

BAB IV

ANALISIS HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum Obyek Penelitian

MV. Energy Midas adalah kapal milik perusahaan PT. Karya Sumber Energy (KSE) tipe *bulk carrier*. Kapal ini bermuatan batu bara yang selalu muat (*loading*) di Indonesia dan bongkar di Taiwan dan Korea. MV. Energy Midas memiliki isi kotor 43.321 *Tons* dan isi bersih 23.882 *Tons* serta memiliki *Deadweight Tonnage (DWT) Summer* 77.697 MT. Ukuran pokok kapal diantaranya panjang keseluruhan kapal *Length Over All (LOA)* 229.00 meter dan lebar kapal 36.50 meter, memiliki tujuh palka dan pembuatan pada tahun 1998 berbendera Panama. Mesin induk 2 tak, mempunyai prinsip kerja dua kali putaran *poros engkol* menghasilkan satu kali tenaga usaha kerja, memiliki 5 buah *cylinder*, tipe mesin induk MITSUI MAN-B&W 5S60MC, dapat menghasilkan daya maksimal pada saat mesin berjalan terus menerus 13,900 PS (10,223 kW) x 105,5 RPM dan daya rata-rata mesin 11,820 PS (8,694 kW) x 99,5 RPM. Pada mesin 2 langkah pembilasan sangatlah penting, udara bilas yang dihasilkan oleh *turbocharger* melalui kerja *blower*, suhunya masih tinggi ± 90 °C. suhu *ideal* masuk silinder mesin induk, diameter besar ± 45 °C, untuk itu harus didinginkan di pendingin oleh udara bilas. Mesin induk di kapal menggunakan sistem pembilasan memanjang yaitu udara bilas masuk dari keliling bawah silinder dan gas bekas di dorong torak ke luar atau ke atas melalui lubang pembuangan.

Pada saat mesin induk berjalan normal terdapat udara di dalam *crankcase* berisi nitrogen, gas, oksigen dan karbondioksida yang memiliki

kadar kandungan yang sama dengan udara sekitar di kamar mesin, tapi terdapat banyak tetesan minyak lumas yang lebat dan kasar di dalam *crankcase*. Di dalam *crankcase* terdapat komponen yang bergerak dan saling bergesekan sehingga memerlukan pelumasan untuk pendinginan, pelumasan yang ditekan oleh pompa minyak lumas mengalir melalui *telescopic pipe* ke *crosshead bearings* meningkat pada tekanan sekitar 12 bar sebagian dialihkan ke pendinginan *piston* dan ke bawah bantalan poros engkol.

Pada saat mesin berjalan atau berhenti *Oil Mist Detector* (OMD) pada Mesin induk terdapat lampu menyala hijau (normal) dan *rotary valve indicator crankcase* berputar searah jarum jam, apabila terjadi tekanan berlebih di dalam *crankcase* OMD akan mengirimkan sinyal ke monitor *Engine Control Room* (ECR) bahwa kabut minyak berlebih telah terjadi akan keluar melalui katup *relief valve*.



Sumber : Dokumentasi

Gambar 4.1. MV. Energy Midas

B. Analisis Hasil Penelitian

Analisis merupakan langkah awal untuk mencari penyelesaian dari suatu masalah. Di dalamnya terdapat penyebab timbulnya masalah sekaligus

tindakan untuk mencari bagaimana cara penyelesaian dari masalah tersebut serta dapat menjadi pelajaran agar tidak terjadi hal yang serupa karena dapat mengganggu operasional kapal ketika bekerja menjadi seorang Masinis di atas kapal. Berdasarkan observasi dari peneliti, wawancara kepada Masinis I (*First Engineer*) dan Masinis II (*2nd Engineer*) yang dilakukan oleh peneliti selama melakukan praktek laut di kapal MV. Energy Midas maka peneliti mendapatkan informasi permasalahan yang diteliti tentang penyebab terjadinya ledakan pada *crankcase* mesin induk.

1. Faktor penyebab terjadinya ledakan pada *crankcase* mesin induk di MV.

Energy Midas

Peneliti mendapatkan faktor terjadinya ledakan dari hasil observasi dan wawancara kepada Masinis saat melakukan praktek laut. Masinis melakukan pengecekan dan *overhaul* pada setiap *crankcase* setelah terjadinya ledakan, pada *crankcase* nomor 5 ditemukan serpihan-serpihan *crosshead pin* dan *metal bearings*, baut pengunci *crosshead* kendur dan terdapat goresan pada *thrust peice* yang menempel pada *crosshead*.

Berdasarkan hasil observasi dengan melihat dari berbagai gejala yang muncul dan wawancara kepada Masinis, peneliti mendapatkan faktor yang dapat mengakibatkan ledakan pada *crankcase* mesin induk di MV. Energy Midas yaitu terjadinya kebocoran pada *bushing telescopic pipe*, ausnya *metals bearings* dan *crosshead pin bearings*, kendurnya baut pengunci *crosshead bearings*.

2. Dampak ledakan pada *crankcase* terhadap kinerja mesin induk di MV.

Energy Midas.

Menurut Tae-Sung Bae *et al.*, (2005), ledakan yang disebabkan oleh kabut minyak di dalam *crankcase* menyebabkan kenaikan suhu dan tekanan yang cepat, bersamaan dengan momentum kenaikan energi. Maka apabila di dalam *crankcase* terdapat kabut minyak terlalu banyak dikembangkan dapat menyebabkan kenaikan tekanan akan menghasilkan ledakan, adanya kabut minyak bahkan percikan api di dalam *crankcase* akan keluar melalui *relief valve*. Ledakan yang berasal dari *crankcase* berdampak buruk pada kru kapal bahkan bisa menyebabkan kematian, komponen mesin induk dan mesin yang lain akan mengalami kerusakan, ruang mesin akan penuh dengan kabut putih tebal dan api, api akan merambat naik keluar kapal melalui *sky light*.

3. Strategi/upaya dalam mengatasi ledakan pada *crankcase* mesin induk
 Adapun cara untuk mengatasi agar tidak terjadi ledakan pada *crankcase* mesin induk, ketika mesin berhenti selalu melakukan pengecekan serpihan-serpihan *metal bearing* di setiap *crankcase*, pengecekan terhadap baut pengencang *crosshead*, pengecekan pelumasan pada bagian yang bergerak melihat PMS, *running hours*, melihat langsung OMD pada mesin induk apabila *oil mist detector* mengirimkan sinyal bahwa kabut minyak telah terjadi maka segera menurunkan *rpm*, meminta Mualim Jaga agar kapal berhenti, melakukan *stop engine*, matikan semua sistem bahan bakar, minyak lumas dan *blower*, buka *crankcase door* setidaknya 30 menit setelah mesin berhenti kemudian mencari titik panas, rasakan dengan tangan semua permukaan yang bergerak seperti (*bearing, thrust bearing, piston*

road, stuffing box, crosshead, telescopic pipe, rantai, thrust peice) dan perubahan warna yang disebabkan oleh panas (cat melepuh, baja teroksidasi) apabila telah menemukan masalah langsung dilakukan perbaikan untuk tidak menghambat pelayaran. Menurut H. G. Freeton *et al.*, (2016), di dalam *crankcase* bisa atau tidak bisa akan menjadi eksplosif (ledakan) selama tetapi mesin induk akan berjalan normal lebih aman untuk selalu menganggap bahwa semua *crankcase* mesin induk selalu berpotensi terjadi ledakan.

C. Pembahasan Masalah

1. Faktor penyebab terjadinya ledakan pada *crankcase* mesin induk di MV. Energy Midas.

Banyak faktor yang menyebabkan terjadinya ledakan pada *crankcase*, ledakan di dalam *crankcase* mesin induk bisa terjadi karena adanya titik panas (*hot spot*) yang berada di dalam *crankcase*, pada *crankcase* akan penuh dengan kabut minyak dan gelombang tekanan akan mengirimkan dengan jumlah banyak minyak keluar dari *crankcase* melalui *relief valve* dan masuk ke ruang mesin bahkan bisa terjadi pengapian di dalam *crankcase*, besarnya gesekan dan pelumasan yang tidak normal akan menjadikan bantalan akan cepat panas yang ditimbulkan karena pelumasan yang kurang pada bantalan, komponen-komponen mesin induk akan mengalami kerusakan dan bagian sistem pada mesin juga mengalami kerusakan.

Faktor tersebut diantaranya:

- a. Terjadinya kebocoran *bushing telescopic pipe*
Bushing merupakan sambungan *telescopic pipe* dengan dudukan supaya minyak yang ke *crosshead bearings* tidak

mengalami kebocoran saat *telescopic* naik turun. Minyak yang bocor menetes jatuh ke bawah melalui *telescopic* bagian luar mengakibatkan tekanan yang ke *crosshead bearing* berkurang, *bushing* yang sudah digunakan telah aus akibat naik turunnya *telescopic pipe* mengakibatkan *clearance* pada diameter dalam *bushing* sudah besar di bandingkan dengan *bushing* yang baru akan mengakibatkan terjadinya kebocoran minyak lumas antara *bushing* yang melalui *telescopic pipe*, sehingga minyak lumas yang ke *crosshead* berkurang, berkurangnya pelumasan tersebut mengakibatkan komponen-komponen yang bergesekan secara langsung akan cepat panas (*overheating*) memicu terjadinya ledakan di dalam *crankcase*.

Sumber : Dokumentasi

- Gambar 4.2.** *Bushing* baru (kiri) dan sudah di gunakan (kanan)
b. Ausnya *metal bearings* dan *crosshead pin*

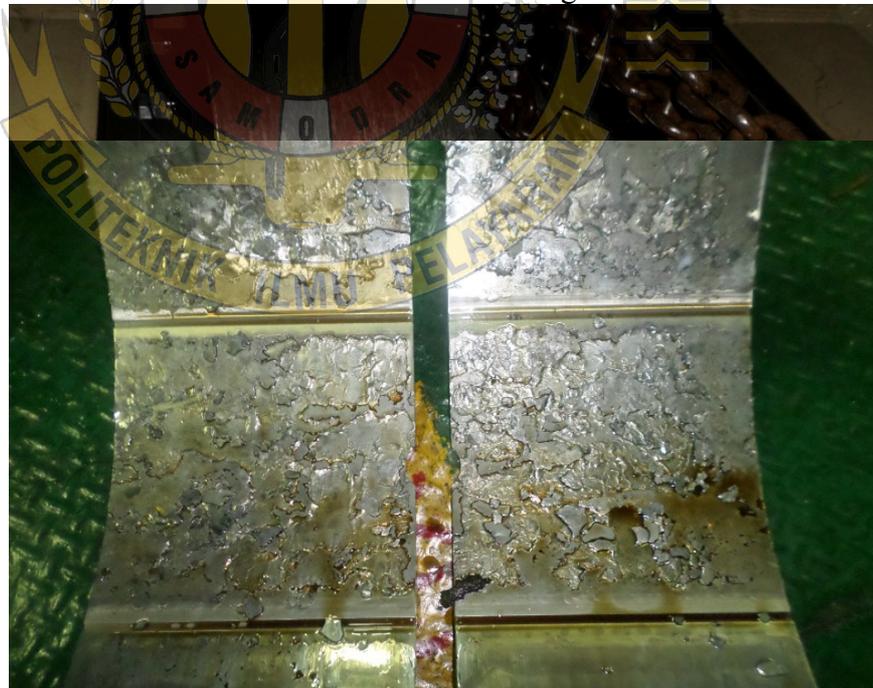


Kurangnya pelumasan pada *bearings* akan berpengaruh pada *crosshead pin* yang saling bergesekan akan menjadi panas, gesekan *abnormal* tersebut mengakibatkan cepat terkikisnya *metal bearings*

dan akan mengakibatkan munculnya serpihan-serpihan *metal bearings* berada di sekitar *crankcase* terlontar ke dinding-dinding *crankcase* ketika mesin induk sedang berjalan, serpihan yang terhimpit antara *crosshead pin* dengan *crosshead bearing* akan bergesekan langsung dengan *thrust peice* yang menimbulkan titik nyala (*hots spot*). Kemungkinan terkikisnya *metals bearings* bisa jadi ketika pemasangan *metals bearings* tidak dikasih minyak lumas pada dudukan *metals* dan pada *metals* terdapat kotoran yang mengakibatkan goresan-goresan kesil pada *bearings* yang lama-kelamaan goresan tersebut akan menjadi banyak.

Sumber : Dokumentasi

Gambar 4.3. Metals bearings aus



Sumber : Dokumentasi

Gambar 4.4. Crosshead pin aus

Crosshead pin merupakan kepala silang yang terhimpit dengan bantalan, sesuai dengan aturan PMS *crosshead pin* akan dilakukannya pergantian selama 5 tahun sekali, tetapi tidak semua *crosshead pin* dilakukan pergantian sesuai waktu yang telah ditentukan karena banyak faktor yang mempengaruhi cepat rusaknya pada bagian *crosshead pin* terutama karena pelumasan pada *crosshead* berkurang. *Crosshead pin* pada mesin induk 2 langkah yang mendapatkan pelumasan paling berat di bandingkan dengan jenis bantalan mesin yang lainnya, kurangnya pelumasan dapat menyebabkan cepat terkikisnya bantalan yang lama kelamaan akan menyebabkan ledakan.

Menurut Yutaro Wakuri *et al.*, (1982), bahwa terkikisnya logam lapisan bantalan yang mendapatkan pelumasan dikarenakan bantalan yang sangat tipis tekanan beban yang tinggi pada saat mesin berjalan rata-rata (lebih besar dari 10 MPa) dan kecepatan gesekan rendah (sekitar 100 rpm). Selain itu masalah yang di alami oleh *crosshead pin* terhadap kondisi yang parah ini juga timbul dari fakta bahwa pasokan minyak ke permukaan yang bergeser sangat terbatas karena beban selalu diterapkan dalam satu arah di bawah kondisi terkena tekanan terhadap gerakan berosilasi (sebuah revolusi kehancuran yang tidak sempurna) pada gerakan dan tumpuan yang sama bantalan dengan pelumasan yang diberikan tidak normal dan tidak dapat diperbaiki atau diatur di sisi pemuatan dan minyak yang terlihat pada permukaan pelumasan yang dipengaruhi oleh gerak berosilasi, oleh karena itu daya

dukung beban bantalan sangat berkurang sehingga cepat rusaknya *crosshead pin* dan mengakibatkan *bearing* bergesekan terus-menerus logam cepat panas menimbulkan titik nyala (*hot spot*) yang memicu terjadinya ledakan pada *crankcase* mesin induk.

c. Kendurnya baut pengunci pada *crosshead bearing*

Baut merupakan pengunci atau pengikat dari *crosshead bearing cap* dengan *crosshead pin* harus melakukan pengecekan pada baut dengan *hammer test* dan kencangkan menggunakan *hydraulic jack* pada setiap *crankcase* saat mesin berhenti, apabila tidak dilakukannya pengecekan pada baut yang kendur maka gesekan *metal bearings* dengan *crosshead pin bearings* menjadi tidak normal, tidak normalnya gesekan akan membuat *crosshead pin* rusak atau terkikis dan didukung adanya getaran pada mesin lama kelamaan *crosshead pin bearings* akan hancur dan aus. *Crosshead bearings* yang disebabkan karena kendurnya baut pengunci yang lama-lama *crosshead pin bearing* akan terjadi pergeseran dengan *metal bearings* serpihan-serpihan tersebut akan bergesekan langsung dengan kuningan *thrust peice* dan kuningan pada tersebut akan habis sampe gesekan terjadi pada bagian dalam *thurs pice*, akibat gesekan serpihan-serpihan *crosshead bearings* dengan *thrust peice* akan menimbulkan *hot spot* (titik nyala) percikan api yang menyebabkan ledakan pada *crankcase*.

Jadi kesimpulan yang didapatkan dari kejadian diatas melakukan pengecekan baut pada *crosshead bearing* disetiap *crankcase*, melakukan pengecekan terdapatnya serpihan-serpihan

bearings, melakukan pembersihan serpihan. *Thrust piece* merupakan penahan dri *metals bearings* supaya tidak bergeser saat *crosshead* bergerak, ketika ada serpihan metal akan bergesekan langsung dengan kuningan *thrust piece* sehingga lakukan pergantian *crosshead bearings* dan *crosshead bearing pin* secara berkala tidak harus sesuai PMS karena banyak faktor yang dapat mempengaruhi cepat rusaknya *crosshead bearings*.

Sumber:Dokumentasi

Gambar 4.5. *Thrust peice* kiri (baru) dan kanan (*damage*)

2. Dampak ledakan pada *crankcase* terhadap kinerja mesin induk di MV.



Energy Midas

Salah satu *crankcase* mesin induk di dalamnya terdapat titik nyala sehingga terjadi kenaikan tekanan kabut minyak yang berlebihan bahkan terdapat api, api dan kabut akan keluar dari *crankcase* mesin induk melalui *relief valve* ke kamar mesin. Di kamar mesin akan penuh dengan kabut putih tebal disertai api yang bertekanan akan merambat keluar kapal naik ke atas melalui pintu *steering gear* dan *sky light* yang terbuka, ketika api sudah keluar kapal tapi masih banyak kabut putih berada di kamar mesin. Komponen-komponen mesin induk sebagian

mengalami kerusakan parah, sistem-sistem kebanyakan tidak berfungsi, sekitar mesin induk terdapat tumpahan minyak yang keluar pada *crankcase* akibat ledakan, Masinis I lari ke *control room* untuk menurunkan RPM dan kru mesin yang berada di kamar mesin saat terjadinya ledakan *crankcase* mesin induk mengalami luka bakar.
Sumber : Dokumentasi

Gambar 4.6. Setelah terjadi ledakan

Menurut Butterworths (1984:21/3), ledakan pada *crankcase* bukanlah kejadian setiap hari, tapi bila terjadi ledakan dapat menyebabkan kerusakan parah, kebakaran dan kemungkinan hilangnya nyawa.

3. Strategi/upaya dalam mengatasi ledakan pada *crankcase* mesin induk di

MV. Energy Midas

Setelah peneliti uraikan hasil penelitian diatas dari proses observasi



dan wawancara kepada Masinis di kapal selama melaksanakan praktek laut di MV. Energy Midas yang menjelaskan beberapa penyebab dan dampak dari terjadinya ledakan pada *crankcase* mesin induk secara *real* terjadi di atas kapal mengarah pada beberapa penyebab permasalahan sesuai dengan perumusan masalah pada bab sebelumnya, maka peneliti dapat menentukan secara langsung upaya yang harus dilakukan untuk melaksanakan perbaikan pada bagian sistem yang mengalami kerusakan

atau ketidak sesuaian. Dari hasil penelitian yang Peneliti dapatkan dan memaparkan dalam analisa hasil penelitian di atas, ada beberapa masalah yang perlu untuk dibahas menggunakan analisis SWOT, yaitu faktor-faktor internal mengenai kekuatan (*strengths*) dan kelemahan (*waknesses*) serta faktor-faktor eksternal mengenai peluang (*opportunities*) dan ancaman (*threats*).

a. Identifikasi faktor-faktor Internal.

1) Kekuatan (*strengths*)

a). *Oil mist detector* dapat mengirimkan sinyal ke monitor saat kabut minyak berlebih.

Oil mist detector (OMD) adalah alat pendeteksi yang berada di Mesin induk untuk memberikan sinyal (*alarm*) ke monitor *engine control room* apabila terjadi pembentukan kabut minyak yang berlebihan di masing-masing (*crankcase*).

b). *Relief valve* bekerja dengan baik saat terjadi tekanan minyak yang berlebih.

Relief valve merupakan sebuah katup pengaman yang terpasang di bagian luar setiap *crankcase* dan dirancang untuk membuka jika terjadi kabut minyak terlalu banyak dikembangkan sebelum terjadinya pengapian dapat menyebabkan kenaikan tekanan di dalam *crankcase*, maka kabut minyak yang berlebihan di *crankcase* akan keluar melalui *relief valve*.

- c). Pengecekan rutin serpihan *metal bearing* di dalam *crankcase* saat mesin induk berhenti.

Pengecekan serpihan-serpihan *metals bearings* dilakukan disetiap *crankcase* pada saat mesin berhenti untuk mengetahui apakah *metal bearings*, *crosshead pin bearing* masih biasa digunakan apa tidak karena aus buka *crankcase door* 30 menit setelah mesin berhenti.

- d). Pergantian *metal bearing* sesuai *Plan Maintenance System (PMS)*

PMS adalah rencana pergantian atau perbaikan yang dilakukan sesuai *running hours* yang terdapat pada *manual book*, apabila pergantian *metals bearing* maupun *crosshead pin bearings* sering dilakukan tidak sesuai dengan PMS dan kondisi masih bagus hanya akan menimbulkan bantalan menjadi cepat panas.

- 2) Kelemahan (*weaknesses*)

- a). Kurangnya pelumasan pada *metals bearing*.

Menurut John Lamb *et al.*, (2016), ledakan *crankcase* disebabkan karena minyak lumas dalam kondisi mudah terbakar yang dinyalakan di ruang yang tertutup, pengapian disebabkan oleh bagian dalam *crankcase* terlalu panas.

Pelumasan sangat penting pada bagian-bagian yang bergerak, untuk mengurangi terjadinya gesekan langsung

dan juga sebagai pendingin supaya tidak mudah panas akibat besarnya gesekan khususnya pada *bearing*.

- b). Gesekan *crosshead pin bearing* dengan *metals bearing* yang *abnormal* akibat aus sehingga menimbulkan panas.

Metals bearings merupakan bantalan atau tumpuan dari *crosshead* yang terhubung dengan batang *piston* dan poros engkol harus dipantau secara berkala apakah normal atau *abnormal*, gesekan *abnormal* biasanya disebabkan oleh pelumasan berkurang dan *bearing* telah terkikis.

- c). Kendurnya baut pengunci pada *crosshead*

Baut pengunci *crosshead* merupakan pengunci atau pengikat dari *crosshead bearing cap* dengan *crosshead pin bearing*, apabila baut atau *nut* kendur maka *metals bearings* dengan *crosshead pin bearing* bergesekan secara tidak normal menyebabkan aus dan terlalu cepat panas ketika mesin sedang beroperasi.

- d). Getaran pada mesin

Getaran pada mesin ketika mesin berjalan lama kelamaan akan mempercepat rusaknya bantalan yang saling bergesekan menjadi terkikis apabila masalah tersebut tidak langsung di perbaiki maka komponen yang lain akan ikut rusak.

- b. Identifikasi faktor eksternal
1) Peluang (*Opportunities*)

- a). Layanan kontak dengan kantor di darat untuk konsultasi jika terjadi permasalahan pada permesinan

Layanan kontak langsung dengan kantor sangat berpengaruh kepada pihak kapal pihak kantor, pihak kantor bisa mengetahui secara langsung kondisi kapal dan pihak kapal bisa langsung mengatasi jika sedang mengalami permasalahan yang sangat penting dan harus segera diatasi, maka pihak kapal harus meminta persetujuan dari pihak kantor untuk penanganan masalah tersebut. Apabila layanan kontak langsung dengan kantor terhambat maka perbaikan (*maintenance*) akan menjadi lama

- b). Ada pelatihan khusus dari *maker* MAN B&W

Maker MAN B&W adalah orang yang ditugaskan dari asal pembuatan mesin induk tersebut. Jadi setiap kapal masuk ke galangan atau melakukan *dry-dock* *maker* akan melakukan pengecekan pada bagian-bagian yang tidak semua orang mengetahui kecuali dari *maker* pembuatan (pabrik) mesin itu sendiri untuk meningkatkan penggunaan mesin aman dioperasikan sesuai pabrik pembuatannya pertama kali. Dan pengecekan atau pelatihan dari *maker* dilakukan setiap 5 tahun sekali.

c). Pergantian kru kapal yang terlalu lama

Waktu yang lama ketika kru melakukan pergantian di atas kapal yang lama dengan kru yang baru dapat memberikan tugas dan tanggung jawabnya secara menyeluruh sehingga kru yang baru menjadi mudah untuk menjalankan tugas dan serta tanggung jawabnya secara maksimal setelah kru yang lama turun dari kapal.

d). Adanya pengiriman *spare part* ke negara lain

Spare part adalah barang yang sangat penting bagi pihak kapal dan sangat merugikan apabila pembelian dan pengiriman *spare part* hanya di satu negara itu akan menjadi masalah besar bagi pihak kapal dan menghambat pelayaran suatu kapal, pengiriman atau pembelian *spare parte* di negara lain sangat menguntungkan bagi pihak kapal yang melakukan pelayaran melalui berbagai negara atau tidak beroperasi di wilayahnya sendiri

2) Ancaman (*Threats*)

a). *Spare part* asli susah dicari

Spare part asli sangat di harapkan kepada pihak kapal bahkan dari perusahaan, karena *spare part* yang asli akan lebih tahan lama tidak mudah mengalami kerusakan dan tidak terlalu membahayakan bagi kru kapal dibandingkan dengan *spare part* yang tidak asli.

- b). Ketersediaan suku cadang *crosshead pin bearings* yang tidak ada

Suku cadang *crosshead pin bearings* merupakan bahan yang paling lama mengalami kerusakan, sehingga apabila saat terjadi kerusakan bahkan terjadi ledakan akan mengakibatkan tidak satu *spare part* yang rusak bahkan bisa lebih, maka ketikan permintaan suku cadang harus lebih dari satu *spare part*.

- c). Pelayaran yang lama

Pelayaran yang lama sangat berpengaruh pada perbaikan mesin saat mengalami kerusakan khususnya ketika perbaikan pada mesin tidak bisa diperbaiki ketika mesin beroperasi yang dan mengharuskan kapal melakukan *engine stop* kapal harus diberhentikan sehingga pelayaran lama dan akan merugikan perusahaan.

- d). Lamanya pengiriman suku cadang khususnya *metal bearing* dan *crosshead pin bearings*

Pengiriman suku cadang *metal bearing* dan *crosshead pin bearing* yang lama akan menghambat pelayaran, bahkan apabila kapal mengalami masalah di saat kapal berada di tengah laut dan suku cadang tersebut tidak ada di kapal.

Setelah faktor dijelaskan seperti diatas maka untuk memudahkan dalam pembuatan analisis SWOT maka peneliti akan membuat tabel faktor internal dan eksternal sebagai berikut:

Tabel 4.1. Faktor Internal dan Eksternal

Faktor Internal			
Kekuatan (<i>Strenght</i>)		Kelemahan (<i>Weaknes</i>)	
1	<i>Oil mist detector</i> dapat mengirim sinyal ke monitor saat kabut minyak berlebih	1	Kurangnya pelumasan pada <i>metals bearing</i>
2	<i>Relief valve</i> bekerja dengan baik saat terjadi tekanan minyak yang berlebih	2	Gesekan <i>crosshead pin bearing</i> dengan <i>metals bearing</i> yang tidak normal akibat aus sehingga menimbulkan panas
3	Pengecekan rutin serpihan <i>metal bearing</i> di dalam <i>crankcase</i> saat mesin induk berhenti	3	Kendurnya baut pengunci pada <i>crosshead bearings</i>
4	Pergantian <i>metal bearing</i> sesuai <i>Plan Maintenance System</i> (PMS)	4	Getaran pada mesin
Faktor Eksternal			
Peluang (<i>Opportunity</i>)		Ancaman (<i>Threats</i>)	
1	Layanan kontak dengan kantor di darat untuk konsultasi jika terjadi permasalahan pada permesinan	1	<i>Spare part</i> asli susah dicari
2	Ada pelatihan khusus dari <i>maker</i> MAN B&W	2	Ketersediaan suku cadang <i>crosshead pin bearings</i> tidak ada
3	Pergantian kru kapal yang lama	3	Pelayaran yang lama
4	Adanya pengiriman <i>spare part</i> ke negara lain	4	Lamanya pengiriman suku cadang khususnya <i>metal bearing</i> dan <i>crosshead pin bearings</i>

Berikutnya peneliti melakukan penilaian terhadap faktor untuk menentukan bobot pada faktor guna mendapatkan nilai *score* dan *rating*

untuk dipergunakan dalam penyusunan angket dan perhitungan matriks strategi penyelesaian SWOT menggunakan tabel sebagai berikut:

Tabel 4.2. Nilai pembobotan matrix SWOT

FAKTOR INTERNAL					
No	Indikator Kekuatan	Urgensi Penanganan			
		4	3	2	1
1	<i>Oil mist detector</i> dapat mengirimkan sinyal ke monitor saat kabut minyak berlebih	4			
2	<i>Relief valve</i> bekerja dengan baik saat terjadi tekanan minyak yang berlebih		3		
3	Pengecekan rutin serpihan <i>metal bearing</i> di dalam <i>crankcase</i> saat Mesin induk berhenti			2	
4	Pergantian <i>metal bearing</i> sesuai <i>Plan Maintenance System (PMS)</i>				1
No	Indikator Kelemahan	Urgensi Penanganan			
		4	3	2	1
1	Kurangnya pelumasan pada <i>metals bearings</i>	-4			
2	Gesekan <i>crosshead pin</i> dengan <i>metals bearing</i> yang tidak normal akibat aus sehingga menimbulkan panas		-3		
3	Kendurnya baut pengunci <i>crosshead</i>			-2	
4	Getaran pada mesin				-1
FAKTOR EKSTERNAL					
No	Indikator Kesempatan	Urgensi Penanganan			
		4	3	2	1
1	Layanan kontak dengan kantor di darat untuk konsultasi jika terjadi permasalahan pada permesinan	4			
2	Adanya pelatihan khusus dari <i>maker MAN B&W</i>		3		
3	Adanya pengiriman <i>spare part</i> ke negara lain			2	
4	Pergantian kru kapal yang lama				1
No	Indikator Ancaman	Urgensi Penanganan			
		4	3	2	1
1	Kesulitan <i>spare part</i> asli	-4			
2	Ketersediaan suku cadang <i>crosshead pin bearing</i> tidak ada		-3		
3	Lamanya pengiriman suku cadang khususnya <i>metals bearing</i> dan <i>crosshead pin</i>			-2	
4	Pelayaran yang lama				-1

Keterangan

Angka 1 : Tidak *urgent*

Angka 2 : Kurang *urgent*

Angka 3 : *Urgent*

Angka 4 : Sangat *urgent*

Setelah mendapatkan nilai bobot untuk tiap-tiap faktor maka Peneliti dapat menentukan strategi penyelesaian dari setiap permasalahan faktor internal dan eksternal menggunakan matriks SWOT seperti tabel di bawah ini

Tabel 4.3. Matriks Strategi SWOT

<p style="text-align: center;">INTERNAL</p> <p style="text-align: center;">EKSTERNAL</p>	<p style="text-align: center;">Strenght</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Oil mist detector</i> dapat mengirimkan sinyal ke monitor saat kabut minyak berlebih 2. <i>Relief valve</i> bekerja dengan baik saat terjadi tekanan minyak yang berlebih 3. Pengecekan rutin serpihan <i>metal bearing</i> di dalam <i>crankcase</i> saat mesin induk berhenti 4. Pergantian <i>metal bearing</i> sesuai <i>plan maintenance system (PMS)</i> 	<p style="text-align: center;">Weakness</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kurangnya pelumasan pada <i>metals bearings</i> 2. Gesekan <i>crosshead bearing</i> dengan <i>main bearing</i> yang tidak normal akibat aus sehingga menimbulkan panas 3. Kendurnya baut pengunci <i>crosshead</i> 4. <i>Getaran pada mesin</i>
<p style="text-align: center;">Opportunities</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Layanan kontak dengan kantor di darat untuk konsultasi jika terjadi permasalahan pada permesinan 2. Ada pelatihan khusus dari <i>maker MAN B&W</i> 3. Adanya pengiriman <i>spare part</i> ke negara lain 4. Pergantian kru kapal yang lama 	<p style="text-align: center;">S-O Strategi</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kewajiban tugas jaga di kamar mesin melakukan pengecekan <i>OMD</i> di mesin induk maupun di <i>monitor ECR</i> 2. Melakukan perawatan pergantian dan pengecekan <i>bearing</i> sesuai jadwal rutin <i>Plan Maintenance System (PMS)</i> dengan melaporkan hasilnya <i>real</i> 3. Memaksimalkan waktu yang ada untuk pergantian kru sesuai tanggung jawab 	<p style="text-align: center;">W-O Strategi</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Penggantian <i>bushing telescopic pipe</i> 2. Pengecekan <i>baut pengunci crosshead</i> dengan <i>hammer test</i> dan melakukan pengikatan dengan <i>hydraulic jack</i> di setiap <i>crankcase</i> 3. Pelatihan khusus dari <i>maker MAN B&W</i> sesuai jadwal yang telah di tentukan
<p style="text-align: center;">Threats</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Spare part</i> asli susah dicari 2. Ketersediaan suku cadang <i>cross head</i> tidak ada 3. Lamanya pengiriman suku cadang khususnya <i>metals bearing</i> dan <i>crosshead bearings</i> 4. Pelayaran yang lama 	<p style="text-align: center;">S-T Strategi</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Permintaan suku cadang sebelum <i>running hours</i> habis sehingga perusahaan mempunyai banyak waktu untuk proses pengadaan suku cadang 2. Meminta suku cadang lebih dari satu 	<p style="text-align: center;">W-T Strategi</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pengadaan suku cadang <i>crosshead pin bearings</i> dan <i>metal bearing</i> langsung ke <i>maker</i> sehingga sesuai spesifikasi yang sesuai 2. Pengecekan pelumasan pada <i>crosshead</i>

Untuk mengetahui terjadinya masalah dan menentukan faktor yang mendukung maupun yang menyebabkan terjadinya ledakan pada *crankcase* mesin induk di kapal MV. Energy Midas, peneliti menganalisis data yang diperoleh dari hasil penelitian terhadap Perwira Siswa (PASIS) ATT II berupa pengalaman yang telah terjadi di lingkungan kerja, studi pustaka, dokumentasi pembagian angket terdapat pada bagian lampiran. Dibandingkan dengan teori yang ada dapat diberikan solusi untuk masalah tersebut, peneliti melakukan penelitian menggunakan metode analisis SWOT. Melakukan penelitian dengan menyebarkan sejumlah angket yang dapat dilihat pada bagian lampiran 3, angket tersebut diberikan kepada PASIS ATT II periode Juli 2016 s/d November 2017 di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang yang berjumlah 54 orang yang akan di jadikan sebagai populasi dan peneliti akan mengambil *sample* berdasarkan dari rumus Isaac dan Michael Pasis sejumlah 51 responden. Untuk dapat pengidentifikasian faktor internal dan eksternal tersebut akan di kelompokkan dalam tabel faktor internal dan faktor eksternal.

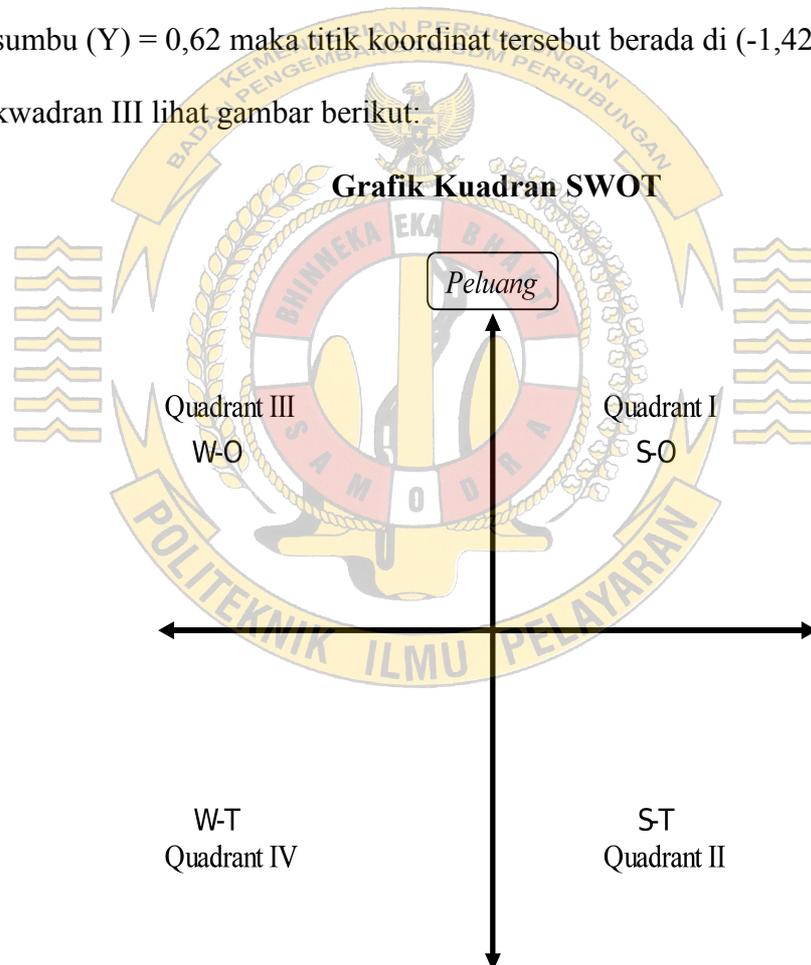
Hasil rekapitulasi dari angket yang disebar dapat dilihat pada halaman lampiran 4. Kemudian dari hasil rekapitulasi peneliti mendapatkan *score* dari beberapa faktor internal maupun faktor eksternal dan selanjutnya akan menjadi sebuah titik koordinat untuk menentukan strategi SWOT. Dari hasil tersebut peneliti akan mendapatkan strategi dari masalah yang dibahas pada penelitian ini. Hasil *score* dari perhitungan dari rekapitulasi pembagiasn angket seperti dibawah ini :

Tabel 4.4. Hasil rekapitulasi kuisisioner SWOT

FAKTOR INTERNAL					FAKTOR EKSTERNAL				
No	Indikator Kekuatan	Hasil Rekap			No	Indikator Peluang	Hasil Rekap		
		Skor	Rating	S x R			Skor	Rating	S x R
1	<i>Oil Mist Detector</i> dapat mengirimkan sinyal ke monitor saat kabut minyak berlebih	2.8	4	11.2	1	Layanan kontak dengan kantor di darat untuk konsultasi jika terjadi permasalahan pada permesinan	2.9	4	11.6
2	<i>Relief valve</i> bekerja dengan baik saat terjadi tekanan minyak yang berlebih	2.92	3	8.76	2	Ada pelatihan khusus dari <i>maker MAN B&W</i>	2.49	3	7.47
3	Pengecekan rutin serpihan <i>metal bearing</i> di dalam <i>crankcase</i> saat mesin induk berhenti	1.98	2	3.96	3	Pergantian kru kapal yang lama	2.47	2	4.94
4	Pergantian <i>metal bearing</i> sesuai <i>Plan Maintenance System (PMS)</i>	2.29	1	2.29	4	Adanya pengiriman <i>spare part</i> ke negara lain	2.14	1	2.14
Sub Total		9.99		26.21	Sub Total		10		26.15
No	Indikator Kelemahan	Hasil Rekap			No	Indikator Ancaman	Hasil Rekap		
		Skor	Rating	S x R			Skor	Rating	S x R
1	Kurangnya pelumasan pada <i>metals bearing</i>	3.29	-4	-13.16	1	<i>Spare part</i> asli susah dicari	2.43	-4	-9.72
2	Gesekan <i>crosshead pin</i> dengan <i>metals bearing</i> yang tidak normal akibat aus sehingga menimbulkan panas	2.78	-3	-8.34	2	Ketersediaan suku cadang <i>crosshead pin</i> yang tidak ada	3.18	-3	-9.54
3	Kendurnya baut pengunci pada <i>crosshead</i>	2.2	-2	-4.4	3	Pelayaran lama	1.88	-2	-3.76
4	Getaran pada mesin	1.73	-1	-1.73	4	Lamanya pengiriman suku cadang khususnya <i>metal bearing</i> dan <i>crosshead pin</i>	2.51	-1	-2.51
Sub Total		10		-27.63	Sub Total		10		-25.53

Total			-1.42	Total			0.62
-------	--	--	-------	-------	--	--	------

Dari hasil penilaian terhadap faktor-faktor yang telah disusun di dalam matrik ringkasan analisis faktor internal dan eksternal di atas, dimana nilai jumlah *score* kekuatan (S) = 26,21 dan nilai jumlah *score* kelemahan (W) = -27,63 maka jumlahnya (X) = S + W maka hasilnya sumbu X = - 1,42 sedangkan nilai jumlah *score* peluang (O) = 26,15 dan nilai jumlah *score* ancaman (T) = -25,53 maka hasil jumlahnya (Y) = O + T dan hasilnya sumbu (Y) = 0,62 maka titik koordinat tersebut berada di (-1,42; 0,62) atau di kwadran III lihat gambar berikut:



Gambar 4.7. Kuadran strategi SWOT

(Sumber : Data pribadi)

Dari **Gambar 4.7.** dapat diketahui bahwa peta strategi penyelesaian berada di kuadran III (W-O), maka strategi yang dilakukan yaitu meminimalkan kelemahan yang selalu muncul dengan memanfaatkan peluang yang menguntungkan.

Berdasarkan hasil dari pengolahan faktor-faktor eksternal dan internal menggunakan analisis SWOT yang didukung dengan hasil studi pustaka, observasi, pembagian angket dan hasil wawancara yang Peneliti lakukan dengan Masinis I (*First Engineer*) dan Masinis II (*Second Engineer*), maka Peneliti memperoleh faktor untuk penyelesaian dari faktor (W-O) kelemahan (*Weakness*) dan faktor peluang (*Opportunities*) yaitu penggantian *bushing telescopic pipe*, pengecekan baut pengunci *crosshead* dengan *hammer test* apabila ada yang kendur maka lakukan pengikatan baut dengan *hydraulic jack* di setiap *crankcase* dan pelatihan khusus dari *maker* MAN B&W sesuai jadwal yang telah di tentukan.

Menurut Kadir Cicek *et al.*, (2013), ledakan pada *crankcase* mesin induk masih terus terjadi penyebabnya beberapa kejadian fatal dalam operasi mesin induk. Meski usaha besar telah dilakukan untuk mempertahankan supaya tidak terjadi ledakan dan memperbaiki keamanan pada mesin induk, namun ledakan pada *crankcase* tidak bisa sepenuhnya dapat dicegah tetapi efek dari ledakan bisa diminimalisir dengan menerapkan perawatan baru.

Peneliti menggunakan metode analisis SWOT dan mendapatkan pembahasan masalah sesuai pembahasan di atas, dan dapat disimpulkan kembali bahwa terdapat 3 faktor sebagai (W-O) strategi yang berada di

kuadran III upaya atau strategi untuk penyelesaian masalah dalam pembahasan masalah yaitu:

a. Penggantian *bushing telescopic pipe*

Bushing merupakan sambungan *telescopic pipe* yang berfungsi supaya minyak yang mengalir pada saat pelumasan *crosshead bearings* tidak mengalami kebocoran ketika *telescopic* bergerak naik turun, kebocoran akan menyebabkan pelumasan pada *crosshead* berkurang, *bushing* merupakan bagian yang dialiri minyak lumas untuk pelumasan *crosshead*. Pengecekan secara berkala pada *bushing* dan pipa *telescopic* apakah minyak yang berada pada *bushing, telescopic pipe* berjalan dengan baik dan setiap melakukan perawatan atau *maintenance* pada *piston, crosshead* selalu membuka *bushing* dan usahakan pemasangan baut pengunci *bushing* dikencangkan secara bergantian dan seimbang sehingga dudukannya dapat rapat.



Sumber : Dokumentasi

Gambar 4.8. Pergantian *bushing*

b. Pengecekan baut pengunci *crosshead* dengan *hammer test* dan melakukan pengikatan dengan *hydrolic jack* di setiap *crankcase*.

Baut pengunci *crosshead* merupakan pengunci atau pengikat dari *crosshead bearing cap* dengan *crosshead pin bearing*, apabila baut atau *nut* kendur maka *metals bearings* dengan *crosshead pin bearing* bergesekan secara tidak normal menyebabkan aus sehingga terlalu panas dan didukung dengan getaran pada mesin. Maka setiap mesin berhenti selalu melakukan pengecekan pada semua baut pengunci dengan *hammer test*, apabila terdapat baut yang kendur kencangkan secara menyeluruh dengan *hydrolic jack* sampai tekanan 90 mpa atau 900 bar. Dan pastikan tidak ada serpihan-serpihan *crosshead pin* dan *metal bearing* di dalam *crankcase* mesin induk akibat kendurnya baut tersebut.



Sumber : Dokumentasi

Gambar 4.9. Pengecekan baut pengunci *crosshead*

- c. Pelatihan khusus dari *maker* MAN B&W sesuai jadwal yang telah ditentukan.

Maker MAN B&W adalah orang yang ditugaskan dari asal pembuatan Mesin induk tersebut. Jadi setiap kapal akan memasuki galangan atau untuk melakukan *dry-dock maker* akan melakukan pengecekan pada bagian-bagian yang tidak semua orang mengetahui kecuali dari *maker* pembuatan mesin itu sendiri untuk meningkatkan penggunaan mesin supaya aman di oprasikan sesuai pabrik pembuatannya pertama kali. Pelatihan ini sangat berguna untuk menambah pengetahuan untuk kru mesin, *maker* melakukan pengecekan

setiap 5 tahun sekali pada saat kapal melakukan memasuki galangam untuk *dry-dock*.

Sumber : *Dokumentasi*

Gambar 4.10. Pengecekan & pelatihan oleh *Maker* MAN B&W

