

ANALISA TEKANAN MINYAK LUMAS YANG MENURUN PADA DIESEL GENERATOR BAUDOUIN 12M26.2 DI ATAS KMP. DRAJAT PACIRAN DENGAN METODE FMEA

Muhammad Is'adurrofiq¹, Dirhamsyah², Indah Ayu Johanda Putri³

1 Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal, Politeknik Pelayaran Surabaya

2 Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal, Politeknik Pelayaran Surabaya

2 & 3

Email korespondensi: isadrofiq09@gmail.com

ABSTRAK

Diesel Diesel generator termasuk mesin bantu yang menghasilkan listrik dan digunakan untuk menjalankan kapal. Kurangnya pasokan pelumasan mesin diesel generator mengakibatkan kerusakan komponen-komponen yang bergesekan serta memperpendek usia pakai diesel generator. Tujuan penelitian kualitatif ini untuk mengetahui faktor yang menyebabkan tekanan minyak lumas menurun serta upaya mengatasi terjadinya tekanan minyak lumas menurun pada diesel generator. Studi ini dilakukan di atas Kmp. Drajat Paciran dengan mesin diesel generator dijadikan sebagai subjek penelitian. Teknik pengumpulan data dengan observasi, wawancara dan dokumentasi. Analisis data menggunakan metode FMEA untuk mendapatkan *rating severity* (keparahan), *occurrence* (keseringan) dan *detection* (indikasi) dari tiap komponen yang mempengaruhi turunnya tekanan minyak lumas. Hasil penelitian bahwa faktor tekanan minyak lumas yang menurun antara lain lemahnya katub pegas pengatur (*relief valve*) karena kurangnya perawatan dan pengecekan, tersumbatnya *filter* disebabkan kelebihan jam kerja, *ball bearing* pompa oli rusak dikarenakan kurang pemberian pelumasan, pipa isap pompa buntu adanya kotoran-kotoran yang terisap oleh pompa, kekurangan minyak pada *carter* disebabkan kebocoran yang tidak diketahui, roda gigi pompa oli aus disebabkan minyak lumas encer, *main bearing* dan *crankpin bearing* aus karena pendistribusian minyak lumas yang tidak teratur dan *manometer* rusak disebabkan kurangnya pemeriksaan dan perawatan rutin. Untuk mengatasi tekanan minyak lumas menurun upaya yang harus dilakukan memperbaiki pola perawatan mesin diesel generator sesuai dengan *plan maintenance system* (pms). Menindaklanjuti temuan pada penelitian ini, maka menjaga tekanan minyak lumas mesin diesel generator harus lebih dioptimalkan dengan melalui *plan maintenance system* (pms) yang terarah dan terjadwal.

Kata kunci : *lubricating oil, kapal, fmea, viscosity, permesinan bantu, perawatan dan perbaikan*

PENDAHULUAN

Kebutuhan transportasi laut yang semakin meningkat tidak hanya menyediakan kapal dalam jumlah banyak tetapi mengupayakan agar kapal dalam keadaan siap pakai. Tentunya semua ini harus didukung dengan armada-armada yang tangguh serta tenaga pelaut yang handal, professional, terampil dan bertanggung jawab. Lancarnya pengoprasi kapal tentu tidak lepas dari mesin diesel generator pada kapal yang harus didukung dengan sistem kerja dan perawatan yang baik dengan standar perawatan kapal

secara internasional (Abduruohman 2022).

Diesel generator termasuk mesin bantu di atas kapal yang menghasilkan energi listrik dengan mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Menurunnya kinerja pada diesel generator dapat menghambat pengoprasi kapal bahkan bisa terjadi *blackout*. Kebutuhan akan listrik di atas kapal akan sangat terasa sekali pada saat malam hari kapal berlayar, berlabuh (*anchor*) dan ketika kapal sandar di pelabuhan (Hasiah, Adnan, Musa & Nurdin 2019). Mesin bantu yang sangat dibutuhkan di atas kapal sebagai pembangkit listrik adalah

diesel generator. Dalam pengoprasian motor bantu diesel generator akan terjadi putaran yang terus menerus dan menimbulkan gesekan dan pengikisan pada bagian yang bergerak. Dari gesekan tersebut akan menimbulkan perubahan bentuk dimensi dan lama kelamaan akan menimbulkan panas (Patayang 2017).

Tidak terlepas dari sistem pendukungnya seperti sistem pendingin, sistem bahan bakar dan sistem pelumasan. sistem-sistem tersebut bekerja salaiing berkaitan anatar satu dengan yang lainnya, sehingga apabila salah satu dari sistem tersebut mengalami kerusakan, maka mesin diesel akan mengalami keruskan. Sistem sitem pelumasan merupakan system yang memiliki fungsi untuk mensirkulasi dan mensuplai minyak pelumas menuju mesin diesel. Sistem pelumasan berfungsi untuk meminimalisir dampak dari gesekan antar komponen yang terjadi pada mesin atau mencegah kontak langsung antara dua permukaan yang bergesekan. Sistem pelumasan mesin diesel generator terdiri dari berbagai komponen yang kerjanya saling terkait satusama lainnya. Komponen-komponen sistem pelumasan tersebut dianantaranya pompa oli yang berfungsi untuk mensirkulasi oli ke bagaian-bagian mesin, saringan atau *filter* oli untuk menyaring kotoran-kotoran yang mempengaruhi kinerja bagian-bagian mesin yang berputar, bak oli atau *carter* yang berfungsi untuk menyimpan oli mesin (Mokodompit, Fikri & Barokah 2022).

Pelumasan adalah pendistribusian minyak lumasa antara dua permukaan bantalan yang bertekanan dan bergerak satu sama lain (Effendi & Adawiyah 2014). Tidak tercukupinya pelumasan pada komponen yang bersentuhan dan bergesekan satu sama lain membuat kerusakan pada komponen mesin sangat mungkin terjadi. Diesel generator tidak akan bekerja dengan optimal jika tekanan minyak lumasa rendah (Rasyid 2001). Sementara itu, terjadi keadaan pada diesel generator baudouin 12m26.2 tekanan minyak lumasa menurun. Tujuan penilitian ini untuk mengetahui faktor yang menyebabkan tekanan minyak lumasa menurun serta upaya mengatasi terjadinya tekanan minyak lumasa menurun pada diesel generator baudouin 12m26 di atas Kmp. Drajat Paciran.

TINJAUAN PUSTAKA

Pada artikel ini review atas literatur dari penelitian terdahulu/sebelumnya yaitu bertujuan untuk memberi gambaran kepada penulis mengenai hal-hal apa saja yang perlu disusun sehingga dapat membantu menyelesaikan penelitian yang sedang penulis lakukan. Tujuan lain dari melakukan review untuk mendapatkan pemahaman yang lebih tentang masalah yang sedang penulis angkat, sehingga penulis dapat menghasilkan karya ilmiah yang keterbaruaan dari penelitian yang sudah dibuat orang lain sebelumnya. Di bawah ini adalah ringkasan penelitian sebelumnya yang digunakan dalam penelitian ini.

Hasil penelitian (Santoso, Sunanto & Palata 2022) menyimpulkan bahwa penyebabnya adalah komponen minyak lumasa yang aus, *filter* kotor dan ada indikasi telah terjadi kebocoran sehingga komponen memerlukan banyak pelumasan. Penelitian dari (Abdurohman 2022) bahwa penyebab tekanan minyak lumasa menurun timbul karena *part-part* yang sudah mengalami keausan karena kekurangan cairan, saringan minyak lumasa yang kotor dan kebocoran terhadap instalasi minyak lumasa. Sedangkan penelitian dari (Fadhillah, Bahri, Fauzi & Ahmad 2021) Menyimpulkan bahwa penurunan tekanan minyak lumasa disebabkan tidak maksimalnya kinerja *gear pump*, kotornya saringan minyak lumasa atau *strainer* dan adanya *part-part* yang sudah mengalami keausan lebih dahulu.

METODE PENELITIAN

Penilitian ini merupakan penelitain kualitatif dengan menggunakan metode *failure mode and effect analysis* atau FMEA dalam menentukan tingkat *severity*, *occurance* dan *detection* dari tiap faktor yang mempengaruhi masalah pada penelitian ini. Penelitain kualitatif yaitu penelitian yang bertujuan memahami fenomena yang dialami oleh subyek penelitian (Sidiq & Choiri 2019). Sedangkan *failure mode and effect analysis* (FMEA) salah satu dari banyaknya metode yang dapat digunakan dalam menyelesaikan penelitian dengan mengidentifikasi dan menganalisa suatu kegagalan dan akibat dari kegagalan tersebut (Stamatis 2014). Penelitian ini

dilakukan di atas Kmp. Drajat Paciran dengan mesin diesel generator sebagai subjek penelitian. Metode pengumpulan data melalui wawancara, observasi dan dokumentasi (Sidiq & Choiri 2019). Wawancara (*interview*) merupakan bentuk komunikasi verbal atau percakapan langsung yang bertujuan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan peneliti (Saleh 2017). Peneliti mengajak langsung wawancara dengan kkm, masinis 2 dan masinis 3. Metode lain yaitu observasi tanpa melibatkan diri, yaitu metode pengumpulan data melalui observasi tanpa menanyakan pertanyaan (Kusumastuti & Khoiron 2019). Subjek pada penelitian ini adalah mesin diesel generator baudouin 12m26.2. Metode dokumentasi digunakan untuk mendapatkan data yang dapat memberikan informasi terhadap objek penelitian terutama dokumen yang berkaitan dengan masalah yang diteliti, baik dokumen berupa catatan penting, peraturan undang-undang, naskah, foto-foto, manuskrip dan dokumen lain yang dapat menunjang. Metode dokumen pada penelitian ini digunakan untuk menjelaskan kerja system pelumasan di KMP. Drajat Paciran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilaksanakan di atas kapal KMP. Drajat Paciran di mana kapal ini milik perusahaan BUMN PT. ASDP Indonesia Ferry Cabang Surabaya rute Lamongan-Kalimantan tengah.



Gambar 1. Kmp. Drajat Paciran

Di atas KMP. Drajat Paciran mesin diesel generator yang digunakan adalah merek baudouin tipe 12m26.2 buatan negara *france*, menggunakan sistem pelumasan basah pada *carter* oli satu tempat pada ruang poros engkol. Minyak lumas yang digunakan yaitu meditrans

SAE 40.



Gambar 2. Diesel Generator Baudouin

Ketika penulis sedang melaksanakan dinas jaga saat praktek laut di atas kapal KMP. Drajat Paciran, 15 Februari 2022 saat itu kapal sedang berlayar dari Kalimantan Tengah menuju Lamongan. Selesai kapal olah gerak bersandar di pelabuhan Lamongan, terjadi tekanan minyak pelumas menurun pada mesin diesel generator. Jika hal itu dibiarkan begitu saja akan berdampak pada mesin diesel generator terhadap bagian-bagian mesin yang bergesekan. Masinis 2 yang berjaga di kamar mesin saat kejadian itu memerintahkan untuk mengambil tindakan melakukan oper diesel generator yang *standby* dan mengalami *black out* sesaat.

Adanya kejadian tersebut yang dialami penulis saat itu dengan masinis jaga di atas kapal bahwa telah terjadi tekanan minyak lumas menurun. Kemudian perintah dari masinis jaga ketika itu juga memerintahkan untuk segera dilakukannya pengecekan dalam rangka upaya untuk mengetahui penyebab dari kejadian tersebut. Beberapa hal dilakukan diantaranya yaitu dengan memeriksa tangki minyak lumas atau *carter*, pengecekan kondisi dari pompa oli, pengecekan pada *filter*, pengecekan pada sambungan pipa-pipa, pengecekan baut-baut pengikat ditakutkannya ada baut yang longgar sehingga membuat komponen kurang tepat pemasangan yang menyebabkan kebocoran. Selesai dilakukannya upaya tersebut didapatkan hasil dari pengecekan dan ditemukan bahwa sumber penyebab terjadinya tekanan minyak lumas menurun pada diesel generator yaitu disebabkan tidak maksimalnya kinerja *filter* oli karena kotorannya saringan minyak lumas dan kurang optimalnya sirkulasi pendingin oli.

Tabel 1. Tekanan Minyak Lumas Diesel Generator Baudouin 12M26.2 Keadaan Normal di Atas KMP. Drajat Paciran Pada Tanggal 14 Februari 2022

Jam Jaga	Temperatur Minyak Lumas ($^{\circ}$ C)	Tekanan Minyak Lumas (Kg/cm^2)	Daya (Kw)	Frekuensi (Hz)
00.00-04.00	63	4.1	806	51
04.00-08.00	64	4.2	806	51
08.00-12.00	64	4.1	806	51
12.00-16.00	63	4.1	806	51
16.00-20.00	63	4.2	806	51
20.00-00.00	63	4.2	806	51

Tabel 2. Tekanan Minyak Lumas Diesel Generator Baudouin 12M26.2 Keadaan Abnormal di Atas KMP. Drajat Paciran Pada Tanggal 15 Februari 2022

Jam Jaga	Temperatur Minyak Lumas ($^{\circ}$ C)	Tekanan Minyak Lumas (Kg/cm^2)	Daya (Kw)	Frekuensi (Hz)
00.00-04.00	63	4.1	806	51
04.00-08.00	64	4.2	806	51
08.00-12.00	64	4.1	806	51
12.00-16.00	90	3.0	806	51

Dari tabel di atas menjelaskan bawah telah terjadi penurunan tekanan minyak lumas pada mesin diesel generator baudouin 12m26.2 di atas kapal KMP. Drajat Paciran. Saat penulis sedang melaksanakan dinas jaga dengan masinis 2 dan *oiler*. Di akhir jam jaga 12.00-16.00 menunjukkan adanya penurunan tekanan diangka 3,5 kg/cm^2 sehingga menimbulkan bunyi alarm pada diesel generator. Diakhir 12.00-16.00 selesai kapal olah gerak untuk sandar di pelabuhan Paciran Lamongan. Dimana penurunan tekanan minyak lumas dari 3.5 kg/cm^2 perlahan menurun hingga mencapai 3,0 kg/cm^2 pada saat itu juga berdampak pada suhu atau temperatur mesin mengalami kenaikan yang sebelumnya diangka 60 $^{\circ}$ C menjadi 90 $^{\circ}$ C. Dampak lain dari tekanan

minyak lumas menurun mempengaruhi tenaga atau daya yang dihasilkan mesin menurun. Sedangkan *frekuensi* masih tetap pada nilainya yaitu 51 Hz akan tetapi sempat mengalami *black out* guna mengoper disel generator yang mengalami penurunan tekanan minyak lumas ke diesel generator yang *standby* dan nilai *frekuensi* menjadi turun.

Adanya masalah yang benar terjadi saat penulis melaksanakan praktek laut di atas KMP. Drajat Paciran untuk mengetahui lebih dalam mengenai penyebab faktor tekanan minyak lumas yang menurun. Penulis juga melakukan wawancara dengan masinis 2 dan masinis 3 untuk mengumpulkan data yang akan di analisis nantinya. Berikut ini hasil wawancara dengan masinis KMP. Drajat Paciran:

Tabel 3. Tekanan Minyak Lumas Diesel Generator Baudouin 12M26.2 Keadaan Normal di Atas KMP. Drajat Paciran Pada Tanggal 14 Februari 2022

Pertanyaan	Responden	Jawaban
Sore Bas ijin mengganggu waktunya sebentar. Ijin bertanya mengenai diesel generator ini bas. Di dalam mesin terdiri Dari tiga sistem	Masinis 2	Oke det saya jawab ya, di kapal ini AE yang digunakan yaitu 4 tak dan sistem pelumasannya basah. Pada proses pelumasannya pada tipe mesin-mesin lainnya yang menggunakan sistem pelumasan basah. Pada sistem pelumasan basah

yaitu pendinginan, bahan bakar dan pelumasan. Untuk sistem pelumasan di AE di KMP. Drajat Paciran sendiri bagaimana Bas?		di awali dari pompa, pompa menghisap oli yang ada di <i>carter</i> atau bak oli yang nantinya di alirkan ke <i>filter</i> oli. Setelah oli melewati <i>filter</i> kemudian oli dialirkan pada komponen-komponen di dalam diesel generator hingga akhir proses pelumasan oli kembali lagi ke <i>carter</i> .
Bas kemarin sempat terjadi penurunan tekanan minyak lumas pada AE bas, itu kenapa ya bas?	Masinis 2	Penyebabnya adalah biasanya dari <i>filter</i> olinya yang kotor, sirkulasi pendingin oli tidak maksimal, <i>clereance</i> pompa oli sudah besar, banyaknya komponen mesin yang sudah aus, dan viskositas oli yang tidak tepat.
Kalo di AE terjadi penurunan tekanan lantas dampak apa saja yang terjadi bas?	Masinis 2	Akibat tekanan minyak lumas yang menurun adalah distribusi atau penyaluran oli tidak lancar, komponen mesin mengalami kerusakan fatal, lengketnya <i>piston</i> ke liner dan <i>crankpin bearing</i> maupun <i>main bearing</i> , serta berakibat <i>over heating</i> .
Upaya untuk mengatasinya jika terjadi penurunan tekanan seperti apa bas?	Masinis 2	Yaitu dengan selalu mengecek tekanan oli pada Diesel Generator, melakukan perawatan secara berkala atau periodik sesuai manual <i>book</i> , dan pemilihan viskositas oli yang sesuai dengan yang dibutuhkan mesin.
Kapan diperlukannya perawatan pada diesel generator di atas kapal KMP. Drajat Paciran?	Masinis 2	Perawatan pada sistem pelumasan Diesel Generator biasanya dilakukan 2 minggu sekali atau setelah kapal melakukan perjalanan yaitu dengan pembersihan filter oli dan penggantian oli secara berkala.

Dari beberapa data yang didapat penulis saat di atas kapal, untuk memudahkan penulis dalam mengolah data penulis sesuaikan dalam metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi Moda Kegagalan Potensial (Failure Mode)
Langkah awal yang perlu penulis

lakukan yaitu mengidentifikasi moda kegagalan potensial setiap kegagalan yang disebabkan oleh komponen-komponen. Jika hasil identifikasi sudah diketahui, kemudian menentukan rating severity, occurrence dan detection. Berikut tabel dari moda kegagalan potensial komponen mesin diesel generator yang menyebabkan tekanan minyak lumas menurun:

Tabel 4. *Failure Mode*

Komponen	Moda Kegagalan Potensial
<i>Filter</i>	Tersumbatnya <i>filter</i>
Katub pengatur (<i>relief valve</i>)	Lemahnya pegas katub pengatur
<i>Ball bearing</i> pompa oli	<i>Busing</i> macet didalam pompa
Roda gigi pompa oli	Roda gigi pompa aus
<i>Main bearing</i> dan <i>crankpin bearing</i>	<i>Main bearing</i> dan <i>crankpin bearing</i> aus
<i>Carter</i>	Kekurangan minyak pelumas
Pipa isap pompa	Pipa isap pompa buntu
<i>Manometer</i>	Rusak

2. Mengidentifikasi Penyebab Kegagalan

Dalam tahap ini setelah diketahui moda kegagalan kemudian diperlukannya mengidentifikasi penyebab kegagalan untuk dapat mengetahui faktor-faktor kegagalan apa saja yang dimungkinkan terjadi

Sehingga akan mempermudah dalam menentukan hasil dari rating occurrence yang terjadi pada setiap komponen yang mengalami kegagalan. Berikut tabel yang menggambarkan faktor-faktor terjadinya moda kegagalan:

Tabel 5. Penyebab Kegagalan

Komponen	Moda Kegagalan	Penyebab Kegagalan
<i>Filter</i>	Tersumbatnya <i>filter</i>	Kelebihan jam kerja
Katub pengatur (<i>relief valve</i>)	Lemahnya pegas katub pengatur	Kurangnya perawatan dan monitoring
<i>Ball bearing</i> pompa oli	<i>Busing</i> macet/rusak di dalam pompa	Kekurangan pemberian pelumasan
Roda gigi pompa oli	Roda gigi pompa aus	Minyak pelumas yang sudah encer
<i>Main bearing</i> dan <i>crankpin bearing</i>	<i>Main bearing</i> dan <i>crankpin bearing</i> aus	Tidak teraturnya pelumasan
<i>Carter</i>	Kekurangan minyak pelumas	Kebocoran yang tidak diketahui
Pipa isap pompa	Pipa isap pompa buntu	Kotoran-kotoran yang ikut terisap oleh pompa
<i>Manometer</i>	Rusak	Kurangnya perawatan

3. Mengidentifikasi Potensi Efek Kegagalan

Setelah mendapatkan hasil moda kegagalan langkah selanjutnya menentukan efek dari kegagalan tersebut. Untuk

mempermudah pengambilan tingkat keparahan dari efek kegagalan yang terjadi. Berikut disajikan tabel potensi efek dari kegagalan:

Tabel 6. Potensi Efek Kegagalan

Komponen	Moda Kegagalan	Efek Kegagalan
<i>Filter</i>	Tersumbatnya <i>filter</i>	Kuantitas aliran yang dihasilkan menjadi sedikit sehingga minyak pelumas mengalami tekanan lebih tinggi sebelum masuk pada <i>filter</i> dibandingkan sesudah melalui <i>filter</i> .
Katub pengatur (<i>relief valve</i>)	Lemahnya pegas katub pengatur	Terjadinya tekanan minyak pelumas menurun.
<i>Ball bearing</i> pompa oli	<i>Busing</i> macet/rusak di dalam pompa	Kinerja pompa menjadi terganggu dalam pendistribusian minyak pelumas ke komponen-komponen.
Roda gigi pompa oli	Roda gigi pompa aus	Pompa tidak dapat bekerja dengan semestinya.
<i>Main bearing</i> dan <i>crankpin bearing</i>	<i>Main bearing</i> dan <i>crankpin bearing</i> aus	Konsumsi dari minyak pelumas semakin banyak karena untuk melumasi bagian yang mengalami keausan tidak sedikit.
<i>Carter</i>	Kekurangan minyak pelumas	Komponen-komponen yang seharusnya mendapatkan pelumasan yang optimal mengalami kekurangan pelumasan sehingga berdampak aus dan berdampak pada mesin tidak lagi prima.

Pipa isap pompa <i>Manometer</i>	Pipa isap pompa buntu Rusak	Mengganggu aliran tekanan minyak pelumas ke sistem. Tidak termonitor kondisi dari mesin.
-------------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------

4. Menentukan *Rating Severity*

Pada tahap ini adalah tahap menentukan tingkat keparahan dari efek yang disebabkan kegagalan dari masing-masing komponen. Dalam menentukan *rating* keparahan efek itu sendiri didapat

dengan melihat bagaimana suatu moda kegagalan mempengaruhi mesin dan proses pada sistem yang berkelanjutan. Berikut tabel tingkat keparahan efek yang disebabkan oleh kegagalan di setiap komponen dalam sistem.

Tabel 7. *Rating Severity*

Kriteria dampak: (<i>Process Effect</i>)	Peringkat
Mesin diesel generator tidak bisa beroperasi	9-10
Komponen-komponen mengalami kerusakan fatal	7-8
<i>Black out</i>	5-6
Alarm berbunyi	3-4
Turunnya tenaga yang dihasilkan mesin diesel generator	1-2

Dari tabel diatas dapat diketahui dampak terparah dari moda kegagalan yang terjadi. Berikut dibawah ini penulis sajikan tabel nilai

severity atas dampak dari komponen mesin diesel generator setiap moda kegagalan:

Tabel 8. Nilai *Severity*

Komponen	Moda Kegagalan	Efek Kegagalan	Severity
<i>Filter</i>	Tersumbatnya <i>filter</i>	Kuantitas aliran yang dihasilkan menjadi sedikit sehingga minyak pelumas mengalami tekanan lebih tinggi sebelum masuk pada <i>filter</i> dibandingkan sesudah melalui <i>filter</i> .	3
Katub pengatur (<i>relief valve</i>)	Lemahnya pegas katub pengatur	Terjadinya tekanan minyak pelumas menurun.	4
<i>Ball bearing</i> pompa oli	<i>Busing</i> macet/rusak di dalam pompa	Kinerja pompa menjadi terganggu dalam pendistribusian minyak pelumas ke komponen-komponen.	5
Roda gigi pompa oli	Roda gigi pompa aus	Pompa tidak dapat bekerja dengan semestinya.	7
<i>Main bearing</i> dan <i>crankpin bearing</i>	<i>Main bearing</i> dan <i>crankpin bearing</i> aus	Konsumsi dari minyak pelumas semakin banyak karena untuk melumasi bagian yang mengalami keausan tidak sedikit.	7
<i>Carter</i>	Kekurangan minyak pelumas	Komponen-komponen yang seharusnya mendapatkan pelumasan yang optimal mengalami kekurangan pelumasan sehingga berdampak aus dan berdampak pada mesin tidak lagi prima.	4
Pipa isap pompa	Pipa isap pompa buntu	Mengganggu aliran tekanan minyak pelumas ke sistem.	4

<i>Manometer</i>	Rusak	Tidak termonitor kondisi dari mesin.	3
------------------	-------	--------------------------------------	---

Dari penyajian data diatas diperoleh angka *severity* (tingkat keseriusan) dari setiap moda kegagalan yang terjadi pada komponen mesin diesel generator yang mengakibatkan tekanan minyak lumas menurun pada sistem pelumasan mesin diesel generator yaitu *filter* dengan nilai 3, Katub pengatur (*relief valve*) dengan nilai 4, *Ball bearing* pompa oli dengan nilai 5, Roda gigi pompa oli dengan nilai 7, *Main bearing* dan *crankpin bearing* dengan nilai 7, *Carter*

dengan nilai 4, Pipa isap pompa dengan nilai 4 dan *Manometer* dengan nilai 3.

5. Menentukan *Rating Occurance*

Pada tahap ini tingkat kejadian dijadikan untuk mengukur seberapa sering efek dari kegagalan terjadi. Berikut tabel tingkat frekuensi kegagalan yang terjadi di setiap moda kegagalan:

Tabel 9. *Rating Occurance*

Deskripsi	Peringkat	keterangan
Sering terjadi	9-10	Kerusakan komponen mesin diesel generator sering terjadi yang berpotensi mengganggu kinerja unit.
Mungkin terjadi	7-8	Kerusakan komponen mesin diesel generator akan terjadi beberapa kali yang berpotensi mengganggu kinerja sistem..
Kadang-kadang terjadi	5-6	Kerusakan komponen mesin diesel mungkin akan terjadi beberapa kali yang berpotensi mengganggu kinerja sistem.
Jarang terjadi	3-4	Kerusakan komponen mesin diesel generator mungkin akan terjadi.
Mustahil terjadi	1-2	Kerusakan komponen mesin diesel generator tidak mungkin terjadi.

Berikut ini penyajian tabel tingkat *occurance* yang menurun dari setiap moda kegagalan yang terjadinya tekanan minyak lumas terjadi:

Tabel 10. Nilai *Occurance*

Komponen	Moda Kegagalan	Penyebab Kegagalan	<i>Occurance</i>
<i>Filter</i>	Tersumbatnya <i>filter</i>	Kelebihan jam kerja	9
Katub pengatur (<i>relief valve</i>)	Lemahnya pegas katub pengatur	Kurangnya perawatan dan monitoring	5
<i>Ball bearing</i> pompa oli	<i>Busing</i> macet/rusak di dalam pompa	Kekurangan pemberian pelumasan	3
Roda gigi pompa oli	Roda gigi pompa aus	Minyak pelumas yang sudah encer	1
<i>Main bearing</i> dan <i>crankpin bearing</i>	<i>Main bearing</i> dan <i>crankpin bearing</i> aus	Tidak teraturnya pelumasan	1
<i>Carter</i>	Kekurangan minyak pelumas	Tidak teraturnya pelumasan	3
Pipa isap pompa	Pipa isap pompa buntu	Kotoran-kotoran yang ikut terisap oleh pompa	3
<i>Manometer</i>	Rusak	Kurangnya perawatan	5

Dari tabel diatas dapat diperoleh nilai *occurance* (tingkat keseringan) setiap moda kegagalan yang terjadi. Hasil nilai *occurance* yang didapat dalam setiap moda kegagalan yang terjadi diperoleh *filter* dengan nilai 9, Katub pengatur (*relief valve*) dengan nilai 5, *Ball bearing* pompa oli dengan nilai 3, Roda gigi pompa oli dengan nilai 1, *Main bearing* dan *crankpin bearing* dengan nilai 1, *Carter*

dengan nilai 3, Pipa isap pompa dengan nilai 3 dan *Manometer* dengan nilai 5.

6. Menentukan *Rating Detection*

Tahap *detection* adalah tingkat deteksi yang akan mendeteksi penyebab terjadinya moda kegagalan yang terjadi pada tiap komponen. Berikut tabel hasil *rating detection*:

Tabel 11. *Rating Detection*

<i>Opportunity for Detection</i>	<i>Criteria: Likelihood of Detection by Design Control</i>	<i>Likelihood of Detection</i>	<i>Rank</i>
Tidak terdeteksi	Pada tingkat ini tidak bisa mendeteksi adanya kegagalan.	<i>Almost impossible</i>	10
Tidak bisa mendeteksi pada tahap manapun	Pada tingkat ini tidak mudah dideteksi kegagalan.	<i>Very Remote</i>	9
Deteksi setelah selesai proses	Pada tingkat ini dapat terdeteksi kegagalan setelah adanya proses visual berupa pendengaran oleh masinis.	<i>Remote</i>	8
Deteksi masalah pada sumber	Pada tingkat ini terdeteksi kegagalan setelah proses dengan pemakaian alat ukur oleh masinis.	<i>Very Low</i>	7
Deteksi masalah setelah proses	Pada tingkat ini terdeteksi kegagalan setelah proses dengan alat ukur oleh operator atau di unit dengan alat ukur oleh masinis.	<i>Low</i>	6
Deteksi masalah pada sumber	Pada tingkat ini terdeteksi kegagalan di unit dengan alat ukur oleh masinis atau di unit oleh alat kontrol <i>eksisting</i> dan memperingatkan masinis.	<i>Moderate</i>	5
Deteksi masalah setelah proses	Pada tingkat ini terdeteksi kegagalan setelah proses dengan alat kontrol <i>eksisting</i> dan mengunci proteksi mesin untuk mencegah proses berikutnya.	<i>Moderately High</i>	4
Deteksi masalah pada sumber	Pada tingkat ini terdeteksi kegagalan di unit dengan alat kontrol <i>eksisting</i> dan mengunci proteksi mesin untuk mencegah proses berikutnya.	<i>High</i>	3
Deteksi kesalahan dan pencegahan masalah	Pada tingkat ini kesalahan di deteksi di unit dengan alat kontrol <i>eksisting</i> yang mendeteksi kesalahan dan mencegah di proses produksi berjalan.	<i>Very High</i>	2
Pencegahan kesalahan	Pada tingkat ini pencegahan kesalahan dengan <i>fixture design, machine design, atau part design</i> . Part reject tidak bisa dibuat karena item sudah di <i>error-proofed</i> .	<i>Almost Certain</i>	1

Berikut peneliti sajikan tabel hasil penelitian tingkat deteksi terjadinya tekanan

minyak lumas yang menurun dari setiap moda kegagalan yang terjadi:

Tabwl 12. Nilai *Detection*

Komponen	Moda kegagalan	Penyebab kegagalan	Detection
<i>Filter</i>	Tersumbatnya <i>filter</i>	Kelebihan jam kerja	4
Katub pengatur (<i>relief valve</i>)	Lemahnya pegas katub pengatur	Kurangnya perawatan dan <i>monitoring</i>	6
<i>Ball bearing</i> pompa oli	<i>Busing</i> macet/rusak di dalam pompa	Kekurangan pemberian pelumasan	7
Roda gigi pompa oli	Roda gigi pompa aus	Minyak pelumas yang sudah encer	8
<i>Main bearing</i> dan <i>crankpin bearing</i> <i>Carter</i>	<i>Main bearing</i> dan <i>crankpin bearing</i> aus Kekurangan minyak pelumas	Tidak teraturnya pelumasan Kebocoran yang tidak diketahui	8 3
Pipa isap pompa	Pipa isap pompa buntu	Kotoran-kotoran yang ikut terisap oleh pompa	6
<i>Manometer</i>	Rusak	Kurangnya perawatan	2

Dari penyajian tabel diatas telah diperoleh hasil nilai *detection* (tingkat deteksi) pada setiap moda kegagalan yang terjadi pada komponen mesin diesel generator yang menyebabkan tekanan minyak lumas menjadi turun. Diperoleh bawah *filter* dengan nilai 4, Katub pengatur (*relief valve*) dengan nilai 6, *Ball bearing* pompa oli dengan nilai 7, Roda gigi pompa oli dengan nilai 8, *Main bearing* dan *crankpin bearing* dengan nilai 8, *Carter* dengan nilai 3, Pipa isap pompa dengan nilai

6 dan *Manometer* dengan nilai 2.

7. Menentukan Nilai *Risk Priority Number* (RPN)

Slesai didapatkan *rating* keparahan (*severity*), kejadian (*occurance*) dan deteksi (*detection*), kemudian langkah yang perlu ditempuh yaitu menentukan nilai *Risk Proiority Number* (RPN). Dibawah ini adalah tabel hasil dari perhitungan RPN dari tiap moda kegagalan:

Tabel 13. Nilai *Risk Priority Number* (RPN)

No.	Komponen	Severity	Occurance	Detection	Risk Priority Number (RPN)
1.	Katub pengatur (<i>relief valve</i>)	4	5	6	120
2.	<i>Filter</i>	3	9	4	108
3.	<i>Ball bearing</i> pompa oli	5	3	7	105
4.	Pipa isap pompa	4	3	6	72
5.	<i>Carter</i>	4	3	3	64
6.	Roda gigi pompa oli	7	1	8	56
7.	<i>Main bearing</i> dan <i>crankpin bearing</i>	7	1	8	56
8.	<i>Manometer</i>	3	5	2	30

Pada tabel di atas dapat diperoleh hasil perhitungan *Risk Priority Number*

(RPN) pada setiap moda kegagalan komponen mesin diesel generator. Dari

hasil di atas diperoleh bawah (RPN) dari tertinggi hingga terendah adalah Katub pengatur (*relief valve*) dengan nilai 120, filter dengan nilai 108, *Ball bearing* pompa oli dengan nilai 105, Pipa isap pompa dengan nilai 72, *Carter* dengan nilai 64, Roda gigi pompa oli dengan nilai 56, *Main bearing* dan *crankpin bearing* dengan nilai 56 dan *Manometer* dengan nilai 30.

Dari penjelasan pada analisis data diperoleh hasil yang didapat dengan menerapkan langkah-langkah dari metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dengan mengumpulkan potensi risiko pada setiap kegagalan yang terjadi baik penyebab, dampak serta pencegahan. Berikut ini tabel FMEA dari nilai RPN tertinggi sampai terendah:

Tabel 14. Hasil Metode Fmea

No.	Komponen	Kegagalan	Penyebab	Dampak	Pencegahan
1.	Katub pengatur (<i>relief valve</i>)	Lemahnya pegas katub pengatur	Kurangnya perawatan dan <i>monitoring</i>	Terjadinya tekanan minyak pelumas menurun.	Melakukan pemeriksaan pada katub pengatur jika sudah tidak berfungsi segera dilakukan penggantian spare yang baru.
2.	<i>Filter</i>	Tersumbatnya <i>filter</i>	Kelebihan jam kerja	Kuantitas aliran yang dihasilkan menjadi sedikit sehingga minyak pelumas mengalami tekanan lebih tinggi sebelum masuk pada <i>filter</i> dibandingkan sesudah melalui <i>filter</i> .	Langkah awal melakukan perawatan dengan pembersihan pada <i>filter</i> oli yang tersumbat kotoran, jika kondisi <i>filter</i> tidak dimungkinkan untuk digunakan lagi lakukan penggantian <i>filter</i> oli tersebut. Penggantian <i>filter</i> sesuai dengan <i>manual book</i> mesin yaitu setiap 400 <i>hours</i> .
3.	<i>Ball bearing</i> pompa oli	<i>Busing</i> macet/rusak di dalam pompa	Kekurangan pemberian pelumasan	Kinerja pompa menjadi terganggu dalam pendistribusian minyak pelumas ke komponen-komponen.	Melakukan <i>overhaul</i> pada pompa oli untuk dilakukan perbaikan pada <i>ball bearing</i> . Jika diperlukan dilakukan penggantian dengan yang baru segera lakukan penggantian.
4.	Pipa isap pompa	Pipa isap pompa buntu	Kotoran-kotoran yang ikut terisap oleh pompa	Mengganggu aliran tekanan minyak pelumas ke sistem.	Melakukan pemeriksaan awal untuk melakukan perawatan jika didapati adanya lumpur segera lakukan pemebrsihan.

5.	<i>Carter</i>	Kekurangan minyak pelumas	Kebocoran yang tidak diketahui	Komponen-komponen yang seharusnya mendapatkan pelumasan yang optimal mengalami kekurangan pelumasan sehingga berdampak aus dan berdampak pada mesin tidak lagi prima.	Melakukan penyondingan dengan rutin sebelum mesin dioperasikan jika jumlah oli pada <i>carter</i> dibawah ketentuan tindakan yang perlu dilakukan dengan menambahkan minyak pelumas tersebut ke dalam <i>sump tank</i> . Cek sekeliling <i>carter</i> untuk mengetahui adanya kebocoran, jika didapati adanya kebocoran pada <i>carter</i> segera lakukan perbaikan sesuai arahan dari KKM.
6.	Roda gigi pompa oli	Roda gigi pompa aus	Minyak pelumas yang sudah encer	Pompa tidak dapat bekerja dengan semestinya.	Melakukan <i>overhaul</i> pompa tersebut serta ganti roda giginya.
7.	<i>Main bearing</i> dan <i>crankpin bearing</i>	<i>Main bearing</i> dan <i>crankpin bearing</i> aus	Pelumasan yang tidak teratur	Konsumsi dari minyak pelumas semakin banyak karena untuk melumasi bagian yang mengalami keausan tidak sedikit.	Mengganti <i>main bearing</i> dan <i>crankpin bearing</i> yang baru agar mesin diesel tetap dapat beroperasi dengan maksimal.
8.	<i>Manometer</i>	Rusak	Kurangnya perawatan	Tidak termonitor kondisi dari mesin.	Melakukan pengecekan rutin pada <i>manometer</i> dan jika <i>manometer</i> mengalami kerusakan tidak bisa diperbaiki segera melakukan penggantian yang baru.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa setiap komponen sistem pelumasan mesin diesel generator yang mengalami kegagalan dapat merusak keseluruhan fungsi utama sistem pelumasan pada mesin diesel generator. Komponen *filter* nilai *severity* terendah yaitu 3, komponen roda gigi pompa oli dan *main bearing crankpin bearing* gigi pompa oli dan *main bearing crankpin bearing* dengan nilai

severity tinggi yaitu 7. Komponen roda gigi pompa oli dan *main bearing crankpin bearing* nilai *occurance* terendah yaitu 1, komponen *filter* nilai *occurance* tertinggi yaitu 9. Kemudian pada nilai *detection* komponen roda gigi dan *main bearing crankpin bearing* mendapatkan nilai tinggi yaitu 8, komponen *manometer* dengan nilai *occurance* yaitu 2. Dari nilai *severity*, *occurance* dan *detection* yang diperoleh dapat dijadikan acuan strategi

perawatan berdasarkan risiko dari tiap komponen tersebut dengan melakukan perawatan yang tepat dan terjadwal sesuai *plan maintenance system* (PMS).

UCAPAN TERIMA KASIH

Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya Bapak Heru Widada, M.M. yang memberikan fasilitas dalam tersusunya artikel ini. Ketua program studi teknologi rekayasa permesinan kapal Politeknik Pelayaran Surabaya Ibu Monika Retno Gunarti, M.Pd., M.Mar.E. yang telah memberikan arahan dalam pembuatan artikel ini. Dosen pembimbing I Bapak Dirhamsyah, M.Pd., M.Mar.E. yang telah sabar memberikan arahan dan bimbingan serta waktunya dalam penulisan artikel ini. Dosen pembimbing II Ibu Dr. Indah Ayu Johanda Putri, S.E., M.Ak. yang telah sabar memberikan saran dan arahan serta waktunya dalam pengerjaan artikel ini. Untuk bapak dan ibuku tercinta beserta keluarga yang selalu memberikan dukungan moral dan materi serta doa dalam penyusunan artikel ini. Seluruh kru kapal KMP. Drajat Paciran yang telah mendukung penelitian karya ilmiah terapan ini. Rekan-rekan Taruna Politeknik Pelayaran Surabaya yang telah memberikan motivasi dan semangat dalam penyusunan artikel ini, khususnya angkatan 10 Diploma IV.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurohman. (2022). *Analisis Pengaruh Turunnya Tekanan Minyak Pelumas Terhadap Kinerja Motor Diesel Penggerak Utama*. Jurnal Sains Teknologi Transportasi Maritim. Vol 4, No 1.
- D.H. Stamatis. (1995). *Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution*. Milwaukee: ASQC Quality.
- Effendi, M Syafwansyah., Rabiatul Adawiyah. (2014). *Penurunan Nilai Kekentalan Akibat Pengaruh Kenaikan Temperatur Pada Beberapa Merek Minyak Lumas*. Jurnal INTEKNA. No. 1. (1-101)
- Fadhillah, Iqbal., Bahri, Samsul., Fauzi, Ahmad. (2021). *Analisis Tekanan Minyak Lumas pada Mesin Diesel Generator di MV. Meratus Jayawijaya*. Jurnal Andromeda. Vol. 5. (172-183)
- Hasiah,., Adnan., Musa, Laode., Nurdin, Achmad. (2019). *Analisis Kinerja Diesel Generator Listrik di Kapal MT. Fortune Glory XLI*. Jurnal VENUS. Vol 07, No 14.
- Kusumastuti, Adhi & Khoiron, Ahmad Mustamil. (2019). *Metode Penelitian Kualitatif*. Semarang: Lembaga Pendidikan Sukarno Pressindo.
- Mokdompit, Alfarizi., Fikri, Bintang., Barokah. (2022). *Analisis Sistem Pelumasan Mesin Induk KM. Aventador 168 PT. MEX BAHARI. SEMNAS KP*.
- Patayang, Mika. (2017). *Analisa Meningkatnya Temperatur Minyak Lumas Pada Motor Bantu Diesel Generator di Kapal MV. Meratus Kalimutu*. Jurnal Maritim. Vol 7, No 1.
- Rasyid, AMK B. (2001). *Prinsip Pelumasan*. Surabaya: Gramedia Pustaka Utama.
- Santoso, Rahmat., Sunanto, Hari., Palata, Saiz Aqila Hassan. (2022). *Analisis Menurunnya Tekanan Minyak Lumas pada Mesin Diesel Generator di KM. Tidar*. E-Jurnal Marine Inside. Vol. 4, No 2.
- Sidiq, Umar & Choiri, Moh Miftachul. (2019). *Metode Penelitian Kualitatif di Bidang Pendidikan*. Ponorogo: CV. Nata Karya.