

BAB II FAKTA DAN PERMASALAHAN

A. Fakta

Adapun hal – hal yang pernah alami secara fakta yang terjadi pada gangguan turbo charger yang penulis alami saat kapal dalam pelayaran dari pelabuhan tanjung pelepas Malaysia menuju pelabuhan MIP Myanmar tepatnya pada tanggal 06 januari 2015, sehari setelah kapal akan sampai pelabuhan MIP Myanmar tiba – tiba terdengar suara yang keras tidak beraturan pada turbo charger mesin penggerak utama hal tersebut biasa di kenal dengan istilah surging.

Gejala seperti ini biasanya dikarenakan adanya udara yang diperlukan tidak sesuai yang di hasilkan atau adanya udara feed back dari udara yang di hasilkan, untuk menghindari kerusakan yang lebih fatal dan hal- hal yang tidak di inginkan terhadap mesin serta agar tetap bisa melanjutkan pelayarannya ke pelabuhan MIP Myanmar maka putaran dari mesin penggerak utama diturunkan dari maju penuh (*full ahead*) ke maju pelan sekali (*dead slow ahead*), dengan turunnya putaran mesin maka secara otomatis akan menurunkan kecepatan kapal yang tadinya 12 knot menjadi 7 knot.

1. Obyek penelitian

a. Data permesinan

Dalam penulisan makalah ini yang menjadi obyek penelitian penulis adalah kapal MV. Morotai yang di bangun pada tahun 1996, dengan sebuah mesin penggerak utama yang dilengkapi dengan *turbo charger* . Untuk menunjang pengoperasian kapal ini agar tetap lancar maka motor induk harus selalu dalam keadaan baik.

Untuk menunjang kecepatan kapal tersebut, motor induk harus memiliki tenaga yang cukup dan sebanding dengan besarnya kapal.

Data-data dari motor induk tersebut adalah sebagai berikut:

Mesin penggerak utama : Hyundai MAN B&W

Type : 8S 35MC

Tenaga mesin : 7600 B.H.P

Putaran Maksimum : 170 RPM

Jumlah silinder : 8

Firing order : 1-8-3-4-7-2-5-6

Piston Stroke : 1400 MM

Cylinder bore : 350 MM

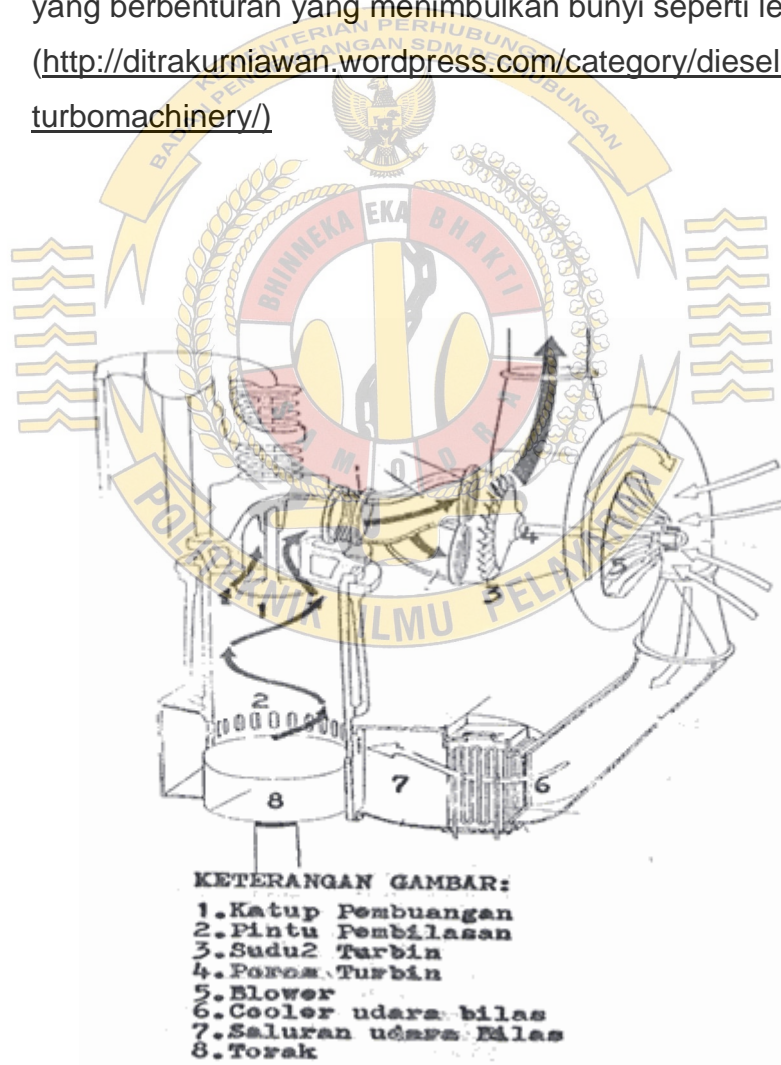
Turbocharger Type : ABB Turbo charger VTR.4

Max Temp : 550°C

Pemakaian istilah dalam bahasa Indonesia dan bahasa asing akan sering ditemui pada pembahasan berikutnya. Agar tidak terjadi kesalahan pemahaman dalam mempelajarinya maka dibawah ini akan dijelaskan pengertian dari istilah-istilah tersebut :

1. *Silinder* adalah suatu tempat atau ruang dimana terjadinya pembakaran yang berbentuk silinder dan dilapisi oleh liner tempat Bergeraknya piston naik turun. (P. Van Maanen)
2. *Blower side* adalah bagian turbo yang berfungsi menghisap udara luar yang dimasukkan ke ruang pembakaran (Menurut tim penyusun politeknik ilmu pelayaran Semarang hal.25)
3. *Turbine side* adalah bagian turbin yang digerakkan sisa gas pembakaran dan berhubungan dengan exhaust gas yang melalui manifold.
4. *Exhaust gas* adalah gas buang yang berasal dari hasil pembersihan suatu permesinan. (P. Van Maanen jilid 1. Motor diesel kapal. Hal 1.3)

5. *Manifold* adalah tempat saluran gas buang yang terbuat dari besi tuang dilapisi asbes.(P. Van Maanen. Jilid 1. Motor diesel kapal. Hal 1.5)
6. *Surging* adalah suatu kondisi dimana tekanan udara dari pompa bilas lebih besar dari pada udara dari blower. Hal ini akan terjadi tekanan balik, dan tekanan ini berbenturan di *blower* yang menimbulkan bunyi ledakan. Juga di sebabkan karena tekanan udara yang dihasilkan dari blower berkurang, sedangkan udara dari ruang penampung udara bilas lebih besar dari udara yang dihasilkan oleh *blower*, sehingga menimbulkan tekanan balik yang berbenturan yang menimbulkan bunyi seperti ledakan.
(<http://ditrakurniawan.wordpress.com/category/diesel-engine-turbomachinery/>)



Gambar 1 cara kerja *turbo charger*

b. Cara kerja dari turbo charger

Udara luar dimasukkan kedalam silinder melalui *compression side*,selanjutnya karna udara luar yang panas karena tekanan di dinginkan masuk cooler udara bilas kemudian masuk kesaluran udara bilas.

Gas sisa pembakaran dari tiap-tiap silinder dikeluarkan melalui *turbine side* juga digunakan sebagai tenaga untuk menggerakkan turbin pada *turbo charger*.

Gas bekas yang memiliki tenaga potensial diubah menjadi tenaga kinetis yang selanjutnya diubah menjadi tenaga mekanik untuk menggerakkan sudu – sudu compressor blower sebagai pompa udara.

B. Fakta kondisi

Adapun kondisi saat ini, pada saat penulis bekerja di atas kapal MV Morotai adalah sebagai berikut :

1. Kinerja *Turbo Charger* Menurun

Fungsi utama dari turbo charger ini adalah untuk menghasilkan udara bertekanan yang akan dimasukkan ke dalam ruang udara bilas yang akan digunakan sebagai campuran pembakaran agar hasil pembakaran di dalam ruang bakar lebih sempurna.

Pada awalnya untuk menghasilkan udara yang bertekanan ini menggunakan putaran blower yang di putar menggunakan putaran motor listrik. Namun karena ini dipandang kurang efektif dan kurang ekonomis maka pada akhirnya putaran pada *turbo charge* dihasilkan dengan cara memanfaatkan gas buang sisa pembakaran yang dihubungkan melalui pipa gas buang. Jadi gas

buang sebelum di buang ke udara luar akan dimanfaatkan terlebih dahulu sehingga akan lebih efektif dan lebih ekonomis.

Tujuan pengisian tekan ini adalah memasukan udara ke dalam silinder dengan cara ditekan agar supaya udara pengisian sejak awal kompresi telah memiliki tekanan yang lebih tinggi dari tekanan udara luar. Sehingga di harapkan hasil pembakaran didalam silinder memberikan tenaga yang maksimal pada mesin.

Gangguan pada *turbo charger* akan mengurangi tenaga yang dihasilkan oleh motor induk. Gangguan pada *turbo charger* ini pernah penulis alami saat kapal dalam pelayaran dari pelabuhan Tanjung Pelepas ke pelabuhan MIP Myanmar. Tepatnya pada tanggal 06 Januari 2015, sehari setelah kapal mau sampai dari pelabuhan myanmar tiba-tiba terdengar suara keras dan tidak beraturan pada *turbo charger* mesin penggerak utama. Hal tersebut biasa di kenal dengan istilah *surging*. Gejala seperti ini biasanya dikarenakan adanya udara yang diperlukan tidak sesuai dengan yang dihasilkan atau adanya *feed back* dari udara yang dihasilkan. Untuk menghindari kerusakan yang lebih fatal dan hal-hal yang tidak di inginkan terhadap mesin serta agar tetap dapat melanjutkan pelayarannya ke Myanmar maka putaran mesin penggerak utama diturunkan dari maju penuh (*full ahead*) menjadi maju pelan sekali (*dead slow ahead*). Dengan diturunkannya putaran mesin maka secara otomatis akan menurunkan kecepatan kapal yang tadinya 12 knots menjadi 7 knots dan tentu saja ini akan mengganggu operasional kapal karena kapal akan terlambat sampai di pelabuhan tujuan.

Penurunan kinerja dari *turbo charger* tersebut ditandai dengan indikator-indikator dibawah ini :

- a. Putaran mesin penggerak utama turun naik
- b. Tekanan udara bilas turun
- c. Temperatur gas buang naik

2. Temperatur Gas Buang Tinggi (*Exhaust Gas High Temperature*)

Sebagaimana biasa dalam menghemat biaya dikarenakan harga bahan bakar yang makin mahal, maka perusahaan selalu menekankan kapal agar selalu berlayar dengan kecepatan ekonomis yaitu sekitar 70% - 80% dari kecepatan maksimal. Ditengah pelayaran dari pelabuhan Tanjung pelepas Malaysia menuju Myanmar, pihak perusahaan meminta kapal untuk menggunakan kecepatan maksimal dikarenakan muatan yang akan kami angkut dari Tanjung Pelepas sudah di tunggu di pelabuhan bongkar berikutnya MIP Myanmar. Sewaktu kecepatan kapal dinaikan menjadi 90% dari kecepatan maksimum maka nampak suhu gas buang mesin penggerak utama pada tiap silinder naik melebihi batas maksimum yang diijinkan, apalagi dengan tidak di dukungnya cuaca laut yang kurang bersahabat maka temperatur gas buang makin naik tidak beraturan dan pada akhirnya terjadi *surging* pada *turbocharger*. Dengan adanya kejadian tersebut diatas dan untuk menghindari hal-hal yang tidak di inginkan maka putaran mesin diturunkan lagi ke putaran seperti biasanya. Namun setelah diperhatikan beberapa saat, suhu gas buang masih tetap tinggi dan tidak normal, bahkan ada yang sampai di atas 500 °C. Sehingga putaran mesin diturunkan lagi menjadi 75 RPM. Hal ini mengakibatkan kapal terlambat sampai tempat tujuan dan otomatis akan mengganggu operasional-operasional yang lain karena muatan yang di bawa MV Morotai sudah ditunggu dan agen sudah memesan pelabuhan tempat sandar, dan muatan yang untuk dibawa kepelabuhan malaysia sudah menunggu.

C. PERMASALAHAN

1. Identifikasi Masalah

Dari uraian fakta kondisi dan dengan didukung oleh indikator-indikator yang terjadi pada mesin, diketahui permasalahan-permasalahan yang timbul pada *turbo charger* adalah sebagai berikut:

a. Gas Bekas Yang Masuk Ke Turbo Charger Terhambat Atau Terganggu

Gas panas hasil dari proses pembakaran di dalam silinder tidak semuanya digunakan / dimanfaatkan untuk proses usaha mekanik pada motor. Sebagian keluar / dibuang lewat cerobong sebagai suatu kerugian.

Untuk memanfaatkan dan memperkecil kerugian ini, maka gas bekas yang masih memiliki nilai atau tenaga kotor ini dipergunakan sebagai tenaga untuk menggerakkan turbin pada *turbo charger*. Gas bekas yang memiliki tenaga potensial diubah menjadi tenaga kinetis yang selanjutnya diubah menjadi tenaga mekanik untuk menggerakkan sudu-sudu *compresor blower* sebagai pompa udara.

Di atas kapal MV Morotai, sistem yang digunakan pada *turbo charger* adalah sistem *constant pressure* yaitu diameter *exhaust manifold* dibuat lebih besar agar gas buang silinder yang satu dengan yang lain tidak berhubungan tetapi tekanan menjadi turun RPM turbo rendah, RPM *blower* juga rendah sehingga tekanan dari udara bilas menjadi rendah pula jadi keberadaan *blower* bantu sangat diperlukan untuk menaikkan

udara bilas. Sehingga susunan pipa *exhaust manifold* disesuaikan dengan penggunaan bahan bakar, tidak ada gas buang yang kembali ke silinder. Diameter manifold cukup kecil, tekanan gas buang masih tinggi RPM *turbocharger* masih tinggi RPM *blower* juga tinggi sehingga jumlah udara bilas cukup dan tekanannya cukup tinggi maka *blower* udara bantu tidak selalu diperlukan kecuali pada saat olah gerak.

Walaupun *constant pressure sistem* ini sudah dirancang sedemikian rupa akan tetapi akibat dari proses pembakaran yang tidak sempurna, menghasilkan karbon-karbon atau jelaga-jelaga tersebut menempel di sudu-sudu *nozzle ring*. Jika hal tersebut dibiarkan, maka lama kelamaan akan membuat saluran gas bekas atau sudu-sudu *nozzle ring* akan menyempit, bahkan menutup sudu-sudu *nozzle ring* tersebut.

Akibat dari penyumbatan sudu-sudu *nozzle ring*, gas bekas tidak dapat mengalir menuju turbin dengan lancar, sehingga gas bekas terkumpul di saluran gas buang (*manifold*) dan masuk ke dalam ruang silinder, yang menyebabkan suhu gas buang di tiap-tiap silinder meningkat.

b. Pembakaran Bahan Bakar Di Dalam Silinder Tidak Sempurna

Untuk memperoleh tenaga mesin penggerak utama yang maksimal, maka proses pembakaran harus berlangsung dengan sempurna. Ini berarti perbandingan antara bahan bakar dan udara harus sebanding yaitu 1 : 12 serta temperatur yang cukup

untuk menyalakan atau membakar bahan bakar yang dikabutkan ke dalam silinder sehingga tidak ada bahan bakar yang tidak terbakar.

Apabila proses pembakaran yang sempurna berlangsung secara terus menerus, maka dapat dipastikan akan menghasilkan daya atau tenaga mesin yang maksimal, serta tidak akan menimbulkan jelaga-jelaga atau karbon-karbon yang ikut bersama-sama gas bekas. Akan tetapi yang dialami di atas MV. Morotai adalah sebaliknya, bahan bakar sering bercampur lumpur dan air akibat dari sistem pembersihan bahan bakar yang tidak bekerja dengan sempurna.

Bahan bakar yang disemprotkan ke dalam silinder, yang harus dalam bentuk kabut tidak terjadi, akibat dari *injector* yang bocor, serta gangguan mekanis dari sistem pompa bahan bakar tekanan tinggi.

Hal-hal tersebut inilah yang mengakibatkan proses dari pembakaran tidak sempurna, sehingga gas bekas yang dihasilkan mengandung karbon-karbon atau jelaga-jelaga yang mengalir ke sistem dan akhirnya menempel pada saluran gas bekas atau sudu-sudu *nozzle ring turbo charger*. Hal tersebut pada akhirnya menyebabkan aliran gas bekas dari dalam silinder melewati saluran pipa gas buang terhambat di *turbo charger* dan berbalik masuk ke dalam silinder. Hal tersebut mengakibatkan temperatur gas buang di setiap silinder menjadi tinggi melebihi batas normal yang di iijinkan dan sebagian lagi gas bekas keluar lewat katup isap dan masuk ke saluran udara bilas yang menjadi tekanan lawan bagi udara bilas yang akan

masuk ke silinder. Dampak dari hal tersebut adalah udara yang dikompresikan memiliki temperatur yang lebih tinggi dari udara yang didinginkan oleh *inter cooler*.

c. Putaran Turbo Charger Tidak Normal

Pada kapal MV. Morotai, penulis sering menjumpai putaran turbin tidak normal. Setelah dilaksanakan pengecekan hal tersebut ternyata dikarenakan pada *piston ring seals* pada sisi turbin mengalami kerusakan sehingga mengakibatkan putaran *turbo charger* mengalami gangguan. Dalam hal ini bahwa kinerja putaran terganggu oleh bagian *turbo blade* yang telah kotor dan *piston ring seals* yang rusak.

Selain hal tersebut di atas, bisa juga disebabkan kerusakan pada metal *bearing* sehingga mengakibatkan putaran pada *rotor turbo* terhambat dan tidak konstan. Karena kondisi *rotor turbo* toleransinya sudah pada batas maksimal, sehingga mengakibatkan *turbine blade* bergesekkan dengan rumah *turbo*. Pada kondisi normal putaran *turbo charger* dipantau dengan sebuah *electric tachometer*, menunjukkan 18000 RPM tekanan udara bilas 2,2 kg/cm². Sedangkan kondisi saat ini putaran *turbin* hanya 11.000 RPM. Tekanan udara bilas 1,4 kg/cm².

d. Tekanan Balik Udara Di *Blower Side*

Daya poros diperoleh melalui pengubahan energi kimia atau nilai kalor bahan bakar. Makin banyak bahan bakar yang dapat dibakar, makin besar daya yang dapat dihasilkan. Hal ini dapat terjadi jika tersedia udara secukupnya.

Udara yang ditekan oleh *turbo charger* dipergunakan untuk pembilasan ruang bakar dan proses pembakaran. Tekanan udara yang lebih tinggi dan temperatur yang rendah akan menghasilkan daya poros yang lebih tinggi.

Udara yang dihasilkan oleh *turbo charger* memiliki temperatur sekitar 70°C. Agar volume udara yang masuk ke silinder lebih banyak maka udara tersebut sebelumnya harus melewati pendinginan udara atau *intercooler* untuk didinginkan. Dengan demikian udara yang keluar dari pendingin udara atau *intercooler* dan masuk kedalam silinder bertemperatur antara 38°C hingga 50°C.

Bila karena suatu sebab tekanan udara di ruang bilas selisihnya terlalu jauh dengan udara sebelum masuk pendingin udara atau *intercooler* maka udara cenderung berbalik melawan sudu yang berputar atau sering disebut dengan *feed back*.

Hal ini dapat di sebabkan itu antara lain:

- a. Adanya dorongan gas bekas yang tertahan di saluran manifold gas bekas kembali ke ruang pembakaran atau silinder dan keluar lewat katup isap sehingga mendorong atau melawan

udara bilas yang ditekan oleh *blower compresor*.

- b. Adanya kebocoran pada katup isap, sehingga udara yang dikompresikan dan gas bekas keluar lewat bocoran katup tersebut dan menekan udara bilas dari *blower side*.
- c. Adanya kotoran-kotoran yang menempel atau menutup kisi-kisi saluran udara di pendinginan udara di *intercooler*, sehingga udara yang ditekan oleh *blower compresor* tidak dapat mengalir dengan sempurna. Yang terjadi adalah penumpukan udara dan pada akhirnya udara berbalik ke *blower side* yang merupakan tekanan lawan yang sering disebut dengan *feed back*.

e. Perawatan *Turbo Charger* Tidak Sesuai Rencana

Memperpanjang usia dari suatu pesawat atau mesin agar dapat bekerja terus menerus haruslah menjadi perhatian operator atau masinis. Untuk itu diperlukan suatu sistem perawatan yang berkesinambungan dan terencana.

Oleh karena itu, perawatan *turbo charger* harus dilaksanakan sesuai dengan rencana yang telah dibuat. Hal tersebut dimaksudkan agar *turbo charger* dapat bekerja secara optimal dan tidak mengalami gangguan. Jika terjadi gangguan atau kerusakan pada *turbo charger*, maka akan mengakibatkan kerugian, karena untuk melakukan perbaikan, membutuhkan waktu yang lama yang berdampak pada tertundanya operasional kapal.

Di atas MV.Morotai, perawatan pada *turbo charger* khususnya bagian turbin dilakukan setiap 12000 jam kerja. Pada kenyataannya, perawatan pada *turbo charger* dilaksanakan sudah melebihi jam kerja dari waktu yang telah direncanakan. Bahkan sering penulis jumpai, perawatan pada *turbo charger* dilaksanakan setelah *turbo charger* mengalami gangguan dan kerusakan. Jika hal tersebut dibiarkan dan tidak dicari solusinya, maka akan berdampak pada terlambatnya operasi kapal yang merugikan perusahaan.

Selain hal tersebut di atas, pada perawatan *turbo charger* di bagian turbin sangat sulit untuk dilakukan, karena tidak adanya waktu yang cukup tersedia. Hal tersebut dikarenakan setiap akan melakukan suatu perawatan penyemprotan dengan air panas, harus menurunkan putaran dari mesin penggerak utama hingga 75 RPM yang berarti akan mengurangi kecepatan kapal dari maju penuh ke maju pelan sehingga waktu tiba kapal kepelabuhan pun akan terlambat. Hal ini sangat berpengaruh pada kontrak kapal ke depan.

f. ***Bearing Clearance Turbo Charger Tidak Sesuai Standar***

Sangat sulit bagi masinis untuk mengukur *clearance* dari *bearing* pada saat *turbo changer* pada keadaan terpasang. *Bearing clearance* hanya bisa diukur pada saat pemasangan (*overhaul*) dengan menggunakan alat ukur (*clock meter*).

Bagi seorang masinis bisa memastikan bahwa *clearance* dari *bearing turbo charger* sudah tidak standar lagi, dengan mengacu pada:

- a. *Turbocharger* akan bergetar (*vibration*), sementara baut-baut pondasi terikat dengan kuat
- b. *Inter cooler* akan bergetar (*vibration*) disertai dengan bunyi mengaung yang sangat keras, dimana saluran udara atau kisi-kisi dari *inter cooler* dalam keadaan bersih, serta baut-baut pondasi dalam kondisi terikat kuat.
- c. Tekanan udara bilas di manometer turun-naik dengan selisih/ perbedaan 0.3 bar.

Penggunaan *bearing clearance turbo charger* yang tidak sesuai dengan standar akan mengakibatkan seringnya terjadi kerusakan pada *turbo charger* yang akan menghambat operasional kapal. Diatas kapal MV. Morotai, penulis menjumpai terjadinya gangguan pada *turbo charger* yang salah satunya disebabkan karena penggunaan *bearing clearance turbo charger* yang tidak sesuai standar dan pemasangan pada piston ring seals yang salah sehingga mengakibatkan putaran pada rotor tidak normal. Hal ini juga mengakibatkan turbo charger tidak bekerja sebagai mana mestinya dan mesin induk tidak dapat bekerja secara maksimal. Karena mesin induk tidak bekerja maksimal maka akan mengakibatkan jadwal pelayaran menjadi terganggu karena sering terjadi gangguan pada motor penggeraknya.

2. Masalah Utama

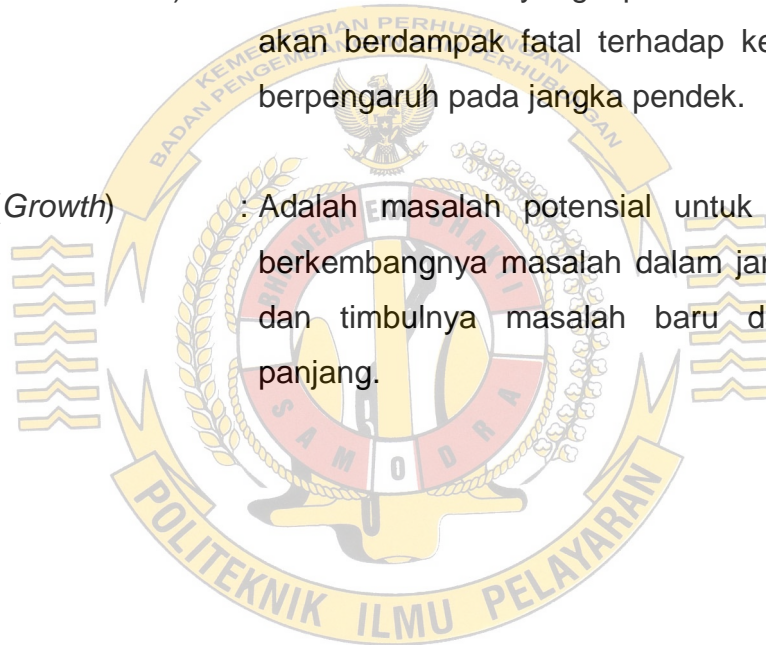
Dengan mempergunakan analisis USG, dari keenam masalah yang telah diuraikan di atas, akan diperoleh masalah paling dominan (masalah utama).

Keterangan :

U (*Urgency*) : Adalah masalah yang apabila tidak segera diatasi akan berakibat fatal dalam jangka waktu panjang.

S (*Seriousness*) : Adalah masalah yang apabila telambat diatasi akan berdampak fatal terhadap kegiatan tetapi berpengaruh pada jangka pendek.

G (*Growth*) : Adalah masalah potensial untuk tumbuh dan berkembangnya masalah dalam jangka panjang dan timbulnya masalah baru dalam jangka panjang.



PROSES PENENTUAN MASALAH POKOK MELALUI USG

No	Masalah	Analisa perbandingan	U	S	G	Nilai				Priotas
						U	S	G	T	
A	Gas bekas yang masuk ke turbo charger terhambat atau terganggu	A-B A-C A-D A-E A-F	A A A A F	A C D A F	B C D A F	4	2	1	7	IV
B	Pembakaran bahan bakar di dalam silinder tidak sempurna	B-C B-D B-E B-F	C D B B	C D B F	C D E B	2	1	2	5	V
C	Putaran turbo charger tidak normal	C-D C-E C-F	C C F	C C F	C C C	3	4	5	12	I
D	Tekanan balik udara bilas di <i>blower side</i>	D-E D-F	D F	D F	E D	2	3	3	8	III
E	Perawatan <i>turbo charger</i> tidak sesuai rencana	E-F	F	F	E	-	-	3	3	VII
F	<i>Bearing clerance turbo charger</i> tidak sesuai standar		-	-	-	4	4	1	9	II

Berdasarkan identifikasi dan penelusuran masalah-masalah melalui USG di atas, di dapat pokok permasalahan yang dianggap paling penting menurut skala prioritas sehingga dapat memperbaiki kinerja kapal maupun perusahaan yaitu :

- a. Putaran *Turbo Charger* Tidak Normal
- b. Perawatan *Turbo Charger* Tidak Sesuai Rencana

