

**ANALISA PENYEBAB KERETAKAN *CYLINDER HEAD* PADA MESIN
INDUK DI MT. ALEXANDRIA**



SKRIPSI

**Diajukan guna memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan Pelayaran**

Disusun oleh : ALUN PRABOWO

NIT: 50134984 T

**PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN
SEMARANG**

2019

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISA PENYEBAB TERJADINYA KERETAKAN CYLINDER HEAD DI MT.
ALEXANDRIA**

Disusun oleh :

ALUN PRABOWO
NIT: 50134984 .T

Telah disetujui dan diterima, selanjutnya dapat diujikan di depan

Dewan Penguji Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

Semarang.....

Pembimbing 1
Materi



H. SUWONDO, M.M., M.Mar.E.
Pembina Utama Muda, IV/c
NIP. 19560106 198203 1 001

Pembimbing 2
Metodologi dan Penulisan Materi



FEBRIA SURJAMAN, M.T.
Penata Muda Tk. III/b
NIP. 19730208 199303 1 002

Mengetahui:
Ketua Program Studi Teknika



H. AMAD NARTO, M.Pd., M.Mar.E.
Pembina, IV/a
NIP.19641212 199808 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISA PENYEBAB KERETAKAN *CYLINDER HEAD* PADA MESIN INDUK DI MT. ALEXANDRIA

Disusun Oleh :

ALUN PRABOWO
NIT. 50134984. T

Telah diuji dan disahkan oleh Dewan Penguji serta dinyatakan Lulus
dengan nilai.....pada tanggal.....2019

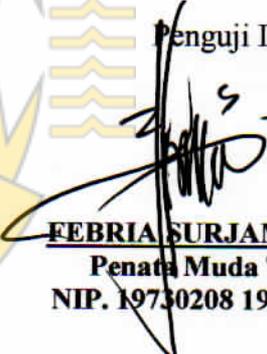
Penguji I


F. PAMBUDI W., S.T., M.T
Pembina, IV/a
NIP. 19641126 199903 1 002

Penguji II


H. SUWONDO, M.M., M.Mar.E
Pembina Utama Muda, IV/c
NIP. 19531028 198503 1 004

Penguji III


FEBRIA SURJAMAN, M.T
Penata Muda Tk. III/b
NIP. 19730208 199303 1 002

Dikukuhkan oleh:

DIREKTUR POLITEKNIK ILMU PELAYARAN SEMARANG

Dr. Capt. MASHUDI ROFIK, M.Sc, M.Mar
Pembina (IV/a)
NIP. 19670605 199808 1 001

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : ALUN PRABOWO

NIT : 50134984. T

Jurusan : TEKNIKA

Menyatakan bahwa skripsi yang saya buat dengan judul "**Analisa penyebab keretakan cylinder head pada mesin induk di MT. Alexandria**" Adalah benar hasil karya saya bukan jiplakan skripsi dari orang lain dan saya bertanggung jawab kepada judul maupun isi dari skripsi ini. Bilamana terbukti merupakan jiplakan dari orang lain maka saya bersedia untuk membuat skripsi dengan judul baru dan atau menerima sanksi lain.

Semarang, 2019

Yang menyatakan,



ALUN PRABOWO
NIT. 50134984.T

MOTTO

“Orang tua hanya bisa membekali ilmu, bukan membekali harta warisan.
Manfaatkanlah ilmu tersebut sebaik-baiknya agar kesuksesan hidup dapat dicapai
karena harta warisan bukanlah jaminan kesuksesan”

“buatlah langkah kemajuan walaupun itu hanyalah sedikit”



HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah Yang Maha Kuasa atas berkat kasih dan karunia-Nya yang selalu dicurahkan kepada kita. Segenap penghargaan dan penghormatan dari hati yang terdalam. Karya ini akan penulis persembahkan untuk:

- ❖ Ayahanda Sugono dan ibunda Rohmi yang telah mendidik saya menjadi seorang pemuda dewasa bermental baja, berbudi pekerti dan dapat berfikir maju.
- ❖ Adik- adik saya yang menjadi alesan utama saya berjuang disini.
- ❖ Dosen pembimbing-pembimbingku (H. Suwondo, M.M., M.Mar.E) dan (Febria Surjaman, M.T.), Terimakasih atas bimbinganya sampai sekripsi ini selesai.
- ❖ Segenap karyawan PT. Bahari Nusantara dan semua *crew* Kapal MT. Alexandria yang sudah mendukung saya waktu melaksanakan Prala.
- ❖ Keluarga Besar Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang. Terimakasih atas seluruh pendidikan dan segala pelajaran yang di berikan selama ini.
- ❖ Untuk seluruh angkatan LI yang telah membantu saya dan semoga selalu sukses buat kalian, Bravo LI.....!
- ❖ Semua alumni, angkatan LI dan juga pada juniorku, Terimakasih atas kekompakan dan bantuanya selama ini.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji syukur peneliti panjatkan atas kehadiran Allah SWT, yang maha pengasih dan penyayang atas segala Rahmat, Taufik, serta Hidayahnya yang telah dilimpahkan kepada hambanya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Sholawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada bimbingan kita Nabi Besar Muhammad SAW yang telah membebaskan seluruh umatnya dari zaman jahilliyah.

Skripsi ini mengambil judul "**Analisa Penyebab Keretakan Cylinder Head pada Mesin Induk di MT. Alexandria**" yang terselesaikan berdasarkan data-data yang diperoleh dari hasil penelitian selama satu tahun lebih di MT. Alexandria.

Dalam usaha menyelesaikan penulisan skripsi ini, dengan penuh rasa hormat peneliti menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah memberikan bimbingan, dorongan, bantuan serta petunjuk yang berarti. Untuk itu perkenankanlah pada kesempatan ini peneliti menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat:

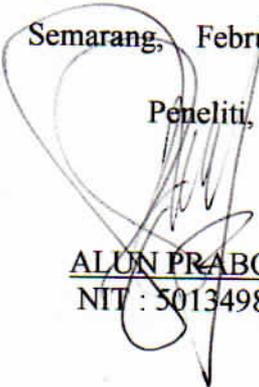
1. Bapak Dr. Capt. Mashudi Rofik, M.Sc, M.Mar selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang yang telah memberikan kemudahan dalam menuntut ilmu di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
2. Bapak H. Amad Narto , M.Pd., M.Mar.E, selaku Ketua Program Studi teknika Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang yang telah memberikan kemudahan dalam menuntut ilmu di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.

3. Bapak H. Suwondo, M.M., M.Mar.E Selaku Dosen Pembimbing Materi Skripsi yang dengan sabar dan tanggung jawab telah memberikan dukungan, bimbingan, dan pengarahan dalam penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Febria Surjaman, M.T. Selaku Dosen Pembimbing Metode Penulisan Skripsi yang telah memberikan dukungan, bimbingan, dan pengarahan dalam penyusunan skripsi ini.
5. Nakhoda, Kepala Kamar Mesin beserta seluruh awak MT. Alexandria yang telah membantu peneliti dalam melaksanakan penelitian.
6. Bapak ibuk tersayang & adik-adik tercinta, yang telah memberikan dukungan moral dan spiritual kepada peneliti selama penulisan skripsi ini.
7. Senior, rekan-rekan angkatan 50 dan junior yang telah memberikan motivasi dan membantu peneliti dalam penyusunan skripsi ini.
8. Kekasihku tersayang Septianingrum yang menjadi penyemangat kepada peneliti dalam menyusun skripsi ini.

Peneliti menyadari masih banyak hal yang perlu ditingkatkan dan dikembangkan dalam penelitian ini, maka dengan tangan terbuka peneliti menerima kritik dan saran yang membangun dari pembaca. Akhirnya peneliti berharap agar penelitian ini dapat bermanfaat bagi dunia penelitian dan pelayaran serta pembaca yang budiman.

Semarang, Februari 2019

Peneliti,


ALUN PRABOWO
NIT : 50134984. T

DAFTAR ISI

SAMPUL DEPAN	
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN MOTTO.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
ABSTRAKSI.....	x
ABSTRACT.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Perumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Manfaat Penelitian.....	3
E. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	
A. Tinjauan Pustaka.....	7

B. Kerangka Pikir Penelitian.....	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
A. Lokasi/ Tempat Penelitian.....	26
B. Data Yang Diperlukan.....	27
C. Metode Pengumpulan Data.....	29
D. Teknik Analisis Data.....	32
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
A. Gambaran Umum Objek Yang Diteliti.....	40
B. Analisa masalah.....	46
C. Pembahasan Masalah.....	50
BAB V PENUTUP	
A. Simpulan.....	69
B. Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA	
DAFTAR TABEL	
DAFTAR GAMBAR	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	
LAMPIRAN	

ABTRAKSI

Alun Prabowo, 2017, NIT: 50134984 T, "Analisa Penyebab Keretakan *Cylinder head* pada *Main Engine* di MT. Alexandria". Dengan Metode *Software, hardware, environment, liveware* (SHEL) dan *urgency, seuriusness, growth* (USG), Program D IV, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, pembimbing (1) H. Suwondo, MM, M.Mar.E. (2) Febria Surjaman, M.T.

Cylinder head main engine merupakan bagian mesin yang sangat penting dalam menunjang pengoperasian *main engine*. *Cylinder head* berfungsi sebagai penutup *cylinder* dan sebagai tempat *injektor* untuk mengabutkan bahan bakar. *Cylinder head* terdiri dari *injector, exhaust valve, starting valve, intake alve*, pendingin. *Cylinder head* harus dibantu dengan proses pendinginan yang baik untuk menghindari kerusakan.

Peneliti menggunakan metode USG (*urgency, seriousness, growth*) dan metode *software, hardware, environment, liveware* (SHELL) untuk mengetahui prioritas permasalahan yang menyebabkan keretakan *cylinder head*. Keretakan *cylinder head* pada *main engine* disebabkan oleh kelelahan bahan yang tidak sesuai jam kerja (*running hours*), tidak maksimalnya pendinginan *cylinder head*, kurang berjalannya PMS (*plan maintenance system*) serta terjadinya pembakaran susulan (*detonasi*)

Faktor penyebab keretakan *cylinder head* adalah kelelahan bahan *cylinder head*, tidak optimalnya pendinginan pada *cylinder head*, kurang berjalannya PMS (*plan maintenace system*) dan terjadinya pembakaran susulan (*detonasi*). Dampak keretakan *cylinder head* adalah berkurangnya tenaga mesin akibat masuknya air pendingin ke dalam ruang bakar. Upaya untuk mengatasi keretakan tersebut adalah dengan mengganti *cylinder head* dengan yang baru, selalu mengecek dan merawat sistem pendinginan, melakukan PMS (*plan maintenace sytem*) dengan sungguh-sungguh dan melakukan penyetingan *timming* bahan bakar dengan benar sesuai *manual book*.

kata kunci : Analisa, Keretakan, *Cylinder Head*, Mesin Induk, MT. Alexandria.

ABSTRACT

Alun Prabowo, 2017, NIT: 50134984 T, "*Analysis of the crack in cylinder head Main Engine on MT. Alexandria*". Dengan Metode *Software, hardware, environment, liveware* (SHELL) dan *urgency, seuriusness, growth* (USG), Program D IV, Politekhnik Ilmu Pelayaran Semarang, pembimbing (1) H. Suwondo, MM, M.Mar.E. (2) Febria Surjaman, M.T.

Cylinder head main engine is an engine part that is very important in supporting the operation of the main engine. Cylinder head functions as a cylinder cover and as an injector to ignite fuel. Cylinder head consists of injectors, exhaust valve, starting valve, intake valve, cooler. Cylinder head must be assisted by a good cooling process to avoid damage. The researcher used the *USG* method (*urgency, seriousness, growth*) and *software, hardware, environment, liveware* (SHELL) methods to determine the priority of the problems that caused the cylinder head crack. Cylinder head cracks on main engine are caused by *fatigue of material that does not work (running hours), not maximum cooling of the cylinder head, lack of PMS (plan maintenace system) and subsequent combustion (detonation).*

Factors from the *rules of the manual (software), machine damage (Hardware), environmental factors (environment) and the factor of human negligence (liveware)* will be seen how the solution to overcome the factors that cause cracks in the cylinder head. Then from several of these factors, the priorities of the factors that will be discussed by the *USG* method (*urgency, personality, growth*) will be obtained.

The discussion of this thesis explains about factors, impacts, ways to overcome and prevention efforts. *Cracks occur due to the fatigue of the cylinder head material due to lack of maintenance and age factors, lack of cooling to the cylinder head, lack of PMS running and human detonation. The effort to overcome the cracks is to replace the new cylinder head with sound and take care to extend the life of the cylinder, always check and maintain the cooling system, carry out PMS in earnest and make fuel tuning correctly according to the manual book.*

key words: Analisis, Cracks, Cylinder Head, Main Engine, MT. Alexandria.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Cylinder head main engine merupakan bagian mesin yang sangat penting dalam menunjang pengoperasian *main engine*. *Cylinder head* adalah bagian utama dari motor yang berfungsi untuk menutup *cylinder liner* dan tempat pemasangan injektor serta kedudukan rumah dari pada katup. Menurut Suranto (2004:7) mendefinisikan kapal menurut peraturan pemerintah nomor 82 tahun 1999 kapal yaitu : kendaraan air dengan bentuk dan jenis apapun yang digerakkan dengan tenaga mekanik, tenaga mesin atau tunda, termasuk kendaraan berdaya dukung dinamis, kendaraan dibawah permukaan air, serta alat apung dan bangunan terapung yang berpindah-pindah. Sedangkan Suyono (2005:15) mendefinisikan secara lebih singkat, “kapal yaitu kendaraan pengangkut penumpang dan barang di laut”.

Kapal laut sangat berperan dalam ekspor dan impor barang dari suatu pulau ke pulau lainnya maupun dari suatu negara ke negara lainnya. Kapal sebagai mobilitas penduduk antar pulau dalam menunjang kegiatan operasionalnya. Peranan kapal laut tak terlepas hubungannya dengan keberadaan tenaga penggerak utama kapal yang digunakan untuk menggerakkan propeller sehingga kapal dapat bergerak maju dan mundur di MT. Alexandria.

Mesin penggerak utama diatas kapal adalah suatu permesinan utama yang berfungsi sebagai mesin penggerak *shaft* sehingga membuat *propeller* berputar. Sebagai mesin penggerak utama kapal, tipe mesin diesel merupakan mesin yang lebih menonjol dibandingkan jenis mesin penggerak utama kapal lainnya, yang dimaksud mesin diesel adalah termasuk pesawat kalor, yaitu pesawat yang merubah energi potensial berupa panas menjadi usaha mekanik, mesin diesel termasuk pesawat pembakaran dalam

(*Internal Combustion Engine*), karena di dalam mendapatkan energi potensial (berupa panas) untuk kerja mekaniknya diperoleh dari pembakaran bahan bakar yang dilaksanakan di dalam pesawat itu sendiri, yaitu di dalam silindernya. Bahan bakar diinjeksikan di dalam silinder yang berisi udara bertekanan tinggi. Silinder adalah bagian mesin yang sangat penting karena merupakan jantung mesin dan tempat bahan bakar dibakar dan daya ditimbulkan. Bagian dari mesin induk salah satunya adalah *cylinder head* yang berfungsi sebagai penutup silinder, *cylinder head* ini terdiri dari: (1) *injector*, (2) *exhaust valve*, (3) *starting valve*, (4) *intake valve*, (5) *pendingin*.

Seperti yang pernah terjadi di MT. Alexandria pada tanggal 29 Maret 2017 ketika kapal sedang dalam pelayaran dari Makassar menuju Balikpapan telah terjadi *blackout* pada mesin induk yang disebabkan oleh terjadinya keretakan pada *cylinder head*. Akibat dari kejadian tersebut kapal terapung-apung kurang lebih selama 12 jam di tengah laut. Dampak keretakan dari sebuah *cylinder head* sangat berpengaruh dalam pengoperasian mesin induk dan pesawat bantu lainnya terutama dalam mesin induk pada proses pembakaran yang berlangsung dalam *cylinder* karena di dalam *cylinder* adalah tempat berlangsungnya pembakaran. Dengan latar belakang itulah peneliti mengangkat permasalahan yang ada di kapal peneliti praktek MT. Alexandria dengan mengambil judul **“Analisa Penyebab Keretakan *Cylinder Head* pada Mesin Induk di MT. Alexandria.”**

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang diuraikan di atas, penulis mengidentifikasi pokok-pokok permasalahan yang dirumuskan sebagai berikut:

1. Apakah faktor yang menyebabkan keretakan *cylinder head* pada mesin induk di MT. Alexandria?
2. Apakah dampak yang di timbulkan dari keretakan *cylinder head* pada mesin induk di MT. Alexandria?

3. Bagaimana upaya yang dilakukan dalam menanggulangi keretakan *cylinder head* pada mesin induk di MT. Alexandria?

C. Tujuan Penelitian

Adapun maksud dan tujuan penulisan skripsi ini adalah :

1. Untuk mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan keretakan *cylinder head*.
2. Untuk mengetahui dampak dari keretakan *cylinder head* pada mesin induk di MT. Alexandria.
3. Untuk mengetahui upaya yang dilakukan dalam menanggulangi keretakan *cylinder head* pada mesin induk di MT. Alexandria.

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Secara Teoritis
 - a. Sebagai bekal penulis untuk menjadi seorang masinis kapal yang bertanggung jawab atas perawatan, dan pengoperasian *cylinder head*.
 - b. Untuk menambah pengetahuan yang berguna bagi pembaca dan rekan seprofesi kerja mengenai pemeliharaan, perawatan, dan pengoperasian *cylinder head*.
2. Secara Praktis
 - a. Dari penelitian diharapkan dapat menjadi bahan masukan untuk meningkatkan kompetensi kepada masinis terhadap hal-hal yang berhubungan dengan mengenai perawatan dan pengoperasian pada *cylinder head* agar dapat menunjang kelancaran pengoperasian kapal.
 - b. Menambah pengetahuan, pengalaman, dan pengembangan pemikiran, serta wawasan tentang penyebab terjadinya keretakan pada *cylinder head*. Dalam hal ini peneliti dituntut untuk mengidentifikasi dan mengolah data yang diperoleh dari tempat penelitian. Selain itu penelitian ini diharapkan dapat menjadi sebuah referensi sebagai dasar untuk masuk ke lingkungan kerja dengan mengaplikasikan

teori yang telah diterima dari kampus dan menerapkan kedalam dunia kerja sesungguhnya.

E. Sistematika Penulisan Skripsi

Agar skripsi ini mudah dipahami, dan dimengerti secara baik maka sistem penulisan skripsi ini disajikan dalam 5 (lima) bab, dimana antara bab pertama sampai bab kelima saling berhubungan dengan yang lainya dan dalam pembahasanya merupakan satu kesatuan dan satu rangkain yang tidak terpisahkan. Sistem penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini merupakan bab pendahuluan yang menguraikan latar belakang masalah mengenai *Cylinder Head* sehingga dapat ditemukan judul dari skripsi ini, serta mengenai identifikasi masalah, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penyusunan skripsi, dan sistematika penulisan skripsi ini agar dapat dipahami dengan baik.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini menguraikan tentang hasil penelitian yang telah dilakukan oleh orang lain sebelumnya yang berkaitan dengan masalah *Cylinder Head*, serta tinjauan pustaka yang memuat tentang teori-teori yang dapat dijadikan sebagai landasan dalam pembahasan materi dan kerangka pemikiran yang menerangkan mengenai pemecahan masalah.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang waktu dan tempat penelitian yang dilakukan oleh penulis, serta teknik pengumpulan data yang mengemukakan tentang cara memperoleh data dan komunikasi secara langsung atau wawancara terhadap *engineer* mengenai *Cylinder Head*.

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan mengenai data-data dan fakta-fakta yang terjadi di lapangan mengenai masalah yang terjadi pada *Cylinder Head* pada kapal MT. ALEXANDRIA, kemudian menganalisisnya sehingga dapat ditemukan penyebab dari masalah yang ada, serta pemecahan masalah dan evaluasi terhadap pemecahan masalah.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menjelaskan tentang kesimpulan yang merupakan hasil dari analisis masalah yang terjadi pada *Cylinder Head* serta saran yang di usulkan mengenai pengoperasian dan perawatan yang optimal pada instalasi *Cylinder Head*.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

LAMPIRAN



BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

Guna mendukung pembahasan masalah di dalam skripsi ini, penulis menggunakan beberapa pustaka, dimana pustaka tersebut saling berkaitan dengan permasalahan yang di bahas penulis pada penulisan skripsi ini.

1. Menurut E. Karyanto dalam buku Teknik-Motor Diesel (10;1993) menjelaskan tentang konstruksi :

Silinder head adalah bagian utama dari motor yang berfungsi untuk menutup silinder liner dan tempat pemasangan injektor serta dudukan rumah dari pada katup.

a. Konstruksi dari pada silinder head adalah sebagai berikut :

- 1) terdapat lubang-lubang untuk saluran air pendingin mesin
- 2) terdapat ruang rongga untuk ruang pembakaran
- 3) terdapat lubang-lubang untuk tempat kedudukan nozzle pengabut
- 4) terdapat lubang-lubang untuk tempat kedudukan katup masuk dan katup buang serta mekanis katup
- 5) terdapat lubang untuk tempat kedudukan baut pengikat mesin
- 6) tempat kedudukan kaitan pengangkut mesin

Perawatan yang dilakukan terhadap *Cylinder head* adalah sangat penting untuk menghindari kerusakan yang dapat mengurangi efisiensi kerja dari instalasi *Main Engine*. Perawatan yang dilakukan di atas kapal

MT. Alexandria terencana sesuai dengan program yang tertulis dalam PMS (*Preventive Maintenance System*), PMS ini adalah suatu program perawatan berkala yang terjadwal sesuai instruksi dari buku manual dari permesinan yang terdapat di atas kapal untuk mencegah terjadinya kerusakan yang fatal, dengan perawatan pencegahan yang terjadwal kita mencoba untuk mencegah terjadinya kerusakan atau bertambahnya kerusakan, dan juga untuk mempermudah menemukan kerusakan yang kemungkinan dapat terjadi pada instalasi *cylinder head*.

2. Menurut Akasaka Instruksi Manual Book (2.23:1976) menjelaskan material penyusun *cylinder head* :

Silinder head terbuat dari baja tuang dari paduan antara besi murni dengan karbon sebesar 0,3%-0,6%, memungkinkan baja untuk dikeraskan sebagian dengan pengerjaan panas (*head treatment*) yang sesuai, proses pengerjaan panas menaikkan kekuatan baja dengan proses yang memanaskan bahan sampai suhu tertentu dan kemudian didinginkan menurut cara tertentu, pada waktu proses penuang baja dipanaskan dengan suhu yang tinggi ($\pm 1500^{\circ}\text{C}$) kemudian dituangkan ke dalam suatu cetakan dengan diberi tekanan.

3. Menurut Amanto Hari dalam buku Ilmu Bahan (19-21;1999) menjelaskan kelelahan bahan *cylinder head* :

Kelelahan bahan adalah suatu batasan akan tegangan logam yang diijinkan . Angka-angka kelelahan suatu material suatu logam tidak sama, hal ini disebabkan oleh pabrik pembuatnya serta disesuaikan menurut

kebutuhan dan kegunaan masing-masing selain umur pemakaian yang telah lama, tegangan yang diterima oleh material tersebut secara terus-menerus serta temperatur yang berubah-ubah dapat menurunkan kekuatan bahan sehingga dapat terjadi keretakan, sewaktu baja dipanaskan pada suhu di atas 500°C maka akan terjadi pembebasan sebagian kecil tegangan yang berada di dalam baja, hal itu menyebabkan berkurangnya sedikit kekerasan dan kekuatan baja. Keretakan yaitu garis yang terbentuk pada suatu benda keras seperti logam akibat dari menurunnya kekerasan dan ketahanan oleh deformasi. Deformasi yaitu perubahan ukuran atau bentuk karena pengaruh beban yang dikenakan padanya dan mempunyai kecepatan regangan yang tinggi maka bahan umumnya akan mengalami keretakan akibat bahan dikenai beban tiba-tiba. Deformasi ini dapat terjadi secara elastis dan secara plastis. Deformasi elastis, yaitu suatu perubahan yang segera hilang kembali apabila beban dihilangkan. Deformasi plastis, yaitu suatu perubahan bentuk yang tetap ada meskipun beban yang menyebabkan deformasi dihilangkan. Untuk menghindarinya, maka pemberian suhu atau temperature pendingin yang tepat akan dapat membantu mengurangi timbulnya kelelahan bahan. Sifat mekanis suatu logam adalah kemampuan atau kekakuan logam untuk menahan beban yang diberikan, baik statis dan dinamis pada suhu biasa, suhu tinggi maupun suhu di bawah 0°C . Beban statis adalah beban yang tetap baik besar maupun arahnya pada setiap saat, sedangkan beban dinamis adalah beban yang besar dan arahnya berubah menurut waktu. Bahan yang dibebani secara dinamis akan lelah dan retak, meskipun dibebani di bawah kekuatan statis, kelelahan adalah gejala patah dari bahan

disebabkan oleh beban yang berubah-ubah. Kekuatan kelelahan suatu logam adalah tegangan bolak-balik tertentu yang dapat ditahan oleh logam itu sampai banyak balikan tertentu. Sementara itu batas kelelahan adalah tegangan bolak-balik tertinggi yang dapat ditahan oleh logam itu sampai banyak balikan tak terhingga.

4. Menurut Sunaryo Hery dalam buku Perawatan dan Perbaikan Mesin (75;1998) menjelaskan system pendingin :

Dalam mesin diesel dinding dalam silinder head selalu dikenai panas dari pembakaran karena itu jika silinder head retak akibat tegangan dari suhu yang tinggi, hal yang mendasari mengapa pendinginan mesin penting antara lain:

- a.) Pada umumnya material mesin akan bertambah besar atau memuai dengan bertambahnya suhu. Bertambahnya suhu material itu akan menyebabkan kerusakan akibat tekanan panas dari proses pembakaran dalam silinder
- b.) Makin besar panas mesin dapat menyebabkan suhu dari pada gas buang sehingga mengakibatkan terjadinya ledakan
- c.) Jika suhu silinder head tinggi efisiensi volumetric dan tenaga yang dihasilkan berkurang

5. Menurut P.Van Maanen Motor Diesel Kapal Jilid 1 menjelaskan system pendingin :

Dalam ruang pembakaran sebuah motor diesel akan terjadi suhu 800^0-900^0 K (527^0-627^0 C) atau lebih pada waktu pembakaran. Dinding

ruang pembakaran tutup silinder, bagian atas torak, bagian atas lapisan silinder, katup ruang disekitarnya, termasuk antara pintu buang akan menjadi sangat panas karena gas tersebut untuk mencegah pengurangan besar dari kekuatan material dan perubahan bentuk secara termis dari bagian mesin, maka bagian-bagian tersebut harus didinginkan.

Bagian mesin berikut, dalam rangka pembakaran harus mendapatkan pendinginan

- a. Bagian dari lapisan silinder
 - b. Silinder liner
 - c. Silinder head
 - d. Katup gas buang
 - e. Injector
6. Bahan Pendingin

Sebagai bahan pendingin untuk mesin induk digunakan bahan sebagai berikut:

- a.) Air laut

Air laut merupakan suatu barang yang mudah didapatkan disekitar kapal. Tidak usah dibeli dan secara langsung diambil, sehingga pendinginan memakai air laut tidak usah memakai system tertutup, air laut yang sehabis mendinginkan langsung dibuang dan pendinginan selanjutnya kita ambil saja, pada umumnya air laut mengandung kadar garam yang tinggi dibandingkan air tawar, maka dari itu air laut jarang sekali digunakan langsung untuk mendinginkan mesin, dikhawatirkan bila

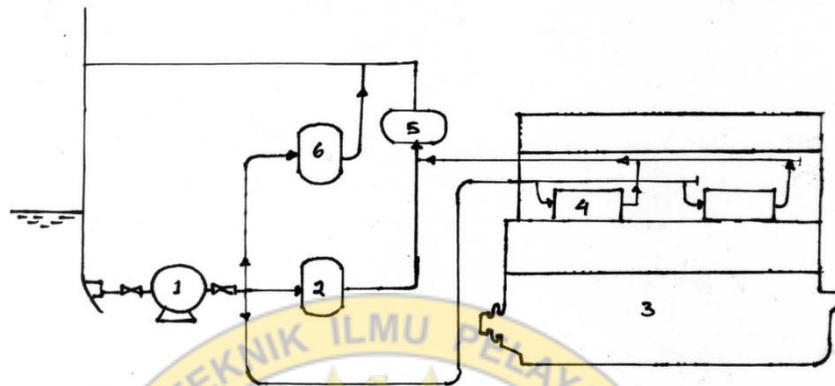
langsung menggunakan air laut tersebut mengkristal di dalam mesin sehingga lama-kelamaan system pendinginnya akan buntu.

Pada kapal-kapal sekarang pada umumnya pendinginnya memakai system pendingin tertutup, yaitu memakai air tawar. Sedangkan air laut hanya digunakan untuk mendinginkan air tawar tersebut pada pesawat-pesawat pendingin (Cooler), ditinjau dari tersedianya secara berlimpah-limpah maka, air laut dapat dibuang ke laut setelah digunakan sebagai bahan pendingin sehingga system pendingin menjadi sederhana dalam penataannya. Meskipun memiliki sifat yang menguntungkan tersebut diatas, air laut juga memiliki sifat yang tidak menguntungkan seperti menjadi Kristal sewaktu dipanasi yang akan membentuk kerak keras dibagian permukaan yang didinginkan. Kerak tersebut sangat keras sekali sehingga mengganggu proses perpindahan panas yang membuntu saluran pendingin yang sempit, disamping itu dengan kadar Chlorida yang tinggi dari air laut, maka kemungkinan korosi dari motor yan didinginkan menjadi besar.

Dengan alasan tersebut, maka air laut sebagai bahan pendingin secara tidak langsung, terkecuali kadang-kadang untuk pendinginan udara bilas dan. Dengan penggunaan material khusus, maka pendinginan dapat dijaga terhadap korosi dan oleh karena itu suhu air pendinginan yang relatif rendah pengendapan dari kerak juga akan berkurang.

Air laut selalu digunakan sebagai bahan pendingin secara tidak langsung bahan pendingin (air tawar atau minyak pelumas) yang diambil panas

dari motor akan menyerahkan panas tersebut melalui sebuah alat pemindah panas (alat pendingin) ke air laut lagi.



Gambar 2.1 Diagram Pendinginan Terbuka

Keterangan :

1. Pompa air laut
2. *L.O.Cooler*
3. Mesin Induk
4. *Inter Cooler*
5. *Turbocharger L.O.Cooler*
6. *Fresh Water Cooler*

Cara Kerjanya yaitu:

Air laut dihisap oleh pompa air laut (1) dialirkan ke *L.O.Cooler* (2) untuk mendinginkan minyak lumas mesin induk, kemudian mengalir *inter cooler* (4) untuk mendinginkan udara pembakaran pada mesin induk dan pompa air laut juga mengalirkan air laut untuk mendinginkan minyak lumas pada *turbocharger L.O.Cooler* (5), dan juga mendinginkan air

tawar pendingin mesin induk *fresh water cooler* (6). Kemudian air laut dibuang keluar kapal dan proses ini terjadi secara terus-menerus.

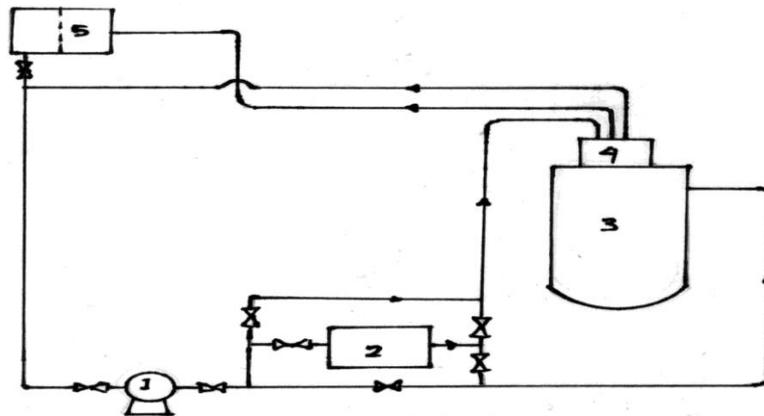
b.) Air tawar

Air tawar diatas kapal cukup mahal harganya, sehingga memiliki beberapa sedikit sifat yang kurang baik. Dengan menghilangkan udara didalamnya sebaik-baiknya maka air awar mengakibatkan sedikit korosi dan juga tidak mengakibatkan pengendapan kerak sehingga dapat digunakan untuk pendinginan bagi semua bagian motor. Air tawar diatas kapal selalu diusahakan penggunaannya dalam siklus tertutup untuk dapat digunakan berulang kali. Siklus tertutup tersebut terdiri dari ruang pendingin dari bagian motor yang harus didinginkan juga saluran, keran penutup, pompa, dan pesawat pendingin.

Telah dibahas bagaimana lapisan silinder dari berbagai motor dapat didinginkan dan konstruksinya yang diterapkan untuk mencegah tegangan panas tinggi yang diakibatkan karena pendinginan tersebut.

Untuk pendinginan dari sebuah motor diesel suatu system terdiri dari pipa, pompa dan pendinginan pada bagian mesin. Sistem tersebut sering berbentuk kompleks karena baik motor induk maupun motor bantu dihubungkan keduanya.

Agar menjadi jelas, maka seluruh sistem terdiri dari bagian air laut diluar badan kapal dan bagian air tawar. Didalam motor akan ditampung panas pendinginan oleh air tawar yang mengalir dalam sirkuit tertutup. Selanjutnya air laut akan menyerap panas dari air tawar tersebut.



Gambar 2.2 Diagram Pendinginan Tertutup

Keterangan :

Pompa pendingin air tawar

Fresh water cooler

Mesin induk

Cylinder head

Tanki ekspansi

Cara kerjanya yaitu:

Air tawar pendingin mesin induk diisap oleh pompa pendingin air tawar

(1) dari tangki ekspansi (5) kemudian air tawar tersebut didinginkan oleh

air laut pada *fresh water cooler* (2) kemudian mendinginkan silinder head

(4) air tawar tersebut diisap kembali oleh pompa pendingin air tawar.

Kontak ini bisa terganggu bila ada yang menghalangi yaitu:

Kotoran-kotoran :

lumpur-lumpur, garam-garam, minyak-minyak dan karat

Gelembung udara :

Kotoran-kotoran ini berasal dari bawaan-bawaan dari air sendiri dari kebocoran-kebocoran minyak dan karat-karat. Semuanya ini membuat lapisan-lapisan yang mengurangi penyerapan panas.

7.) Menurut R. Romzana ATT-II (2-3;1993) menjelaskan proses pembakaran :

Pembakaran adalah suatu proses kimia dari percampuran bahan bakar dengan zat asam dari udara. Umumnya memakai bahan bakar cair yang mengandung unsur zat arang (C), zat air (H) dengan sebagian kecil zat belerang (S), biasa disebut hydro carbon. Zat asam yang dibutuhkan didapat dari udara sebagaimana diketahui udara itu mengandung 23% zat asam dan 77% zat lemas bila dihitung dalam volume atau 21% dengan 79% bila dihitung dalam berat udara perlu diingat bahwa pembakaran di dalam silinder tidak berlangsung sederhana, karena molekul-molekul bahan baker harus dipecah kecil berbentuk kabut halus agar pembakaran berlangsung tuntas.

Pembakaran yang tuntas dan sempurna secara kimiawi ini akan menghasilkan panas , panas yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar padat maupun cair dihitung dalam joule (J) atau kilo joule (KJ).

Panas yang dihasilkan dari pembakaran setiap kg bahan bakar di sebut nilai pembakaran (NP) atau nilai opak (NO) dan untuk bahan baker yang berbentuk gas biasa dihitung dari volume atau m gas. Banyaknya udara minimal yang diperlukan untuk pembakaran biasanya disebut kebutuhan udara teoritis, sedangkan kebutuhan udara untuk pembakaran selalu lebih banyak dari teoritisnya disebut udara praktis. Pada kenyataan sebenarnya

tidak demikian udara yang diperlukan lebih banyak lagi, kelebihanannya bisa 25%, 50%, bahkan sampai 200%. Dalam pembahasan selanjutnya suhu udara dan sebagainya dinyatakan dalam celcius atau suhu mutlak dalam derajat Kelvin merupakan titik beku air (nol derajat). Setiap bahan bakar cair maupun padat memiliki panas jenis (c_p) tertentu tetapi untuk bahan yang berupa gas panas jenisnya tergantung pada volume dan tekanan.

Panas jenis pada volume konstan dinyatakan dengan c_v dan pada tekanan konstan dengan c_p berbentuk gas atau udara perlu dijelaskan pada suhu dan tekanan beberapa volume itu harus diperhitungkan dulu sebagai tolak ukur yang dipakai yaitu pada suhu 0°C dengan tekanan kolom air raksa 760 mm, sekarang yang dimaksud dengan volume normal (nm) yaitu volume 1 m³ pada 0°C tekanan 1 bar.

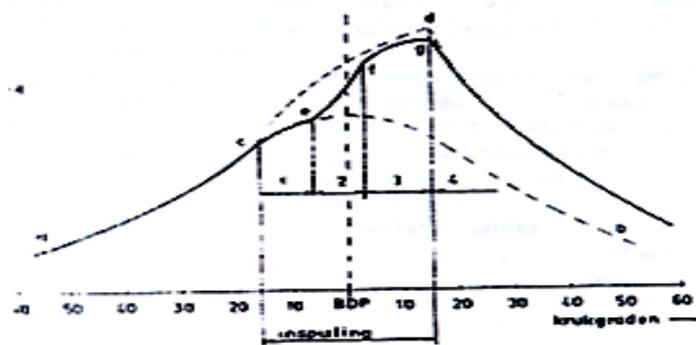
Pembakaran didalam silinder motor mempunyai sifat khas karena berlangsung dalam waktu yang sangat singkat, antara 1/12 dan 1/700 detik. Jelaslah dengan singkatnya waktu yang tersedia, kabut bahan bakar tidak mempunyai waktu untuk bercampur dengan zat asam secara tenang. Maka dari itu kita harus mengusahakan agar bahan bakar dapat secepatnya bersinggungan dengan udara secara homogen. Dalam motor bahan bakar campuran proses tersebut tidak bermasalah karena udara dan bahan bakar campuran proses tersebut tidak bermasalah karena udara dan bahan bakar sudah dicampurkan sebelum masuk ke dalam ruang pembakaran. Sedangkan pada proses diesel udara dimasukkan tersendiri kemudian bahan bakar dikabutkan sebelum toraknya mencapai titik mati atas (TMA).

Pembakaran berlangsung dalam waktu singkat karena suhu tinggi akhir kompresi. Maka dari itu bahan bakar harus dipecah dalam bentuk sehalus mungkin dan bila udaranya bergerak secara turbulensi, pembakaran akan berlangsung cepat. Perlu perhatian yang cermat terhadap proses yang terjadi didalam silinder motor kapal.

a.) Pembakaran Normal

Pembakaran normal akan berlangsung jika bahan bakar tidak mengandung bahan-bahan yang tak dapat terbakar sehingga pembakaran akan sempurna sehingga hasil pembakaran berupa gas pembakaran saja.

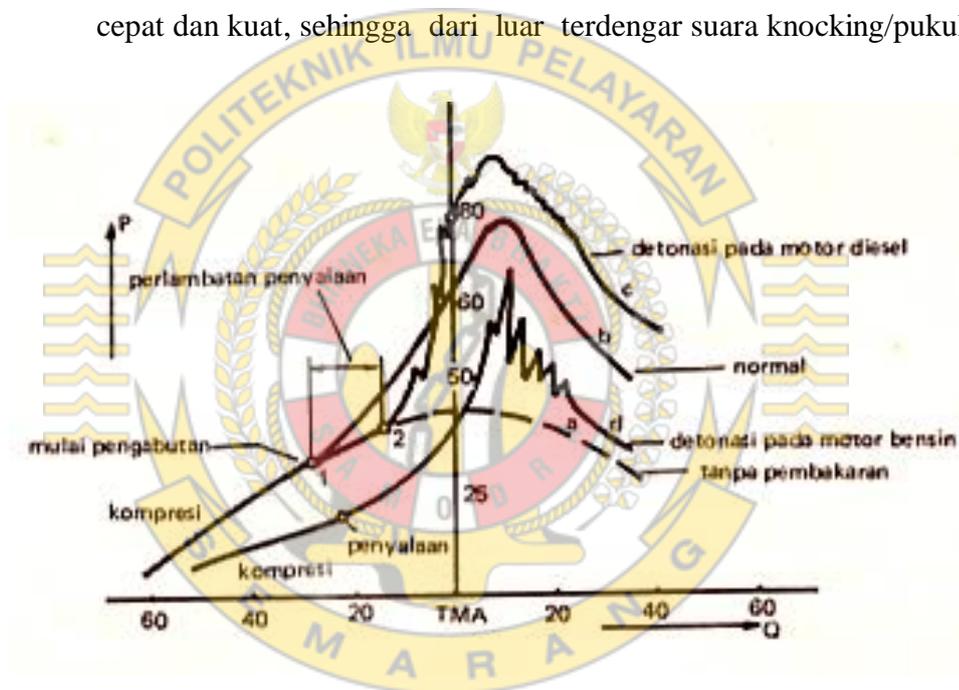
Panas yang keluar dari pembakaran di dalam silinder motor akan memanaskan gas pembakaran sedemikian tinggi, sehingga gas-gas itu memperoleh tekanan yang lebih tinggi pula. Tetapi bilamana bahan bakar tidak terbakar dengan sempurna, sebagian dari bahan bakar itu akan tersisa, maka akan terjadi selain gas-gas pembakaran juga sisa-sisa pembakaran, yang lama kelamaan akan menjadi liat bahkan dapat juga menjadi keras.



Gambar.2.3 Diagram tekanan silinder derajat engkol Prosen Normal

b.) Pembakaran Susulan (*Detonasi*)

Pada waktu motor mendapat muatan yang berat, sedang pada silinder-silinder atau pada pengisap torak terdapat lapisan jelaga yang tebal, dan kadang-kadang terdapat suhu yang tinggi, maka pada pembakaran terjadi peletusan di beberapa tempat sehingga pembakaran berjalan sangat cepat, dan di dalam silinder terjadi kenaikan tekanan dengan cepat dan kuat, sehingga dari luar terdengar suara knocking/pukulan.



Gambar 2.4 Grafik terjadi detonasi pada motor bakar bensin dan motor diesel

Ada beberapa hal yang mempengaruhi terjadinya detonasi pada motor diesel ialah :

- 1) Suhu di dalam silinder
- 2) Tekanan di dalam silinder
- 3) Lamanya pembakaran
- 4) Adanya kerusakan pada *nozzle* ataupun *injector*

5) Pencampuran bahan-bahan bakar di dalam silinder dipengaruhi oleh faktor:

- a.) Kualitas bahan bakar,
- b.) Perbandingan udara dan bahan bakar,
- c.) Bentuk ruang bakar (*turbulen*), lain-lain umpamanya kelambatan pembentukan gas, derajat naik turunnya suhu, katalisator, dan dinding silinder.

Detonasi ini dapat terjadi pada semua jenis motor dan sifatnya merugikan karena:

- a.) Mengurangi rendemen motor, sebab banyaknya panas yang hilang pada dinding silinder dan terbang ke udara luar.
- b.) Mengakibatkan retak pada torak, batang penggerak dan lain-lain.
- c.) Menimbulkan getaran yang besar terhadap motor.

Pembakaran yang tidak sempurna dapat menimbulkan penumpukan endapan carbon deposit atau karbon sisa hasil pembakaran yang terjebak dan melekat pada sisi dalam dari pada silinder head. Ini diakibatkan penyemprotan bahan bakar melalui injektor pada akhir langkah kompresi sebagian bahan bakarnya menetes ke dalam ruang pembakaran tidak berbentuk kabut sehingga tidak ikut terbakar pada saat langkah usaha. Inilah yang dinamakan pembakaran susulan, pembakaran tambahan yang wajar tidak dapat dicegah dan bila gejala tersebut

berjalan lama, maka akan mengakibatkan penurunan rendemen motor dan dalam kondisi yang lebih parah lagi akan mengakibatkan pemanasan lebih dari pada bagian-bagian motor tersebut termasuk silinder head karena penyerapan panas oleh air pendingin tidak maksimal.

Gas yang dihasilkan akibat pembakaran susulan akan berwarna hitam dan ini berarti motor dibebani terlalu tinggi sehingga terjadi pembentukan asap yang tebal. Keadaan seperti ini akan menimbulkan bahaya besar terhadap pemanasan lanjut pada bagian mesin tersebut. Seperti pada bagian dalam silinder head akan mengalami perubahan struktur materialnya sehingga bagian dalam silinder head mudah mengalami korosi serta endapan carbon deposits menempel pada bagiannya. Hal-hal inilah yang dapat menyebabkan retaknya silinder head pada motor induk.

c.) Karakteristik Udara

Udara adalah zat pembakaran atau oksigen, yang sangat dibutuhkan dalam proses pembakaran. Oleh karena itu hanya minyak diesel saja yang dimasukkan dalam silinder. Di dalam udara tidak hanya terdiri dari zat pembakar saja, tetapi juga terdapat bermacam-macam gas lain. Berikut ini dituliskan susunan dan prosentase gas-gas yang terkandung dalam udara, antara lain;

- 1.) Zat lemas (Nitrogen) $\pm 79\%$.
- 2.) Zat pembakar (Oksigen) $\pm 21\%$.
- 3.) Berbagai macam gas lain $\pm 1\%$.

Pada kenyataannya udara itu di dalamnya juga terdapat partikel-partikel kecil misalnya debu yang akan membentuk kotoran. Sehingga kalau udara itu dipakai begitu saja maka akan menimbulkan sesuatu yang tidak diinginkan. Untuk itu setiap motor dilengkapi filter udara.

Proses pembakaran dapat dipercepat dengan jalan memusarkan udara yang masuk ke dalam silinder, yaitu dengan suhu 40° - 50° C dan tekanan $0,3$ - $0,5 \text{ kg/cm}^2$, mempercepat dan memperbaiki proses pencampuran bahan bakar dan udara, tetapi jika pusaran udara begitu besar maka kemungkinan terjadi kesukaran menyetart mesin dalam keadaan dingin. Hal itu disebabkan karena proses pemindahan panas dari udara ke dinding silinder, yang masih dalam keadaan dingin, menjadi lebih besar sehingga udara tersebut menjadi dingin juga. Sebaliknya, jika mesin sudah panas temperatur udara sebelum langkah kompresi menjadi lebih tinggi, sehingga dengan pusaran udara dapat diperoleh kenaikan tekanan efektif rata-ratanya. Oleh sebab itu mesin akan bekerja lebih efisien pula.

Hal lain yang berpengaruh langsung jika butir-butir bahan bakar yang terjadi karena penyemprotan itu terlalu besar atau bila beberapa butir terkumpul menjadi satu, maka akan terjadi dekomposisi.

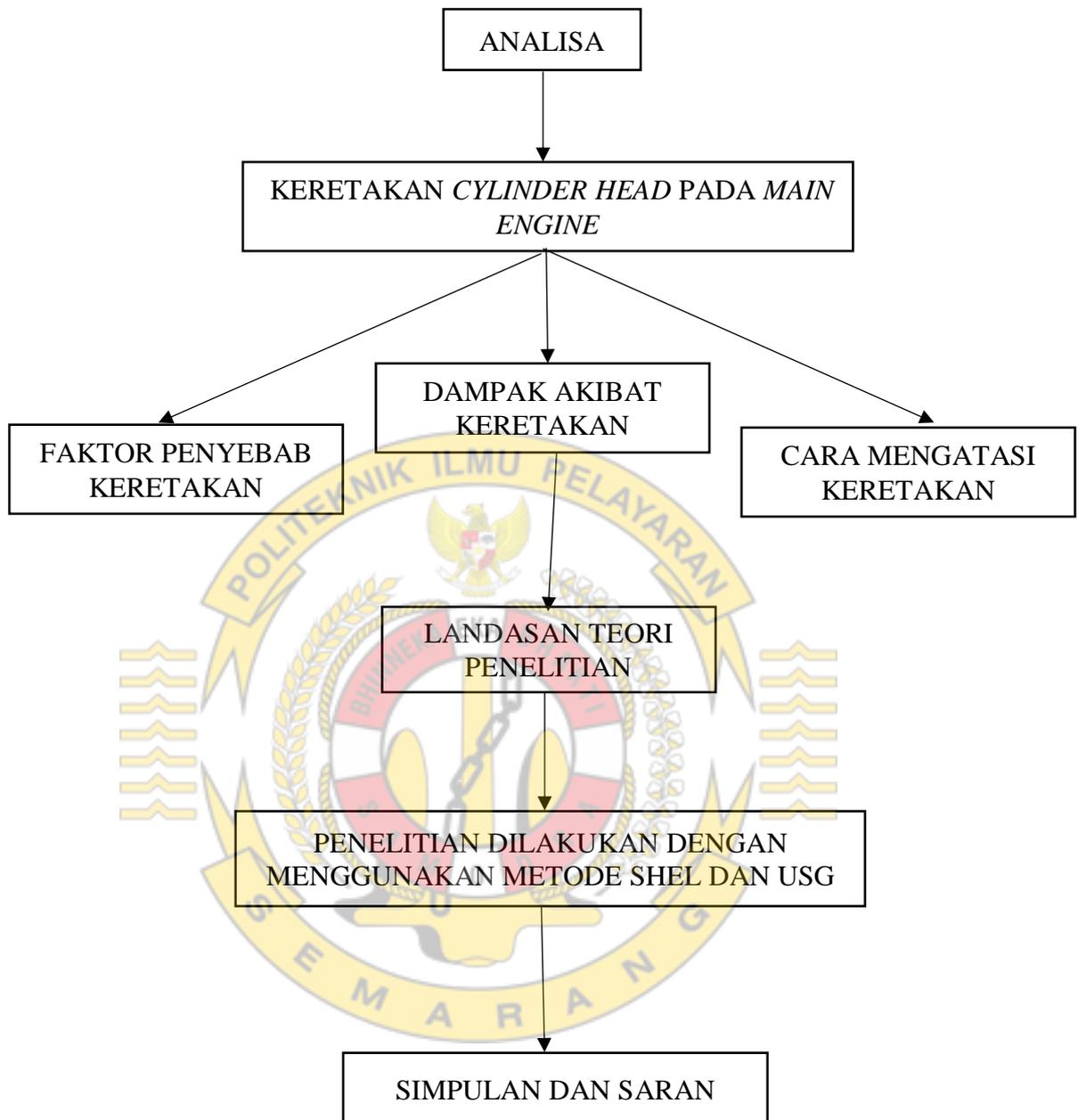
Dengan demikian akan menyebabkan terbentuknya karbon-karbon padat (angus). Hal tersebut disebabkan karena pemanasan udara yang bertemperatur tinggi, tetapi penguapan dan pencampuran dengan udara yang ada di dalam silinder tidak dapat berlangsung sempurna. Terutama pada saat dimana terlalu banyak bahan bakar yang disemprotkan, yaitu pada waktu daya mesin akan diperbesar, misalnya untuk akselerasi, maka terjadinya angus itu tidak dapat dihindarkan. Jika angus yang terjadi itu terlalu banyak, gas buang yang keluar dari mesin akan berwarna hitam dan mengotori udara. Lambat laun akan mempengaruhi kondisi yang membatasi daya motor diesel.

B. Kerangka Pemikiran

Salah satu alasan utama diciptakan dan dipasangnya instalasi *Cylinder head* ini adalah untuk dipasangkan pada blok silinder dan diikat menggunakan baut. *Cylinder head* harus tahan terhadap temperature dan tekanan yang tinggi selama terjadi proses pembakaran.

Perawatan pada *cylinder head* sangat penting dilakukan guna menunjang fungsi *cylinder head* agar dapat bekerja sebagaimana mestinya. Mengingat pentingnya peranan *cylinder head* maka harus dalam kondisi yang optimal, baik dalam segi material dan performa *cylinder head*. Untuk itu perawatan harus dilakukan sesuai dengan petunjuk instruksi dari manual book mesin induk.

Jika perawatan *Cylinder head* tidak dilakukan sesuai instruksi dari buku manual dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan, maka akan menyebabkan keretakan terhadap *Cylinder Head* atau komponen lainnya.



Gambar 2.5 Kerangka Pikir Penelitian

BAB V

PENUTUP

A. KESIMPULAN

Setelah dilakukan penelitian di lapangan dan menganalisis permasalahan pada bab sebelumnya yang di akibatkan oleh terjadinya keretakan cylinder head mesin induk di MT. Alexandria maka peneliti mengambil kesimpulan yang berkaitan dengan masalah akan di analisa dalam penelitian sebagai berikut :

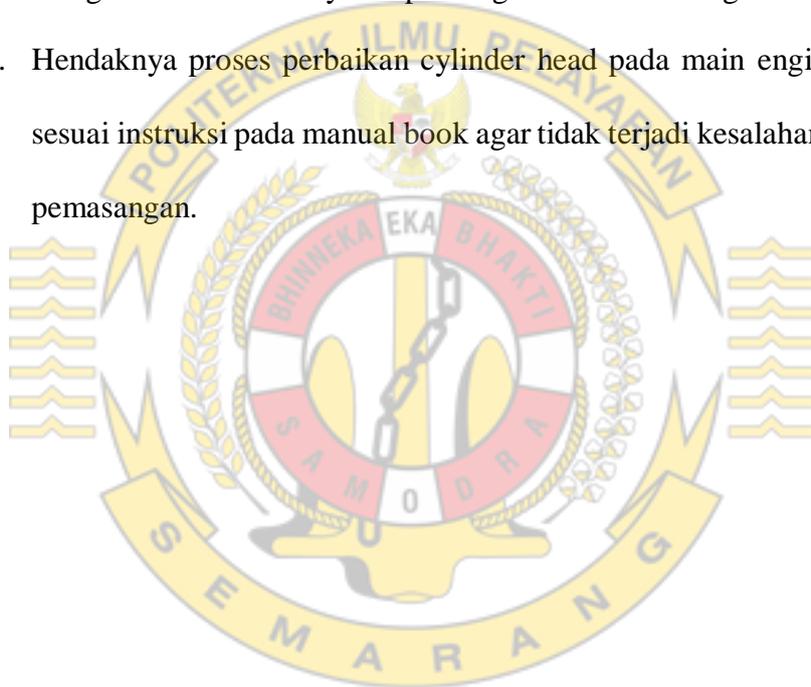
1. Keretakan *cylinder head* pada *main engine* disebabkan oleh kelelahan bahan, kurangnya pendinginan, kurang berjalanya PMS (*plan maintenance system*) dan terjadinya pembakaran susulan *detonasi*.
2. Keretakan *cylinder head* pada *main engine* berdampak pada kebocoran air pendingin di dalam ruang bakar dan tenaga mesin berkurang.
3. Pencegahan keretakan *cylinder head* pada mesin induk dilakukan dengan mengganti *cylinder head* sesuai dengan jam kerja dan menjalankan PMS (*plan maintenance system*) mesin induk

B. SARAN

Karena keterbatasan penulis dalam melakukan penelitian maka, penulis menyadari dan memberikan saran yang mungkin dapat membantu orang lain dalam menemukan kekurangan atau keterbatasan dari hasil penelitian. Berikut adalah faktor dari keterbatasan dan kekurangan dari penelitian yang dilakukan oleh peniliti yaitu karena kurangnya pengalaman dari penulis, penelitian menggunakan salah satu metode gabungan *usg* dan *shell*.

Agar penelitian bisa lebih sempurna maka, penulis menyarankan hal-hal sebagai berikut:

1. Sebaiknya dalam melaksanakan perawatan cylinder head pada main engine masinis mengacu pada PMS plan maintenance system agar perawatan dapat optimal.
2. Sebaiknya masinis lebih memperhatikan kondisi cylinder head agar tidak mengakibatkan bocornya air pendingin ke dalam ruang bakar
3. Hendaknya proses perbaikan cylinder head pada main engine dilakukan sesuai instruksi pada manual book agar tidak terjadi kesalahan pada proses pemasangan.

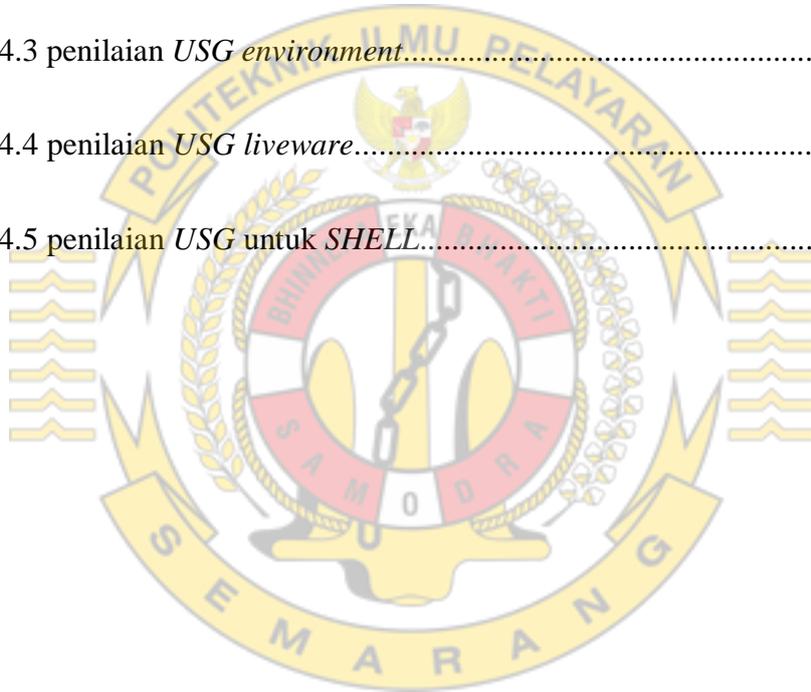


DAFTAR PUSTAKA

- Handoyo Jusak Johan, 2014, *Mesin Penggerak Utama Motor Diesel*, Deepublish, Yogyakarta.
- Handari Nawawi, 2015, *Metode Penulisan Bidang Sosial*, Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Hariwijaya, Moh dan Triton P.B, 2007, *Teknik Penulisan Skripsi dan Tesis*, Yogyakarta: Oryza.
- Instruction manual*, 1989, *Mitsubishi 6 UEC 60 LS Diesel Engine*, Japan.
- Instruction manual book*, 2011 Hyundai Man B&W 6S42MC7 Diesel Engine Operation, Maintenance and Data, China.
- Karyanto, 2000, *Panduan Reparasi Mesin Diesel*, Jakarta: Pedoman Ilmu Jaya
- Karl W. Stinson, 1981, *Diesel Engineering Handbook*, Ohio State University: By Diesel Publication, Inc.
- P. Van Maanen, 1981, *Motor Diesel jilid 1*, Jakarta: Edmar.
- Rayner Joel, 1998, *Basic Engineering Thermodynamics*, Sweden.
- Sukoco, M.pd. dan Zainal Arifin, M.T, 2013, *Teknologi Motor Diesel*, Bandung: Alfabeta.
- Sugiono, 2009, *Metode penelitian kuantitatif dan kualitatif dan R&D*, Bandung: Alfabeta.
- Suharsimi, Arikunto, 2002, *Prosedur Penelitian*, Jakarta: Rineka Cipta.
- Tim Penyusun PIP Semarang, 2009, *Buku Pedoman Penulisan Skripsi*, Semarang, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.

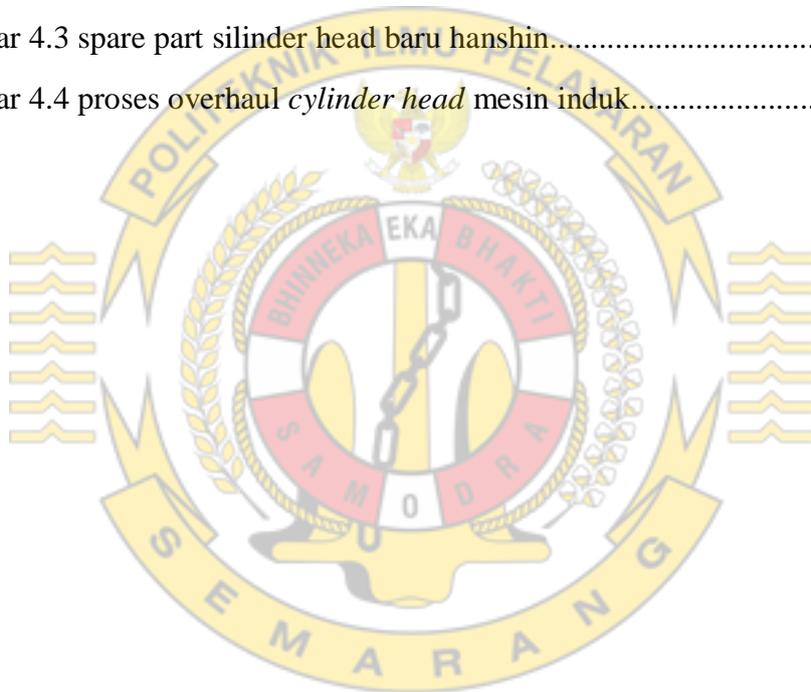
DAFTAR TABEL

Tabel 3.9 <i>ship particular</i> MT. Alexandria	42
Tabel 4.0 <i>crew list</i> MT. Alexandria.....	43
Tabel 4.1 penilaian <i>USG software</i>	52
Tabel 4.2 penilaian <i>USG hardware</i>	53
Tabel 4.3 penilaian <i>USG environment</i>	54
Tabel 4.4 penilaian <i>USG liveware</i>	55
Tabel 4.5 penilaian <i>USG</i> untuk <i>SHELL</i>	56



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 diagram pendinginan terbuka.....	13
Gambar 2.2 diagram pendinginan tertutup.....	15
Gambar 2.3 diagram tekanan silinder derajat engkol prosen normal.....	18
Gambar 2.4 kerangka pikir.....	25
Gambar 4.1 MT. Alexandria.....	41
Gambar 4.2 mesin induk disel 4 tak hanshin.....	45
Gambar 4.3 spare part silinder head baru hanshin.....	62
Gambar 4.4 proses overhaul <i>cylinder head</i> mesin induk.....	68



DAFAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Alun Prabowo
NIT : 50134984.T
Tempat & tanggal lahir : Kendal, 19 November 1993
Alamat : Ds. Korowelanganyar rt 03/04 gebang II kec.
Cepiring-kab. Kendal
Agama : Islam
Kebangsaan : Indonesia
Nama orang tua
Ayah : Sugono
Ibu : Rohmi
Alamat : Ds. Korowelanganyar rt 03/04 gebang II kec.
Cepiring-kab. Kendal

Riwayat Pendidikan

2000-2006 : SDN 1 Korowelang Anyar
2006-2009 : SMPN 1 Cepiring
2009-2012 : SMAN 1 Kendal
2013-2019 : Politeknik Ilmu Pelayaran
Semarang

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil wawancara dengan masinis dan KKM

Lampiran 2. *Ship particular*

Lampiran 3. Kondisi *cylinder head* mesin induk retak

Lampiran 4. Spare *cylinder head* mesin induk baru

Lampiran 5. MT. Alexandria

Lampiran 6. *Crew list*



Lampiran 1

A. Identitas Responden

1. Nama Responden : Adrian Patolla
2. Jabatan : Kepala Kamar Mesin

B. Waktu

Hari, tanggal : 10 July 2017

Faktor dominan apa saja menyebabkan keretakan pada *cylinder head* di MT. Alexandria ?

Material bahan *cylinder head* yang kurang sesuai mengakibatkan masa pakai yang pendek, karena *cylinder head* memiliki ketahanan dan kekuatan yang rendah kurang baik terhadap hasil pembakaran?

Bagaimana cara mengatasi keretakan pada *cylinder head* di MT. Alexandria ?

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan peneliti dengan KKM, sesuai faktornya ada beberapa hal yang perlu dilakukan untuk mengatasi agar tidak terjadi lagi kerusakan.

Kelelahan bahan adalah suatu batasan akan tegangan logam yang diijinkan. Angka-angka kelelahan suatu material suatu logam tidak sama, hal ini disebabkan oleh pabrik pembuatnya serta disesuaikan menurut kebutuhan dan kegunaan masing-masing selain umur pemakaian yang telah

lama,tegangannya yang diterima oleh material tersebut secara terus-menerus serta temperatur yang berubah-ubah dapat menurunkan kekuatan bahan sehingga dapat terjadi keretakan. Sewaktu baja dipanaskan pada suhu diatas 500⁰ C maka akan terjadi pembebasan sebagian kecil tegangan yang berada didalam baja, hal itu menyebabkan berkurangnya sedikit kekerasan dan kekuatan baja.

A. Identitas Responden

3. Nama Responden : Yunus Bello

4. Jabatan : Masinis 1

B. Waktu

Hari, tanggal : 12 July 2017

Faktor dominan apa saja yang menyebabkan keretakan pada *cylinder head* di MT. Alexandria ?

Berdasarkan hasil wawancara dengan Masinis I, tentang faktor yang menjadi penyebab terjadinya keretakan *cylinder head* mesin induk di MT. Alexandria.

Upaya yang harus dilakukan :

upaya yang harus dilakukan Masinis 1 adalah menjalankan dengan baik dan benar PMS (*plan maintenance system*) agar gangguan-gangguan pompa dapat deteksi dan dilakukan perbaikan serta perawatan secepat mungkin agar tidak menyebabkan kerusakan pada *cylinder head* mesin induk. Sedangkan untuk *cylinder head* dengan bahan berkualitas baik.

A. Identitas Responden

5. Nama Responden : Atto Salipadang

6. Jabatan : Masinis 2 dan 3

B. Waktu

Hari, tanggal : 14 July 2017

Faktor dominan apa yang menyebabkan keretakan pada *cylinder head* di MT. Alexandria ?

Berdasarkan hasil wawancara dengan Masinis II dan masinis III, terjadi keretakan disebabkan Deformasi yaitu perubahan ukuran atau bentuk karena pengaruh beban yang dikenakan padanya dan mempunyai kecepatan regangan yang tinggi maka bahan umumnya akan mengalami keretakan akibat bahan dikenai beban tiba-tiba. Deformasi ini dapat terjadi secara elastis dan secara plastis. Deformasi elastis, yaitu suatu perubahan yang segera hilang kembali apabila beban ditiadakan. Deformasi plastis, yaitu suatu perubahan bentuk yang tetap ada meskipun beban yang menyebabkan deformasi ditiadakan.

Upaya yang harus dilakukan:

Untuk menghindarinya, maka pemberian suhu atau temperature pendingin yang tepat akan dapat membantu mengurangi timbulnya kelelahan bahan.

A. Identitas Responden

7. Nama Responden : Nur Wakhid
8. Jabatan : Superintendent

B. Waktu

Hari, tanggal : 14 July 2017

Faktor dominan apa yang menyebabkan keretakan pada *cylinder head* di MT. Alexandria ?

Berdasarkan hasil wawancara dengan *superintendent* Sifat mekanis suatu logam adalah kemampuan atau kekakuan logam untuk menahan beban yang diberikan, baik statis dan dinamis pada suhu biasa, suhu tinggi maupun suhu dibawah 0⁰ C. Beban statis adalah beban yang tetap baik besar maupun arahnya pada setiap saat, sedangkan beban dinamis adalah beban yang besar dan arahnya berubah menurut waktu. Bahan yang dibebani secara dinamis akan leleh dan retak, meskipun dibebani dibawah kekuata statis, kelelahan adalah gejala patah dari bahan disebabkan oleh beban yang berubah-ubah. Kekuatan kelelahan suatu logam adalah tegangan bolak-balik tertentu yang dapat ditahan oleh logam itu sampai banyak balikan tertentu. Sementara itu batas kelelahan adalah tegangan bolak-balik tertinggi yang dapat ditahan oleh logam itu sampai banyak balikan tak terhingga.

Lampiran 2



Lampiran 3



Lampiran 4



Lampiran 5



Lampiran 6

