gambar 3 menunjukkan diagram pareto pada nilai RPN setiap komponen sistem pelumasan mesin induk KM Maburr. Berdasarkan diagram pareto yang telah dibuat diketahui jenis kegagalan pada sistem pelumasan mesin induk paling dominan dengan melihat kumulatif nya. Prinsip pareto sendiri menunjukkan adanya perbandingan 80:20 dengan penjelasan 80% kejadian kegagalan disebabkan adanya 20% penyebab kegagalan itu sendiri [25]. Pernyataan tersebut dapat diasumsikan bahwa

permasalahan utama pada kegagalan sistem berada di 80% dari seluruh kegagalan yang ada. Berdasarkan Gambar 3, komponen yang masuk pada 80% yaitu saringan oli (41%), oil cooler (18%) dan oli stainer (13%). Ketiga komponen tersebut menurut analisa diagram pareto menjadi komponen yang diprioritaskan dalam perawatan/ pemeliharaan dengan teknik pemeliharaan yang sudah dipilih. Tindakan perawatan pada komponen yang termasuk dalam 80% menjadi tindakan untuk menaikkan kualitas keandalan dari sistem pelumasan mesin induk [26]. Berdasarkan analisa ambang batas nilai RPN dan diagram pareto pada nilai RPN keseluruhan komponen dapat direkomendasikan komponen yang harus mengalami tindakan khusus perawatan yaitu saringan oli dan oil cooler. Saringan oli dan oil cooler merupakan komponen-komponen penting yang perlu tindakan perawatan secara berkala [4], [19], [20]. Namun komponen yang memiliki nilai RPN dibawah ambang batas dan termasuk 20% pada diagram pareto tetap memerlukan perawatan. hal tersebut dikarenakan komponen sistem pelumasan dapat menyebabkan kegagalan pada mesin induk secara tiba-tiba. Tindakan perawatan yang sering dilakukan dari komponen tersebut yaitu perawatan sebelum dan sesudah mesin induk beroperasi pada bengkel kapal atau dok kapal [6].

Berdasarkan analisa FMEA, nilai ambang batas RPN dan diagram pareto digunakan menjadi dasar untuk menyusun prioritas perawatan yang lebih efektif dan efisien berdasarkan nilai yang sudah ditentukan. Terdapat beberapa tindakan mitigasi dari evaluasi perawatan yang sudah dilakukan. Tindakan mitigasi pertama yaitu menyusun penjadwalan perawatan pada mesin induk termasuk sistem pelumasan dengan tepat dan terencana terutama pada komponen sistem pelumasan yang termasuk critical value [4]. Langkah mitigasi yang direkomendasikan pada komponen saringan oli yaitu perawatan preventif secara terjadwal baik pengoperasian mesin induk sebelum berlayar dan sesudah berlayar dengan cara membersihkan dari kotoran yang menempel [20]. Ketika saringan oli dirasa memiliki keandalan yang kurang dari 80% kualitas performa maka perlu tindakan pergantian saringan oli. Sedangkan langkah mitigasi pada oil cooler yaitu pengecekan secara berkala dari keandalan nya. Pengecekan dapat dilakukan ketika mesin induk beroperasi maupun tidak beroperasi. Langkah mitigasi selanjutnya yaitu mengidentifikasi kebutuhan suku cadang terutama pada komponen yang memiliki tingkat kekritisan yang tinggi agar bila terjadi kegagalan maka tidak akan mengganggu kapal berlayar. Strategi pemeliharaan pada sistem pelumasan mesin induk KM Mabur berdasarkan analisa yaitu perawatan preventif dan perawatan korektif.

Kesimpulan

Pendekatan FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) dapat diterapkan dalam pemilihan strategi

perawatan berbasis risiko pada sistem pelumasan mesin induk KM Mabur. Risiko komponen sistem pelumasan digunakan untuk mengetahui kegagalan dan penyebab kegagalan yang kemungkinan terjadi saat pengoperasian. Hasil dari analisis FMEA didapatkan komponen saringan oli memiliki nilai RPN tertinggi sebesar 288. Komponen saringan oli diperlukan tindakan perawatan preventif menurut hasil analisa penentuan kriteria RPN. Hasil analisis RPN menggunakan ambang batas dan diagram pareto selain komponen saringan oli, oil cooler dengan RPN 120 juga memerlukan tindakan perawatan. Tindakan perawatan yang tepat pada komponen oil cooler menurut kriteria RPN yaitu perawatan korektif. Beberapa upaya mitigasi komponen sistem pelumas lainnya saat pengoperasian mesin induk yaitu melakukan pengecekan beberapa komponen sebelum berlayar dan perawatan secara berkala pada bengkel kapal sebelum dan sesudah berlayar. Tindakan perawatan yang terjadwal dilakukan guna meningkatkan keandalan dari komponen sistem pelumas mesin induk KM Mabur.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Nakhoda dan krew kapal KM Mabur serta seluruh pegawai PPS Lampulo Aceh yang telah memeberikan izin dalam pelaksanaan penelitian di KM Mabur. Penulis juga berterima kasih kepada sivitas akademika Politeknik Kelautan dan Perikanan Dumai dalam diskusi yang bermanfaat dan pemecahan hasil dari penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] W. A. Niam and H. Hasanudin, "Desain Kapal Ikan Di Perairan Laut Selatan Malang," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 6, no. 2, 2017, doi: 10.12962/j23373539.v6i2.26112.
- [2] A. H. Muhammad, D. Paroka, S. Rahman, and ` Syarifuddin, "Tingkat Kelayakan Operasional Kapal Perikanan 30 Gt Pada Perairan Sulawesi (Studi Kasus Km Inka Mina 957)," *Marine Fisheries : Journal of Marine Fisheries Technology and Management*, vol. 9, no. 1, p. 1, 2018, doi: 10.29244/jmf.9.1.1-9.
- [3] M. Andean, H. Yudo, and W. Amiruddin, "Perancangan Sistem Shaft Locked Untuk Mencegah Kerusakan Gearbox Pada Kapal Layar Motor Archipelago Adventurer Ii," *Jurnal Teknik Perkapalan*, vol. 5, no. 2, pp. 496–501, 2017.
- [4] M. D. Arifin, F. Octaviani, and T. D. Novita, "Analisa Kegagalan Sistem Pelumasan dan Pemilihan Metode

- Perawatan M/E di Kapal Menggunakan Metode FMEA Dalam Rangka Menunjang Operasi Transportasi Laut di Indonesia Failure,” *Jurnal Penelitian Transportasi Laut*, vol. 17, no. 1, pp. 1–7, 2015.
- [5] Z. A. Yusuf, “Analisa Perawatan Berbasis Resiko Pada Sistem Pelumas Km. Lambelu,” *Jurnal Riset dan Teknologi Kelautan (JRTK)*, vol. 14, no. 1, pp. 129–140, 2016.
- [6] R. S. H. Saputra, Y. E. Priharanto, and M. Z. L. Abrori, “Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Applied for Risk Assessment of Fuel Oil System on Diesel Engine of Fishing Vessel,” *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, vol. 13, no. 21, pp. 8414–8420, 2018, doi: 10.5281/zenodo.1884286.
- [7] Y. E. Priharanto, M. Z. Latif, and R. S. H. Saputra, “Penilaian Risiko pada Mesin Pendingin di Kapal Penangkap Ikan Dengan Pendekatan FMEA,” *Jurnal Airaha*, vol. 6, no. 1, pp. 24–32, 2017, doi: 10.15578/ja.v6i1.86.
- [8] M. Z. Latif, Y. E. Priharanto, D. Prasetyo, and Muhfizar, “Preliminary Hazard Analysis Dan Fault Tree Analysis Untuk Identifikasi Penyebab Kegagalan Sistem Pelumas Mesin Induk Kapal Penangkap Ikan,” *Airaha*, vol. 7, no. 2, pp. 77–87, 2018.
- [9] H. Rahman, A. Satria, B. H. Iskandar, and D. A. Soeboer, “Penentuan Faktor Dominan Penyebab Kecelakaan Kapal Di Kesyahbandaran Utama Tanjung Priok,” *ALBACORE*, vol. 1, no. 3, pp. 277–284, 2017, doi: 10.29244/core.1.3.277-284.
- [10] S. Wannawiset and S. Tangjitsitcharoen, “Paper Machine Breakdown Reduction by FMEA and Preventive Maintenance Improvement: A Case Study,” *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 530, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1757-899X/530/1/012051.
- [11] K. B. Artana and K. Ishida, “Optimum Replacement and Maintenance Scheduling Process for Marine Machinery in Wear-Out Phase : A case Study on Main Engine Cooling Pumps,” *Journal of the Kansai Society of Naval Architects*, vol. 238, pp. 173–184, 2002.
- [12] J. Pranoto, N. Matondang, and I. Siregar, “Implementasi Studi Preventive Maintenance Fasilitas Produksi Dengan Metode Reliability Centered Maintenance Pada Pt. Xyz,” *Jurnal Teknik Industri USU*, vol. 1, no. 3, pp. 18–24, 2013.
- [13] Y. A. Mahmood, A. Ahmadi, A. K. Verma, A. Srividya, and U. Kumar, “Fuzzy fault tree analysis: A review of concept and application,” *International Journal of Systems Assurance Engineering and Management*, vol. 4, no. 1, pp. 19–32, 2013, doi: 10.1007/s13198-013-0145-x.
- [14] M. Z. L. Abrori, Y. E. Priharanto, D. Prasetyo, and Muhfizar, “Fault Tree Analysis dan Preliminary Hazard Analysis untuk Identifikasi Penyebab Kegagalan Sistem Pelumas Mesin Induk Kapal Penangkap Ikan,” *Jurnal Airaha*, vol. 7, no. 2, pp. 77–87, 2018.
- [15] Syahrudin, “Analisis Sistem Perawatan Mesin Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Sebagai Dasar Kebijakan Perawatan yang Optimal di PLTD ‘X,’” *Jurnal Tekhologi Terpadu*, vol. 1, no. 7, pp. 42–49, 2012.
- [16] N. B. Puspitasari, G. P. Arianie, and P. A. Wicaksono, “Analisis Identifikasi Masalah Dengan Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) Dan Risk Priority Number (RPN) Pada Sub Assembly Line (Studi Kasus: PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia),” *J@ti Undip : Jurnal Teknik Industri*, vol. 12, no. 2, p. 77, 2017, doi: 10.14710/jati.12.2.77-84.
- [17] D. I. Situngkir, G. Gultom, and D. R. S. Tambunan, “Pengaplikasian FMEA untuk Mendukung Pemilihan Strategi Pemeliharaan pada Paper Machine,” *Flywheel : Jurnal Teknik Mesin*, vol. 5, no. 2, pp. 1–5, 2019.
- [18] J. Balaraju, M. G. Raj, and C. S. Murthy, “Fuzzy-FMEA risk evaluation approach for LHD machine-A case study,” *Journal of Sustainable Mining*, vol. 18, no. 4, pp. 257–268, 2019, doi: 10.1016/j.jsm.2019.08.002.
- [19] I. Mustain, T. Hidayat, and Abdurrohman, “Metode Perawatan Sistem Pelumasan Untuk Menunjang Kinerja Motor,” *Jurnal Sains Teknologi Transportasi Maritim*, vol. 1, no. 1, pp. 19–26, 2019.
- [20] Purjiyono, N. Astriawati, and P. Sigit, “Perawatan Sistem Pelumasan Mesin Utama Pada Kapal Km. Mutiara Sentosa Ii,” *Teknovasi*, vol. 6, no. 1, pp. 74–80, 2019.
- [21] B. Puthillath and R. Sasikumar, “Selection of Maintenance Strategy Using Failure Mode Effect and Criticality Analysis,” *International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT)*, vol. 1, no. 6, pp. 73–79, 2012.

- [22] T. Sahoo, P. K. Sarkar, and A. K. Sarkar, "Maintenance Optimization for Critical Equipments in process industries based on FMECA Method," *International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT)*, vol. 3, no. 10, pp. 107–112, 2014.
- [23] I. B. Suryaningrat, W. Febriyanti, and W. Amilia, "Identifikasi Risiko pada Okra Menggunakan Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) di PT. Mitratani Dua Tujuh Di Kabupaten Jember," *Jurnal Agroteknologi*, vol. 13, no. 1, pp. 25–33, 2019.
- [24] D. Faturachman, S. Mustafa, F. Octaviany, and T. D. Novita, "Failure mode and effects analysis of diesel engine for ship navigation system improvement," *International Journal of Service Science, Management and Engineering*, vol. 1, no. 1, pp. 6–16, 2014.
- [25] G. S. Ramadhani, Yuciana, and Suparti, "Analisis Pengendalian Kualitas Menggunakan Diagram Kendali Demerit (Studi Kasus Produksi Air Minum Dalam Kemasan 240 Ml Di Pt Tiw)," *Jurnal Gaussian*, vol. 3, no. 3, pp. 401–410, 2014, doi: 10.15797/concom.2019..23.009.
- [26] C. V. Gunawan and H. Tannady, "Analisis Kinerja Proses Dan Identifikasi Cacat Dominan Pada Pembuatan Bag Dengan Metode Statistical Proses Control (Studi Kasus : Pabrik Alat Kesehatan Pt.Xyz, Serang, Banten)," *J@Ti Undip : Jurnal Teknik Industri*, vol. 11, no. 1, pp. 9–14, 2016, doi: 10.12777/jati.11.1.9-14.