

**ANALISA PENYEBAB KERUSAKAN *PISTON CROWN*
MESIN INDUK DI KM. ORIENTAL RUBY**



SKRIPSI

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

**Disusun Oleh :
DANU KUNCORO
NIT. 52155735T**

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

2019

HALAMAN PERSETUJUAN

ANALISA PENYEBAB KERUSAKAN *PISTON CROWN* MESIN INDUK DI KM. ORIENTAL RUBY

Disusun Oleh:

DANU KUNCORO
NIT. 52155735 T

Telah disetujui dan diterima, selanjutnya dapat diujikan di depan
Dewan Penguji Politeknik Ilmu Pelayaran
Semarang,2019

Dosen Pembimbing I
Materi

Dosen Pembimbing II
Metodelogi dan Penulisan

AGUS HENDRO WASKITO, M.M., M.Mar.E.
Pembina Utama Muda (IV/c)
NIP. 19651116 198203 1 001

SRI PURWANTINI, S.E., S.Pd., M.M.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19661217 198703 2 002

Mengetahui,
Ketua Progam Studi Teknika

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

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS PENYEBAB KERUSAKAN PISTON CROWN MESIN INDUK
DI KM. ORIENTAL RUBY**

DISUSUN OLEH:

DANU KUNCORO
NIT. 52155735 T

Telah Diujikan Dan Disahkan Oleh Dewan Penguji
Serta Dinyatakan Lulus Dengan Nilai
Pada Tanggal.....

Penguji I

I. RAHYONO S.Pt., M.M., M.Mar.E.
Pembina Utama Muda (IV/c)
NIP. 19590401 198211 1000

Penguji II

AGUS HENDRO WASKITO, M.M.
Pembina Utama Muda (IV/c)
NIP. 19551116 198203 1 001

Penguji III

CAPT. DWLAN LORO, M.M., M.Mar.
Penata (III/c)
NIP. 19740614 199808 1 001

Dikukuhkan Oleh:

DIREKTUR POLITEKNIK ILMU PELAYARAN SEMARANG,

Dr. Capt. MAHSUDI ROFIK M.Sc., M.Mar.

Pembina Tingkat I (IV/b)
NIP. 19670605 199808 1 001

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Danu Kuncoro

NIT : 52155735 T

Jurusan : Teknika

Menyatakan bahwa skripsi yang saya buat dengan judul "**Analisis penyebab kerusakan piston crown mesin induk di KM. Oriental Ruby**" Adalah benar hasil karya saya, bukan jiplakan / plagiat skripsi dari orang lain dan saya bertanggung jawab kepada judul maupun isi dari skripsi ini. Bila mana terbukti merupakan jiplakan dari orang lain, maka saya bersedia untuk membuat skripsi dengan judul baru dan atau menerima sanksi lain.

Semarang, 2019

Yang menyatakan,

METERA
TEMPEL

149DAAHF011649498

6000
ENAM RIBURUPIAH

Danu Kuncoro
NIT. 52155735 T

MOTTO

Keberhasilan yang sejati dimulai dengan doa dan dicapai dengan perjuangan dan jangan berhenti berlari sebelum menggapai semua angan dan cita-citamu.



HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan mengucap rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat dan berkat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan tepat waktu, dan dengan segenap kerendahan hati karya ini kupersembahkan untuk:

1. Kedua orang tuasaya, ibunda Kunaryati dan ayahanda Sugiman terimakasih atas kasih sayang, doa dan dukungan yang terus mengalir hingga saat ini.
2. Keluarga besar Suratin, Mbah Kakung Suratin, Mbah Putri, terimakasih atas kasih sayang, doa dan dukungan yang terus mengalir hingga saat ini.
3. Seluruh *crew* KM. Oriental Ruby terima kasih atas dukungannya selama saya melakukan praktek layar.
4. Seluruh taruna taruni angkatan 52 serta seluruh senior dan junior, terimakasih atas dukungan dan kerjasama selama ini.
5. Keluarga besar Kasta Kedu, terima kasih atas kerjasama dan dukungannya selama ini.
6. Pihak-pihak lain yang tak dapat saya sebutkan satu persatu yang turut membantu saya.
7. Seluruh pembaca budiman yang menyisahkan waktunya untuk membaca skripsi ini.

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT beserta Rasul-Nya Nabi Muhammad SAW untuk kebesaran yang dimiliki, limpahan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**Analisis kerusakan *piston crown* mesin induk di KM. Oriental Ruby**”.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi kewajiban sebagai Taruna Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang Diploma IV Program Studi Teknika sebagian persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Pelayaran.

Penulis menyadari bahwa dalam skripsi ini masih jauh dari sempurna. Berdasarkan hal tersebut maka dengan segala kerendahan hati, penulis bersedia menerima kritik dan saran yang sifatnya membangun dari pembaca demi penyempurnaan.

Dengan adanya motivasi dan bimbingan dari pihak-pihak yang bersangkutan sehingga penulis dapat menyusun karya tulis ini, maka pada kesempatan yang baik ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Capt. Mahsudi Rofik, M.Sc, M. Mar selaku direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
2. Bapak H. Amad Narto, M.Mar.E, M.Pd selaku Ketua Program Studi Teknika Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang
3. Bapak Agus Hendro Waskito., M.M., M.Mar.E dosen pembimbing materi skripsi dengan sabar dan tanggung jawab telah memberi dukungan, bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan skripsi ini.

4. Ibu Sri Purwantini, S.E., S.Pd., M.M selaku dosen pembimbing penulisan skripsi yang telah memberikan dukungan, bimbingan serta pengarahan dalam penyusunan skripsi ini.
5. Yth. Para dosen di PIP Semarang pada umumnya dan para dosen bidang Teknik pada khususnya yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan yang sangat bermanfaat dalam membantu proses penyusunan skripsi ini.
6. Kedua orang tua, ibunda Kunaryati dan ayahanda Sugiman serta seluruh keluarga besarku yang sangat aku sayangi dan aku banggakan, terima kasih atas kasih sayang yang tak terbatas serta doa dan dukungannya.
7. Kepada Taruna-Taruni angkatan LII.
8. Yth. Para jajaran staff dan direksi PT. Salam Pasific Indonesia Lines dan seluruh *crew* KM. Oriental Ruby, terima kasih atas bantuan saat penulis melaksanakan praktik laut. Akhirnya pada semua pihak yang telah membantu dan memberi dorongan hingga terselesainya skripsi ini, sekali lagi penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya.

Semarang,

2019

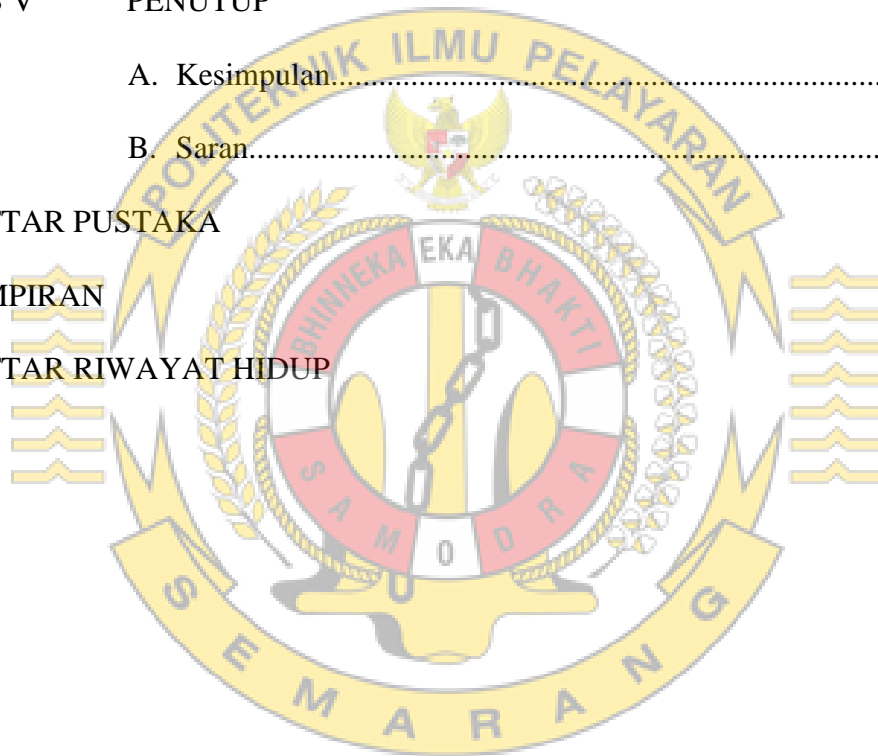
Penulis

DANU KUNCORO
NIT. 52155735 T

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN MOTTO.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
ABSTRAKSI.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Manfaat Penelitian.....	4
E. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	
A. Tinjauan Pustaka.....	7
B. Kerangka Pikir Penelitian.....	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
A. Metode Penelitian.....	32

	B. Metode Pengumpulan Data.....	35
	C. Teknik Analisis Data.....	37
BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN MASALAH	
	A. Gambaran Umum Objek Yang Diteliti.....	47
	B. Identifikasi Masalah.....	52
	C. Pembahasan.....	56
BAB V	PENUTUP	
	A. Kesimpulan.....	75
	B. Saran.....	76
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		



DAFTAR TABEL

1. Tabel 3.1 Istilah Metode *Fault Tree Analysis*.....44
2. Tabel 4.1 Daftar mesin diesel MAN B&W 7L60M.....50
3. Tabel 4.2 Faktor Permasalahan *Fishbone*.....59
4. Tabel 4.3 Kualitas bahan bakar yang buruk.....66
5. Tabel 4.4 Pendinginan piston tidak optimal.....69
6. Tabel 4.5 Kurangnya pengetahuan *crew* kapal.....74



DAFTAR GAMBAR

1. Gambar 2.1 <i>Piston</i>	14
2. Gambar 2.2 <i>Piston crown</i>	15
3. Gambar 2.3 <i>Ring piston</i>	16
4. Gambar 2.4 <i>Piston skirt</i>	17
5. Gambar 2.5 Pembakaran.....	18
6. Gambar 2.6 Langkah hisap.....	19
7. Gambar 2.7 Langkah kompresi.....	20
8. Gambar 2.8 Langkah usaha.....	21
9. Gambar 2.9 Langkah buang.....	22
10. Gambar 2.10 Kerangka pikir.....	28
11. Gambar 3.1 <i>Fisbone</i> diagram.....	40
12. Gambar 3.2 Bagian <i>fishbone</i> kapala ikan.....	40
13. Gambar 3.3 Bagan <i>Fault Tree Analysis</i>	45
14. Gambar 4.1 KM. Oriental Ruby tampak depan.....	48
15. Gambar 4.2 KM. Oriental Ruby tampak belakang.....	49
16. Gambar 4.3 Mesin induk KM. Oriental Ruby.....	52
17. Gambar 4.4 Pembongkaran <i>piston</i>	55
18. Gambar 4.5 Keretakan <i>piston crown</i>	56
19. Gambar 4.6 <i>Fishbone</i> diagram.....	58
20. Gambar 4.7 Analisis penyebab kerusakan <i>piston crown</i>	62
21. Gambar 4.6 Analisis kualitas bahan bakar yang buruk.....	63
22. Gambar 4.7 Analisis pendinginan <i>piston</i> tidak optimal.....	67
23. Gambar 4.8 Analisis kurangnya pengetahuan <i>crew</i> kapal.....	70

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Gambar perbaikan *piston crown* dan gambar *piston crown*

Lampiran 2 Prinsip kerja *piston crown* 4 tak dan pengukuran pada *piston crown*

Lampiran 3 Gambar pengambilan daya indikator

Lampiran 4 Gambar diagram indikator normal dan tidak normal

Lampiran 5 Contoh pengambilan diagram

Lampiran 6 Contoh pengambilan diagram

Lampiran 7 *Clearance piston ring grooves* dan *gap*

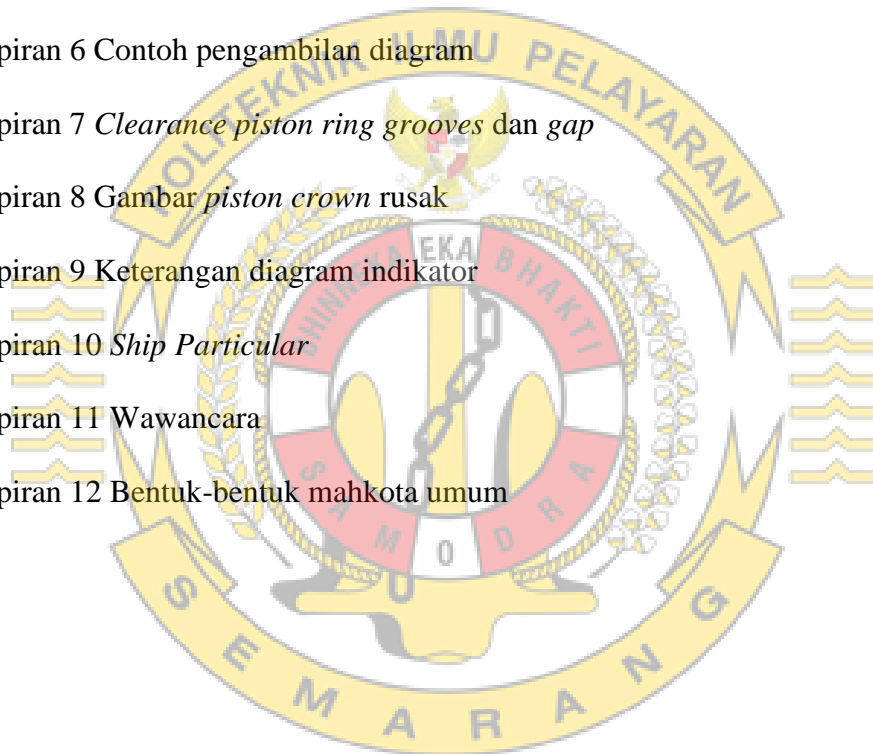
Lampiran 8 Gambar *piston crown* rusak

Lampiran 9 Keterangan diagram indikator

Lampiran 10 *Ship Particular*

Lampiran 11 Wawancara

Lampiran 12 Bentuk-bentuk mahkota umum



ABSTRAKSI

Danu Kuncoro, NIT. 52155735.T, 2019 “*Analisis penyebab kerusakan piston crown mesin induk di KM. Oriental Ruby*”, Program Diploma IV, Teknika, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Pembimbing I: Agus Hendro Waskito, M.M dan Pembimbing II: Sri Purwantini, S.E., S.Pd, M.M..

Kapal adalah merupakan alat transportasi angkutan laut yang sangat penting dalam perkembangan perekonomian suatu negara kepulauan. Kapal merupakan transportasi yang sangat efisien. Dunia maritim saat ini, perusahaan pelayaran saling bersaing untuk memberikan pelayanan jasa angkutan laut yang terbaik sehingga perusahaan pelayaran sangat mengutamakan pelayaran yang baik dan memuaskan. Baik dalam hal ketepatan waktu, keamanan dan keselamatan dalam pelayanan kepada konsumen.

Dasar tujuan dari perawatan bagian mesin induk di kapal adalah untuk membantu kelancaran suatu sistem kerja mesin induk, sehingga terjadi keselarasan dan kelancaran didalam suatu operasional sebuah kapal. Salah satu bagian mesin induk disini adalah *piston crown*. Metode yang digunakan adalah metode *Fault Tree Analysis* dan metode *Fishbone* untuk menganalisa masalah. Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah faktor yang mengakibatkan kerusakan *piston crown*, dampak yang ditimbulkan *piston crown*, upaya yang dilakukan untuk mengatasi kerusakan *piston crown* mesin induk.

Dari hasil penelitian ini disimpulkan bahwa penyebab kerusakan *piston crown* pada mesin induk adalah adanya keretakan di bagian *piston crown*. Dampak yang ditimbulkan dari factor kerusakan *piston crown* yaitu terjadinya kebocoran kompresi mesin induk. Upaya yang dilakukan adalah melakukan pemeriksaan dan perbaikan pada *piston crown* dan melakukan standart perawatan dan perbaikan sesuai dengan manual book sehingga mesin induk dapat kembali bekerja dengan optimal.

Kata Kunci : Analisis, Kerusakan, *Piston Crown*, KM. Oriental Ruby.

ABSTRACT

Danu Kuncoro, NIT. 52155735.T, 2019 "*Analysis of the causes of damage to the piston crown of the main engine in the MV. Oriental Ruby*", Diploma IV Program, Teknika, Merchant Marine Polytechnic of Semarang, Advisor I: Agus Hendro Waskito, M.M and Advisor II: Sri Purwantini, S.E., S.Pd, M.M..

Ships are a means of sea transportation which is very important in the development of an island nation's economy. Ships are a very efficient transportation. Today's maritime world, shipping companies compete with each other to provide the best sea transportation services so that shipping companies prioritize good and satisfying shipping. Both in terms of timeliness, security and safety in service to consumers.

The basic purpose of maintaining the main engine parts on the ship is to help smooth a master engine working system, so that harmony and smoothness occur in the operation of a ship. One of the main engine parts here is the piston crown. The method used is the Fault Tree Analysis and Fishbone method. Methods for analyzing problems. The formulation of the problem from this study is the factor that resulted in piston crown damage, the impact caused by piston crown damage, efforts made to overcome the damage to the piston crown of the main engine.

From the results of this study it was concluded that the cause of piston crown damage on the main engine engine was the crack in the piston crown. The impact of the piston crown damage factor is the occurrence of main engine compression leakage. Efforts are made to do a check and repair on the crwon piston and carry out standard maintenance and repairs in accordance with the manual book so that the main engine can return to work optimally.

Keywords: Analysis, Damage, Crown Piston, Master Machine, MV. Oriental Ruby.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Kapal adalah merupakan alat transportasi angkutan laut yang sangat penting dalam perkembangan perekonomian suatu negara kepulauan. Kapal merupakan transportasi yang sangat efisien. Dunia maritim saat ini, perusahaan pelayaran saling bersaing untuk memberikan pelayanan jasa angkutan laut yang terbaik sehingga perusahaan pelayaran sangat mengutamakan pelayaran yang baik dan memuaskan. Baik dalam hal ketepatan waktu, keamanan dan keselamatan dalam pelayanan kepada konsumen.

Kebutuhan yang semakin meningkat pada bidang transportasi laut dalam pengangkutan barang dan pelayanan jasa angkutan laut tidak cukup hanya menyediakan kapal yang banyak, tetapi kapal harus selalu dalam keadaan baik dan siap untuk beroperasi. Kelancaran pengoperasian kapal sangat ditunjang oleh kondisi mesin induk yang prima dan pesawat bantu yang lain.

Mesin induk merupakan mesin penggerak utama kapal harus mendapat perhatian dan perawatan secara berkala agar mesin dapat bekerja dengan baik selama pelayaran kondisi apapun. Perawatan mesin bertujuan untuk mempertahankan atau mengembalikan suatu kondisi yang dapat diterima dan berfungsi seperti sediakala atau paling tidak mendekati. Kerja mesin dapat berjalan dengan lancar dan paling tidak mencapai umur

ekonomisnya, menghindari kemacetan serta kerusakan sekecil mungkin dan kapal dapat tetap beroperasi secara efektif, efisien, produktif, dan tepat waktu sesuai dengan yang telah direncanakan.

Setelah 4 bulan penulis praktek diatas kapal, tepatnya tanggal 18 November 2018, saat kapal akan berangkat dari Medan (Indonesia) menuju Jakarta (Indonesia) kecepatan pada mesin induk menurun. Kecepatan normal kapal bisa mencapai 10-11 *knot*, sedangkan pada saat itu kecepatan kapal 9 *knot*. Pada waktu kejadian tersebut tidak ada ombak, tidak ada alur (gelombang), permukaan air laut kaca, sehingga dapat dikatakan keadaan cuaca sangat baik. setelah diperiksa tekanan kompresi silinder nomer 4 mesin induk di KM. Oriental Ruby menurun dari (12bar) tekanan normal menjadi (8bar).

Hal ini menyebabkan performa mesin induk di KM. Oriental Ruby kurang maksimal. Terdapat suara yang tidak biasa pada silinder nomer 4 mesin induk tersebut. Hal ini mengakibatkan gas buang mesin induk mengeluarkan asap putih. Setelah dibongkar terjadi keretakan pada *piston crown* silinder nomer 4. Hal tersebut juga mengganggu dalam pengoperasian kapal dikarenakan *sparepart piston crown* tidak ada di atas kapal, maka perbaikan dilakukan saat kapal berlabuh di Jakarta dan menunggu kiriman *sparepart* dari dinas luar.

Dari kejadian retaknya *piston crown* yang dialami penulis di atas kapal pada saat praktek laut, maka penulis menganalisis masalah tersebut dalam skripsi dengan judul:

”Analisis penyebab kerusakan *piston crown* mesin induk di KM.Oriental Ruby”.

B. Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan diatas maka, rumusan masalah adalah sebagai berikut:

1. Faktor-faktor apa saja yang menyebabkan kerusakan *piston crown* mesin induk di KM.Oriental Ruby?
2. Dampak apa saja yang diakibatkan dari kerusakan *piston crown* mesin induk di KM. Oriental Ruby?
3. Upaya apa saja yang dilakukan untuk mengatasi kerusakan *piston crown* mesin induk di KM. Oriental Ruby?

C. Tujuan penelitian

Tujuan yang ingin dicapai oleh peneliti adalah:

1. Untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang menyebabkan kerusakan pada *piston crown* mesin induk di KM. Oriental Ruby.
2. Untuk mengetahui dampak apa saja yang diakibatkan karena kurang maksimalnya kinerja pada *piston crown* mesin induk di KM. Oriental Ruby.
3. Untuk mengetahui upaya yang dilakukan untuk mengatasi kerusakan pada *piston crown* mesin induk di KM. Oriental Ruby.

D. Manfaat penelitian

1. Manfaat teoritis

- a. Penelitian ini bermanfaat untuk mengembangkan ilmu pengetahuan khususnya tentang *piston crown* .
- b. Penulisan ini dapat menjadi perhatian agar pemahaman terhadap *piston crown* semakin baik dan dapat dijadikan bekal ilmu pengetahuan tambahan tentang permesinan di atas kapal

2. Manfaat praktis

- a. Bagi para masinis diharapkan hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai acuan mengenai pengecekan dan perbaikan *piston crown*.
- b. Bagi para taruna/taruni pelayaran jurusan teknik, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai materi belajar tentang *piston crown*.
- c. Bagi perusahaan pelayaran hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai dasar untuk menentukan standar prosedur perawatan tentang *piston crown*.

E. Sistematika penulisan

Skripsi ini terdiri dari lima bab yang saling berkaitan satu sama lain. Sistematika disusun untuk memudahkan dalam mengikuti seluruh uraian pembahasan dalam skripsi ini yang terdiri dari:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini terdiri dari latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika

penulisan. Latar belakang berisi tentang alasan pemilihan judul dan pentingnya judul skripsi. Perumusan masalah adalah uraian tentang masalah yang diteliti, dapat berupa pernyataan dan pertanyaan. Tujuan penelitian berisi tujuan spesifik yang ingin dicapai melalui kegiatan penelitian. Manfaat penelitian berisi uraian tentang manfaat yang diperoleh dari hasil penelitian bagi pihak-pihak yang berkepentingan. Sistematika penulisan berisi susunan tata hubungan bagian skripsi yang satu bab dengan bab yang lain dalam satu runtutan alur pemikiran.

BAB II LANDASAN TEORI

Pada bab ini terdiri dari tinjauan pustaka, kerangka pikir penelitian dan definisi operasional. Tinjauan pustaka berisi teori-teori atau pemikiran-pemikiran serta definisi operasional. Kerangka pikir penelitian merupakan pemaparan penelitian kerangka berfikir atau tahapan pemikiran secara kronologis dalam menjawab atau menyelesaikan pokok permasalahan penelitian.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini terdiri dari waktu dan tempat penelitian, metode pengumpulan data dan teknik analisis data. Waktu dan tempat penelitian menerangkan lokasi dan waktu dimana dan

kanan penelitian dilakukan. Metode pengumpulan data merupakan cara yang dipergunakan untuk mengumpulkan data yang dibutuhkan. Teknik analisis data berisi mengenai alat dan cara analisis data yang digunakan dan pemilihan alat dan cara analisis harus konsisten dengan tujuan penelitian.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini terdiri dari gambaran umum obyek penelitian dan alur identifikasi dalam menemukan penyebab dasar timbulnya permasalahan, analisis hasil penelitian dan pembahasan masalah. Gambaran umum obyek penelitian adalah gambaran umum mengenai suatu obyek yang diteliti. Analisis hasil penelitian merupakan bagian inti dari skripsi.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini terdiri dari simpulan dan saran. Simpulan adalah hasil pemikiran deduktif dari hasil penelitian tersebut. Pemaparan kesimpulan dilakukan secara kronologis, jelas dan singkat, bukan merupakan pengulangan dari bagian pembahasan sebelumnya. Saran merupakan sumbangan pemikiran peneliti sebagai alternatif terhadap upaya pemecahan. Dalam bab ini, penulis juga akan menyumbangkan saran yang mungkin dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang terkait sesuai dengan fungsi penelitian.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

1. Pengertian mesin induk.

Sistem permesinan dalam perkapalan adalah sebagai unit mesin yang menghasilkan suatu tenaga penggerak baik sebagai mesin induk ataupun mesin bantu lainnya, maka dalam perkapalan ada beberapa persyaratan yang wajib diketahui oleh para teknisi yang bergerak dalam bidang perkapalan. Berdasarkan ketentuan yang terdapat dalam IEC (*International Engineering Corporation*) publikasi terbitan nomor 92 tahun 1962 bahwa suatu mesin kapal antara lain harus memenuhi syarat-syarat umum sebagai berikut : motor harus tetap berfungsi (tidak mati) pada kedudukan posisi miring yang terus menerus pada sudut 15° dan tidak terus menerus (oleng) pada sudut $22,5^\circ$ (yang dimaksud di sini adalah miring atau oleng arah ke kiri atau ke kanan); motor harus tetap berfungsi pada arah kapal oleng membujur (trim) untuk sudut 10° bagi kapal yang mempunyai panjang $L < 150$ m dan 5° bagi kapal yang mempunyai panjang $L > 150$ m. Jadi suatu mesin kapal pada umumnya dipakai untuk sistem permesinan yang ada di pabrik-pabrik yang terdapat di daratan, sedangkan mesin-mesin yang ada di pabrik-pabrik yang terletak di daratan (mesin-mesin stationair) umumnya belum tentu bisa dipakai sebagai mesin-mesin di kapal.

a. Bagian-bagian penting mengenai mesin induk di kapal beberapa diantaranya :

1). *Piston*

Menghasilkan gaya yang dihasilkan gas ke batang engkol.

2). *Cylinder Liner*

Merupakan tempat piston melakukan kerja, tempat masuknya udara untuk menempatkan dan terjadinya pembakaran.

3). *Push Rod*

Batang yang menggerakkan *roker arm*.

4). *Roker Arm*

Perlengkapan yang membuka tutup *exhaust valve*.

5). *Exhaust Valve*

Katup untuk membuang gas sisa pembakaran dari dalam silinder.

6). *Camshaft*

Shaft (poros) yang mengatur derajat penyemprotan bahan bakar menggerakkan *push rod* serta *distributor*.

7). *Injector*

Penyemprotan bahan bakar yang mengatur pengkabutan bahan bakar kedalam ruang silinder.

8). *Connecting rod* dan *Crank shaft*

Merupakan penghantar turun naik *piston* menjadi gerakan putar pada engkol.

9). *Air starting valve* dan *Distributor*

Merupakan perlengkapan untuk memasukan udara star kedalam silinder dan mengatur derajat pemasukan udara kedalam masing-masing silinder.

10). *Cylinder Cover*

Sebagai penutup silinder tempat dipasangnya *exhaust valve*, *starting valve*, dan *injector*.

11). *Fly Wheel* (roda penerus)

Roda pada ujung poros yang memberikan pada poros engkol untuk membawa Torak melalui langkah kompresi.

12). *Governor*

Suatu alat mekanisme yang digunakan untuk mengatur pemompaan bahan bakar pada *Fuel Rack*.

13). *Turning Gear*

Alat untuk memutar motor induk yang digerakan oleh motor induk

2. Pengertian *piston crown*

Menurut Jhon Grean (1979) *piston* yang menghadapi katup dan harus menangani pembakaran campuran bahan bakar udara, disebut *piston crown*. *Piston crown* harus memiliki kekuatan mekanik menahan kekuatan pembakaran, dan harus dibuat dari bahan-bahan yang akan menahan panas pembakaran. Semua ini harus datang dalam sebuah paket yang memiliki keterbatasan ekspansi termal, toleransi dalam mesin lebih ketat dan kinerja dimaksimalkan. Material *piston crown* umumnya terbuat dari bahan yang ringan dan tahan tekanan, bahan aluminium yang sudah dicampur bahan tertentu (*aluminium alloy*). Desain ketebalan kepala *piston* harus memiliki

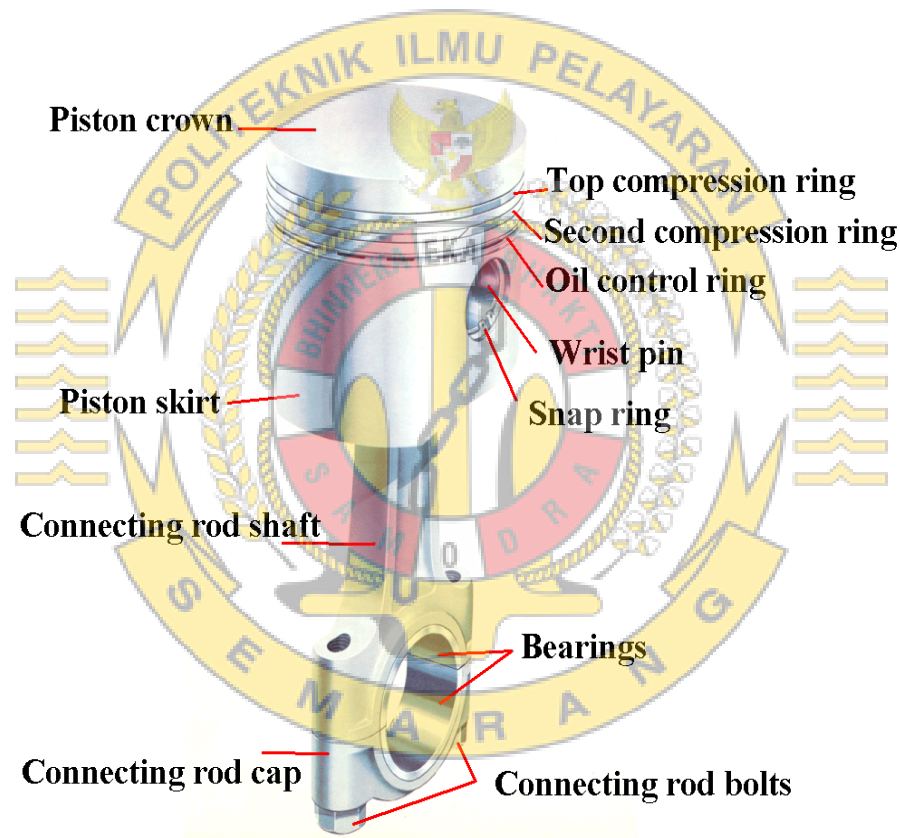
kekuatan yang ditimbulkan tekanan ledakan di dalam silinder mesin, diharapkan penghamburan panas pembakaran menyebar keseluruhan ke dinding silinder secepat mungkin, dibuat *flat* pada mahkota *piston* supaya beban terdistribusi seragam pada intensitas maksimum tekanan gas. Penghitungan ketebalan kepala *piston* didasarkan pada besarnya tegangan yang berkaitan dengan tekanan fluida. Desain kepala *piston (crown)* yang optimal memang sangat diperlukan untuk menghasilkan geometri ruang bakar yang sempurna, yang mana efeknya nanti dapat berpengaruh pada performa mesin itu sendiri. Desain kepala *piston* yang paling optimal adalah berbentuk *toroidal* dengan tipe *shallow bowl* karena geometri ruang bakar yang dihasilkan dapat meningkatkan konsumsi bahan bakar spesifiknya hingga mencapai 35% dan mampu mereduksi gas polutan yang dihasilkan seperti jelaga, NO, CO, HC, dikarenakan geometri ruang bakar yang dihasilkan oleh desain kepala *piston* berbentuk *toroidal* dapat memberikan kesempatan injeksi bahan bakar untuk teratomisasi dan terbakar secara sempurna. *Piston* yang terbuat dari bahan paduan aluminium dapat dibuat dengan metode cetak tekan (*squeeze casting*) dan pola hilang (*investment casting*). Pembuatan *piston* dengan metode *squeeze casting* mampu menghasilkan produk tanpa porositas tetapi *piston* yang dihasilkan masih perlu mendapatkan proses permesinan lanjut untuk membentuk kepala *piston* dan mengurangi

kelebihan dimensi sehingga akan menaikkan biaya produksi. Pembuatan *piston* dengan metode *investment casting* mampu menghasilkan produk *piston* tanpa memerlukan proses permesinan lebih lanjut. Masalah porositas juga sering ditemui pada *investment casting*. Masalah ini sangat merugikan karena porositas dapat menurunkan kekuatan material yang mana porositas tersebut akan menjadi sumber tegangan yang mengakibatkan awal terjadinya retakan. Beberapa pengontrolan porositas pada produk hasil *investment casting* khususnya dengan metode *ceramic shell* dapat dilakukan dengan mengkaji ulang tentang parameter komposisi *ceramic shell*. Komposisi *ceramic shell* yang tepat akan dapat meningkatkan ketahanan dinding *ceramic shell* terhadap reaksi logam cair. Gas H_2 , O_2 , CO_2 , dan CO yang dihasilkan akibat reaksi kimia antara logam cair dengan dinding *ceramic shell* dapat direduksi. Dampak yang diakibatkan pada produk cor yang memiliki persentase porositas yang rendah. Penelitian ini perlu dilakukan untuk membuat produk *toroidal piston* dengan *investment casting* yang menggunakan metode *ceramic shell* untuk menghasilkan produk cor dengan kualitas yang baik dan tinggi, serta harga kekasaran permukaan dan persentase porositas yang rendah. *Piston* mahkota bentuk atas adalah *piston* mahkota yang membentuk salah satu bagian dari batas ruang

pembakaran. Rasio kompresi, hidup udara rasio harus diberikan karena pertimbangan dalam jenis tertentu. *Piston* mahkota adalah mesin untuk saluran disediakan dan rongga menguntungkan penerimaan dan pengalihan *jet* api mengeluarkan dari ruang pembakaran, dalam mesin injeksi langsung, mahkota *piston* mungkin cembung Bagian kerucut dengan pusat *depresi*, *hearly* yang datar, cekung (bagian bulat) dll. *4-stroke*, mungkin perlu untuk mengatur keluarnya di permukaan mahkota, untuk membersihkan kepala inlet dan katup periode tumpang tindih di bagian atas stroke siaga. Bahan dan ketebalan *piston* mahkota mengingat pemuatan *piston* mahkota dan stres yang disebabkan oleh suhu gradien tekanan. Penyediaan mengetuk lubang untuk mengangkat, mengingat efeknya melemahnya. Materi dan ketebalan dinding sisi *piston*, yang menampung piston tekanan cincin, dan mengirimkan cincin tekanan, dan mengirimkan beban tekanan *gudgeon pin* (batang *engine*) atau *flens* bawah *piston* tubuh (kepala-silang *engine*) pin *gudgeon* desain *gudgeon pin* untuk kekuatan dan bantalan tekanan, bos *gudgeon pin* (trunk) dan pelat penutup jika diperlukan. Proporsi dan *clearance piston* dinding dan rok akomodasi pengikis cincin di mulut *piston* untuk mengontrol konsumsi minyak pelumas. Penyampaian pendingin dari *piston* pendinginan ruang, yang bertindak sebagai heat sink untuk sabuk mahkota dan cincin *piston*. Torak (*piston*) adalah

suatu komponen penting pada mesin penggerak utama sebagai pengompresi yang menghasilkan gaya gas yang selanjutnya mengakibatkan kerja dari motor, dimana pada saat torak bergerak dari TMA menuju TMB katup isap terbuka akhirnya udara masuk ke dalam silinder, kemudian torak dalam posisi bergerak dari TMB ke TMA, katup isap dan katup buang tertutup rapat dan udara dalam silinder dimampatkan sehingga tekanan udara dan suhunya meningkat. Sebelum torak mencapai TMA bahan bakar disemprotkan kedalam silinder bercampur dengan udara bertekanan dan bersuhu tinggi sehingga terjadi pembakaran/ledakan yang selanjutnya memutar poros engkol. Dari proses tersebut terjadi perubahan energi dari energi thermal menjadi energi mekanik. Torak mendapat beban baik secara termis maupun mekanis. Pada torak harus dapat disalurkan gaya yang besar. Pada pembebanan besar tersebut lebih dari 10 Mpa (100 bar), torak harus kedap terhadap tekanan gas dalam silinder, kedap tersebut terselenggara dengan adanya pegas torak dan cincin hantar. Pegas torak juga tidak dalam keadaan panas. Tidak hanya akibat koefisien hantar panas yang tinggi, tetapi juga akibat masa yang jauh berkurang, maka material ringan sangat cocok sekali untuk pembuatan torak asal beban termis tidak terlalu besar. Material ringan yang banyak digunakan dahulu adalah campuran alumunium – tembaga, sedangkan dewasa ini dipergunakan campuran alumunium –

silikon, karena memiliki koefisien muai yang lebih kecil. Bahan lain yang digunakan dapat merusak daripada koefisien tersebut. Campuran aluminium – tembaga yang dulu sempat digunakan juga membuat panas dan pemuaian yang tinggi. Maka dari itu untuk sekarang lebih memilih campuran aluminium – silikon, dengan koefisien muai yang lebih kecil.



Gambar 2.1. *Piston*

1. Susunan torak (*piston*)

- a. Torak terdiri atas tiga bagian, dimana bagian – bagian tersebut adalah :

- 1). Bagian atas torak

Bagian tersebut menampung gaya gas yang disalurkan pada pena torak, bagian atas torak tersebut sangat penting karena disitulah tempat terjadinya pembakaran dari sebuah mesin induk. Material adalah baja tempa atau baja tuang. Bagian atas tersebut juga mengandung hanya bagian atas atau seluruh pegas torak. Bagian ini juga merupakan tempat terjadinya pembakaran dan pusat kerja dari *piston* tersebut.



Gambar 2.2. *Piston crown*

2). Cincin hantar (*piston ring*)

Pada torak juga terdapat cincin torak yang berfungsi untuk menunjang kerja torak didalam silinder. Bagian atas torak tidak diijinkan mengenai dinding silinder karena bagian tersebut sangat terpengaruh oleh perubahan thermis. Selain itu pembentukan bram pada jarak antara pegas torak untuk tujuan tersebut, maka diatas

bagian torak ditempatkan sebuah cincin hantar atau cincin mantel dengan diameter lebih besar yang menumpu pada dinding silinder. Adakalanya dibagian tersebut ditempatkan cincin jalan yang dibuat dari bahan campuran timah hitam - *bronz*. Cincin tersebut menonjol beberapa per sepuluh mm diantara cincin hantar. Pada torak trunk bagian hantar tersebut relatif besar dibandingkan dengan pada torak motor kepala silang. Oleh sebab gaya samping juga lebih besar dan mencegah agar torak tidak mengadakan gerakan sebeb - bebasnya haruslah ada kelonggaran setepat-tepatnya dengan silinder dan dilumasi dengan sebaik-baiknya.



Gambar 2.3. Cincin hantar (*ring piston*)

3). Bagian bawah torak (*piston skirt*)

Piston Skirt adalah bagian bawah suatu piston, dengan pembilasan pintu sewaktu dalam kedudukan TMA torak harus tetap menutup pintu - pintu yang terdapat pada dinding silinder

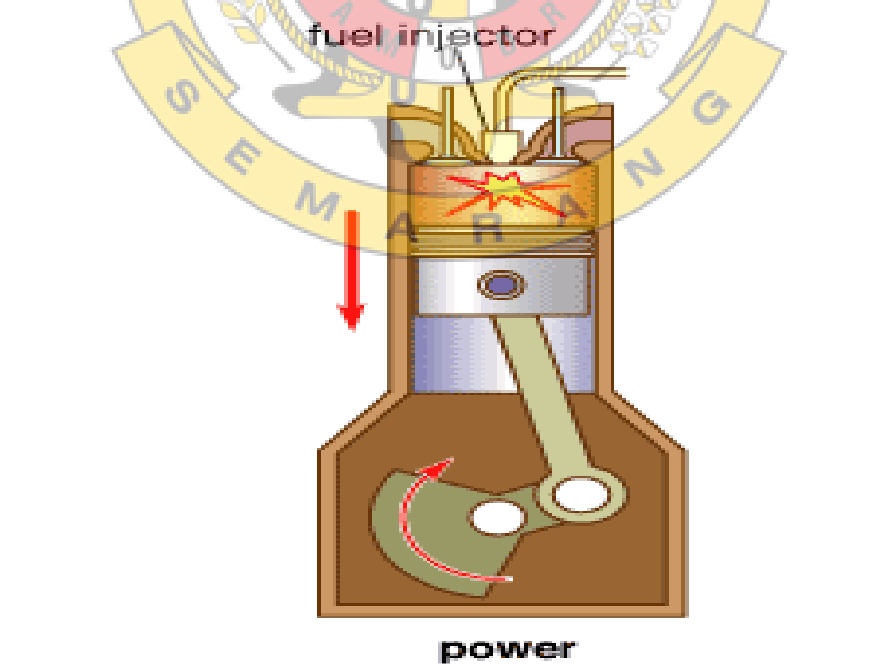
sehingga udara tidak dapat masuk kedalam ruang pembakaran yang akan mengakibatkan ketidaksempurnaan dalam pembakaran, dikarenakan adanya kebocoran tersebut. *Piston skirt* tersusun dari bahan material ringan, campuran aluminium dengan tembaga, sedang pada saat sekarang digunakan campuran aluminium dengan silikon karena memiliki koefisien muai yang lebih kecil. Selain itu untuk memperkecil kebocoran udara melalui celah antara torak dengan dinding silinder, maka torak harus dilengkapi dengan cincin torak. Suatu kebocoran tertentu dari gas melalui ujung – ujung pegas paling atas diperlukan karena dengan demikian selisih tekanan gas diantara keseluruhan pegas, adakalanya hanya pegas terbawah yang dilengkapi dengan sebuah kunci pegas rapat gas.



Gambar 2.4. *Piston skirt*

3. Pembakaran

Sesuai penciptanya Rudolf Diesel (1859), udara yang diperlukan untuk pembakaran di dalam silinder oleh torak, sedangkan bahan bakar dalam bentuk halus disemprotkan kedalam udara panas, akibat kompresi akan bercampur dengan baik pada akhir langkah kompresi. Motor diesel juga disebut motor "kompresi udara" atau motor penyemprotan. Motor diesel adalah suatu motor bakar yang terjadinya pembakaran bahan bakar dalam silinder motornya sendiri atau disebut juga *Internal Combustion Engine*, sedangkan proses terjadinya penyemprotan bahan bakar dalam bentuk kabut dilakukan pada akhir langkah kompresi yaitu bahan bakar segera terbakar karena tekanan udara dan temperatur yang naik pada akhir kompresi, sehingga mampu menyalakan bahan bakar.



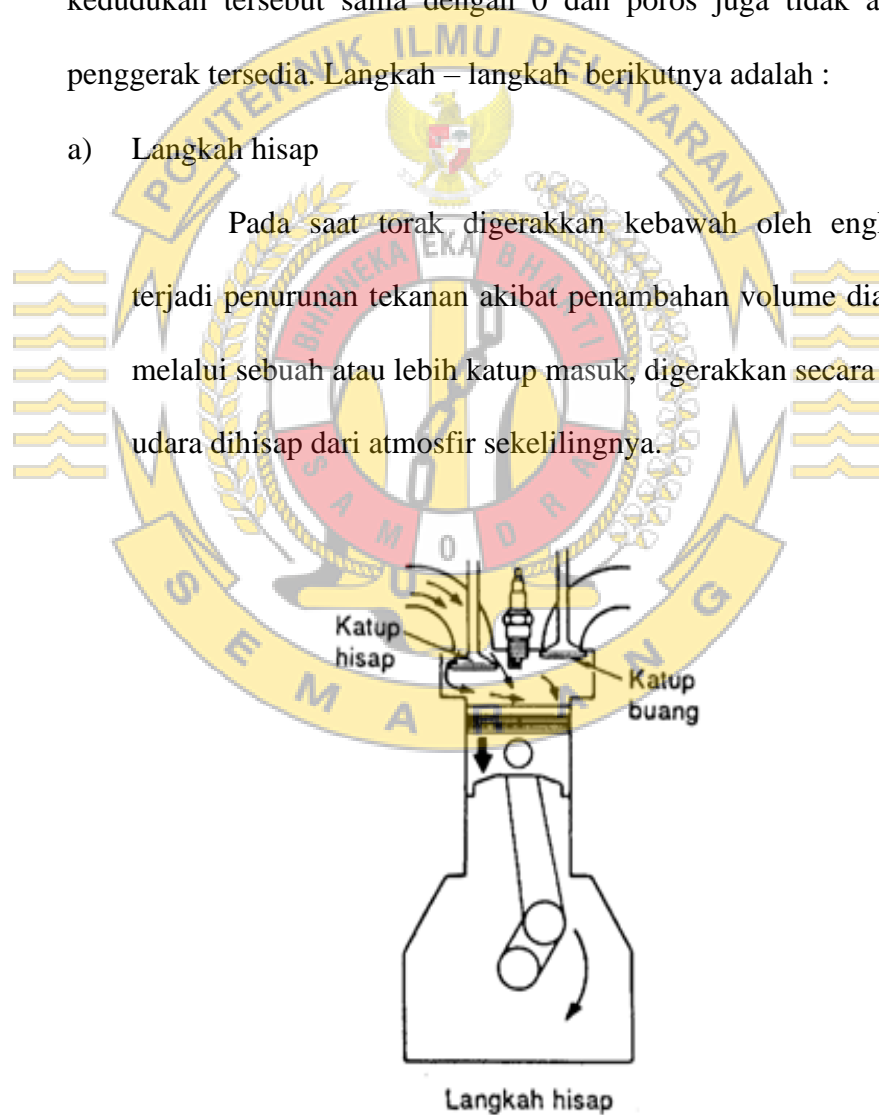
Gambar 2.5. Pembakaran

4. Kerja mahkota torak

Kerja torak dapat dilihat pada waktu pembakaran motor diesel 4 tak. Sebagaimana telah diketahui bahwa proses tersebut dibagi dalam 2 putaran poros engkol dengan 4 langkah torak. Proses akan dibahas sejak torak berada dikedudukan teratas atau Titik Mati Atas (TMA). Kedudukan torak tersebut demikian karena kecepatan torak pada kedudukan tersebut sama dengan 0 dan poros juga tidak ada kopel penggerak tersedia. Langkah – langkah berikutnya adalah :

a) Langkah hisap

Pada saat torak digerakkan kebawah oleh engkol akan terjadi penurunan tekanan akibat penambahan volume diatas torak melalui sebuah atau lebih katup masuk, digerakkan secara mekanis, udara dihisap dari atmosfer sekelilingnya.

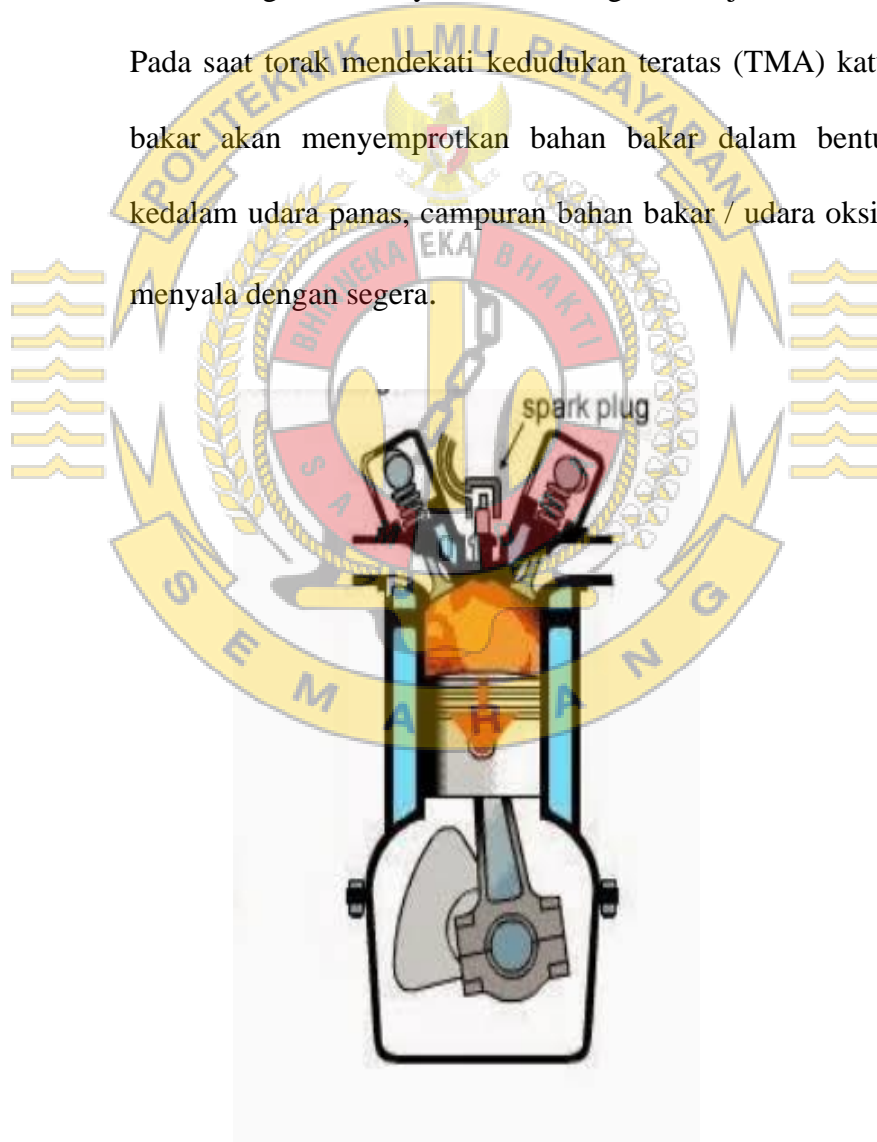


Gambar 2.6. Langkah hisap

b) Langkah kompresi

Pada saat torak sampai di Titik Mati Bawah (TMB) arah gerakan akan membalik. Tidak lama kemudian katup masuk tertutup dan udara dalam silinder akan dikompresir pada langkah lebih lanjut dari torak.

Tekanan udara dalam silinder akan meningkat 35 bar – 40 bar, sedangkan suhunya akan meningkat menjadi 550°C - 600°C. Pada saat torak mendekati kedudukan teratas (TMA) katup bahan bakar akan menyembrotkan bahan bakar dalam bentuk kabut kedalam udara panas, campuran bahan bakar / udara oksigen akan menyala dengan segera.



Gambar 2.7. Langkah kompresi

c) Langkah usaha

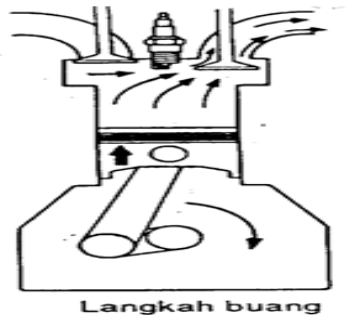
Setelah torak mencapai TMA lagi dan mulai dengan langkah kebawah, tekanan gas dalam silinder masih meningkat hingga 40 bar – 50 bar, sedangkan suhu meningkat 1500°C - 1600°C. Setelah pembakaran berakhir gas pembakaran akan berekspansi dalam silinder sebagai akibat volume yang meningkat diatas torak. Tekanan dan suhu akan menurun dengan cepat menjelang akhir langkah kerja sebuah atau lebih katup buang terbuang dan gas pembakaran mengalir keluar silinder dengan kecepatan tinggi ke saluran gas buang. Pada langkah ekspansi, pada saat katup buang tersebut, suhu tersebut masih berkisar 600°C - 700°C dan tekanan 3 bar – 4 bar.



Gambar 2.8. Langkah usaha

d) Langkah buang

Selama langkah keatas berikut, gas pembakaran yang masih tertinggal dalam silinder didesak keluar silinder melalui katup buang yang terbuka. Tekanan gas lebih besar sedikit dari tekanan atmosfer. Sebelum langkah buang berakhir, katup masuk telah terbuka dan setelah mencapai TMA, proses akan dimulai lagi. Selama keempat langkah tersebut telah terjadi kerja positif dan kerja negatif pada sisi atas dan sisi bawah torak. Oleh karena tekanan (atmosfir) dibawah torak tidak berubah selama proses tersebut, maka resultante kerja dibawah torak sama dengan 0 sehingga kerja tersebut tidak perlu diperhatikan selama langkah masuk oleh udara yang mengalir kedalam silinder akan mengadakan sejumlah kerja kecil pada torak (kerja positif). Selama langkah kompresi torak mengadakan kerja pada udara yang ada didalam silinder (kerja negatif). Maka ada dalam proses pembuangan terdapat klep untuk saluran pembuangan. Adanya klep untuk meneruskan gas pembuangan menuju saluran pembuangan.



Gambar 2.9. Langkah buang

D. Tumbukan *pistom crown*

Menurut Wiranto Aris Munandar dan Koichi Tsuda (1992), gaya samping torak berubah – ubah arah, setiap kali sudut inklinasi batang penghubung berubah tanda, oleh karena itu bidang kontak antara torak dan dinding silinder berubah dari kanan kekiri dan sebaliknya. Sementara torak menumbuk – nembuk dinding silinder, dimana gaya samping itu bekerja. Dalam beberapa keadaan tumbukan atau tamparan tersebut terjadi antara TMA dan TMB. Fenomena tersebut dinamakan tumbukan torak. Tumbukan – tumbukan tersebut dapat mengakibatkan terjadinya erosi karena kavitasi, pada dinding luar silinder dimana terdapat air pendingin, tetapi juga bunyi yang mengganggu pada dinding silinder yang rusak atau apabila kelonggaran torak dan silindernya terlalu besar.

E. Pemeriksaan *piston crown*

Merupakan keadaan normal bila pada sisi pinggiran dari bagian atas dari torak akan terbentuk sejumlah endapan, khususnya berhadapan dengan titik lumas, bila lapisan endapan menjadi terlalu tebal, maka lapisan tersebut akan mengenai dinding silinder yang meninggalkan bekas yang mengkilap pula. Lapisan pelumas dengan demikian dapat rusak akibat lapisan endapan tersebut, sehingga mengakibatkan keausan silinder. Lapisan tersebut pada umumnya terdiri dari bagian – bagian berporos, berwarna banyak dan berbentuk dari penambahan alkalis dalam

minyak pelumas silinder. Penambahan tersebut bertujuan untuk menetralkan produk pembakaran asam yang terjadi pada pembakaran bahan bakar yang mengandung zat belerang dan mengakibatkan keausan yang korosif pada bidang jalan silinder. Bila bahan bakar mengandung zat belerang rendah dan tetap menggunakan bahan bakar alkalis yang kuat, maka zat alkalis dalam minyak tidak dirubah, melainkan akan menjadi endapan lapisan yang keras yang melekat pada bagian dinding yang terpanas pada ruang pembakaran. Pemakaian minyak dengan kadar alkalis kurang kuat (TBN rendah) akan mencegah pengendapan yang berlebihan, apabila dalam pemeriksaan torak yaitu dengan menggunakan sebuah alat untuk mengukur diameternya, apakah diameter dari torak tersebut bertambah atau tidak. Selain itu kita juga harus memeriksa torak dengan cara penggunaan *system dry check*, yaitu suatu cara pengecekan ini dengan cara menyemprotkan zat cair yang memiliki warna.

2. Kemungkinan Penyebab Kerusakan *Piston Crown*

a. *Overload*

Menurut Petrowsky (1976:147) *Overload* adalah keadaan dimana beban yang diterima oleh mesin melebihi batas maksimal. Tingginya tekanan maksimum di dalam ruang bakar, selain tergantung dari perbandingan kompresi juga dipengaruhi oleh tekanan udara pembakaran yang masuk ke dalam ruang bakar. Agar diperoleh tekanan

udara yang masuk ke silinder lebih besar, sistem pemasukan udara pada mesin-mesin diesel yang selalu dilengkapi dengan *turbocharger*.

b. *Overheating*

Menurut (Calder, Nigel 1992) *overheating* merupakan kondisi dimana mesin mencapai temperatur yang cukup tinggi sehingga menyebabkan masalah misalnya saja mesin mati secara tiba-tiba. Pada kondisi *overheating* dapat mengakibatkan kerusakan. kondisi ini dapat mengakibatkan berkurangnya *Time Between Overhaul* (TBO) atau dapat mengurangi *life time* dari motor diesel.

c. *Overspeed*

Overspeed yaitu keadaan dimana putaran mesin mengalami peningkatan lebih dari yang seharusnya. Menurut Dewi Masita (2014) keadaan *overspeed* ini mengakibatkan mesin tak terkendali dan bisa meledak sewaktu-waktu. Dalam putaran yang sangat tinggi, jauh melebihi ambang aman desainya, komponen-komponen dalam mesin mengalami tekanan luar biasa hingga rusak (patah atau pecah).

d. Pelumasan

Menurut William H (1992) oli sebagai pelumas akan memberikan lapisan minyak diantara dua bidang permukaan yang bergesekan, lapisan tersebut akan memberikan jarak kepada kedua permukaan sehingga kedua permukaan tersebut tidak saling bersentuhan. Gesekan didefinisikan sebagai perlawanan terhadap gerakan antara dua benda yang bersinggungan satu sama lain. Setiap kali ada dua benda bergerak

terjadi gesekan. Besarnya gesekan tergantung pada komposisi bagian-bagian, kehalusan permukaan besarnya gesekan dan besarnya tekanan yang menggerakkan keduanya.

e. Pendinginan

Sistem pendinginan dalam mesin kendaraan adalah suatu sistem yang berfungsi untuk menjaga supaya temperatur mesin dalam kondisi yang ideal. Mesin pembakaran dalam (maupun luar) melakukan proses pembakaran untuk menghasilkan energi dan dengan mekanisme mesin diubah menjadi tenaga gerak. Mesin bukan instrumen dengan efisiensi sempurna, panas hasil pembakaran tidak semuanya terkonversi menjadi energi, sebagian terbuang melalui saluran pembuangan dan sebagian terserap oleh material disekitar ruang bakar. Mesin dengan efisiensi tinggi memiliki kemampuan untuk konversi panas hasil pembakaran menjadi energi yang diubah menjadi gerakan mekanis. Mesin selalu dikembangkan untuk mencapai efisiensi tertinggi, tetapi juga mempertimbangkan faktor ekonomis, daya tahan, keselamatan serta ramah lingkungan.

Proses pembakaran yang berlangsung terus menerus dalam mesin mengakibatkan mesin dalam kondisi temperatur yang sangat tinggi. Temperatur sangat tinggi akan mengakibatkan desain mesin menjadi tidak ekonomis, sebagian besar mesin juga berada di lingkungan yang tidak terlalu jauh dengan manusia sehingga menurunkan faktor keamanan. Temperatur yang sangat rendah juga tidak terlalu menguntungkan dalam proses kerja mesin. Sistem pendinginan

digunakan agar temperatur mesin terjaga pada batas temperatur kerja yang ideal.

Menurut Rusdiana (2017) sistem pendingin yg biasa di gunakan pada motor dibagi menjadi dua macam, yaitu sistem pendingin udara dan sistem pendingin air.

1). Sistem Pendingin Udara

Pada sistem pendingin udara ini panas yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar dan udara di dalam silinder sebagian dirambatkan keluar melalui sirip-sirip pendingin yang di pasang di luar silinder dan ruang bakar tersebut.

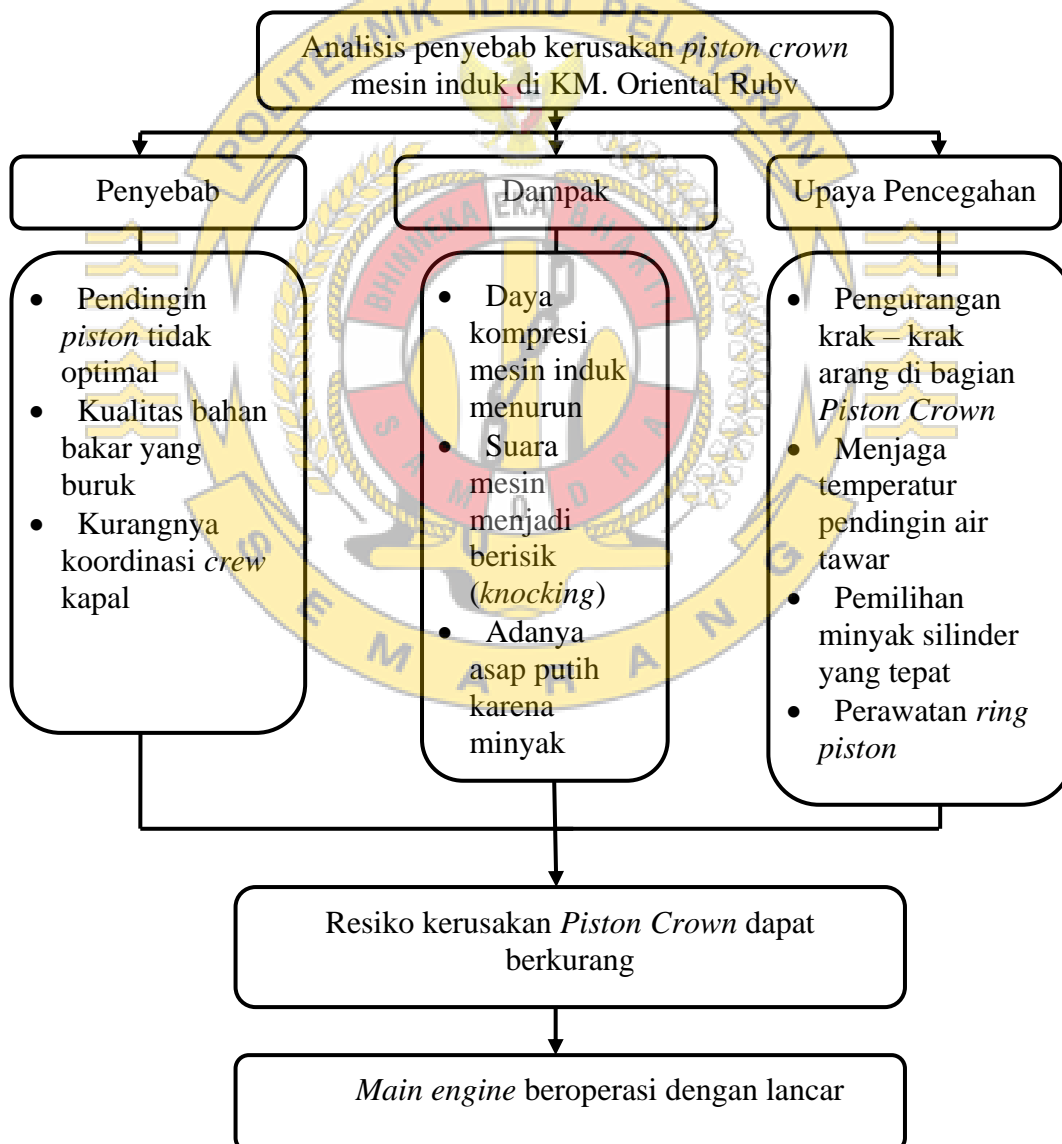
2). Sistem Pendingin Air

Sistem pendingin air ini, panas dari hasil proses pembakaran bahan bakar dan silinder sebagaian diserap oleh air pendingin selalu melalui dinding silinder dan ruang bakar. Oleh karena itu di bagian luar dinding silinder dan ruang bakar di buat mental-mental air (*Water jacket*). Panas yang diserap oleh air pendingin pada *Water jacket* selanjutnya akan menyebabkan naiknya temperatur air pendingin tersebut. Apabila air pendingin tersebut tetap berada pada metal air maka air akan cenderung mendidih dan menguap. Dengan air yang masih dingin sedangkan air yang masih panas harus di alirkan keluar. Hal tersebut dapat di hindari dengan jalan mengganti air tersebut dengan air yang masih dingin sedangkan air yang masih panas harus di alirkan keluar.

f. Prosedur Pengoperasian Mesin

Prosedur pengoperasian mesin pada dasarnya sama untuk setiap jenis mesin. Pada umumnya perbedaannya hanyalah letak atau posisi switch/tombol untuk pengoperasiannya saja. Prosedur pengoperasian mesin tersebut diantaranya bagaimana cara menghidupkan dan mematikan sumber utama listrik.

3. Kerangka Pikir



Gambar 2. 10. Kerangka pikir

Kerangka pikir diatas menggambarkan tentang alur pemikiran pada penelitian ini. Penelitian ini difokuskan pada *piston crown* yang mengalami kerusakan di KM. Oriental Ruby. Analisis masalah dimulai pada penyebab *piston crown* yang mengalami kerusakan. Pendinginan *piston* yang tidak optimal juga menyebabkan *piston* tersebut mengalami kerusakan, pendinginan itu menggunakan sistem pelumasan *cylinder*. Dimana pelumasan tersebut dilakukan pada saat mesin akan di nyalakan dan saat mesin itu sudah berjalan. Oli yang keluar dari pipa-pipa kecil itu akan melumuri dinding *cylinder*. Gesekan *piston* dan *cylinder* pada saat mesin berjalan saat tinggi maka dari itu dengan adanya pelumasan *cylinder* akan memperkecil resiko gesekan. Pemberian oli pada piston dengan cara melepaskan *piston* dan memasukan oli kedalam ruangan yang berbentuk lubang yang berada ditengah *piston rod* tersebut. Agar udara bertekanan tinggi. Dengan adanya oli didalam *piston rod* maka, pendinginan *piston* akan optimal.

Penyebab lain dari rusaknya *piston crown* yaitu *overload* atau kelebihan beban. Keadaan yang diterima mesin melebihi batas maksimal. Tekanan maksimal itu sangat tinggi diruang bakar. Agar mendapatkan tekanan yang optimal maka mesin-mesin diesel dikapal dilengkapi dengan *turbocharger*. Pelumasan yang tidak optimal juga berdampak besar pada *piston*. Adapun pelumasan yang optimal dapat dilakukan dengan cara melumasi dinding-dinding *cylinder liner*. Kegiatan ini dinamakan priming dengan menggunakan pompa aparat

(*cylinder liner oil pump*). Tujuan dari pelumasan ini agar memberikan lapisan minyak diantara dua bidang yang bergesekan yaitu *piston* dan *cylinder liner*. Apabila tidak diberikan pelumasan maka terjadi keausan dan peregangan yang dapat menimbulkan kelolosan pada saat pembakaran. *Overspeed* atau peningkatan kecepatan melebihi batas yang seharusnya dimiliki oleh mesin tersebut. Penyebabnya yaitu gangguan pada saat injeksi bahan bakar. Sistem injeksi dapat terganggu akibat mekanisme yang aus, bahan bakar yang kotor atau tercampur air. Air dalam bahan bakar juga berpotensi menimbulkan karat pada *plunger* dalam sistem injeksi. Karat atau partikel kotoran dalam bahan bakar bisa menghambat kerja *plunger* sehingga jumlah bahan bakar yang diinjeksikan ke ruang bakar menjadi tidak terkendali dan mesin berpotensi *overspeed*.

Dampak dari adanya *piston crown* yang mengalami kerusakan yaitu daya kompresi mesin dapat menurun, hal ini terjadi karena piston tidak lagi rapat pada saat proses pengkompresian. Kerusakan yang ada pada piston menyebabkan kelolosan udara dan dapat menimbulkan daya kompresi menurun. Adapun juga dampak lain seperti suara mesin menjadi berisik (*knocking*). *Knocking* ini terdengar seperti dua benda saling berketukan dengan *interval* tertentu secara terus-menerus atau juga terdengar suara ngelitik. Kondisi ini sering terjadi pada saat mesin *overspeed* atau *overheat*. Lalu dampak selanjutnya adalah adanya asap putih karena minyak pelumas terbakar. Penyebab dari minyak pelumas

terbakar yaitu bocornya minyak lumas dari *piston*. Minyak yang semula berada didalam *piston rod* lalu naik ke dalam *piston* dan karena *piston* mengalami keretakan maka terjadi rembesan yang mengakibatkan minyak lumas masuk keruang bakar lalu ikut terbakar dan menimbulkan asap putih.

Pencegahan ini dapat dilakukan pada saat *overhaul main engine*. Dengan itu *piston crown* dapat dibersihkan dengan cara di *brush* agar krak-krak dapat berkurang apabila terdapat keretakan terlalu parah dapat direkondisi kembali atau diganti dengan yang baru. Salah satu upaya pencegahannya adalah menjaga temperatur pendingin air tawar yang masuk ke *jacket cooling water*. Air tawar dari mesin induk yang temperaturnya masih tinggi didinginkan oleh *high temperatur cooler*, adapun air pendingin yang berada di *high temperatur cooler* didinginkan oleh air tawar yang berasal dari *low temperatur*. Air tawar pada *low temperatur cooler* juga didinginkan oleh air laut. Maka dari itu apabila pada *low temperatur cooler* suhunya tinggi ada kemungkinan banyak kotoran atau kerang-kerang yang menghambat proses pendinginan pada sudu-sudu *low temperatur cooler*. Caranya adalah dengan membersihkan secara berkala *low temperatur cooler*. Upaya yang lain yaitu dengan cara menjaga kekentalan (*viscosity*) dari minyak lumas. Apabila mesin induk masih dalam keadaan terlalu panas (*overheating*) maka nilai *viscosity* minyak lumas menurun. Maka dari itu pelumasan yang dilakukan pada mesin induk menjadi tidak

sempurna. Dengan diketahui penyebab, dampak serta upaya pencegahannya maka resiko kerusakan *piston crown* dapat berkurang dan mesin induk dapat beroperasi dengan lancar kembali.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

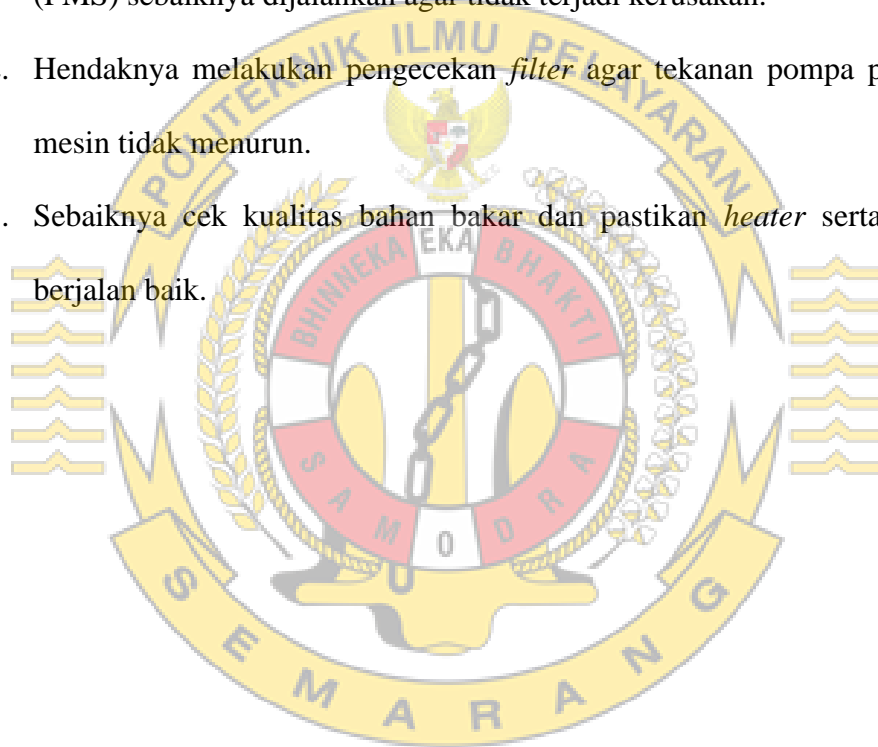
Berdasarkan uraian yang dikemukakan pada bab sebelumnya maka dapat diambil kesimpulan yang berhubungan dengan permasalahan yang dibahas yaitu “analisis penyebab kerusakan *piston crown* di KM. Oriental Ruby”.

1. Faktor yang menyebabkan kerusakan *piston crown* di KM. Oriental Ruby adalah:
 - a. *Plan maintenance system* (PMS) tidak berjalan optimal
 - b. *Filter* pompa pendingin mesin induk yang kotor
 - c. Tingkat kekentalan bahan bakar yang tinggi
2. Dampak yang terjadi akibat kerusakan *piston crown* di KM. Oriental Ruby adalah:
 - a. Kompresi rendah, yang mengakibatkan tenaga mesin induk menurun.
 - b. Kerugian materi akibat dari penggantian *piston crown*.
 - c. Kebocoran kompresi mengakibatkan pemborosan bahan bakar.
3. Upaya yang dilakukan untuk mencegah kerusakan *piston crown* di KM. Oriental Ruby adalah:
 - a. *Plan maintenance system* harus berjalan dengan baik
 - b. *Filter* pompa pendingin mesin induk harus terjaga dengan baik
 - c. Cek kualitas bahan bakar secara teratur.

B. Saran

Dari semua pembahasan tersebut diatas maka penulis mengajukan saran dalam melaksanakan perbaikan dan perawatan terhadap mesin induk untuk menunjang kelancaran pengoperasian kapal agar operasional kapal tidak terganggu dan untuk mencegah terjadinya kerusakan *piston crown*.

1. Hendaknya melakukan perawatan, terutama *plan maintenance system* (PMS) sebaiknya dijalankan agar tidak terjadi kerusakan.
2. Hendaknya melakukan pengecekan *filter* agar tekanan pompa pendingin mesin tidak menurun.
3. Sebaiknya cek kualitas bahan bakar dan pastikan *heater* serta *purifier* berjalan baik.



DAFTAR PUSTAKA

- MAN B&W Engine Manual Book. Model MAN B&W 7L 60MC
- Model dan Bentuk Engine Piston 20 – 003 -1. Tahun 2010
- Haryono.2010. Motor Bakar, PT. Andi Yogyakarta, Yogyakarta
- Steve Chastian.2009. Making Piston For Experimental and Restoration Engine
- Endrodi MM.ATT.I.2009. Motor Diesel Penggerak Utama, Tim BPLP
- Abdurahmat Fathoni, M.Si (2012: 98). Metodologi Penelitian dan Penulisan Kualitatif. Jakarta: PT. Asdi Mahasatya
- Maanen P. Van. 2011. Motor Diesel Kapal Jilid I. PT Triasko. Jakarta
- Munandar Aris Wiranto, Koichi Tsuda. 2012. Motor Diesel Putaran Tinggi. PT. APOL JAKARTA
- Berman, EgaTaqwali, 2013, Teknik Pendingin, Konsorsium Sertifikasi Guru, Jakarta.
- Sugiyono, 2009, Metode Kuantitatif Kualitatif dan R&D, Alfabeta, Bandung.
- Diesel, Rudolf.1859.Teori dan Konstruksi Mesin Heat-Rational Mesin Uap dan Mesin Pembakaran, Jerman.
- Petrowsky, (1976:147). Elemen-Elemen Pembakaran Penerus Gaya, Russia.
- Calder, Nigel. 1992. Marine Diesel Engines. Amerika Serikat.
- Masita, Dewi. 2014. Inti Daya Engineering. Situbondo.
- Catur, S. A. dan Djunaidi kegiatan pelumasan, Crowse H. William. 1980
automatic mechanic, Fakultas Teknik Mesin, Universitas Tridianti
Palembang.Sumatera Selatan.

Yayang, Rusdiana, 1015021057 (2017) Perancangan kondensasi atau pendinginan. Jakarta.

Wiratna. (2014:5). Metodologi Penelitian. Surabaya.

S. Eko Putro Widoyoko, Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian, Cetakan Pertama, Pustaka Pelajar, Yogyakarta, 2012, hlm. 46-47.

Mukhtar (2013). Macam Metode Dokumentasi, Bandung.

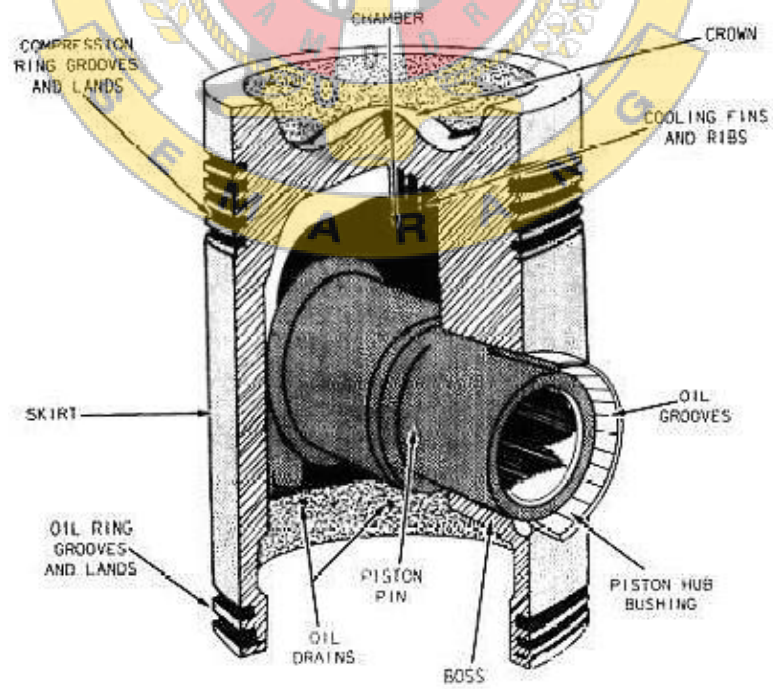
Pande & Hollp, 2004. Teknik Brainstorming, Scavarda.



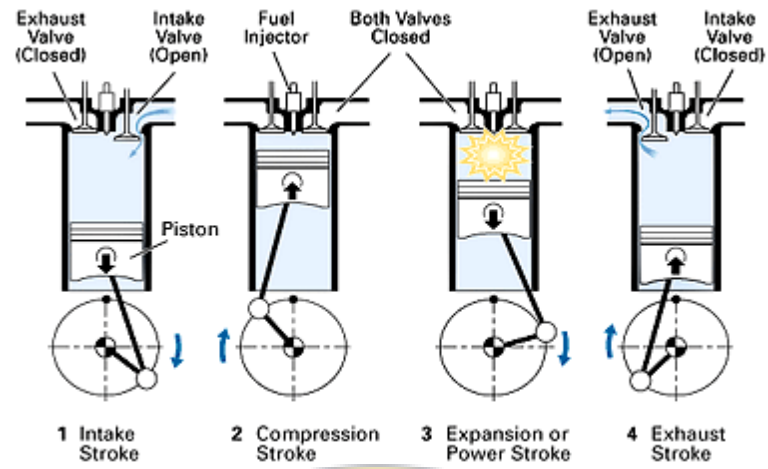
LAMPIRAN 1



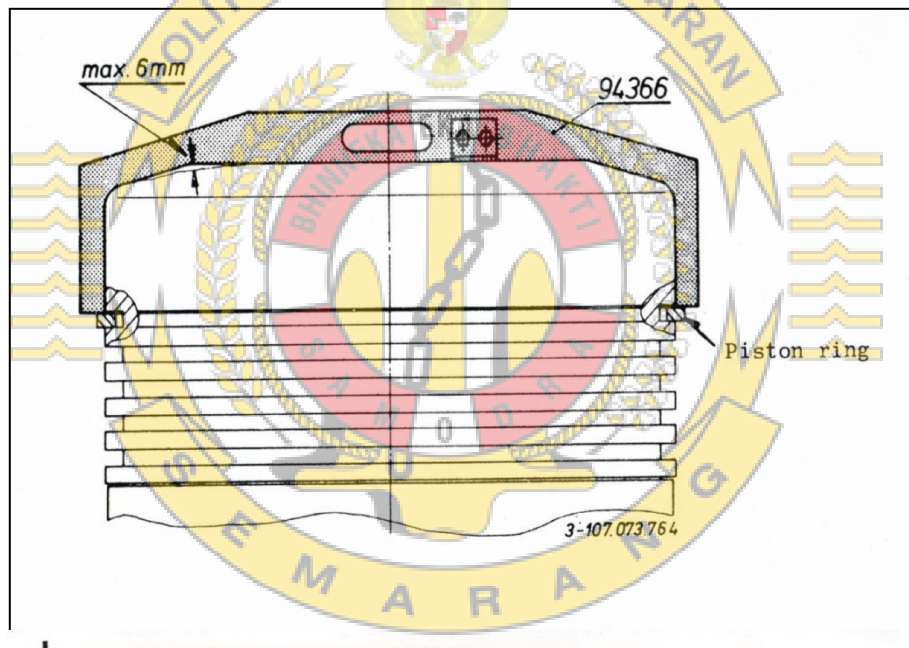
GAMBAR. PISTON



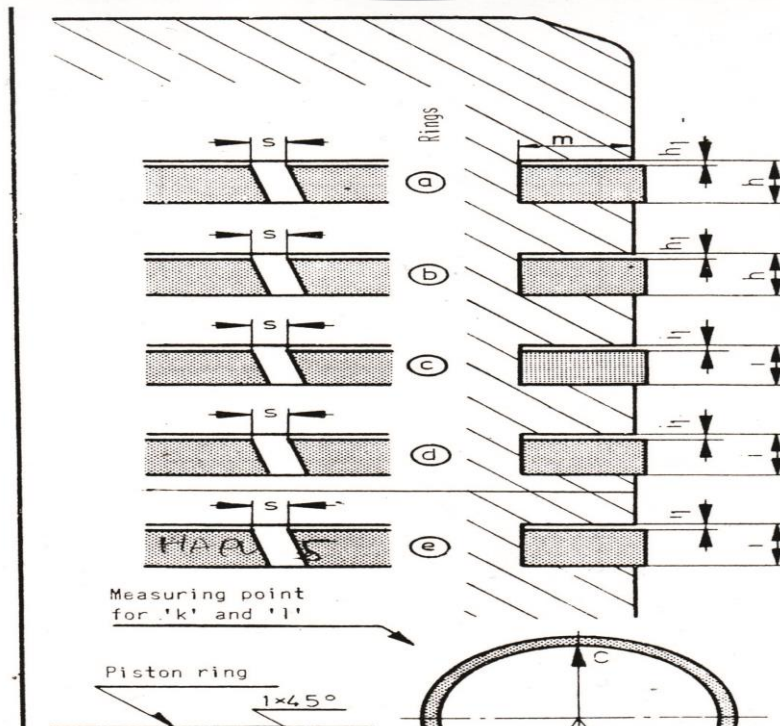
LAMPIRAN 2

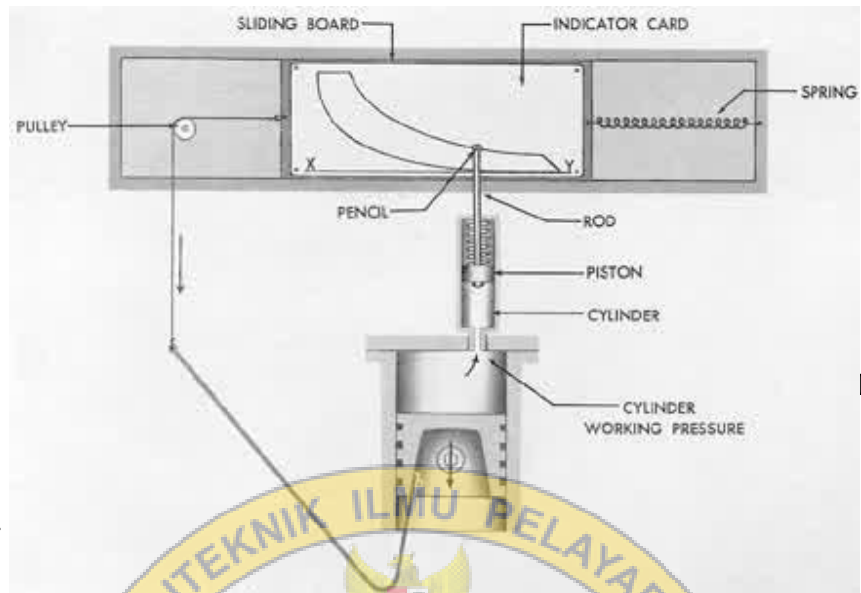


GAMBAR PRINSIP KERJA PISTON CROWN 4 TAK



AN 3





[RAN 4

Gambar

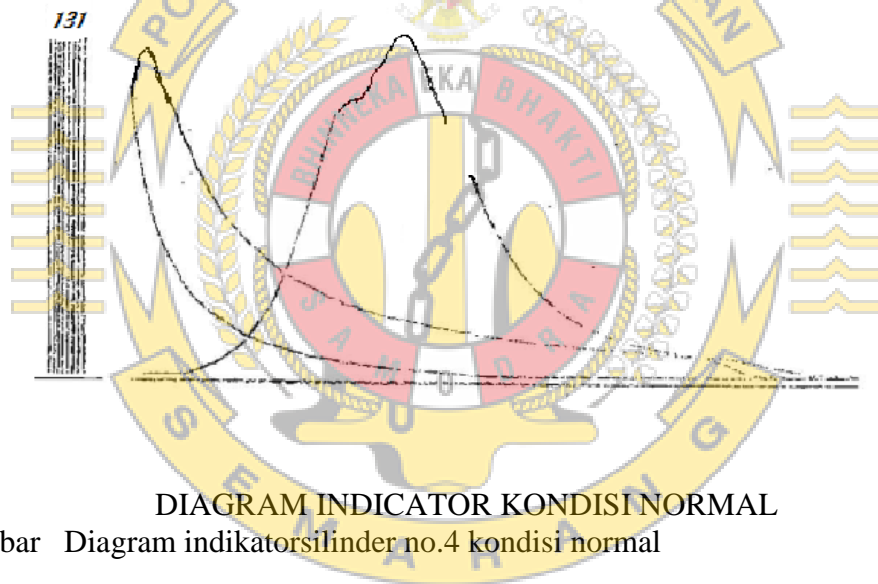
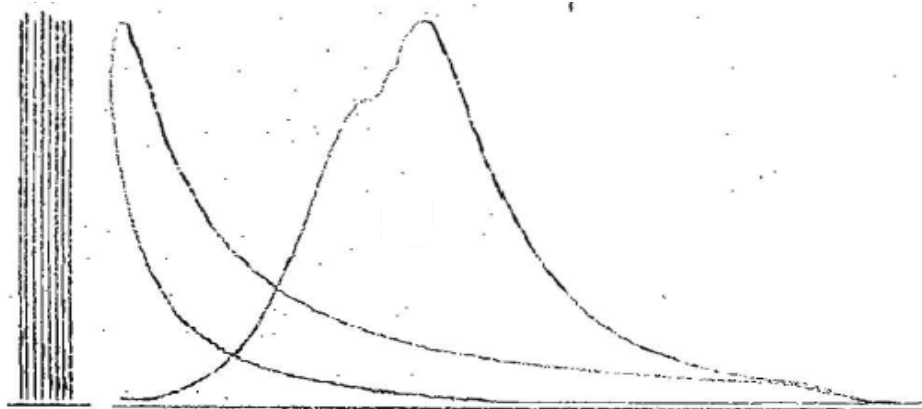
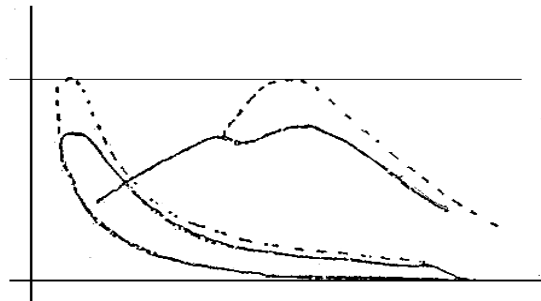


DIAGRAM INDICATOR KONDISI NORMAL

Gambar Diagram indikator silinder no.4 kondisi normal

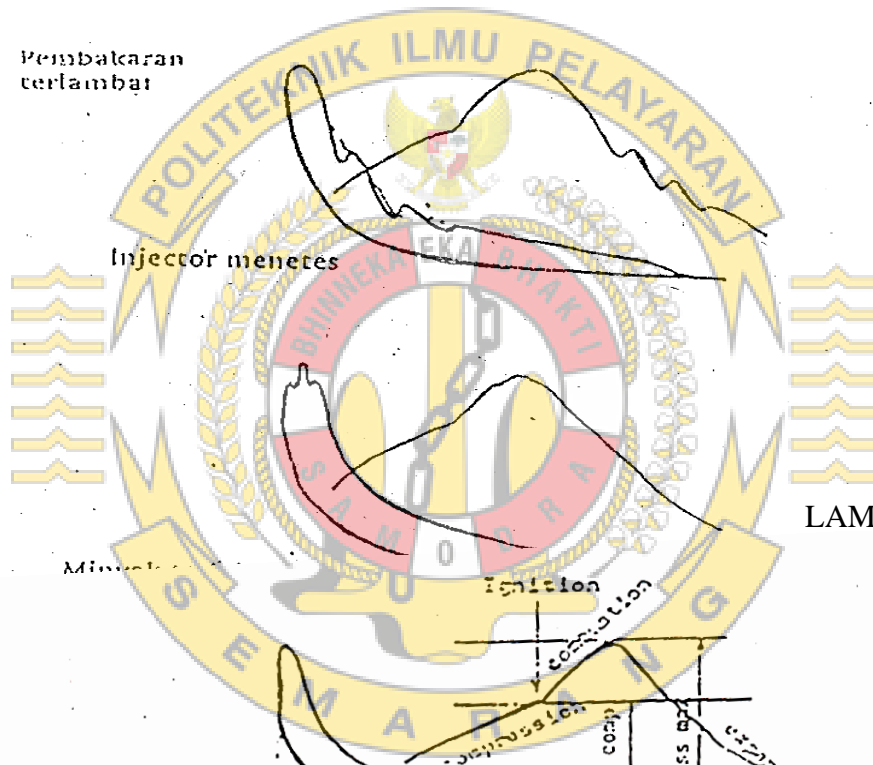


LAMPIRAN 5

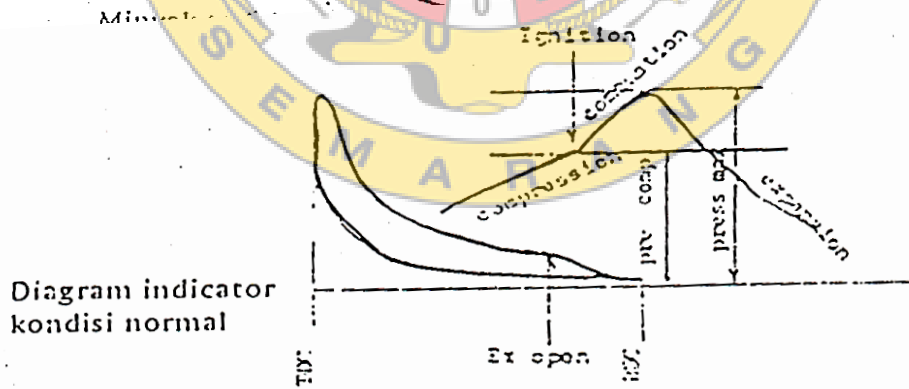


Pembakaran terlambat

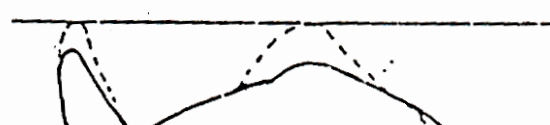
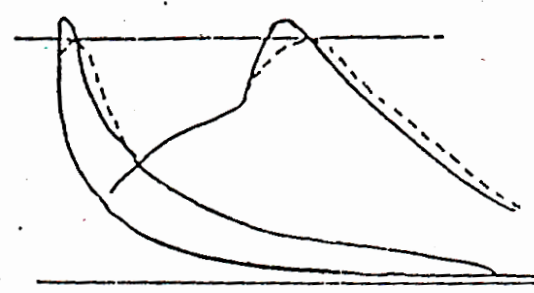
Injector menetes



LAMPIRAN 6



Injector mengabut lebih awal



LAMPIRAN 8

**KETERANGAN**

Untuk pe... k dan
 pegas sehingg... asi .
 Pada tromol indicator ditempatkan selembar kertas indikator, pada umumnya berwarna merah, licin dan dilapisi dengan lapisan putih tipis. Kran penutup indikator pada silinder motor yang akan diambil diagram dibuka selama beberapa putaran dari motor sehingga aliran penghubung akan dihembus bersih oleh gas pembakaran. Pada kertas terlihat diagram tertulis dengan warna merah. Pencatatan tertekan lagi pada kertas dalam rangka mencatat tekanan atmosfer. Untuk penilaian dari lintasan tekanan dalam silinder motor selamapenyalaan dari pembakaran dari bahan bakar. Selisih tekanan tertinggi dalam silinder motor terjadi sekitar akhir langkah torak, pada saat kecepatan torak motor berarti juga kecepatan rotasi dari tromol indikator sekecil-kecilnya sehingga variasi tekanan praktis tidak tercatat. Suatu gambaran nyata

AN 9

dari lintasan tekanan didapat dengan cara menarik tromol indicator dengan sebuah tali pada saat terjadi penyalaan dan pembakaran

Seperti pada lampiran 4 dimana diagram dari Normal Indikator terlihat bahwa pada saat pembakaran didapat tinggi rata-rata dari garis tegak yang didapat ,merupakan satu ukuran untuk tekanan pembakaran maximum dan tekanan akhir kompresi yang baik. Dengan melihat tekanan indikator yang dihasilkan dalam keadaan normal berarti proses pembakaran dalam keadaan sempurna sehingga didapat tekanan kompresi yang maximum.

Untuk diagram *pada lampiran 4* dimana diagram tercatat bahwa diagram dari sebuah silinder dengan tekanan kompresi lebih rendah dari keadaan normal, sehingga mengakibatkan tekanan pembakaran maximum juga rendah. Bila tekanan kompresi terlalu rendah tersebut, dapat diidentifikasi adanya penyimpangan lain dari motor seperti misalnya tekanan pengisian terlalu rendah, pegas torak yang bocor atau katup buang yang bocor.



LAMPIRAN 10

Ship Name	: MV. Oriental Ruby
Nationality	: Indonesia
Call Sign	: P.O.G.B
Port Of Registry	: Surabaya
Ship Builder	: Bremer Vulcan
Owner	: PT. Salam Pasific Indonesia Lines
I.M.O. Number	: 8902125
Gross Tonnage	: 18.000 Ton
Nett Tonnage	: 10.484 Ton
D W T	: 26.288 Ton
L O A	: 176.572 Meter
L B P	: 166.960 Meter
Breadth Moulded	: 27.500 Meter
Depth Moulded	: 14.3 Meter
Type of Ship	: Container
Navigation Area	: Indonesia

Type & Make of Main Engine	: BV/ Man B&W 7L 60MC
Output of Engine	: 12180 Kw, 16.564, 8 Hp
Auxilliary Engine	: Diesel 3 X 525 Kw (761.7 Hp)
Service Speed	: 13 Knots
Propeller	: Fixed Right-Handed 4 – Blade, Alcun.
Bow Thruster	: 600 Kw / 816 Hp
No of Crane & Capacity	: 1 / 2 / 3 SWL (36 Ts – 28.0 Mts)
Tank Capacity	: FO = 2196 Cbm , DO = 2144 Cbm
Ballast Tank Capacity	: 6409 m3
Fresh Water Tank Capacity	: 336.6 m3
Container Capacity On Deck	: 969 Teus
Container Capacity In Hold	: 708 Teus
Summer Freeboard	: 3,82 m
Summer Draft	: 10,52 m
Fresh Water Draft	: 10,73 m

LAMPIRAN 1

WAWANCARA

Dalam proses pengumpulan data-data skripsi dengan judul “ANALISIS KERUSAKAN *PISTON CROWN* MESIN INDUK di KM. ORIENTAL RUBY”. Penulis mengambil metode pengumpulan data dengan cara wawancara kepada masinis/*engineer* di KM. Oriental Ruby. Adapun daftar wawancara yang penulis lakukan di atas kapal adalah sebagai berikut:

A. Wawancara Dengan Masinis/*engineer* diatas Kapal:

1. Nama : Edy Subiyantoro

Jabatan : KKM

Pertanyaan:

a) Apakah akibatnya apabila pendingin pada *piston crown* kurang baik?

Jawab : Pendinginan yang kurang baik dapat menyebabkan bagian piston crown rusak karena tidak adanya penyerapan panas dari proses pembakaran.

b) Apakah akibat yang ditimbulkan jika minyak lumas kekentalannya menurun?

Jawab : Jika kekentalan minyak lumas menurun mengakibatkan antara dinding silinder liner dan bagian piston crown saling bergesekan terus menerus sehingga cepat menjadi aus.

- c) Bagaimana cara grinding *brush* yang benar dan apa tanda-tanda *piston crown* yang kita *grinding brush* tersebut sudah baik?

Jawab : Memposisikan grinding brush di semua bagian kerak-kerak arang sisa pembakaran dan setelah selesai dibersihkan dengan solar, tanda-tanda piston crown sudah baik adalah tidak adanya keretakan ataupun goresan.

- d) Apa dampak yang diakibatkan kerusakan *piston crown*?

Jawab : Daya kompresi mesin induk menurun.

- e) Upaya-upaya apa saja yang harus dilakukan agar *piston crown* bekerja secara optimal?

Jawab : -Perawatan terhadap ring piston

-Pemilihan minyak lumas yang tepat

-Pengurangan krak-krak arang dibagian piston crown

-Penyediaan suku cadang yang tepat

B. Wawancara Dengan Masinis/engineer diatas Kapal:

1. Nama : Sutrisno

Jabatan : Masinis 1

Pertanyaan :

- a) Apakah akibatnya apabila pendingin pada *piston crown* kurang baik?

Jawab : Pendinginan yang kurang baik dapat menyebabkan bagian dari piston cown cepat panas dan dapat berangsur-angsur mengalami kekurangan material.

- b) Apakah akibat yang ditimbulkan jika minyak lumas kekentalanya menurun?

Jawab: Jika kekentalan minyak lumas sudah menurun dapat menyebabkan ring piston cepat aus dan patah sehingga antara bagian piston crown dan silinder liner saling bergesekan langsung.

c) Bagaimana cara grinding yang benar dan apa tanda-tanda *piston crown* yang kita grinding tersebut sudah baik?

Jawab : -Membersihkan dengan solar terlebih dahulu bagian piston crown dan mulai grinding brush dibagian kak-krak yang menempel

-Tidak adanya keretakan ataupun lubang pada piston crown setelah dibersihkan dengan grinding brush

d) Apa dampak yang diakibatkan kerusakan *piston crown*?

Jawab : -Tekanan kompresi pada mesin induk mengalami penurunan

-Suara mesin menjadi berisik (knocking)

e) Upaya-upaya apa saja yang harus dilakukan agar *piston crown* bekerja secara optimal?

Jawab : -Pemilihan minyak lumas yang sesuai

-Menjaga temperatur pendingin air tawar

-Pengurangan krak-krak arang sisa pembakaran dengan brushing

C. Wawancara Dengan Masinis/engineer diatas Kapal:

1. Nama : Diyan Cica Hana

Jabatan : Masinis 2

Pertanyaan :

a) Apakah akibatnya apabila pendingin pada *piston crown* kurang baik?

Jawab : Pendinginan yang kurang baik dapat memperpendek usia atau daya ekonomis sebuah material piston crown.

b) Apakah akibat yang ditimbulkan jika minyak lumas kekentalanya menurun?

Jawab : Kekentalan minyak lumas yang menurun mengakibatkan usia material piston crown berkurang sehingga terjadi keretakan.

c) Bagaimana cara grinding yang benar dan apa tanda-tanda *piston crown* yang kita grinding tersebut sudah baik?

Jawab : krak-krak yang padat di ketok dengan palu baru di brush dan dibersihkan dengan solar, tanda-tandanya tidak ada goresan pada piston crown setelah dibersihkan.

d) Apa dampak yang diakibatkan kerusakan *piston crown*?

Jawab : -Kelolosan tekanan kompresi saat terjadi pembakaran.

-Adanya asap putih karena minyak lumas yg ikut terbakar.

e) Upaya-upaya apa saja yang harus dilakukan agar *piston crown* bekerja secara optimal?

Jawab : -Perawatan terhadap ring piston

-Menjaga viskositas minyak lumas

-Menjaga temperatur pendingin air tawar

D. Wawancara Dengan Masinis/engineer diatas Kapal:

1. Nama : Ghozalli

Jabatan : Masinis 3

Pertanyaan :

a) Apakah akibatnya apabila pendingin pada *piston crown* kurang baik?

Jawab : Pendinginan yang tidak lancar tidak dapat menyerap panas yang berlebihan sehingga secara berangsur-angsur dapat mengurangi material *piston crown*.

b) Apakah akibat yang ditimbulkan jika minyak lumas kekentalannya menurun?

Jawab : Kekentalan minyak lumas yang menurun mempercepat keausan sebuah material pada *piston crown*.

c) Bagaimana cara grinding yang benar dan apa tanda-tanda *piston crown* yang kita grinding tersebut sudah baik?

Jawab : Memosisikan grinding brush pada kerak-kerak yang padat dan mulai brushing dan dibersihkan dengan solar disertai melumasi dengan minyak lumas.

d) Apa dampak yang diakibatkan kerusakan *piston crown*?

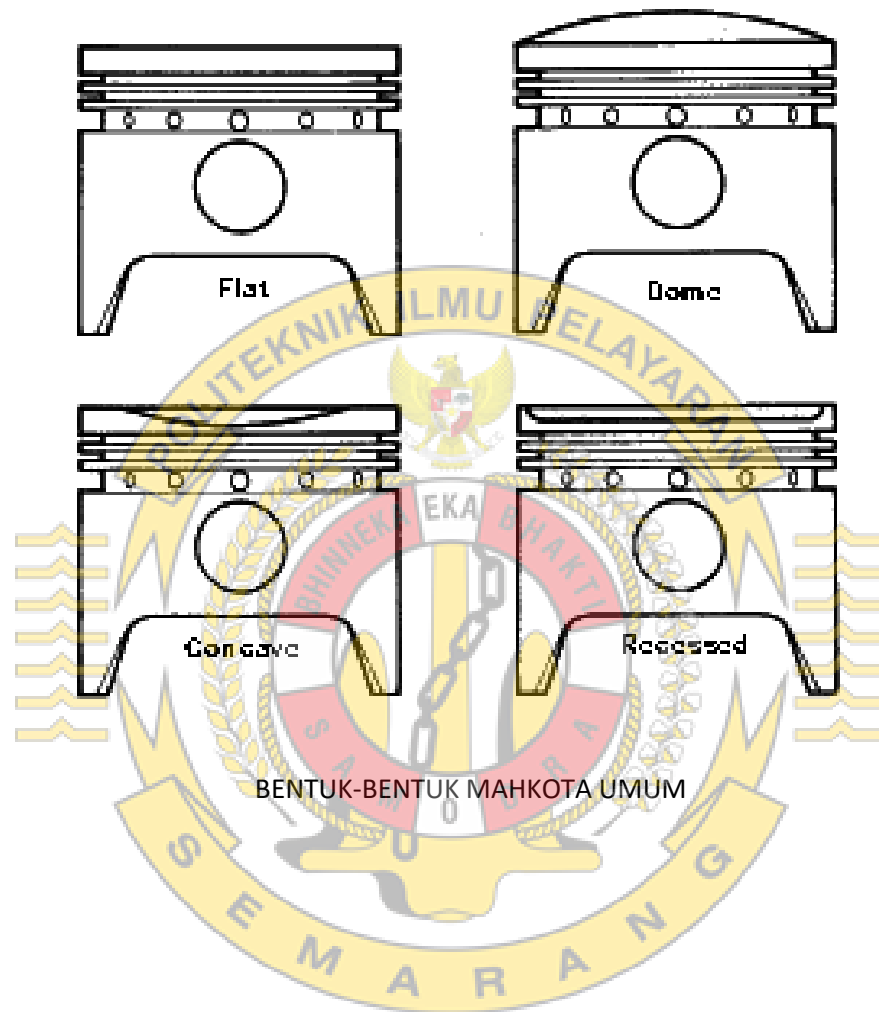
Jawab :- Suara mesin menggelitik (terjadi knocking)

e) Upaya-upaya apa saja yang harus dilakukan agar *piston crown* bekerja secara optimal?

Jawab : -Perawatan terhadap pendinginan air tawar

-Perawatan terhadap minyak lumas.

LAMPIRAN 12



DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Danu Kuncoro
 NIT : 52155735 T
 Tempat/Tanggal lahir : Magelang, 29 November 1996
 Jenis kelamin : Laki-laki
 Agama : Islam



Nama Orang Tua

Nama Ayah : Sugiman

Nama Ibu : Kunaryati

Alamat : Malangan II, Payaman, Secang, Magelang

Riwayat Pendidikan

1. SDN 2 Payaman : Tahun 2003 – 2009
2. SMP N 3 Magelang : Tahun 2009 – 2012
3. SMK N 1 Magelang : Tahun 2012 – 2015
4. PIP Semarang : Tahun 2015 – 2019

Pengalaman Praktek Laut

1. Perusahaan Pelayaran : PT. Salam Pasific Indonesia Lines
2. Nama Kapal : KM. Oriental Ruby
3. Masa Layar : 18 Agustus 2017 – 19 Agustus 2018