

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN  
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN  
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



**SKRIPSI**

**ANALISA PROSES PEMBAKARAN PADA MOTOR  
DIESEL GENERATOR DI MV. PAN CLOVER**

Oleh :

**DADUNG MAHARDIKA**

**NRP. 15.8504/T**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV**

**JAKARTA**

**2019**

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN  
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN  
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



**TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI**

Nama : DADUNG MAHARDIKA  
NRP : 15.8504/T  
Program Pendidikan : DIPLOMA IV  
Program Studi : TEKNIKA  
Judul : ANALISA PROSES PEMBAKARAN PADA MOTOR  
DIESEL GENERATOR DI MV. PAN CLOVER

Jakarta, 25 Juni 2019

Pembimbing I

**Dr. Ir. Desamen Simatupang, S.E., M.M.**  
Pembina Utama Muda (IV/c)  
NIP. 19581229 199303 1 001

Pembimbing II

**Irwansyah, M.H.**  
NIP. 1950006 198003 1 002

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknika

**Nafi Almuzani, M.M.Tr.**  
Penata Tk. I (III/d)  
NIP. 19720901 200502 1 001

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN  
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN  
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



**TANDA PENGESAHAN SKRIPSI**

<b>NAMA</b>	<b>: DADUNG MAHARDIKA</b>
<b>NRP</b>	<b>: 15.8504/T</b>
<b>PROGRAM PENDIDIKAN</b>	<b>: DIPLOMA IV</b>
<b>JURUSAN PENDIDIKAN</b>	<b>: TEKNIKA</b>
<b>JUDUL</b>	<b>: ANALISA PROSES PEMBAKARAN PADA MOTOR DIESEL GENERATOR DI MV. PAN CLOVER</b>

**Ketua Penguji**

**Asman Ala, S.T., M.T.**  
**Penata Tk. I (III/d)**  
**NIP. 19700207 199803 1 002**

**Anggota**

**Bambang Wahyudi, M.M.**

**Anggota**

**Irwansyah, M.H.**  
**NIP. 19500706 198003 1 002**

**Mengetahui**

**Ketua Program Studi Teknika**

**Nafi Almuzani, M.M.Tr.**  
**Penata Tk. I (III/d)**  
**NIP. 19720901 200502 1 001**

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN  
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN  
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



**SKRIPSI**

**ANALISA PROSES PEMBAKARAN PADA MOTOR  
DIESEL GNERATOR DI MV. PAN CLOVER**

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan  
Untuk Penyelesaian Program Pendidikan Diploma IV**

**Oleh:**

**DADUNG MAHARDIKA**

**NRP. 15.8504/T**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV**

**JAKARTA**

**2019**

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN  
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN  
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



**TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI**

**Nama : DADUNG MAHARDIKA**  
**NRP : 15.8504/T**  
**Program Pendidikan : DIPLOMA IV**  
**Program Studi : TEKNIKA**  
**Judul : ANALISA PROSES PEMBAKARAN PADA  
MOTOR DIESEL GENERATOR DI MV. PAN  
CLOVER**

**Jakarta, 25 Juni 2019**

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

**Dr. Ir. Desamen Simatupang, S.E., M.M.**  
**Pembina Utama Muda (IV/c)**  
**NIP. 19581229 199303 1 001**

**Irwansyah, M.H.**  
**NIP. 1950006 198003 1 002**

**Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknika**

**Nafi Almuzani, M.MTr.**  
**Penata Tk. I (III/d)**  
**NIP. 19720901 200502 1 001**

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN  
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN  
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



**TANDA TANGAN PENGESAHAN SKRIPSI**

**Nama** : DADUNG MAHARDIKA  
**NRP** : 15.8504/T  
**Program Pendidikan** : DIPLOMA IV  
**Program Studi** : TEKNIKA  
**Judul** : ANALISA PROSES PEMBAKARAN PADA  
MOTOR DIESEL GENERATOR DI MV. PAN  
CLOVER

**Ketua Penguji**

**Anggota**

**Anggota**

**Asman Ala, S.T., M.T.**  
Penata Tk. I (III/d)  
NIP. 19700207 199803 1 002

**Bambang Wahyudi, M.M.**

**Irwansyah, M.H.**  
NIP. 1950006 198003 1 002

**Mengetahui :  
Ketua Program Studi Teknika**

**Nafi Almuzani, M.MTr.**  
Penata Tk. I (III/d)  
NIP. 19720901 200502 1 001

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran ALLAH Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat, taufik, serta hidayah – Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Dalam hal ini penulis mengambil bidang keahlian Teknika, berusaha menyusun skripsi ini dengan judul:

### **“ ANALISA PROSES PEMBAKARAN PADA MOTOR DIESEL GENERATOR DI MV. PAN CLOVER ”**

Penulis menyadari bahwa penyusun skripsi ini jauh dari sempurna dan masih banyak terdapat kekurangan, baik ditinjau dari cara penyajian penulisan, penyajian materi, serta penggunaan bahasa, mengingat akan keterbatasan kemampuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun guna penyempurnaan skripsi ini, yang akhirnya dapat berguna untuk umum maupun penulis sendiri.

Penulis dapat menyelesaikan skripsi ini berkat adanya bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, maka dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyusun skripsi ini, terutama kepada:

1. Yth, Capt. Marihot Simanjuntak, M.M. selaku Ketua Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta.
2. Yth, Bapak Nafi Almuzani, M.MTr. selaku Ketua Jurusan Teknika.
3. Yth, Bapak Dr. Ir. Desamen Simatupang, S.E., M.M., sebagai Dosen Pembimbing I, yang telah rela meluangkan waktunya untuk membimbing dan memberikan arahan dalam penyusunan skripsi.
4. Yth, Bapak Irwansyah, M.H. sebagai Dosen Pembimbing II, yang telah memberikan bimbingan tentang penulisan skripsi ini.
5. Kepada seluruh anggota keluarga ibu dan alm. ayah saya Alm. Suhartadi Darono, B.E., Ibu saya tercinta Endang Suryati, B.Sc., kakak saya Dyah Hayu Dwi Hapsari yang telah memberikan kasih sayang yang tiada hentinya serta perjuangannya telah mendidik dan mendukung baik berupa moril atau materil kepada saya dan untuk paman saya sekaligus senior saya Capt. Ibrahim Aji

Syuryadarma, M.M. angkatan 42, serta bibi saya sekaligus senior saya Greasy Hutdiastuti, S.SiT., M.B.A angkatan 42 yang telah memberikan berbagai dukungan baik materi maupun motivasi.

6. Penyemangat, pendukung, motivator, dan tempat berbagi kebahagiaan serta kesedihan penulis, Miranda Sanggita Dewi, S.Pd.
7. Segenap Dosen, dan pegawai STIP dan rekan satu angkatan 58 dan seluruh taruna / taruni yang telah memberikan petunjuk atau ilmu kepada penulis baik secara langsung maupun tidak langsung.
8. Semua teman – teman Teknik terutama kelas Teknik VIII A yang sangat saya cintai dan banggakan yang selalu berbagi saat susah dan senang.
9. Seluruh member DJ – 204 Affan Fattah Haq, Jefryanto Yusup Simbolon, Ivan Maxditiro, Muhammad Thoha, Bimo Satrio Trengginas, Muhammad Faiz, Dippo Binoto, Brendan Aldebaran, Budi Riski Muhammad yang selalu memberikan semangat satu sama lain.
10. Kepada Perusahaan PT. JASINDO DUTA SEGARA dan POS SM, Co. Ltd. atas kesempatan praktek laut di atas kapal perusahaan tersebut.
11. Seluruh kru kapal MV. PAN CLOVER, terutama Nahkoda, Mualim, serta Masinis dan kru yang ada di *engine department* dan *deck department* yang tidak disebutkan satu - persatu.
12. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu – persatu terima kasih atas bantuannya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

Semoga ALLAH Yang Maha Esa selalu melimpahkan rahmat - Nya kepada mereka atas segala bantuan dan jasa baiknya yang telah diberikan.

Akhirnya penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini jauh dari sempurna dan masih banyak terdapat kekurangan – kekurangan, maka dari itu penulis mengharapkan tanggapan dan saran dari semua pihak guna menambah wawasan ilmu yang berguna nantinya bagi penulis dan para pembaca di masa yang akan datang.

Jakarta, 25 Juni 2019  
Penulis

**DADUNG MAHARDIKA**  
**NRP. 15.8504/T**



## DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL DALAM .....	i
TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI .....	ii
TANDA TANGAN PENGESAHAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR BAGAN .....	vii
DAFTAR LAMPIRAN .....	viii
DAFTAR ISTILAH .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
 BAB I PENDAHULUAN	
A. LATAR BELAKANG .....	1
B. IDENTIFIKASI MASALAH .....	2
C. BATASAN MASALAH .....	2
D. RUMUSAN MASALAH .....	3
E. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN .....	3
F. SISTEMATIKA PENULISAN .....	5
 BAB II LANDASAN TEORI .....	7
A. TINJAUAN PUSTAKA .....	7
B. KERANGKA PEMIKIRAN .....	25
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	27
A. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN .....	27
B. METODE PENDEKATAN DAN TEKNIK PENGUMPULAN DATA .....	28
C. SUBJEK PENELITIAN .....	31
D. TEKNIK ANALISIS DATA .....	32
 BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....	34
A. DESKRIPSI DATA .....	34
B. ANALISIS DATA .....	36
C. ALTERNATIF PEMECAHAN MASALAH .....	39
D. EVALUASI TERHADAP ALTERNATIF PEMECAHAN MASALAH .....	47
E. PEMECAHAN MASALAH .....	66
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	69
A. KESIMPULAN .....	69
B. SARAN .....	70
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

## DAFTAR BAGAN

	Halaman
<b>Bagan 2.1</b> Penggolongan jenis mesin .....	11
<b>Bagan 2.2</b> Pembagian jenis – jenis perawatan .....	24
<b>Bagan 2.3</b> Kerangka Pemikiran.....	26

## DAFTAR LAMPIRAN

**Lampiran 1** *Ship's Particular* MV. PAN CLOVER

**Lampiran 2** *Crew List* MV. PAN CLOVER

**Lampiran 3** *Air Cooler Cleaning*

**Lampiran 4** *Overhaul Turbocharger*

**Lampiran 5** *Overhaul F.I.V & F.O. Pump*

**Lampiran 6** Contoh Ketidak Normalan Pada Kinerja Motor Diesel Generator

**Lampiran 7.** Tekanan *Turbocharger & Air Cooler* Terlalu Rendah

**Lampiran 8.** *Overdue* Pada PMS Yang Berlaku Terhadap G/E No. 3

**Lampiran 9.** Tekanan *F.I.V* Berdasarkan *Instruciton Manual Book*

## DAFTAR ISTILAH

- Load Sharing* : Suatu kegiatan dalam pengaturan operasi generator untuk membagi besaran beban pada satu generator dengan generator lainnya.
- Stand – by Engine* : Keadaan di mana seluruh anggota kru *engine department* yang bertugas dalam posisinya masing – masing untuk menyiapkan seluruh permesinan yang ada di dalam kamar mesin dan memastikan bahwa mesin penggerak utama dalam keadaan siap untuk dioperasikan.
- Paralell Generator* : Suatu kegiatan yang bertujuan untuk mengoperasikan 2 generator atau lebih dalam waktu yang bersamaan dengan tujuan untuk meringankan beban operasi pada generator yang sedang dioperasikan.
- Stand – by running* : Istilah ini digunakan ketika generator sedang dioperasikan namun belum diberikan beban, sehingga mesin beroperasi dengan beban untuk mencapai *Rpm* yang sesuai dengan kebutuhan saja.
- Rpm* : *Revolution Per Minute* yaitu suatu satuan yang digunakan untuk menentukan besaran kecepatan bagi suatu mesin atau benda yang berputar.
- Miss firing* : ketika motor bakar mengalami kegagalan dalam proses pembakaran sehingga tidak dapat menghasilkan tenaga yang dibutuhkan bagi mesin untuk dapat bekerja dengan optimal.
- Overdue* : Yaitu ketika suatu jadwal perawatan yang belum terlaksana dan telah melewati ketentuan waktu yang sudah ditentukan.
- Valve floating* : Suatu keadaan di mana katup bekerja pada kecepatan tinggi namun proses penutupan katup terjadi tidak sesuai dengan kecepatan yang diperlukan, sehingga kerapatan penutupan katup kurang sempurna.

- Genuine* : Kategori suku cadang yang resmi dijual oleh pembuat / perancang dari suatu alat atau mesin.
- Special Tool* : Peralatan yang telah didisain secara khusus untuk melakukan suatu pekerjaan yang memerlukan teknik serta alat khusus.
- °C : Suatu satuan yang digunakan untuk menentukan besaran dari Tinggi atau rendahnya suhu.
- Bar : Satuan yang digunakan untuk menentukan besaran tekanan dalam kelompok satuan *metric*.

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 4.1</b> Patahnya <i>pressure spring</i> pada injektor .....	38
<b>Gambar 4.2</b> Penumpukan kerak karbon pada <i>nozzle</i> .....	39
<b>Gambar 4.3</b> Konstruksi <i>F.O. Pump</i> .....	41
<b>Gambar 4.4</b> Sisi udara <i>Air Cooler &amp; Air Cooler Fin</i> sebelum dibersihkan .....	42
<b>Gambar 4.5</b> Pipa – pipa air tawar pada <i>Air Cooler</i> .....	43
<b>Gambar 4.6</b> Kotornya sudu – sudu pada <i>turbine side</i> .....	44
<b>Gambar 4.7</b> Kerusakan pada <i>nozzle ring</i> di sisi turbin <i>turbocharger</i> .....	45
<b>Gambar 4.8</b> <i>Valve Spring</i> / Pegas Katup .....	47
<b>Gambar 4.9.1</b> Diagram <i>wet cleaning</i> .....	51
<b>Gambar 4.9.2</b> Diagram <i>dry cleaning</i> .....	53
<b>Gambar 4.9.3</b> Diagram <i>wet cleaning &amp; pressure sprayer system</i> .....	54
<b>Gambar 4.10.1</b> Langkah 1 .....	57
<b>Gambar 4.10.2</b> Langkah 2 .....	58

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. LATAR BELAKANG**

Dalam dunia maritim saat ini, persaingan dalam jasa angkutan laut sangat ketat sehingga perusahaan pelayaran sangat mengutamakan pelayanan yang baik dan memuaskan. Baik dalam ketepatan waktu, keamanan serta keselamatan terhadap pengoperasian kapal.

Pengoperasian kapal dekade ini kebanyakan menggunakan Motor Diesel sebagai mesin penggerak utama maupun untuk mesin bantunya, dipilih Motor Diesel karena memiliki tingkat efisiensi yang lebih baik dibandingkan dengan Mesin Turbin, serta memiliki konstruksi mesin yang lebih sederhana.

Di satu sisi perusahaan juga mengharapkan efisiensi pembiayaan dengan tidak mengabaikan keadaan kapal. Sebagai sumber pembangkit listrik di atas kapal, Motor Diesel Generator juga memerlukan perhatian khusus terhadap kondisinya, guna mendukung proses pengoperasian kapal dalam menjalankan kegiatan pelayaran serta kegiatan bongkar muat.

Motor Diesel bekerja berdasarkan adanya proses pembakaran yang terjadi di dalam ruang bakar dengan mengadopsi siklus diesel dan prinsip mengubah energi panas, menjadi energi gerak. Untuk mendapatkan kinerja yang baik dari Motor Diesel Generator, maka diperlukan proses pembakaran di dalam mesin yang dapat terselesaikan dengan sempurna. Untuk mewujudkan hal itu, maka diperlukan kesempurnaan dari 3 unsur penting dalam prinsip Segitiga Api yang berperan secara langsung, Yaitu Bahan Bakar, Udara, dan Panas. Ketiga unsur tersebutlah yang dapat menentukan proses pembakaran dan kinerja dari Motor Diesel Generator sebagai pembangkit tenaga listrik untuk memenuhi kebutuhan tenaga listrik di atas kapal. Untuk menjaga kinerja dari Motor Diesel Generator selalu dalam keadaan baik, maka diperlukan pemeliharaan dan pemeriksaan khusus yang dilakukan secara rutin di atas kapal.

Berdasarkan hal tersebut diatas maka penulis tertarik untuk menuangkan dalam skripsi dengan judul :

**“ANALISA PROSES PEMBAKARAN PADA MOTOR DIESEL  
GENERATOR DI MV.PAN CLOVER”**

**B. IDENTIFIKASI MASALAH**

Berdasarkan latar belakang yang telah penulis uraikan di atas serta pengalaman yang penulis alami ketika melaksanakan praktek laut di kapal MV. PAN CLOVER yang berkaitan dengan menurunnya kinerja dari Motor Diesel Generator, maka penulis dalam melakukan penelitian menemukan beberapa permasalahan, yaitu :

1. Kurang optimalnya kinerja dari *F.O. Pump & F.I.V* pada Motor Diesel Generator.
2. Kurang optimalnya kinerja dari *Turbocharger & Charge Air Cooler* sebagai komponen pendukung pada Motor Diesel Generator.
3. Penyetelan Katup Masuk & Katup Buang yang tidak tepat.
4. Terjadinya *Backfire* pada *Exhaust Manifold*.
5. Rusaknya sensor suhu gas buang yang terintegrasi dengan *Alarm Monitoring System (AMS)*.

**C. BATASAN MASALAH**

Mengingat sangat luasnya masalah yang dikaji dan keterbatasan data yang ada serta waktu yang diberikan, maka penulis merasa kurang mampu untuk mengambil semua rumusan masalah diatas oleh karena itu penulis hanya akan membahas tentang :

1. Kurang optimalnya kinerja dari *F.O. Pump & F.I.V* pada Motor Diesel Generator.
2. Kurang optimalnya kinerja dari *Turbocharger & Charge Air Cooler* sebagai komponen pendukung pada Motor Diesel Generator.
3. Penyetelan Katup Masuk & Katup Buang yang tidak tepat.

Alternatif pemecahan masalah diatas akan penulis bahas secara terperinci dan mendetail dalam bab berikutnya.



#### **D. RUMUSAN MASALAH**

Perawatan yang kurang teratur, pengawasan yang kurang baik akan mengakibatkan menurunnya kinerja dari Motor Diesel Generator guna menunjang kebutuhan daya listrik di atas kapal dalam menunjang proses pengoperasian kapal, baik dalam kegiatan bongkar muat maupun kebutuhan awak kapal dalam kehidupan sehari – hari. Salah satu penyebab turunnya kinerja dari Motor Diesel Generator ialah Proses pembakaran yang tidak terselesaikan dengan sempurna yang dapat mengakibatkan tingginya suhu gas buang yang melebihi batas normal rata – rata, pada akhirnya dapat menghambat proses pengoperasian kapal. Dari urutan diatas dapat diambil pokok permasalahan yang untuk selanjutnya diberikan rumusan masalahnya, agar lebih memudahkan pencarian solusi pemecahannya, adapun pokok permasalahan adalah sebagai berikut :

1. Mengapa kinerja *F.O. Pump & F.I.V* pada Motor Diesel Generator kurang optimal ?
2. Mengapa kinerja *Turbocharger & Charge Air Cooler* sebagai komponen pendukung pada Motor Diesel Generator kurang optimal ?
3. Mengapa Penyetelan Katup Buang & Katup Masuk yang tidak tepat dapat terjadi ?

#### **E. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN**

##### **1. Tujuan Penelitian**

Pembuatan skripsi ini pada dasarnya bertujuan untuk mengembangkan atau menuangkan, pikiran, pengalaman ke dalam bentuk tulisan yang menyangkut berbagai macam masalah yang terjadi di atas kapal, khususnya yang berhubungan dengan identifikasi suhu gas buang Motor Diesel Generator yang melebihi batas suhu normal yang berkaitan dengan kurang optimalnya kinerja dari komponen pendukung seperti *Turbocharger* dan *Charge Air Cooler*, Kurang optimalnya kinerja dari *Fuel Oil Pump & Fuel Injection Valve*, dan Penyetelan katup yang tidak tepat yang berakibat pada proses pembakaran yang tidak sempurna. Tujuan dari pembuatannya skripsi ini, diantaranya:

- a. Untuk mengetahui apa saja hal - hal yang dapat menyebabkan kurang optimalnya kinerja dari *F.O. Pump & F.I.V* pada Motor Diesel Generator, serta tindakan yang dapat dilakukan sebagai suatu usaha pencegahan dan

penanganan yang dilakukan ketika penulis melaksanakan praktek laut di atas kapal MV. PAN CLOVER.

- b. Untuk memahami dampak yang mungkin terjadi apabila Penyetelan Katup Masuk & Katup Buang dilakukan dengan tidak tepat.
- c. Untuk mengetahui perawatan – perawatan yang perlu dilakukan guna menjaga kinerja dari *Turbocharger & Charge Air Cooler* tetap dalam kondisi optimal, dan memahami masalah - masalah yang ditemukan ketika penulis melaksanakan praktek laut di atas kapal MV. PAN CLOVER serta penanganan yang telah dilakukan.

## **2. Manfaat Penelitian**

Hasil dari penelitian diharapkan dapat berguna bagi para perwira mesin/masinis, pembaca, serta teman-teman juga yang memiliki permasalahan yang sama, untuk dijadikan sebagai pedoman dalam upaya mengidentifikasi suhu gas buang yang melebihi batas suhu normal pada Motor Diesel Generator. Pembuatan skripsi ini, diharapkan juga memiliki manfaat yang lebih terperinci diantaranya :

- a. Bagi pembaca dan rekan satu profesi
  - 1) Agar membantu pembaca bisa lebih mengerti dan mampu memahami kinerja dari komponen – komponen pendukung guna menunjang kelancaran pengoperasian dan menjaga kinerja Motor Diesel Generator selalu dalam keadaan baik.
  - 2) Penelitian ini di harapkan dapat berguna dan menjadi masukan bagi rekan–rekan dalam memelihara kelancaran Motor Diesel Generator.
  - 3) Berguna bagi rekan seprofesi di lain hari dalam permasalahan yang serupa sehingga dapat mengantisipasi gangguan atau hambatan tersebut.
- b. Bagi akademik.

Secara tulisan diharapkan dapat sangat membantu dan memberikan sumbangan pustaka pengetahuan di dalam upaya mengidentifikasi suhu gas buang yang melebihi batas suhu normal rata – rata Motor Diesel Generator.

## **F. SISTEMATIKA PENULISAN**

Untuk memudahkan dalam mengikuti seluruh uraian dan bahasan di skripsi dengan judul **“ANALISA PROSES PEMBAKARAN PADA MOTOR DIESEL**

**GENERATOR DI MV. PAN CLOVER”**. Maka penulisan skripsi dilaksanakan dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

### **Bab I Pendahuluan**

Bab ini terdiri dari latar belakang dari permasalahan, identifikasi masalah, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penyusunan skripsi tentang masalah Motor Diesel Generator.

### **Bab II Landasan Teori**

Dalam bab ini akan dibahas mengenai Tinjauan pustaka, dan kerangka pemikiran yang penulis kutip dari beberapa buku referensi dan dari internet. Data-data dan teori-teori yang menunjang, untuk pembahasan masalah meningkatnya suhu gas buang dari batas normal rata – rata pada Motor Diesel Generator.

### **Bab III Metodologi Penelitian**

Dalam bab ini akan dibahas mengenai waktu dan tempat penelitian yang dilakukan oleh penulis selama melaksanakan praktek laut di atas kapal MV. PAN CLOVER, teknik pengumpulan data yaitu untuk menyusun skripsi atau kertas kerja dengan mendata, metode mengumpulkan data yang berhubungan dengan masalah yang diangkat dengan menggunakan cara observasi secara langsung di atas kapal tempat penulis melaksanakan praktek laut. Observasi merupakan pengumpulan data dengan cara turun langsung ke lapangan untuk mengamati hal yang dijadikan objek dan teknik analisis data.

### **Bab IV Analisis Dan Pembahasan**

Dalam bab ini akan dibahas tentang deskripsi data, analisis data, pemecahan masalah, evaluasi terhadap pemecahan masalah tentang masalah yang penulis temukan pada Motor Diesel Generator.

### **Bab V Kesimpulan Dan Saran**

Dalam bab ini akan dibahas mengenai kesimpulan dan saran dari permasalahan yang dibahas oleh penulis tentang permasalahan Meningkatnya suhu gas buang di atas batas normal rata – rata pada Motor Diesel Generator.

Kesimpulan merupakan gagasan yang tercapai pada akhir pembicaraan. Dengan kata lain, kesimpulan adalah hasil dari suatu pembicaraan atau pembahasan sedangkan saran merupakan usul-usul yang tepat yang diberikan penulis terhadap masalah yang dihadapi.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **A. TINJAUAN PUSTAKA**

Guna mendukung dalam pembahasan penulisan skripsi ini, penulis menyertakan beberapa pustaka yang berkaitan erat tentang permasalahan penulisan skripsi yang diangkat penulis. Pustaka yang dilampirkan tersebut antara lain :

##### **1. Pengertian Analisa**

Bersumber dari situs internet ( <https://www.kamusq.com/2013/04/analisa-adalah-definisi-dan-arti-kata.html> ), Analisa atau analisis adalah suatu usaha untuk mengamati secara detail sesuatu hal atau benda dengan cara menguraikan komponen-komponen pembentuknya atau penyusunnya untuk di kaji lebih lanjut. Analisa berasal dari kata Yunani kuno *Analusis* yang artinya melepaskan. *Analusis* terbentuk dari dua suku kata, yaitu ana yang berarti kembali, dan luein yang berarti melepas sehingga jika di gabungkan maka artinya adalah melepas kembali atau menguraikan. Kata *Analusis* ini diserap kedalam bahasa inggris menjadi *Analysis* yang kemudian di serap juga ke dalam bahasa Indonesia menjadi Analisis.

##### **2. Proses Pembakaran**

###### **a. Definisi Pembakaran**

Bersumber dari situs internet

( <http://digilib.unila.ac.id/6510/5/16.%20BAB%20II.pdf> ), Pembakaran adalah proses oksidasi yang sangat cepat antara bahan bakar dan oksidator dengan menimbulkan nyala dan panas. Bahan bakar merupakan substansi yang melepaskan panas ketika dioksidasi dan secara umum mengandung karbon, hidrogen, oksigen dan sulfur. Sementara oksidator adalah segala substansi yang mengandung oksigen yang akan bereaksi dengan bahan bakar ( Mahandri, 2010 ).

## **b. Macam – macam Pembakaran**

### **1) *Complete Combustion***

Pada pembakaran sempurna, reaktan akan terbakar dengan oksigen, menghasilkan sejumlah produk yang terbatas. Pembakaran komplit terjadi jika keseluruhan karbon menjadi CO<sub>2</sub>, hidrogen menjadi H<sub>2</sub>O dan sulfur menjadi SO<sub>2</sub>. Jika output masih mengandung bahan C, H dan CO, maka proses pembakaran tersebut adalah tidak komplit ( Sihana, 2010 ).

### **2) *Incomplete Combustion***

Pembakaran tidak sempurna umumnya terjadi ketika tidak tersedianya oksigen dalam jumlah yang cukup untuk membakar bahan bakar sehingga dihasilkannya karbon dioksida dan air. Pembakaran yang tidak sempurna menghasilkan zat-zat seperti karbon dioksida, karbon monoksida, uap air dan karbon. Pembakaran yang tidak sempurna sangat sering terjadi, walaupun tidak diinginkan, karena karbon monoksida merupakan zat yang sangat berbahaya bagi manusia. Kualitas pembakaran dapat ditingkatkan dengan perancangan media pembakaran yang lebih baik dan optimisasi proses ( Anonim, 2010 ).

### **3) *Smouldering Combustion***

*Smouldering combustion* merupakan bentuk pembakaran tanpa api, berasal dari oksidasi yang terjadi pada permukaan bahan bakar yang padat. Contoh umum adalah inisiasi kebakaran di furnitur berlapis oleh sumber panas yang lemah (misalnya rokok, kawat hubung pendek), kebakaran hutan akibat musim panas berkepanjangan ( Rein, 2006 ).

### **4) *Rapid Combustion***

*Rapid combustion* merupakan pembakaran yang melibatkan energi dalam jumlah yang banyak dan menghasilkan pula energi cahaya dalam jumlah yang besar. Jika dihasilkan volume gas yang besar dalam pembakaran ini dapat mengakibatkan peningkatan tekanan yang signifikan, sehingga terjadi ledakan ( Anonim, 2010 ).

### **5) *Turbulent combustion***

Pembakaran yang menghasilkan api yang turbulen sangat banyak digunakan untuk aplikasi industri, misalnya mesin berbahan bakar

bensin, turbin gas dan sebagainya, karena turbulensi membantu proses pencampuran antara bahan bakar dan pengoksida ( Anonim, 2010 ).

6) *Slow combustion*

Pembakaran yang terjadi pada temperatur yang rendah. Contoh pembakaran ini adalah respirasi seluler ( Anonim, 2010 ).

**c. Fase Pembakaran**

1) *Pre-ignition*

Pada tahap ini bahan bakar mulai terpanaskan, kering dan mulai terjadi pirolisis yaitu pelepasan uap air, karbon dioksida dan gas-gas yang mudah terbakar termasuk *methane*, *methanol* dan *hydrogren*. Sekali terbakar, api akan terus bergerak secara kontinu dan melakukan dua proses termal yang bersambungan yaitu *pyrolisis* dan pembakaran ( Thoha, 2008 ).

2) *Flaming Combustion*

*Flaming combustion* adalah fase pembakaran yang paling efisien, yang menghasilkan paling sedikit jumlah asap per unit bahan bakar yang dikonsumsi. Fase ini merupakan fase transisi dari proses pembakaran yang endotermik menjadi proses pembakaran yang eksotermik. Pada umumnya, fase ini terjadi pada saat temperatur mencapai 300°C. Energi yang digunakan untuk mempertahankan api dan mempertahankan reaksi berantai dari pembakaran dikenal dengan panas pembakaran. Temperatur yang dicapai di dalam fase ini bervariasi, bergantung pada jenis bahan bakar ( Anonim, 2010 ).

3) *Smoldering Combustion*

Fase *smoldering* biasanya mengikuti *flaming combustion*. Fase ini berjalan lambat < 3 cm/jam, dimana pembakaran yang kurang penyalan menjadi proses pembakaran dominan dalam fase ini. Partikel hasil emisi selama fase ini lebih besar dari pada fase *flaming*. *Smoldering* biasanya terjadi pada *fuel bed* dengan bahan bakar yang tersusun dengan baik dan aliran oksigen terbatas seperti kayu yang membusuk dan tanah gambut ( Thoha, 2008 ).

4) *Glowing Combustion*

*Glowing combustion* adalah fase pembakaran, dimana hanya bara dari bahan bakar yang dapat diamati. *Glowing combustion* menandakan

proses oksidasi bahan padat hasil pembakaran yang terbentuk pada fase sebelumnya Fase pembakaran ini terjadi ketika tidak lagi tersedia energi yang cukup untuk menghasilkan asap pembakaran yang merupakan karakteristik dari fase pembakaran sebelumnya, sehingga tidak dihasilkan lagi tar atau bahan volatil dari bahan bakar. Produk utama yang dihasilkan dari fase pembakaran ini adalah gas-gas tak tampak, seperti gas karbon monoksida dan gas karbon dioksida ( Anonim, 2010 ).

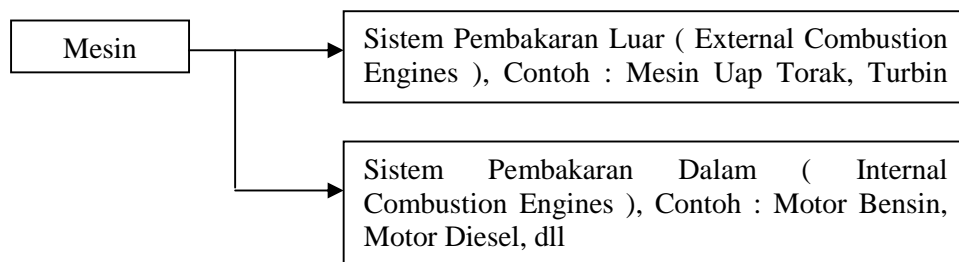
#### 5) *Extinction*

*Extinction* merupakan proses pemadaman api ketika reaksi pembakaran tidak lagi berlangsung dan segitiga api telah terputus. Segitiga api mengilustrasikan hubungan antara tiga elemen dasar yang diperlukan untuk membangkitkan api. Tiga elemen dasar yang dibutuhkan untuk membangkitkan api adalah senyawa oksigen, bahan bakar yang dapat terbakar dan mengandung energi, serta sumber api atau sumber panas. *Extinction* merupakan proses dimana kebakaran akhirnya berhenti setelah semua bahan bakar telah dikonsumsi, atau bila panas yang dihasilkan melalui oksidasi yang baik dalam fase *smoldering* maupun *glowing* tidak cukup untuk menguapkan uap air yang dibutuhkan ( Thoha, 2008 ).

### 3. Pengertian Umum Mesin Diesel

Menurut V.L. Maleev ( 1991:1 Operasi dan pemeliharaan mesin diesel ), Mesin atau engine dapat dibagi menjadi 2, berdasarkan sistem pembakarannya yaitu sistem pembakaran dalam ( *internal combustion engines* ) dan sistem pembakaran luar ( *external combustion engines* ). Suatu sistem pembakaran memerlukan 3 hal agar dapat menghasilkan energi yang diperlukan oleh mesin, yaitu bahan bakar, media pembakarannya, dan tempat terjadi pembakarannya. Berikut diagram pembagian mesin secara sederhana :





Bagan 2.1 Penggolongan jenis mesin

Intinya sebuah mesin/motor diesel memerlukan 3 hal agar dapat bekerja, yaitu bahan bakar, media pembakaran ( energi panas ) dan tempat pembakaran. Motor diesel juga memerlukan 3 hal tersebut. Hanya saja, bahan bakarnya berupa solar menggunakan udara yang dikompresi hingga tekanan maksimal. Dan untuk tempat pembakarannya juga didalam ruang bakar atau *combustion chamber*. Jadi motor diesel termasuk pada sistem pembakaran dalam.

Maka dapat diketahui, mesin diesel adalah sebuah mesin atau motor dengan sistem pembakaran dalam, yang menggunakan panas atau kalor sebagai akibat dari pengkompresian udara hingga tekanan maksimal untuk membakar bahan bakar, yang disemprotkan kedalam ruang bakar atau *combustion chamber* saat langkah kompresi terjadi pada mesin atau motor tersebut.

#### 4. Prinsip Dan Kerja Mesin Diesel

##### a. Mesin 2 Langkah ( *Two Stroke* )

Menurut J.Trommel Mans ( 1986:5.10, Mesin Diesel ), motor dua langkah merupakan proses gerakan dua langkah piston atau satu putaran dari *crankshaft*. Motor dua langkah merupakan jenis pembakaran dalam yang dalam satu siklus pembakaran terjadi dua langkah piston, berbeda dengan putaran empat langkah yang mempunyai empat langkah piston dalam satu siklus pembakaran, meskipun keempat proses ( hisap, kompresi, tenaga, pembuangan) juga terjadi. Agar proses ini berjalan dengan sempurna dimana dalam proses ini setiap langkah berjalan dengan waktu yang singkat maka diperlukan beberapa perlengkapan pendukung, seperti udara

harus ditekan di bawah tekanan. Udara yang masuk dipergunakan untuk mengeluarkan atau membersihkan gas yang keluar dan kemudian mengisi kembali ruangan dengan udara segar. Pada proses ini lubang katup, dikenal sebagai '*ports*' yang digunakan sebagai jalan buka dan tutup pergerakan dari piston.

Untuk memahami prinsip kerja, perlu dimengerti istilah baku yang berlaku dalam teknik mesin :

- 1) TMA ( titik mati atas ) atau TDC ( *top dead centre* ), posisi piston berada pada titik paling atas dalam silinder mesin atau piston berada pada titik paling jauh dari poros engkol ( *crankshaft* ).
- 2) TMB ( titik mati bawah ) atau BDC ( *bottom dead centre* ), posisi piston berada pada titik paling bawah dalam silinder mesin atau piston berada pada titik paling dekat dengan poros engkol ( *crankshaft* ).
- 3) Ruang bilas yaitu ruangan di bawah piston dimana terdapat poros engkol ( *crankshaft* ), sering disebut juga dengan bak engkol ( *crankcase* ) berfungsi gas hasil campuran udara, bahan bakar dan pelumas bisa tercampur lebih merata.
- 4) Pembilasan ( *scavenging* ) yaitu proses pengeluaran gas hasil pembakaran dan proses pemasukan gas untuk pembakaran dalam ruang bakar.

Langkah kesatu ( Langkah penghisapan dan pembuangan )

Piston bergerak dari TMA ke TMB.

- a) Pada saat piston bergerak dari TMA ke TMB, maka akan menekan ruang bilas yang berada dibawah piston. Semakin jauh piston meninggalkan TMA menuju TMB, tekanan diruang bilas semakin meningkat.
- b) Pada titik tertentu, piston ( *piston ring* ) akan melewati lubang pembuangan gas dan lubang pemasukan gas. Posisi masing-masing lubang tergantung dari desain perancang. Umumnya ring piston akan melewati lubang pembuangan terlebih dahulu.
- c) Pada saat ring piston melewati lubang pebuangan, gas didalam ruang bakar keluar melalui lubang pembuangan.

- d) Pada saat ring piston melewati lubang pemasukan, gas yang tertekan dalam ruang bilas akan terpompa masuk dalam ruang bakar sekaligus mendorong gas yang ada dalam ruang bakar keluar melalui lubang pembuangan.
- e) Piston terus menekan ruang bilas sampai titik TMB, sekaligus memompa gas dalam ruang bilas masuk kedalam ruang bakar.

Langkah kedua ( Langkah kompresi dan pembakaran )

Piston bergerak dari TMB ke TMA.

- a) Pada saat piston bergerak TMB ke TMA, maka akan menghisap gas hasil percampuran udara, bahan bakar dan pelumas masuk kedalam ruang bilas. Percampuran ini dilakukan oleh sistem injeksi.
- b) Saat melewati lubang pemasukan dan lubang pembuangan, piston akan mengkompresi gas yang terjebak dalam ruang bakar.
- c) Piston akan terus mengkompresi gas dalam ruang bakar.
- d) Beberapa saat sebelum piston sampai di TMA, campuran udara dan bahan bakar yang telah terkompresi pada tekanan yang tinggi akhirnya menimbulkan ledakan pembakaran yang kemudian menggerakkan piston ke bawah.

b. Mesin 4 Langkah ( *Four Stroke* )

Menurut J.Trommel Mans ( 1986:1.5,Mesin Diesel ), Siklus Kerja Motor Diesel 4 Tak

1) Langkah Hisap ( *Intake* )

Piston ( torak ) bergerak dari TMA ke TMB, katup masuk membuka dan katup buang tertutup. Udara murni terhisap masuk kedalam silinder diakibatkan oleh dua hal. Pertama, karena kevakuman ruang silinder akibat semakin memperbesar volume karena gerakan torak dari titik mati atas ( TMA ) ke titik mati bawah ( TMB ), dan kedua, karena katup masuk (hisap) yang terbuka.

Katup hisap ternyata mulai membuka beberapa derajat sebelum torak ( piston ) mencapai TMA dan menutup kembali beberapa derajat setelah TMB.

2) Langkah Kompresi ( *Compression* )

Poros engkol berputar, kedua katup tertutup rapat, piston ( torak ) bergerak dari TMB ke TMA. Udara murni yang terhisap ke dalam silinder saat langkah hisap, dikompresikan hingga tekanan dan suhunya naik mencapai 35 atm dengan temperatur  $500 - 800^{\circ}\text{C}$  ( pada perbandingan kompresi 20:1 ).

Katup hisap baru menutup kembali setelah beberapa derajat setelah TMB. Dengan kata lain, kompresi efektif baru terjadi setelah katup masuk ( hisap ) benar-benar tertutup.

3) Langkah Usaha ( *Power* )

Poros engkol terus berputar, beberapa derajat sebelum torak mencapai TMA, injektor ( penyemprot bahan bakar ) menginjeksikan bahan bakar ke ruang bakar ( di atas torak/piston ). Bahan bakar yang diinjeksi dengan tekanan tinggi (  $150 - 300 \text{ atm}$  ) akan membentuk partikel – partikel kecil ( kabut ) yang akan menguap dan terbakar dengan cepat karena adanya temperatur ruang bakar yang tinggi (  $500 - 800^{\circ}\text{C}$  ).

Pembakaran maksimal tidak terjadi langsung saat bahan bakar diinjeksikan, tetapi mengalami keterlambatan pembakaran ( *ignition delay* ). Dengan demikian meskipun saat injeksi terjadi sebelum TMA tetapi tekanan maksimum pembakaran tetap terjadi setelah TMA akibat adanya keterlambatan pembakaran ( *ignition delay* ). Proses pembakaran ini akan menghasilkan tekanan balik kepada piston ( torak ) sehingga piston akan terdorong ke bawah beberapa saat setelah mencapai TMA sehingga bergerak dari TMA ke TMB.

Gaya akibat tekanan pembakaran yang mendorong piston ke bawah diteruskan oleh batang piston ( *connecting rod* ) untuk memutar poros engkol. Poros engkol inilah yang berfungsi sebagai pengubah gerak naik turun torak menjadi gerak putar yang menghasilkan tenaga putar pada mesin diesel.

4) Langkah Buang ( *Exhaust* )

Katup buang terbuka dan piston bergerak dari TMB ke TMA. Karena adanya gaya kelebaman yang dimiliki oleh roda gila ( *fly wheel* ) yang seporos dengan poros engkol, maka saat langkah usaha berakhir, poros

engkol tetap berputar. Hal tersebut menyebabkan torak bergerak dari TMB ke TMA. Karena katup buang terbuka, maka gas sisa pembakaran terdorong keluar oleh gerakan torak dari TMB ke TMA. Setelah langkah ini berakhir, langkah kerja motor diesel 4 langkah ( 4 – tak ) akan kembali lagi ke langkah hisap. Proses yang berulang-ulang tersebut di atas disebut dengan siklus diesel.

## **5. Sistem Pemasukan Udara Mesin Diesel**

Menurut Prof. Dr. Wiranto Arismunandar ( 2008:35, Motor Diesel ), Proses pemasukan udara pada mesin diesel 2-tak :

Pada awal langkah ini udara masuk silinder melalui lubang masuk pembilasan ( *port scavenging* ) yang terdapat dibagian bawah silinder. Lubang ini akan terbuka saat torak bergerak ke bagian bawah mendekati TMB dan akan tertutup saat torak bergerak ke atas meninggalkan TMB.

Pada saat lubang pembilasan tertutup oleh torak yang bergerak ke atas menuju TMA dan katup buang juga tertutup maka dimulailah proses kompresi. Gerakan torak ke atas akan menyebabkan tekanan udara dalam silinder meningkat hingga temperatur udaranya juga naik. Dan beberapa derajat sebelum torak mencapai TMA bahan bakar mulai disemprotkan ( dikabutkan ) oleh injektor ke dalam silinder, karena temperatur udara sangat tinggi sehingga bahan bakar yang dikabutkan tersebut akan terbakar.

Proses pembakaran ini akan menyebabkan kenaikan tekanan dan temperatur gas secara drastis, kondisi maksimal akan terjadi beberapa saat setelah torak mulai bergerak ke bawah. Gas bertekanan tinggi ini akan mendorong torak bergerak ke bawah dan melalui batang torak akan memutar poros engkol.

Proses pemasukan udara pada mesin diesel 4-tak :

Proses pertama, adalah proses hisap. Piston bergerak dari TMA menuju ke TMB, dan proses hisap dimulai saat katup hisap/masuk mulai terbuka. Kevakuman di dalam silinder menyebabkan terjadinya proses hisap. Pada mesin diesel yang masuk ke dalam silinder hanya udara. Proses kedua, adalah proses kompresi. Proses ini dimulai saat katup mulai tertutup dan piston bergerak dari TMB ke TMA. Piston mengkompresikan udara, hingga temperatur dan tekanan udara naik. Temperatur udara naik hingga mencapai

titik nyala bahan bakar ( *flash point* ). Proses kompresi salah satu tugasnya, adalah menyediakan salah satu syarat untuk terjadinya proses pembakaran, yaitu panas untuk menyalakan. Proses ketiga, adalah proses usaha. Pada akhir langkah kompresi bahan bakar diinjeksikan atau dikabutkan ke dalam silinder. Dengan demikian kini di dalam silinder terdapat tiga unsur proses pembakaran, yaitu Oksigen ( dari udara ), CH ( dari bahan bakar ), dan panas ( yang mencapai titik nyala bahan bakar ). Berkumpulnya ketiga unsur tersebut menyebabkan terjadinya proses pembakaran di dalam silinder, dan terjadi kenaikan temperatur dan tekanan. Tekanan hasil pembakaran dikalikan dengan luas piston akan terjadi gaya ( *force* ) yang mendorong piston melakukan proses usaha dari TMA menuju TMB.

## **6. Sistem Pembuangan Gas Mesin Diesel**

Menurut Prof. Dr. Wiranto Arismunandar ( 2008:35, Motor Diesel ), Sistem pembuangan mesin diesel melakukan tiga fungsi : pertama, sistem pembuangan yang melewati gas-gas pembakaran dari mesin, di mana mereka ditipiskan oleh atmosfer setelah sebelumnya dicampur dengan air. Hal ini dilakukan di daerah sekitar mesin di tempatkan. Kedua, batas sistem pembuangan dan saluran gas – gas ke *turboborcharger*, jika digunakan. Ketiga, sistem pembuangan yang memberikan peredaman knalpot digunakan untuk mengurangi kebisingan mesin.

## **7. Turbocharger**

- a. Menurut J.Trommelmans ( 1986:5.10 Mesin Diesel ), Turbocharger bekerja berdasarkan langkah pembuangan gas hasil pembakaran didalam silinder mesin yang menyebabkan hasil sisa pembakaran terdorong keluar kemudian menekan ke suatu roda turbin sehingga menghasilkan suatu putaran dan sebagian sisa pembakaran keluar. Dan blower yang dipasang seporos dengan roda turbin ikut berputar, sehingga menghasilkan tekanan hembusan, yang menyebabkan terjadinya pemadatan udara dengan tekanan diatas satu atmosfer. Selanjutnya udara yang bertekanan disalurkan ke manifold masuk, kemudian masuk kedalam silinder melalui katup masuk. Untuk itu motor diesel dilengkapi dengan turbocharger bertujuan untuk

memperbesar tenaga mesin tanpa menambah terlalu banyak beban dan ukuran motor.

- b. Menurut Drs.Boentarto ( 2000:105 Mengatasi Kerusakan Mesin Diesel ), Untuk meningkatkan pemasukan udara ke dalam ruang bakar maka motor-motor diesel menggunakan supercharger. Dengan menggunakan supercharger tenaga motor bertambah hingga 34% tetapi pemakaian bahan bakar bertambah 10%. Supercharger dibedakan menjadi dua yaitu yang digerakan secara mekanik dan yang digerakan oleh gas buang. Supercharger yang digerakan oleh gas buang sering disebut Turbocharger. Perbedaan cara kerja tersebut mengakibatkan perbedaan hasil kerjanya. Turbocharger baru akan mulai terasa pengaruhnya pada putaran motor yang tinggi. Sedangkan supercharger pengaruhnya mulai terasa pada putaran rendah hingga putaran tinggi.
- c. Menurut Wiranto Arismunanadar dan Koichi Tsuda ( 1981:29, Motor Diesel Putaran Tinggi ), Kerugian pembuangan cukup besar, oleh karena itu perlu ada usaha untuk menguranginya. Salah satu cara untuk mengurangi kerugian buangan adalah dengan memasang Turbocharger pada saluran buang. Dalam hal ini gas buang dimanfaatkan untuk menggerakan turbin gas yang menggerakan kompresor. Kompresor tersebut memompa udara masuk kedalam silinder sehingga menaikkan tekanan dan jumlah udara yang dimasukkan ke dalam silinder. Dengan demikian maka jumlah bahan bakar yang dimasukkan ke dalam silinder dapat diperbanyak sehingga daya mesin dapat diperbesar. Dengan turbo charger tersebut, kira-kira 8% sampai 10% dari jumlah kalor pembakaran bahan bakar dapat diselamatkan.
- d. Menurut Drs. Boentarto ( 2000:111 Mengatasi Kerusakan Mesin Diesel ), Turbo kompresor terdiri dari turbin gas buang, rumah bantalan, dan sentrifugal kompresor. Gas buang bergerak melalui pipa buang langsung ke bagian turbin dan memberi gerakan putar pada roda turbin. Pemasukan udara mengalir melalui saringan udara dan pipa ke bagian kompresor di mana menimbulkan tekanan 0,2-1 kg/cm<sup>2</sup> yang di hasilkan, pembangkitan tekanan tergantung pada kecepatan mesin. Udara di desak melalui pipa ke saluran pemasukan dan lewat katup masuk yang terbuka ke dalam ruangan di dalam silinder. Porosnya dari roda

turbin dan roda kompressor di dukung dalam bantalan pada rumah bantalan dan pelumasan dari sistem pelumasan mesin.

## **8. Intercooler/Charge Air Cooler**

### **a. Fungsi dari intercooler**

Intercooler berfungsi untuk mendinginkan udara masuk dari blower yang panas karena melewati turbocharge. Dengan demikian udara masuk dari boler kedlam silinder mesin diperoleh berat jenis yang besar sehingga beratnya bertambah. Hal ini dapat menambah jumlah pembakaran bahan bakar dan mengakibatkan daya mesin akan bertambah.

### **b. Prinsip kerja dari intercooler**

Prinsip kerjanya yaitu, udara dari blower bersinggungan dengan pipa-pipa air pendingin sehingga panas udara akan terserap air pendingin sehingga molekul-molekul oksigennya menjadi padat sehingga akan mempermudah pembakaran yang sempurna.

## **9. Mekanisme Katup**

Mekanisme katup adalah suatu mekanisme pada mesin empat langkah yang berfungsi untuk membuka dan menutupnya katup – katup agar udara murni dan udara ( gas ) hasil sisa pembakaran dapat masuk dan keluar dengan sempurna. Untuk mendapatkan pemasukan udara murni dalam proses pembakaran dalam silinder guna mendapatkan daya yang sempurna, maka pembukaan dan penutupan katup harus tepat. Akibat dari gerakan turun dan naiknya torak yang bekerja di dalam silinder mesin, mengakibatkan komponen mekanisme katup dan kedudukannya mengalami getaran dan keausan serta ekspansi panas. Hal ini mengakibatkan celah katup dapat memperkecil atau memperbesar, jadi pada waktu tertentu celah katup harus diatur atau distel kembali agar mesin dapat menghasilkan tenaga yang optimal.

## **10. Injektor & Pompa bahan bakar**

- a. Menurut H.D. McGEORGE ( 1975:224, *Marine Auxiliary Machinery* ), *Injector / Fuel Injection Valve* ialah suatu alat yang mengubah bahan bakar menjadi partikel – partikel ( atom – atom ) untuk mempermudah pembakaran diruang bakar dengan tekanan  $220 \text{ kgf/cm}^2$ . Adapun proses



pengabutan yang dilakukan oleh *injector* ialah dengan menggunakan pompa bahan bakar atau dikenal dengan *fuel pump* bekerja oleh gerakan *camshaft*, bahan bakar di tekan oleh *fuel pump* hingga tekanan 220 kgf/cm<sup>2</sup> sehingga menekan *spring* pada *injector* kemudian bahan bakar masuk ke *injector* dan mengangkat *spindle* sehingga bahan bakar masuk ke dalam lubang – lubang dan di teruskan ke *cylinder liner* dalam bentuk atom – atom.

- b. Menurut Wiranto Arismunandar ( 1973:92-94, Penggerak Mula: Motor Bakar Torak ), bahwa Persyaratan utama yang harus dipenuhi oleh sistem injeksi adalah sebagai berikut :

1) Pembakaran

Pembakaran yang teliti dari bahan bakar berarti bahwa banyaknya bahan bakar yang diberikan untuk tiap dapur harus dalam kesesuaian dengan beban mesin dan jumlah yang tepat sama dari bahan bakar yang harus diberikan kepada tiap silinder untuk setiap langkah daya mesin, hanya dengan cara ini mesin akan beroperasi pada kecepatan yang tetap dan stabil.

2) Pengaturan waktu yang tepat dari injeksi bahan bakar

Pengaturan waktu yang layak berarti mengawali injeksi bahan bakar pada saat yang diperlukan adalah sangat mutlak untuk mendapatkan daya maksimum dari bahan bakar dan menghemat bahan bakar dengan baik serta pembakaran yang sempurna, kalau bahan bakar di injeksikan terlalu awal dalam dapur maka penyalannya akan diperlambat karena suhu udara pada titik ini tidak cukup tinggi. Keterlambatan yang berlebihan akan berakibat pada putaran mesin yang kasar dan berisik serta memungkinkan kerugian bahan bakar karena pembatasan dinding silinder. Akibatnya adalah gas buang serta pemakaian bahan bakar yang boros dan tidak membangkitkan daya yang maksimum, sehingga *service speed* tidak dapat dicapai.

3) Kecepatan dari injeksi bahan bakar

Banyaknya bahan bakar yang di injeksikan kedalam ruang bakar dalam satu satuan waktu atau dalam satu derajat dari perjalanan engkol. Kalau dikehendaki untuk menurunkan kecepatan injeksi harus

digunakan *nozzle* dengan lubang yang kecil untuk menaikkan angka waktu injeksi bahan bakar.

4) Pengabutan yang benar dari bahan bakar

Bahan bakar yang disemprotkan mirip kabut harus disesuaikan dengan jenis ruang bakar. Pengabutan yang baik akan mempermudah pengawasan pembakaran dan menjamin bahwa setiap butiran kecil dari bahan bakar dikelilingi oleh partikel oksigen yang dapat bercampur.

5) Pendistribusian bahan bakar

Distribusi bahan bakar harus dapat menyusup keseluruhan bagian ruang bakar yang berisi oksigen untuk pembakaran kalau bahan bakar tidak di distribusikan dengan baik maka sebagian dari oksigen tidak akan dimanfaatkan dan keluaran daya mesin akan rendah. Pembakaran yang sempurna didalam motor diesel dilihat dari sisi *injector* tergantung pada syarat-syarat sebagai berikut :

- a) Derajat pengabutan bahan bakar.
  - b) Suhu yang tinggi untuk memperoleh pembakaran yang sempurna dari campuran bahan bakar dengan udara.
  - c) Kecepatan relative yang tinggi antara partikel bahan bakar dengan udara.
  - d) Pencampuran yang baik antara partikel bahan bakar dengan udara.
- c. Pengabutan bahan bakar untuk memperoleh bentuk dari system yang sehalus-halusnya dan penyebarannya terutama tergantung dari system penyemprotan yang digunakan. Faktor penting lain yang perlu diperhatikan dalam prosesntase pembakaran adalah pusaran udara yang sangat diperlukan untuk memperoleh campuran bahan bakar dengan udara yang baik.

## 11. Perawatan Mesin Diesel

Menurut V. L Mallev ( 1991:411, Operasi dan pemeliharaan mesin diesel ) Secara umum perawatan mesin diesel tidak jauh berbeda dengan perawatan mesin bensin. Yang diperlukan adalah penggantian pelumas atau oli mesin secara berkala. Begitu pula dengan filter – filternya, perlu diganti saat

melakukan overhaul besar. Sistem bahan bakar diesel jauh lebih peka dibandingkan mesin bensin. Kotoran halus yang masuk ke sistem bahan bakar akan berakibat kerusakan yang cukup berarti. Ada satu saringan yang tidak dimiliki mesin bensin, yaitu pemisah air dan bahan bakar atau water separator. Air merupakan bahan yang bisa merusak sistem bahan bakar. Saringan ini harus dibersihkan secara rutin. Tidak tergantung waktu, bila sudah penuh langsung dibersihkan.

Untuk menghidupkan mesin diesel yang kehabisan solar memerlukan keahlian khusus. Lebih buruk lagi, kotoran yang ada di dasar-dasar tangki akan terbawa masuk ke sistem bahan bakar. Kotoran akan menyumbat dan mengganggu kerja pompa bahan bakar. Mesin akan rewel dan kurang tenaga. Pada dasarnya, bila perawatan dilakukan secara berkala, mesin akan awet dan tidak rewel.

Dalam melakukan aktivitas pemeliharaan memang sangat situasional. Terutama kita harus memperhatikan : peralatan ( *tools* ) yang ada, kondisi operasi, tenaga yang ada, kondisi tempat/environment. Tetapi sebetulnya alasan apapun harus bukan merupakan sebab dari “gagalnya pemeliharaan”.

a. Perbedaan operasional Mesin Diesel dan Mesin Rotari lain misal; pompa/kompresor sentrifugal, turbin uap/air, motor listrik dll.

- 1) Operasional Mesin Kerja mesin diesel : input ke mesin berupa bbm dan udara, kemudian dibuat terjadi pembakaran dan kompresi di dalam silinder ( *internal combustion* ). Akibat pokok dari proses tersebut, maka ada sisa pembakaran yang bocor melalui ring piston ke “*carter*”. Disini yang kritikal adalah : minyak filter menjadi lebih cepat harus diganti. Agar dapat melakukan kapan tepatnya harus diganti, perlu dimonitor “*differential pressure*” ( beda tekanan masuk dan keluar filter ) dan dibuat *trending* ( grafik skala datar waktu, skala tegak beda tekanan ), dengan *trending* kita dapat mengetahui berapa beda tekanan dan memperkirakan kapan harus diganti. Intinya mengganti filter tidak boleh terlalu cepat atau terlambat. Pelumas juga menjadi cepat hitam akibat sisa pembakaran ikut mencampur ke pelumas. Pengambilan contoh untuk dites dan analisa lengkap adalah : *viscosity, water content, metal content*, kandungan sisa pembakaran.

( ikuti standar test untuk L.O. Diesel Engine ), buatlah *trending* dan sebagai acuan untuk kapan tepatnya harus mengganti pelumas.

- 2) Operasional Mesin Rotari misal ; pompa/kompresor centrifugal, turbin uap/air, motor listrik dll. Mesin ini tidak terjadi adanya “*internal combustion*”, sehingga bedanya adalah: pelumas tidak dikotori oleh sisa pembakaran. *Monitoring* dan *trending* seharusnya tetap dilakukan seperti mesin diesel, tetapi dapat lebih lama periodenya. Penggantian filter dan pelumas sangat lebih jarang diperlukan. Bahkan penggantian pelumas sebuah turbin uap dapat mencapai 15 tahun atau lebih, ini tergantung aktivitas PM yang dilakukan.

b. Monitor Kondisi *Cylinder*

*Cylinder* harus selalu diketahui kondisinya, karena ini yang menentukan boros bahan bakar atau masih baik. Tekanan dan temperatur setiap *cylinder* perlu dimonitor dan dibuat *trending*. Tekanan rendah dari seharusnya, menunjukkan adanya keausan ring piston sudah *excessive*. Temperatur terlalu tinggi atau rendah menunjukkan terjadi pembakaran tidak sempurna. Kondisi pembakaran setiap silinder seharusnya sama satu dengan yang lain pada harga tertentu ( sesuai dengan spesifikasi mesin tersebut ).

*Infra red* salah satu alat untuk melihat panas *cylinder* dapat diaplikasikan untuk monitor panas *cylinder*. Kalau tidak memiliki *infra red* dapat menggunakan termometer kontak. Bahkan seorang pemelihara pengalaman dapat memakai nalurinya dengan hanya memegang atau mendekat. Umumnya untuk diesel besar telah disediakan “*nozzle hole*” dimana dapat dipasang *test gauge / pressure gauge* untuk mengukur tekanan *cylinder*. Dari pengukuran ini analisa, evaluasi dapat dilakukan untuk melakukan tindakan – tindakan secara tepat dan hemat.

c. Overhaul Mesin Diesel

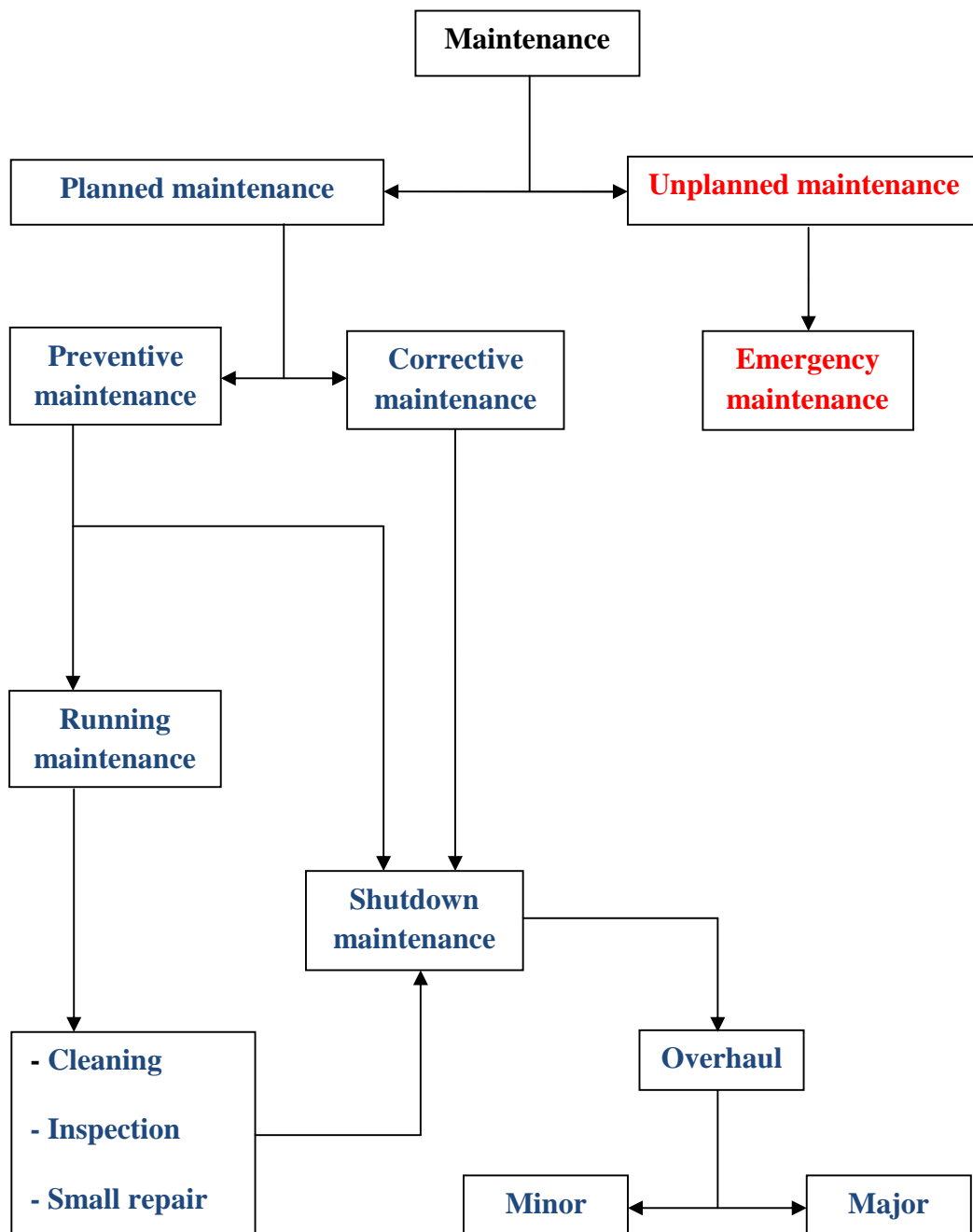
Mesin diesel lebih memerlukan tindakan overhaul, dengan periode waktu antar overhaul lebih pendek atau cepat dibanding mesin rotari. Bahkan dengan monitoring ketat, mesin rotari dapat mencapai umur 15 tahun lebih baru perlu di overhaul. Perbedaan ini lebih disebabkan oleh beda sifat operasionalnya.

## 12. Kegiatan Perawatan

Kegiatan perawatan dan perbaikan adalah kegiatan yang dilakukan secara terus menerus atau berkesinambungan terhadap peralatan dan perlengkapan agar selalu dalam keadaan baik dan siap operasi. Usaha perawatan ini juga bertujuan untuk mempertahankan kondisi dan menjaga agar tingkat kemerosotan performa serendah mungkin

Kegiatan perawatan dilakukan dengan kondisi sebagai berikut:

- a. *Unplanned maintenance* : kegiatan perawatan tidak terjadwal karena keadaan darurat.
- b. *Planned maintenance* : kegiatan perawatan terjadwal ( biasanya jangka panjang/tahunan ). Karena setiap permesinan tidak dapat dihentikan begitu saja untuk perawatan.
- c. *Breakdown maintenance ( RTF = Run To Failure )* : kegiatan perawatan dimana mesin dibiarkan saja beroperasi sampai kerusakan terjadi.
- d. *Prepventive maintenance* : strategi perawatan ( *cleaning, inspection, small repair, lubrication* ) untuk mencegah konsekuensi kegagalan pada tingkat komponen maupun tingkat pabrik.
- e. *Corrective maintenance* : adalah kegiatan untuk memperbaiki komponen yang mengalami kegagalan.
- f. *Running maintenance* : kegiatan perawatan yang dapat dikerjakan ketika mesin sedang beroperasi.
- g. *Shutdown maintenance* : kegiatan maintenance yang hanya dapat dikerjakan ketika mesin sedang tidak beroperasi.



Bagan 2.2 Pembagian jenis – jenis perawatan

## B. KERANGKA PEMIKIRAN

### JUDUL

#### **ANALISA PROSES PEMBAKARAN PADA MOTOR DIESEL GENERATOR DI MV. PAN CLOVER**

### IDENTIFIKASI MASALAH

1. Kurang optimalnya kinerja dari *F.O. Pump & F.I.V* pada Motor Diesel Generator.
2. Kurang optimalnya kinerja dari *Turbocharger & Charge Air Cooler* sebagai komponen pendukung pada Motor Diesel Generator.
3. Penyetelan Katup Masuk & Katup Buang yang tidak tepat.
4. Terjadinya *Backfire* pada *Exhaust Manifold*.
5. Rusaknya sensor suhu gas buang yang terintegrasi dengan *Alarm Monitoring System ( AMS )*.

### BATASAN MASALAH

1. Kurang optimalnya kinerja dari *F.O. Pump & F.I.V* pada Motor Diesel Generator.
2. Kurang optimalnya kinerja dari *Turbocharger & Charge Air Cooler* sebagai komponen pendukung pada Motor Diesel Generator.
3. Penyetelan Katup Masuk & Katup Buang yang tidak tepat.

### PENYEBAB MASALAH

1. Kurang maksimalnya perawatan yang dilakukan.
2. Keterlambatan waktu dalam melakukan perawatan yang tidak sesuai dengan *Planned Maintenance System ( PMS )* yang telah ditentukan.
3. Pemakaian suku cadang yang tidak *Genuine* atau *Recondition*.
4. Prosedur perawatan yang dilakukan kurang tepat dan sesuai sebagaimana yang tercantum pada *Instruction Manual Book*.

**PEMECAHAN MASALAH**

1. Melakukan perawatan terhadap Motor Diesel Generator dengan maksimal yang mengacu kepada *Instruction Manual Book*.
2. Memastikan bahwa PMS terlaksana dengan baik dan tepat waktu.
3. Memastikan bahwa suku cadang yang tersedia di atas kapal adalah suku cadang asli dan bukan rekondisi.
4. Memastikan bahwa perawatan terhadap Motor Diesel Generator dilakukan dengan baik dan benar sesuai dengan prosedur yang tercantum pada *Instruction Manual Book*.

**HASIL**

1. Kinerja Motor Diesel Generator menjadi maksimal dalam memenuhi kebutuhan energi listrik di atas kapal.
2. Tidak adanya hambatan terhadap proses pelayaran serta operasi bongkar muat kapal di pelabuhan, sehingga resiko timbulnya kerugian besar dapat dihindari.
3. Memperpanjang umur komponen pada Motor Diesel Generator serta menghemat biaya dan waktu perawatan.

Bagan 2.3 Kerangka Pemikiran



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN**

##### **1. Waktu Penelitian**

Penelitian berlangsung ketika penulis melaksanakan praktek laut ( Prala ), selama kurang lebih 12 bulan di perusahaan PAN OCEAN Co., Ltd. dengan salah satu kapal jenis curah yang bernama MV. PAN CLOVER. Penelitian terhitung sejak tanggal 22 Agustus 2017 sampai dengan 22 Agustus 2018. Selama masa praktek tersebut digunakan untuk mengamati dan meneliti permasalahan di atas kapal, yang meliputi mesin induk ataupun permesinan bantuannya. Khususnya untuk penelitian penulis melakukannya pada Motor Diesel Generator.

##### **2. Tempat Penelitian**

Tempat di mana peneliti melaksanakan penelitian selama praktek laut di atas kapal MV. PAN CLOVER, dengan data kapal sebagai berikut:

Company's Name	: PAN OCEAN Co., Ltd.
Ship's Name	: MV. PAN CLOVER
Kind of ship	: BULK CARRIER
Call sign	: V7YI7
Nationality	: MARSHALL ISLANDS
Port of registry	: MAJURO
Classification / No.	: KR / 1275609
Date of built	: 07 MARCH 2012
Gross Tonnage	: 44,098 TONS
Net Tonnage	: 27,714 TONS
Deadweight / Draft / FB	: 83, 340.50 TONS / 14.770 M / 5.327 M
Dimension	:
• L.O.A	: 229.00 M

• L.B.P	: 225.50 M
• BREADTH	: 32.26 M
• DEPTH	: 20.05 M
• HIGHT	: 47.50 M ( From BL to TOP )
Main Engine	:
• TYPE	: 5S60MC-C8 ( TIER II )
• MAKER	: STX – MAN B & W
• POWER	: 9,800 Kw @ 98 rpm
Diesel Generator	:
• TYPE	: 7L16/24
• MAKER	: STX – MAN DIESEL
• POWER	: 770 Kw @ 1,200 rpm

## **B. METODE PENDEKATAN DAN TEKNIK PENGUMPULAN DATA**

### **1. Metode Pendekatan**

Berdasarkan pengalaman maupun pengamatan agar pemecahan masalah di dalam skripsi ini dapat dilakukan dengan baik dan sistematis dan untuk lebih memudahkan pembahasan masalah yang telah diuraikan pada latar belakang, maka penulis menggunakan beberapa metode pendekatan masalah yang dianggap sesuai dengan masalah di dalam skripsi ini. Berikut ini adalah beberapa metode pendekatan yang digunakan peneliti dalam melakukan penelitian yang meliputi:

#### **a. Studi Kasus**

Metode pendekatan studi kasus adalah suatu metode pendekatan dengan mempelajari masalah-masalah yang sedang dihadapi. Artinya, masalah-masalah yang ada dipelajari terlebih dahulu dengan mengacu kepada *instruction manual book* atau dokumen – dokumen yang dapat membantu dalam pemecahan masalah yang sedang dialami peneliti.

Selama penulis melakukan praktek laut di kapal MV. PAN CLOVER, penulis melakukan pendekatan pemecahan masalah dan mempelajari masalah-masalah apa saja yang mungkin terjadi pada Motor Diesel Generator dan bagaimana cara pemecahan terhadap masalah tersebut.

### **b. Problem Solving**

Metode pendekatan dengan cara *problem solving* adalah lanjutan dari pendekatan studi kasus yang telah dilakukan terlebih dahulu oleh peneliti yang mana telah dijelaskan di atas, sehingga *problem solving* adalah suatu proses menemukan masalah dan memecahkan berdasarkan data dan informasi yang akurat, sehingga dapat diambil kesimpulan yang tepat.

### **c. Deskriptif Kualitatif**

Pendekatan deskriptif kualitatif adalah suatu proses penelitian dan pemahaman yang berdasarkan pada metodologi yang menyelidiki suatu fenomena pada masalah yang terjadi pada pendekatan ini. Peneliti membuat suatu gambaran kompleks, meneliti kata – kata, laporan terinci dari pandangan responden, dan melakukan studi pada situasi yang alami.

Prosedur penelitian yang menghasilkan data deskriptif berupa kata-kata tertulis maupun lisan dari orang - orang dan perilaku yang diamati. Penelitian kualitatif digunakan jika masalah belum jelas, untuk mengetahui makna yang tersembunyi, untuk memahami masalah, untuk mengembangkan teori dan untuk memastikan kebenaran data.

## **2. Teknik Pengumpulan Data**

Untuk mendapatkan data yang lengkap, obyektif, akurat, serta dapat dipertanggung jawabkan, diperlukan teknik – teknik tertentu untuk mengumpulkan data – data tersebut.

Teknik pengumpulan data yang dilakukan penulis dalam penyusunan skripsi ini didasarkan pada data, fakta, dan informasi yang pernah dialami selama melaksanakan proyek laut. Kemudian dari data, fakta, dan informasi tersebut menjadi bahan acuan yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini. Sehingga peneliti mengungkapkan peristiwa-peristiwa yang pernah terjadi pada *Motor Diesel Generator* selama melaksanakan praktek laut, dan kemudian menuangkannya kedalam skripsi ini. Adapun dalam penyusunan skripsi ini, teknik pengumpulan data yang digunakan adalah :

### **a. Observasi**

Observasi adalah pengamatan yang dilakukan terhadap sesuatu situasi atau keadaan yang sudah ada secara spontan dan ilmiah yang kemudian hasil pengamatan tadi diuraikan. Kesimpulan yang didapat akan bersifat objektif

karena pengamatan dilakukan secara langsung terhadap permasalahan – permasalahan yang diangkat dalam skripsi.

Selama melaksanakan praktek laut, sering permasalahan-permasalahan pada *Motor Diesel Generator* yang ada diatas kapal. Untuk mendapatkan data-data obyektif dalam penyusunan skripsi ini, penulis melakukan pengamatan terhadap permasalahan – permasalahan yang terjadi pada *Motor Diesel Generator* tersebut.

Permasalahan-permasalahan yang diamati adalah :

- a) Kurang optimalnya kinerja dari *F.O. Pump & F.I.V* pada Motor Diesel Generator.
- b) Kurang optimalnya kinerja dari *Turbocharger & Charge Air Cooler* sebagai komponen pendukung pada Motor Diesel Generator.
- c) Penyetelan Katup Masuk & Katup Buang yang tidak tepat.

Adapun dalam melakukan pengamatan terhadap *Motor Diesel Generator* di kapal MV. PAN CLOVER, penulis sering menemukan hal-hal yang bertentangan dengan *Instruction Manual Book*. Misalnya pada *Motor Diesel Generator* ditemukan bahwa penyetelan katup buang dan katup masuk tidak tepat, perawatan terhadap *Turbocharger* dan *Charge Air Cooler* kurang maksimal, serta perawatan terhadap *F.O. Pump & F.I.V* yang terkadang dilakukan melewati jadwal & *Running Hour* yang telah ditetapkan.

#### **b. Wawancara**

Wawancara merupakan teknik pengumpulan data yang digunakan oleh penulis dengan mengadakan komunikasi atau tanya jawab kepada pihak – pihak yang terkait diatas kapal tentang langkah – langkah penanganan yang di lakukan terhadap permasalahan yang terjadi pada Motor Diesel Generator. Dengan demikian, maksud dari angket ini adalah untuk mengambil teori-teori yang akan dijadikan sebagai penyelesaian suatu masalah yang diambil dari pendapat - pendapat masinis, baik yang didapat dari para masinis di atas kapal, senior - senior atau pun dosen pembimbing.

#### **c. Studi Dokumentasi**

Dalam teknik ini, arsip serta dokumen – dokumen kapal digunakan untuk melengkapi data yang diperoleh, sehingga data tersebut bisa lebih akurat dan dan dapat dipertanggung jawabkan.

Dokumen – dokumen kapal yang dijadikan referensi di antaranya adalah :

- a) Buku petunjuk manual ( *Instruction Manual Book* ) mengenai *Motor Diesel Generator* yang diterbitkan oleh pabrik pembuat, yang berisi antara lain tentang cara mengoperasikan mesin tersebut dengan benar, serta perawatan – perawatan yang perlu dilakukan terhadap mesin tersebut.
- b) Lembaran perawatan berkala ( *Preventive Maintenance Sheet* ) atau PMS ( *Planned Maintenance Sistem* ) yang ada pada portal internet laporan perusahaan, yang berisi tentang jadwal perawatan berencana terhadap *Motor Diesel Generator* yang ada diatas kapal MV. PAN CLOVER.
- c) Buku log kamar mesin ( *Engine Room Log Book* ) dari kapal MV. PAN CLOVER, yang berisikan hal – hal yang perlu diperiksa secara rutin guna mengetahui status dan kondisi setiap permesinan yang ada di kamar mesin.

### C. SUBJEK PENELITIAN

Subjek yang menjadi fokus penelitian adalah Analisa penyebab tingginya temperatur gas buang rata – rata pada Motor Diesel Generator di kapal MV. PAN CLOVER.

Adapun spesifikasi dari Motor Diesel Generator tersebut sebagai berikut :

Maker	: STX MAN Diesel
Model	: 7L16/24
Number of cylinders	: 7 Cylinders
Cylinder arrangement	: In – Line
Cylinder bore	: 160 mm
Piston stroke	: 240 mm
Max. continuous output	: 770 kW @ 1200 rpm
Revolution	: 1,200 rpm
Piston speed	: 9.6 m/sec
Mean effective pressure	: 22.8 bar
Max. cylinder pressure	: 170 bar
Direction of rotation	: Clockwise ( Flywheel Side )
Starting	: Air motor
• Working pressure	: 8 ~ 10 bar

#### Cooling system

- By H.T water : Cylinder liner, Cylinder cover, Air cooler ( H.T )
- By L.T water : Lubricating oil cooler, Air Cooler ( L.T )
- By Lubricating oil : Piston, Bearings, Turbocarger

#### Firing order

: 1 – 2 – 4 – 6 – 7 – 5 – 3

#### Fuel oil specification

- HFO ( 600 cSt at 50 °C ) : Start/stop at normal condition
- MDO ( 14 cSt at 40 °C ) : Start/stop at cold condition ( initial ) & low load running

#### Lubricating oil

: SAE 40

#### Alternator

:

- Maker : HYUNDAI HEAVY INDUSTRIES Co., Ltd.
- Type : HFC7 502 - 64K
- Output capacity : 912.5 kVA
- Voltage/Phase/Frequency : AC 450 V / 3 – Phases / 60 Hz
- Current : 1170.7 A
- Speed : 1,200 rpm
- Weight : Rotor 1.336 kg, Total 3.700 kg

#### D. TEKNIK ANALISIS DATA

Metode yang digunakan untuk menganalisa data yang ada dalam skripsi ini adalah menggunakan teknik Deskriptif Kualitatif. Dengan metode ini segala permasalahan yang ditemui dan diamati di atas kapal akan digambarkan dan dijelaskan dengan terperinci. Pengumpulan data yang dimaksud adalah dengan memperoleh data-data yang relevan, akurat dan mengidentifikasi data yang ada. data – data yang diperoleh kemudian dianalisa kemudian dari hasil analisa ini diharapkan akan menghasilkan suatu gambaran yang lebih jelas dari penyusunan skripsi ini baik dari permasalahannya maupun hasil akhirnya.

peristiwa yang terjadi di atas kapal, berdasarkan pengamatan dan pandangan dengan melihat data – data yang ada. Dengan menggunakan teknik analisis yang diterapkan diatas, diharapkan penelitian skripsi ini dapat menghasilkan suatu solusi atau pun

pemecahan masalah yang tepat dan akurat, baik dalam mengamati dan menangani tentang permasalahan yang diangkat.

## **BAB IV**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

#### **A. DESKRIPSI DATA**

Dengan maksud untuk mengutarakan fakta – fakta yang ditemukan selama motor diesel generator beroperasi serta proses perawatan – perawatan yang dilakukan, bertujuan untuk mendukung kinerja motor diesel generator dalam memenuhi kebutuhan energi listrik di atas kapal sehingga dapat meperlancar pengoperasian kapal dan proses bongkar muat kapal di pelabuhan.

Selama melaksanakan praktek laut di atas kapal MV. PAN CLOVER, peneliti telah menghadapi permasalahan yang terjadi pada motor diesel generator yang dapat berdampak secara langsung pada kelancaran proses pelayaran dan pengoperasian kapal. Permasalahan tersebut akan diuraikan dengan fakta – fakta terperinci berdasarkan pengalaman – pengalaman yang dialami penulis di atas kapal sebagai berikut :

##### **1. Kurang optimalnya kinerja *F.O. Pump & F.I.V* pada Motor Diesel Generator.**

Tanggal 27 Oktober 2017 ketika kapal *underway* dari Yantai, China menuju Rennell Island, Solomon Islands untuk melakukan proses pengambilan muatan ditemukan bahwa adanya alarm yang berbunyi di kamar mesin ketika para kru kamar mesin sedang melakukan kegiatan kerja harian, setelah Masinis 2 pergi untuk memeriksa jenis alarm apakah yang sedang berbunyi, dan ditemukan pemicu alarm yang berbunyi ialah karena suhu gas buang Silinder No.7 pada *Generator Engine* No.3 memiliki deviasi di bawah nilai minimum yang ditentukan yaitu  $-113^{\circ}\text{C}$ , serta deviasi pada Silinder lain juga memiliki nilai yang menunjukkan keabnormalan dengan nilai deviasi berturut – turut pada tiap silinder ialah  $38^{\circ}\text{C}$ ,  $33^{\circ}\text{C}$ ,  $32^{\circ}\text{C}$ ,  $15^{\circ}\text{C}$ ,  $17^{\circ}\text{C}$ ,  $-21^{\circ}\text{C}$ ,  $-113^{\circ}\text{C}$  namun masih di bawah batas maksimum yang diizinkan berdasarkan *Alarm Monitoring System (AMS)* & *Instruction Manual Book* kecuali dengan Silinder No.7 yang memiliki nilai deviasi di bawah batas minimum.



Setelah dilakukannya analisa pada permasalahan tersebut, ditemukan penyebab dari kejadian ini adalah terlambatnya perawatan yang dilakukan terhadap *Generator Engine* No.3 yang selanjutnya berdampak pada umur komponen – komponen tersebut, dalam hal ini pada Injektor dan Pompa injeksi bahan bakar. Disamping hal itu, dapat disimpulkan pula di mana salah satu penyebab dari tingginya suhu gas buang pada motor diesel generator yaitu kurang optimalnya kinerja dari *Fuel Oil Pump* dari motor diesel generator dalam menyalurkan dan memberi tekanan bahan bakar yang cukup, serta *Fuel Injection Valve* yang bekerja kurang baik dalam mengabsorpsi bahan bakar ke dalam ruang bakar.

## **2. Kurang optimalnya kinerja dari *Turbocharger & Charge Air Cooler* sebagai komponen pendukung pada Motor Diesel Generator.**

Pada tanggal 31 Agustus 2017, ketika kapal dalam posisi *stand – by engine* untuk ketibaan di Rennell Island Anchorage, Solomon Islands ketika dalam proses parallel generator ditemukan ketidak normalan pada perangkat *Turbocharger & Air Cooler* dimana, pada saat keadaan normal, *turbocharger* dapat menghasilkan tekanan 1.3 Bar – 2.0 Bar dalam keadaan tanpa beban atau beban rendah dan 2.0 Bar – 3.0 Bar dalam keadaan beban sedang – tinggi, serta suhu *charge air* pada *Air Cooler* 42°C pada putaran Turbo 45.000 – 47.000 rpm dan suhu kamar mesin 41°C dengan suhu air laut 30°C, sedangkan pada kala itu ditemukan pada Generator No.3 bahwa tekanan *Charge Air* yang terdapat di dalam *Air Cooler* turun menjadi 0.9 Bar dengan suhu 62°C dalam keadaan *Load Sharing* dengan Generator No.1, dan putaran Turbo pada 37.400 rpm serta suhu kamar mesin 41°C dan suhu air laut 30°C.

Dari kejadian tersebut dapat disimpulkan bahwa permasalahan di atas dapat menjadi salah satu yang menyebabkan suhu gas buang melebihi dari batas suhu normal rata – rata yang terjadi karena kurang maksimalnya perawatan komponen – komponen serta pemeriksaan berkala yang dilakukan terhadap *Turbocharger & Charge Air Cooler* sehingga dapat menimbulkan kurang optimalnya kinerja dari komponen pendukung tersebut untuk memenuhi suplai udara yang dibutuhkan dalam menciptakan proses pembakaran yang sempurna pada motor diesel generator, dan dapat mengurangi kinerja motor diesel generator dalam mendukung proses pelayaran serta kegiatan bongkar muat kapal di pelabuhan.

### **3. Penyetelan katup tidak tepat dan pemakaian suku cadang yang tidak *Genuine*.**

Pada tanggal 18 September 2017 di Rennell Island Anchorage, Solomon Islands. Penulis bersama dengan Masinis jaga menemukan suatu masalah yaitu suhu gas buang dari motor diesel generator mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Ketika penulis bersama dengan Masinis 2 sedang melaksanakan proses *Paralell Generator* guna mendukung proses bongkar muat di Rennell Island Anchorage area, menemukan bahwa suhu gas buang dari salah satu silinder melebihi batas tinggi deviasi suhu gas buang yang terdapat pada *Alarm Monitoring System (AMS)*. Dan ditemukan bahwa Diesel Generator No.3, Silinder No.1 melebihi batas tinggi dari deviasi maksimum, yaitu mencapai 186<sup>0</sup>C atau memiliki deviasi sebesar 60<sup>0</sup>C dalam keadaan *Stand-By Running* atau tanpa beban. Sedangkan suhu normal rata – rata pada saat itu ialah 126<sup>0</sup>C. Akibat tingginya suhu gas buang tersebut, beresiko terhadap turunnya daya kerja dari motor diesel generator dan dapat menghambat proses bongkar muat pada saat itu.

Setelah dilakukan penyelidikan lebih lanjut maka ditemukanlah penyebab dari tingginya gas buang motor diesel generator ialah adanya permasalahan pada mekanisme katup di mana penyetelan Katup Buang dan Katup Masuk yang tidak tepat serta pemakaian komponen yang tidak *Genuine* dan tidak sesuai dengan ketentuan standar pada *Instruction Manual Book*, sehingga dapat mempengaruhi proses masuknya udara murni ke dalam ruang bakar serta tidak mencukupinya udara yang dibutuhkan dalam menciptakan suatu proses pembakaran yang sempurna, dan dapat menghambat gas sisa pembakaran yang keluar dari ruang bakar ke atmosfer melalui *Exhaust Manifold* dan menimbulkan kemungkinan gas sisa pembakaran tersebut dapat ikut tercampur pada proses pembakaran selanjutnya.

## **B. ANALISA DATA**

Permasalahan yang akan dikaji dalam skripsi ini yaitu tingginya suhu gas buang pada motor diesel generator yang dapat menimbulkan adanya resiko penurunan daya kerja sehingga berpotensi untuk menghambat proses pengoperasian kapal pada

pelayaran yang telah direncanakan dan proses bongkar muat kapal di pelabuhan. Untuk itu dalam kajian ini berusaha memberikan gambaran yang jelas dalam mengutarakan fakta – fakta yang terjadi di kapal. Hal yang perlu diperhatikan adalah mengenai perawatan terhadap motor diesel generator harus benar-benar dilakukan secara benar dan maksimal serta dilakukan oleh tenaga ahli yang kompeten. Karena apabila perawatan tidak dilakukan dengan benar dan tepat waktu, dapat menimbulkan resiko menurunnya kinerja dari motor diesel generator dan dapat menghambat proses pengoperasian kapal dalam menjalankan kegiatan pelayaran serta bongkar muat yang dikhawatirkan dapat menimbulkan banyaknya kerugian – kerugian, diantaranya tingginya biaya tak terduga yang ditimbulkan oleh rusaknya komponen pada mesin, menimbulkan kerugian biaya yang ditimbulkan karena terhambat dan terlambatnya proses pelayaran kapal, waktu yang digunakan dalam penanggulangan kerusakan yang terjadi, serta tenaga yang dikeluarkan dalam melakukan perbaikan yang diakibatkan oleh keterlambatan serta tidak maksimalnya perawatan yang dilakukan.

Dalam hal mencegah timbulnya kerusakan yang terjadi pada MOTOR DIESEL GENERATOR di atas kapal MV. PAN CLOVER, maka perlu dilakukannya perawatan – perawatan yang baik, benar, dan tepat waktu. Maka kebutuhan energi listrik di atas kapal dapat terpenuhi guna menunjang kegiatan bongkar muat kapal di pelabuhan, kelancaran proses pelayaran, serta kebutuhan sehari – hari seluruh awak kapal. Jika salah satu komponen penting mengalami kerusakan, maka motor diesel generator tidak dapat bekerja dengan maksimal dan tidak dapat menghasilkan dan memenuhi kebutuhan energi listrik di atas kapal dan dapat menghambat bahkan mematikan segala aktifitas di atas kapal. Sehingga dengan diketahuinya permasalahan yang terjadi dapat di analisa untuk mengetahui penyebab timbulnya masalah yang menyebabkan tingginya suhu gas buang pada motor diesel generator serta berpotensi menurunnya kinerja mesin bantu tersebut dalam memenuhi kebutuhan energi listrik di atas kapal yang disebabkan oleh :

**1. Kurang optimalnya kinerja *F.O. Pump & F.I.V* pada Motor Diesel Generator.**

- a. *Fuel Injection Valve / Injector* tidak bekerja dengan baik karena perawatan yang dilakukan *overdue* daripada PMS yang berlaku.

Kinerja dari *F.I.V* merupakan salah satu faktor penting dalam menciptakan proses pembakaran yang sempurna dengan cara mengabutkan bahan bakar ke dalam silinder, sehingga bahan bakar dapat terbakar dengan baik dan

secara menyeluruh. Untuk memastikan kinerja dari injektor selalu dalam keadaan baik, maka diperlukannya pemeriksaan berkala sesuai dengan PMS yang berlaku. Pemeriksaan injektor dari motor diesel generator yang ada di MV.PAN CLOVER wajib dilakukan setiap 1.000 RH ( *Running Hours* ) namun telah ditemukan bahwa kondisi dari injektor maupun komponen di dalamnya tidak pada kondisi yang baik di mana ditemukannya kondisi *nozzle* yang dipenuhi dengan kerak karbon dan patahnya *pressure spring* pada G/E No.3 silinder No.7. Kondisi inilah yang dapat menyebabkan kinerja injektor tidak bekerja dengan baik dalam mengabutkan bahan bakar ke dalam silinder. Dan setelah ditelusuri, pemeriksaan *F.I.V & Fuel Injection Pump* pada G/E No.3 dilakukan setelah perawatan tersebut dalam masa *overdue* setelah menerima pemberitahuan dari PMS.



Gambar 4.1 Patahnya *pressure spring* pada injektor

Dengan ditemukannya *pressure spring* yang patah, maka dapat disimpulkan bahwa proses pengabutan bahan bakar ke dalam silinder tidak bekerja dengan baik karena gagalnya pergerakan dari *nozzle needle* dalam membuka jalur bahan bakar menuju *nozzle* sehingga terjadinya kebuntuan pada jalur bahan bakar yang selanjutnya akan dikabutkan ke dalam silinder.

Di samping hal itu, juga ditemukan kondisi *nozzle* penuh dengan kerak – kerak karbon yang menutupi lubang – lubang yang ada pada *nozzle* sebagai jalur keluar pengabutan bahan bakar ke dalam silinder.



Gambar 4.2 Penumpukan kerak karbon pada *nozzle*

Sehingga pengabutan bahan bakar ke dalam silinder tidak maksimal bahkan dapat terjadinya kegagalan pengabutan bahan bakar yang akhirnya menyebabkan salah satu silinder dari motor diesel generator tersebut mengalami *misfiring* atau tidak terjadinya proses pembakaran pada silinder tersebut.

Apabila adanya ketidak normalan dari kinerja injektor pada motor diesel generator, maka dapat ditemukan beberapa tanda yang mengindikasikan bahwa motor diesel generator dalam kondisi tidak maksimal dalam pengoperasiannya, yaitu:

1) Asap hitam

Bahan bakar yang telah berada dalam silinder sebagian tidak terbakar sama sekali dan ikut keluar dengan gas pembakaran pada langkah buang, sehingga bahan bakar terakar didalam katup buang.

2) Terdengar suara ketukan

Hal ini disebabkan karena injektor menetes, bila campuran bahan bakar dan udara telah menyela, maka bahan bakar yang disemprotkan sewaktu kelambatan penyalaan berlangsung, akan terbakar dengan cepat sehingga akan terjadi peningkatan dengan cepat dari tekanan gas pembakaran bahan bakar, karena peningkatan tekanan yang cepat pada torak, maka seluruh penggerak motor bergerak dan getaran tersebut terdengar dari luar.

3) Suhu gas buang tinggi

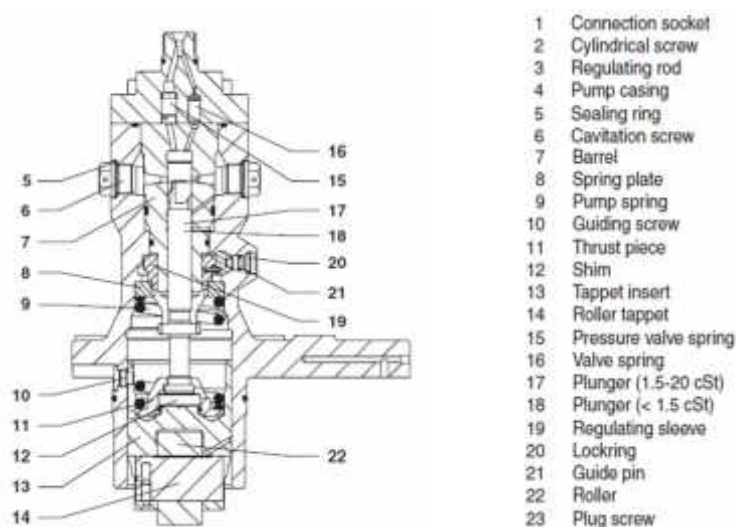
Pada akhir langkah tekan efektif dari pompa bahan bakar, maka seluruh bahan bakar tekanan tinggi akan kehilangan tekanan secara cepat,

sedangkan penyemprotan dengan demikian juga akan berakhir. Pada saat tersebut tidak semua bahan bakar didalam silinder terbakar sehingga akan diikuti dengan pembakaran tambahan pada bagian pertama dari langkah kerja. Bila pembakaran tambahan tersebut berjalan lama maka mengakibatkan panas yang tinggi.

b. Kurang optimalnya kinerja dari *Fuel Injection Pump / Fuel Oil Pump*.

Peranan pompa injeksi bahan bakar pada motor diesel yaitu sebagai penyuplai bahan bakar serta pemberi tekanan bahan bakar yang selanjutnya diteruskan ke injektor untuk dikabutkan ke dalam silinder. Apabila proses pemberi tekanan dan suplai bahan bakar ke dalam ruang bakar tidak berkerja dengan optimal, maka dapat dipastikan bahwa proses pembakaran di ruang bakar tidak terselesaikan secara sempurna. Ini berkaitan dengan unsur segitiga api di mana Panas, Bahan bakar, dan oksigen dibutuhkan dalam komposisi yang tepat dan seimbang, sehingga terciptalah proses pembakaran yang sempurna.

Tidak optimalnya kinerja dari *F.O. Pump* dapat terjadi karena apabila tidak dilakukannya pemeriksaan dan perawatan dengan baik dan tepat waktu dapat menimbulkan kendala pada komponen penting yang ada pada perangkat *F.O. Pump*, dalam hal ini dapat menyebabkan kinerja dari *plunger / barrel* dalam mengatur debit aliran bahan bakar ke dalam injektor menjadi terkendala karena sulit bergerak atau macet. Macetnya pergerakan *plunger* itu sendiri dapat disebabkan oleh bahan bakar tipe HFO ( *Heavy Fuel Oil* ) yang mengering di dalam *F.O. Pump* ketika mesin tidak dioperasikan dalam beberapa waktu dan tidak adanya proses pemanasan atau sirkulasi bahan bakar di dalam sistem sehingga menghambat pergerakan dari *plunger* dalam mengatur aliran debit dan membuka jalur bahan bakar ke injektor. Maka untuk mencegah hal itu terjadi, diperlukannya perhatian khusus dalam perawatan yang dilakukan dengan baik dan benar serta tepat waktu berdasarkan PMS yang berlaku guna menjaga kinerja dari motor diesel generator selalu dalam keadaan maksimal dalam memenuhi kebutuhan kapal akan energi listrik dan mendukung berjalanannya proses pengoperasian kapal dalam pelayaran serta bongkar muat di pelabuhan.



Gambar 4.3 Konstruksi *F.O. Pump*

## 2. Kurang optimalnya kinerja dari *Turbocharger & Charge Air Cooler* sebagai komponen pendukung pada Motor Diesel Generator.

Permasalahan ini dapat terjadi yang disebabkan oleh kurang maksimalnya perawatan yang dilakukan, sehingga didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

### a. Kurang optimalnya proses pendinginan didalam *Air Cooler*.

Tersedianya udara pada proses pembakaran adalah mutlak dibutuhkan. Sebagai mesin pembakaran dalam, udara merupakan salah satu syarat terjadinya pembakaran itu sendiri disamping bahan bakar dan panas. Tetapi kenyataannya bahwa pada saat motor diesel genrator beroperasi, penyediaan udara murni untuk proses pembakaran mengalami hambatan sehingga mengakibatkan motor diesel generator tidak dapat beroperasi dengan optimal, penyebab adalah:

#### 1) Kotornya bagian udara ( *Air Side* )

*Air Cooler* digunakan untuk mendinginkan udara dengan cara mengalirkan media pendingin yang berupa air tawar untuk mendinginkan kisi – kisi pipa ( *fin tubes* ) yang dilalui oleh udara tekan dari *blower*. Disinilah terjadi proses perpindahan panas antara suhu dingin air tawar dengan suhu panas udara tekan melalui kisi – kisi *Air Cooler*. Terganggunya proses perpindahan panas pada *Air Cooler* besar kemungkinan mengakibatkan naiknya suhu udara bilas. Udara yang bersuhu tinggi tersebut mempengaruhi tekanan udara itu sendiri, karena

pada kondisi ini molekul – molekul udaranya meregang atau memuai. Menyebabkan tekanan udara menjadi rendah dengan volume yang juga rendah. Keadaan udara ini jika masuk ke dalam ruang silinder tidak berfungsi secara maksimal sebagai suplai udara yang dibutuhkan dalam proses pembakaran yang sempurna. Ini memberikan isyarat bahwa terdapat gangguan yang terjadi pada kisi – kisi lalu udara maupun pipa – pipa air laut pendingin. Keadaan yang demikian salah satunya di sebabkan oleh kotorannya *Air Cooler*. Ini terlihat dari naiknya suhu udara bilas setelah *Air Cooler* yaitu  $62^{\circ}\text{C}$  –  $65^{\circ}\text{C}$  dengan suhu kamar mesin  $41^{\circ}\text{C}$  dan suhu air laut  $30^{\circ}\text{C}$  yang tidak sesuai dengan keadaan normal yaitu suhu udara bilas  $42^{\circ}\text{C}$  dengan suhu kamar mesin  $41^{\circ}\text{C}$  dan suhu air laut  $30^{\circ}\text{C}$ .



Gambar 4.4 Sisi udara *Air Cooler* & *Air Cooler Fin* sebelum dibersihkan

## 2) Tersumbatnya bagian air ( *water side* )

Hal ini disebabkan karena kotoran yang mengering dan mengeras sehingga menyumbat pipa – pipa air tawar, sehingga berpengaruh pada proses pendinginan udara tekan oleh *Air Cooler*. Kotoran ini perlu dibersihkan sehingga pendinginan menjadi efektif. Dengan pendinginan yang efektif maka diharapkan dapat menghasilkan jumlah udara yang cukup untuk proses pembakaran.





Gambar 4.5 Pipa – pipa air tawar pada *Air Cooler*

b. Kurang optimalnya kinerja dari *Turbocharger*.

Kinerja dari *turbocharger* yang kurang optimal dapat terjadi karena beberapa faktor penting yang mempengaruhi, yaitu :

- 1) Saringan udara dan sudu – sudu ( *blades* ) yang kotor sangat mempengaruhi jumlah udara yang dihasilkan oleh *blower*. Dengan kotornya saringan udara serta sudu – sudu pada *turbocharger* akan menyebabkan terganggunya aliran udara masuk kedalam ruang *Air Cooler*. Saringan udara berfungsi untuk menyaring partikel – partikel kotoran yang kecil dan halus dari udara sekitarnya yang akan disuplai kedalam silinder melalui *blower*. Setelah udara masuk kedalam sudu – sudu *blower* dan masih kotor maka akan mengurangi jumlah masuknya udara yang dihasilkan oleh *blower* udara tersebut. Untuk menghindari hal tersebut maka dilakukan pembersihan terhadap saringan udara secara rutin agar terjaga kebersihan dan keawetan dari saringan udara tersebut. Untuk sudu – sudu turbin dan *blower* pembersihan dapat dilakukan pada saat motor diesel generator beroperasi maupun berhenti.



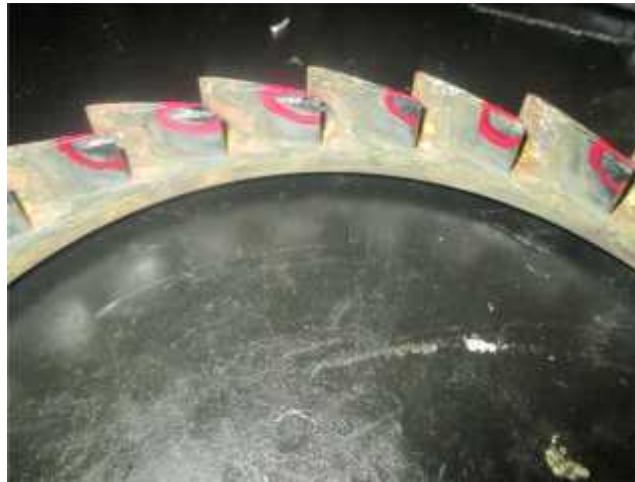
Gambar 4.6 Kotornya sudu – sudu pada *turbine side*

## 2) Kerusakan-kerusakan yang diakibatkan oleh *surging*

*Surging* dapat berpengaruh terhadap besarnya produksi udara oleh *blower*. Jika hasil udara tekan yang disuplai oleh *blower* berkurang maka otomatis jumlah udara murni yang masuk kedalam silinder juga berkurang. Keadaan ini akan menyebabkan proses pembakaran didalam silinder berlangsung tidak sempurna dan kinerja yang dihasilkan oleh motor diesel generator tidak maksimal. *Surging* seringkali mengakibatkan kerusakan pada *turbocharger* jika tidak segera dihilangkan. Kerusakan tersebut berupa bengkok atau patahnya *nozzle ring* maupun rusaknya perangkat *bearing* daripada *turbocharger*.

Penyebab dari terjadinya *surging* adalah perubahan putaran mesin secara signifikan yang menyebabkan tidak seimbangnya suplai udara yang dihasilkan oleh *blower* dengan udara dari *Air Cooler*. Dimana tekanan udara dari *Air Cooler* lebih tinggi daripada tekanan udara dari *blower* sehingga terjadi tekanan balik yang mengakibatkan benturan di *blower*.

Keadaan diatas dapat terjadi pada saat beban yang diterima motor diesel generator berubah naik / turun secara signifikan, kecepatan mesin yang dikeluarkan dalam keadaan penuh ( @1200 rpm ) sehingga mempengaruhi kecepatan *turbocharger*. Perubahan putaran mesin yang tidak seimbang dengan beban mesin yang dikeluarkan sering menyebabkan kerusakan pada perangkat *bearing* dan sudu – sudu *nozzle ring* dari *turbocharger*.



Gambar 4.7 kerusakan pada *nozzle ring* di sisi turbin *turbocharger*

Dari segala masalah yang telah ditemukan maka dapat disimpulkan bahwa ini dapat berdampak terhadap kinerja motor diesel generator karena memiliki pengaruh terhadap kurangnya suplai udara murni yang masuk ke dalam ruang bakar, yaitu :

a) Daya mesin akan menurun

Proses pembakaran yang terjadi didalam silinder sangat berpengaruh terhadap kinerja motor diesel, karena pembakaran yang sempurna akan menghasilkan tenaga atau daya motor yang sempurna, di mana proses pembakaran di dalam silinder terjadi karena adanya faktor – faktor utama yaitu segitiga api ( panas, bahan yang mudah terbakar, udara ) sehingga pembakaran yang sempurna akan tercapai jika faktor – faktor tersebut tersedia dan mencukupi untuk menciptakan proses pembakaran yang sempurna. Suplai udara yang tidak mencukupi dalam proses pembakaran di dalam silinder mengakibatkan menurunnya tekanan kompresi dan berakibat pembakaran tidak sempurna sehingga motor diesel tidak bekerja secara optimal. Menurunnya tenaga mesin ini dapat dilihat dari putaran mesin ketika menerima beban terhadap tenaga listrik yang dibutuhkan serta dengan memantau parameter – parameter yang tersedia.

b) Pemborosan pemakaian bahan bakar

Pembakaran di dalam silinder akan sempurna jika tersedia udara yang mencukupi selain bahan bakar. Dalam keadaan pembakaran yang sempurna, tenaga dan putaran motor akan maksimal dan stabil. Ini terjadi

karena didalam silinder pencampuran bahan bakar dan udara dalam proses pembakaran sesuai dengan kebutuhan mesin. Jika suplai udara dalam proses pembakaran berkurang, maka putaran dan tenaga mesin akan menurun dan tidak stabil, sementara suplai bahan bakar dalam silinder tetap, maka pemakaian bahan bakar akan lebih banyak.

### **3. Penyetelan katup tidak tepat dan pemakaian suku cadang yang tidak *Genuine*.**

Penyetelan katup yang tidak tepat dapat berpengaruh terhadap proses pembakaran pada Motor Diesel karena mekanisme katup bertugas sebagai pengatur waktu buka dan tutup saluran udara murni masuk kedalam ruang bakar dan keluarnya gas hasil pembakaran ke atmosfer. Dalam proses pembakaran dibutuhkan suplai udara murni yang mencukupi sehingga jumlah bahan bakar yang diinjeksikan ke dalam ruang bakar dapat terbakar seluruhnya secara sempurna dan menghasilkan kinerja motor diesel yang maksimal. Sedangkan kaitannya dengan keluarnya gas buang melalui *Exhaust Manifold* ke atmosfer yaitu apabila gas sisa pembakaran tidak seluruhnya terbuang keluar ke atmosfer maka kemungkinan gas sisa pembakaran ikut serta dalam siklus pembakaran selanjutnya yang dikhawatirkan dapat menyebabkan proses pembakaran menjadi tidak sempurna karena dapat mencemari udara murni yang dibutuhkan dalam proses pembakaran guna menciptakan proses pembakaran sempurna dan kinerja yang maksimal sehingga timbulnya resiko suhu gas buang yang tinggi. Hal ini dapat disimpulkan karena pada saat Masinis 2 melakukan pemeriksaan *Tappet & Vavle Clearance* pada seluruh silinder No. 3 G/E, ditemukan bahwa pada siliner No. 1 memiliki toleransi besar celah yang terbesar diantara silinder lainnya yaitu 0,55 mm ( + 0,15 mm ) pada *Intake Valve* dan 0,60 mm ( + 0,1 mm ) pada *Exhaust Valve*. Berdasarkan *Instruction Manual Book*, pengaturan *Tappet Clearance* yang seharusnya ialah 0,40 mm pada *Intake Valve*, dan 0,50 mm pada *Exhaust Valve*. Kurangnya suplai udara bilas juga dapat dipengaruhi oleh kotornya katup akibat menempelnya kerak – kerak akibat hasil pembakaran yang tidak sempurna, ini mengakibatkan penutupan katup tidak tepat sehingga udara yang masuk menjadi berkurang.

Pemakaian suku cadang yang tidak asli juga dapat berpengaruh terhadap kinerja dari mekanisme katup dalam mengatur *timing* dalam membuka dan menutup

katup buang dan masuk pada motor diesel. Dan yang akan dibahas kali ini adalah *Valve Spring*.

Berdasarkan hasil pemeriksaan, ditemukan bahwa suku cadang yang dipakai dalam penggantian pegas katup adalah suku cadang *Non - Genuine* karena perbedaan dimensi yang telah ditemukan seperti yang ada pada gambar berikut :



Gambar 4.8 *Valve Spring*/Pegas Katup

Dengan ditemukannya perbedaan dimensi dari pegas katup tersebut, maka dapat menimbulkan kejadian *floating* karena adanya perbedaan kekuatan dan elastisitas bahan dari pegas katup tersebut dan dapat mempengaruhi kecepatan katup dalam membuka dan menutup saluran buang atau masuk dari motor diesel generator, sehingga beresiko dalam mengurangi kinerja dari mekanisme katup yang berdampak pada tingginya suhu gas buang rata – rata melebihi batas normal yang telah ditetapkan oleh *Instruction Manual Book*.

### C. ALTERNATIF PEMECAHAN MASALAH

Untuk mengatasi permasalahan yang ada pada Motor Diesel Generator di MV.PAN CLOVER, yaitu tingginya suhu gas buang rata – rata yang dapat berdampak terhadap menurunnya kinerja motor diesel generator dalam memenuhi kebutuhan kapal terhadap energi listrik serta mendukung proses pelayaran kapal dan bongkar muat di pelabuhan. Maka untuk mengatasi dan mencegah permasalahan tersebut diperlukannya tindakan perawatan serta pemeriksaan rutin yang baik dan benar serta sesuai dengan PMS yang berlaku. Sehingga telah didapat alternatif – alternatif yang dapat dilakukan dalam rangka pemecahan masalah atau solusi untuk menghindari

menurunnya kinerja dari motor diesel generator, pemecahan masalah yang dimaksud adalah sebagai berikut :

**1. Melakukan perawatan terhadap *F.I.V & F.O. Pump* dengan baik dan benar serta tepat waktu yang didasarkan oleh PMS yang berlaku dan sesuai dengan aturan yang ada pada *instruction manual book*.**

Sistem pembakaran berpengaruh sekali terhadap kinerja motor diesel generator sehingga bila sistem pengabutan tidak bekerja dengan baik, maka motor diesel generator tidak mungkin akan bekerja secara optimal, sehingga diperlukan perbaikan / perawatan terhadap injektornya guna mencapai pengabutan yang sempurna.

Adapun langkah-langkah perawatan *injector* harus dilihat berdasarkan jam kerja dari pengabut bahan bakar tersebut. Sehingga kerusakan-kerusakan dapat dicegah, dengan cara :

a. *Injector Testing*

Dalam pelaksanaan pengetesan injektor kita harus memperhatikan jam kerjanya, pengetesan tersebut dapat dilakukan dengan cara :

- 1) Berdasarkan jam kerja yaitu setiap 1.000 RH motor diesel generator harus dilakukan tes injektor dengan tekanan pengabutan sekitar 450 Bar. Prinsipnya, pengabut lebih sering dites ulang maka akan lebih baik.
- 2) Tekanan penyemprotan tersebut apabila dibiarkan bebas turun sendiri hingga mencapai tekanan 200 Bar membutuhkan waktu 30 detik untuk *nozzle* yang lebih baik. Jika waktu yang dibutuhkan diatas tidak tercapai maka *nozzle* perlu diganti atau diperbaiki.
- 3) Periksa bagian *pressure spring* dan bagian-bagian lainnya, jika aus harus diganti dengan yang baru.
- 4) Setelah *injector* diuji beberapa kali tidak ada tetesan minyak setelah pengabutan dan ujung *nozzle* harus kering setelah terjadi pengabutan.
- 5) Periksa mur dan baut *pressure adjuster* dalam keadaan terikat uji kembali bila tekanannya berubah.

b. Ketentuan *nozzle* boleh dipakai atau tidak dipakai lagi

Dalam ketentuan ini penulis harus memperhatikan bagian – bagian dari *injector*, apa yang perlu kita ganti supaya menjaga tekanan pengabut dari *injector* tetap pada sekitar sekitar 450 Bar. Ketentuan-ketentuan tersebut yaitu :

- 1) Lubang *nozzle* tidak boleh lebih besar 15% dari lubang aslinya.
- 2) Setelah beberapa kali *nozzle* mengabut dan ujungnya terdapat minyak maka harus diganti dengan *nozzle* yang baru atau kita atur kembali baut pengaturnya.
- 3) Pada lubang *nozzle* tidak boleh tertutup oleh kerak karbon sehingga dapat mengganggu pengabutan.

Adapun gangguan yang sering terjadi pada *injector* yaitu:

- 1) Jarum pengabut ( *needle valve* ) macet pada rumah mulut injektor.
  - 2) Jarum pengabut dengan kedudukannya kurang presisi.
  - 3) Jarum pengabut selalu dalam posisi terbuka.
  - 4) Terangkatnya jarum pengabut tidak sempurna.
  - 5) Terangkatnya jarum pengabut pada tekanan penngabutan bahan bakar tidak tepat.
  - 6) Dudukan *nozzle* tidak terkunci dengan benar.
- c. Perbaikan Pengabut ( *nozzle* ) dan bagian – bagiannya.

Cek pada bagian – bagian injektor dengan teliti sebelum kita melakukan pemasangan injektor yang bertujuan untuk mendapatkan pengabutan yang baik dan melakukan perawatan yang berkala / *periodic*. Adapun perbaikan *nozzle* dan bagiannya yaitu :

- 1) *Nozzle* bila sudah aus kita lapping dengan tangan dan tidak diperbolehkan menggunakan alat yang diputar dengan mesin, pakailah alat yang sudah ada dan tersedia sesuai petunjuk dari *instruction manual book*. Namun pekerjaan ini sangat tidak dianjurkan, lakukan penggantian apabila ditemukan ketidaknormalan pada kinerja dari *nozzle*.
  - 2) Untuk membuka *nozzle* kendorkan mur pengatur tekanan supaya pen *nozzle* tidak putus dan permukaan yang terhimpit tidak terluka.
  - 3) Setelah *nozzle* terbuka, periksa dan bersihkan bagian – bagiannya yaitu *spring* ( pegas ) sudah berkurang daya regangnya atau sudah putus, rumah dudukan *nozzle*, jarum pengabut, *spindle* dan juga semprot dengan menggunakan angin yang bertekanan tinggi dari aliran bahan bakar yang masuk apakah tersumbat atau tidak.
  - 4) Pasta yang digunakan untuk *hand lapping* dipakai yaitu *carborundum paste*.
- d. *Fuel Oil Pump* atau pompa bahan bakar tekanan tinggi

Pompa injeksi atau lebih umum disebut *fuel oil pump* bertugas mempertinggi tekanan bahan bakar. Setelah mencapai tekanan yang diinginkan selanjutnya bahan bakar diteruskan ke *injector* dan *nozzle*. Tekanan bahan bakar yang sangat tinggi tersebut akhirnya menghasilkan semburan bahan bakar yang keluar dari *nozzle* dalam bentuk kabut. Karena jika pompa bahan bakar ini bekerja kurang sempurna akan berdampak rendahnya tekanan pompa dan akibatnya akan mempengaruhi hasil kinerja motor diesel generator tersebut yaitu tingginya temperature gas buang dari masing – masing silinder. Maka yang perlu dicek adalah :

- 1) Pegas pompa tersebut injeksinya lemah kemungkinan pegas tak sesuai atau sudah aus.
- 2) *Plunger barrel*, kemungkinan *plunger* sudah aus maka perlu diganti atau macet pada rumah *plunger* sehingga perlu dibersihkan.
- 3) Piringan pegas, bersihkan dari kotoran-kotoran.

Pada pompa bahan bakar tekanan tinggi ( *Fuel Oil Pump* ) perlu diadakan pengecekan secara *periodic* yaitu setiap 6.000 RH sehingga selalu dalam kinerja yang optimal dan dapat menghasilkan tekanan yang sempurna dalam menekan bahan bakar ke dalam silinder.

## **2. Melakukan perawatan *Turbocharger & Air Cooler* secara maksimal untuk mendapatkan kinerja yang optimal**

Setelah melihat hasil analisis yang telah dilakukan dan menurut pemaparan data – data serta permasalahan yang ditemukan, maka dapat diambil suatu pemecahan masalah agar permasalahan tersebut tidak berlanjut dan untuk mencegah kerusakan yang lebih besar terhadap *turbocharger* dan *air cooler* motor diesel generator di kapal. Masalah tersebut adalah karena kurang maksimalnya perawatan rutin yang dilakukan terhadap *turbocharger* dan *air cooler* motor diesel generator.

Pelaksanaan tindakan perawatan pada *turbocharger* yang akan dilakukan dengan mengikuti petunjuk – petunjuk yang terdapat dalam *instruction manual book* motor diesel generator MAN DIESEL & TURBO Type TCR14 – 41 yang tersedia di atas kapal.

### **a. Perawatan *Turbocharger*.**

- 1) Pada saat motor diesel generator beroperasi

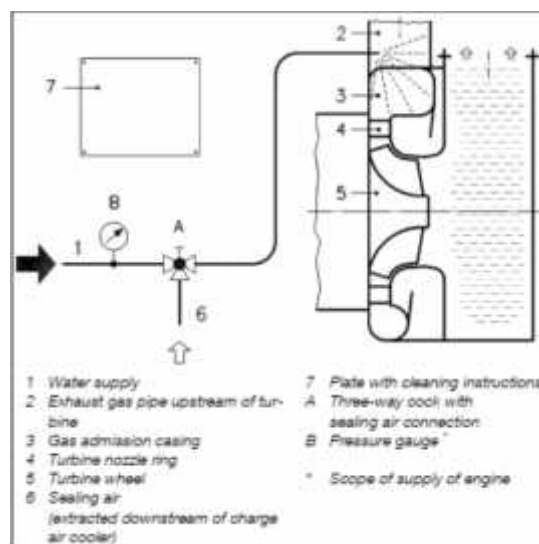


Dilakukan rutin setiap kali motor diesel generator bekerja yaitu pembersihan pada sudu – sudu *impeller blower* dan *turbine*.

Pada *blower* atau *turbine* pembersihan dilakukan dengan menggunakan air maupun tidak adalah sebagai berikut:

a) *Wet Cleaning* / Pembersihan Basah Dengan Menggunakan Air Tanpa Campuran Bahan Kimia Pada Sisi Turbin.

Berdasarkan dengan kualitas bahan bakar dan *mode* pengoperasian mesin, zat karbon dari hasil proses pembakaran dapat terkumpul pada sisi turbin dari *turbocharger*.. Dalam hal ini, sisi turbin dapat dibersihkan ketika mesin dioperasikan dan dengan jarak waktu sesuai dengan yang ditentukan oleh jadwal perawatan. Baik *wet cleaning* maupun *dry cleaning* dapat dilakukan secara bersamaan ataupun terpisah. *Wet cleaning* lebih efektif dan memiliki jarak permbersihan selanjutnya yang lebih panjang, tetapi hanya dapat dilakukan pada kecepatan operasi dan temperatur yang rendah ( *low load* ). Sedangkan *dry cleaning* dapat dilakukan pada keadaan normal ( *service load* ), tetapi dibutuhkan lebih sering untuk dilakukan.



Gambar 4.9.1 Diagram *Wet Cleaning*

- (1) Media air yang digunakan adalah air tawar dengan suhu yang tidak tinggi dari jalur yang tersedia. Tujuannya adalah agar tidak terjadi pemuain dan kerusakan pada bahan (sudu – sudu *blower*).

- (2) Pekerjaan pembersihan dilakukan pada waktu beban kerja mesin rendah ( *low load* ).
- (3) Buka katup – katup yang berhubungan dengan pembersihan *blower*.

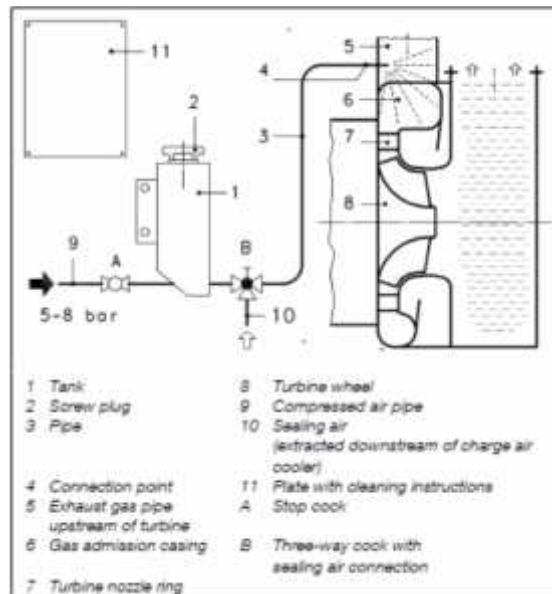
Berdasarkan rekomendasi dalam *instruction manual book*, perawatan ini baik untuk dilakukan setiap 100 – 200 RH guna menjaga kinerja dari turbocharge selalu dalam kondisi optimal.

Air disemprotkan ke dalam *casing* sisi turbin ( 3 ) atau pipa gas buang ( 2 ) sebelum tekanan turbin mencapai 2 – 3 Bar. Aliran gas buang mendorong tetesan air ke bagian *turbine nozzle ring* dan *turbine wheel* untuk melakukan pembersihan. Kotoran dibersihkan dari sudu – sudu atau bilah kipas pada *turbine nozzle ring* dan *turbine wheel* karena adanya benturan dari tetesan air yang telah dialirkan. Butiran air setelah proses pembersihan akan terdorong keluar dari *casing* karena adanya gaya dorong dari gas buang mesin. *Sealing air* ( 6 ) mencegah terjadinya penyumbatan dan karat pada pipa.

b) *Dry Cleaning* / Pembersihan Kering Dengan Menggunakan Udara Bertekanan Dan Butiran Kerikil Kecil Pada Sisi Turbin.

*Dry cleaning* dapat dilakukan ketika mesin sedang beroperasi pada kondisi *normal load*. Beban mesin tidak perlu dikurangi. Lakukan pembersihan hanya dengan menggunakan butiran *nut shells* atau bati kerikil halus dengan ukuran antara 1,0 mm – 1,5 mm.

- (1) Tanki ( 1 ) harus terpasang pada posisi yang tepat, tidak lebih rendah dari 1,0 meter dengan titik sambungan ( 4 ).
- (2) Pipa ( 3 ) tidak lebih panjang dari 6,0 meter dan harus tahan terhadap getaran. Pastikan tidak ada penyumbatan pada pipa dan tidak ada titik kebocoran pada pipa.
- (3) Titik koneksi ( 4 ) dapat ditentukan pada pipa gas buang sebelum *gas admission casing* ( 5 ) atau pada soket yang ada pada *gas admission casing*.
- (4) Temperatur kerja maksimal dari 3 – way valve ( B ) tidak lebih dari 150°C.



Gambar 4.9.2 Diagram *dry cleaning*

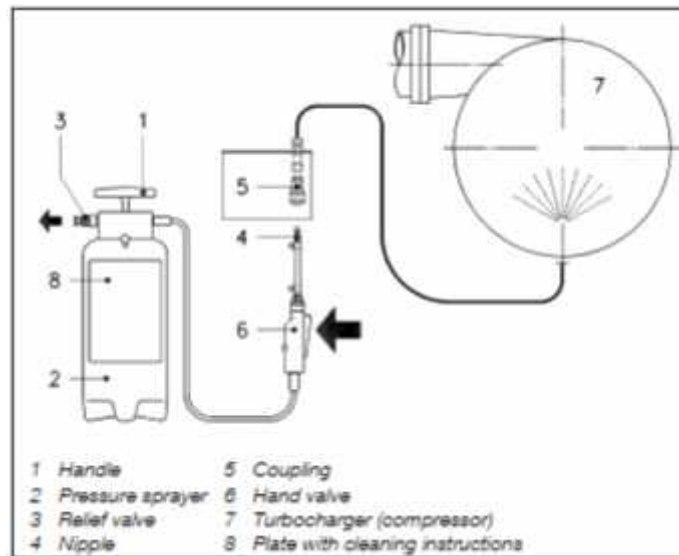
Butiran batu krikil yang ada di dalam tanki ( 1 ) akan tertiuip melalui koneksi pipa ( 4 ) dengan bantuan dari udara bertekanan. Aliran gas buang di dalam *gas admission housing* mendistribusikan butiran kerikil tersebut ke seluruh *turbine nozzle ring* dan *turbine wheel*. Kerak karbon dan kotoran akan hilang dari sudu – sudu atau bilah kipas pada *nozzle turbine ring* dan *turbine wheel* dengan adanya benturan dari batu krikil kecil yang didorong oleh gas buang itu sendiri. Kotoran maupun kerak karbon yang telah dibersihkan akan terdorong keluar melalui pipa gas buang karena adanya gaya dorong dari gas buang mesin itu sendiri. Dan *Sealing Air* ( 10 ) mencegah terjadinya penyumbatan pada pipa.

c) *Wet Cleaning* / Pembersihan Kering Dengan Menggunakan *Pressure Sprayer*.

Dengan dimensi kecil dari *turbocharger* tipe TCR, kotoran yang ada pada *compressor wheel* dan *diffuser blades* dapat dibersihkan dengan efisien. Pembersihan basah dengan udara bertekanan dapat dilakukan pada *compressor* dalam keadaan mesin sedang beroperasi.

Pembersihan *compressor* dalam keadaan mesin sedang beroperasi dibutuhkan sesuai dengan jarak waktu perawatan yang standar sesuai dengan jadwal perawatan yaitu 100 – 200 RH. Untuk proses

pembersihan, pastikan hanya menggunakan air tawar tanpa campuran bahan kimia apapun.



Gambar 4.9.3 Diagram *wet cleaning* dan *pressure sprayer system*

*Pressure sprayer* ( 2 ) terisi dengan 2 liter air tawar. Buka aliran udara bertekanan pompa dengan menggunakan *handle* ( 1 ) untuk menciptakan tekanan tinggi di dalam tanki air *pressure sprayer* ( 2 ). Dengan menekan *hand valve* ( 6 ), air akan disemprotkan ke sisi kompresor ( 7 ) oleh *pressure sprayer* ( 2 ). Dengan ada putaran tinggi rotor, butiran air akan menghantam *compressor wheel* dan *diffuser* pada kecepatan tinggi sehingga dapat membersihkan kotoran yang menempel pada rotor.

## 2) Perawatan saat motor diesel tidak beroperasi.

Perawatan dilakukan dengan cara merendam serta mencuci saringan udara dengan bahan kimia ACC 9 ( *air cooler cleaner* ) yang dicampur dengan air tawar. Setelah endapan kotoran hilang dibilas dengan air tawar bersih lalu disemprot kembali dengan air tawar bertekanan untuk menghilangkan kotoran – kotoran yang terselip di kisi – kisi saringan dan dikeringkan dengan disemprot menggunakan angin bertekanan. Untuk sudu – sudu *blower* pembersihan dilakukan dengan menggunakan *kerosine* ( minyak tanah ) dan digosok dengan kuas selanjutnya

dikeringkan dengan *rags* ( kain majun ). Berdasarkan cara kerja dari *turbocharger*, maka amat diperlukan untuk mencatat semua data – data dari *turbocharger* mengenai tekanan udara masuk, suhu udara masuk sebelum dan sesudah *turbocharger*, serta sebelum dan sesudah *air cooler* setiap motor diesel generator beroperasi sehingga selalu dapat diamati dan dianalisa jika terjadi ketidaknormalan atau kejanggalan – kejanggalan untuk menghindari kerusakan yang tidak diinginkan. Disamping itu perlunya untuk menjaga kebersihan pada *turbocharger* baik pada saat motor diesel generator beroperasi atau pada saat tidak beroperasi.

Beberapa hal yang harus diperhatikan sehubungan dengan kebersihan *turbocharger* yaitu:

- a) Menjaga kebersihan saringan udara ketika mesin tidak beroperasi

Kebersihan saringan udara harus benar – benar diperhatikan untuk meningkatkan kemampuan menyaring debu, partikel – partikel kecil, titik – titik air dan minyak. Bahan saringan sebaiknya menggunakan bahan yang mempunyai kemampuan menyerap kotoran yang baik. Langkah – langkah perawatan saringan udara dengan merendam dalam cairan bahan kimia dan campuran air tawar. Cairan kimia tersebut sebaiknya menggunakan *air cooler cleaner 9* ( ACC 9 ) atau *carbon remover* atau dilakukan penggantian saringan baru setiap 500 RH.

- b) Melakukan *overhaul turbocharger* setiap 4.000 RH

- b. Perawatan untuk memaksimalkan fungsi *air cooler*.

Pelaksanaan dan perawatan dilaksanakan ketika motor diesel generator sedang tidak beroperasi, seperti saat kapal *drop anchorage* ( berlabuh jangkar ) sehingga tidak dibutuhkannya semua generator beroperasi. Perawatan yang di lakukan pada *air cooler* adalah :

- 1) Pembersihan pada pipa air ( *water tubes* )

di lakukan setiap 3.000 RH atau tergantung dari kondisi hasil pengamatan parameter yang ada dan berkaitan dengan suplai udara.

Perawatan dilakukan dengan memeriksa seluruh bagian pipa – pipa air pendingin, apakah ditemukan kotoran – kotoran yang akan

mengakibatkan tersumbatnya pipa atau mungkin terjadi kebocoran pada pipa – pipa tersebut.

Kenaikan suhu pada udara setelah *air cooler* di pastikan karena banyaknya kotoran – kotoran dan lumpur yang menyumbat pipa air pendingin.

Hal ini dapat di atasi dengan cara membersihkan bagian dalam pipa dengan menggunakan bor tangan yang di beri batang panjang dan sikat kawat halus kemudian diputar dan di masukkan ke dalam pipa agar kotoran – kotoran dan lumpur yang berada di dalam pipa keluar.

## 2) Pembersihan pada bagian udara ( *air side* )

Perawatan ini dilaksanakan setiap 6.000 RH atau bila perlu perawatan ini dilakukan dengan mensirkulasikan air tawar dan bahan kimia ACC 9 ( *Air Cooler* ) dicampur dalam bak. Kemudian disemprotkan dengan udara bertekanan dari untuk membersihkan bagian- bagian yang kotor yang menempel pada *fin tube*. Setelah itu dapat dibilas dengan air tawar biasa.

Untuk melakukan pembersihan ini, maka dibutuhkannya pekerjaan untuk membongkar *air cooler* dari unit motor diesel generator.

## c. Mengatasi terjadinya *surging* pada *turbocharger*.

*Surging* adalah suatu keadaan yang tidak normal pada *turbocharger*. Jika terjadinya sesaat mungkin tidak akan mengakibatkan kerusakan selain hanya bunyi ledakan. Tetapi bila *surging* terjadi secara terus menerus dan pada kecepatan tinggi maka dipastikan dapat menimbulkan kerusakan pada *turbocharger* terutama pada bagian *blower*. Oleh sebab itu kondisi ini harus di atasi untuk menghindari kerusakan total pada *turbocharger*.

*Surging* sering terjadi pada keadaan motor diesel generator menerima perubahan beban secara signifikan atau karena kegiatan bongkar muat yang menimbulkan perubahan beban pada motor diesel generator selalu berubah ubah pada waktu tertentu. Pada saat itu terjadi perubahan putaran *turbocharger* yang tidak seimbang dengan beban mesin yang ada yang dapat menyebabkan *surging*.

Hal ini dapat di cegah dengan cara menambah motor diesel generator yang beroperasi sehingga perubahan beban yang dialami oleh salah satu motor diesel generator tidak terjadi secara signifikan dan dalam waktu yang singkat atau tiba – tiba.

### 3. Penyetelan katup yang tidak tepat dan pemakaian suku cadang yang tidak *Genuine*.

Dalam melakukan penyetelan katup pada motor diesel generator perlu dilakukan dengan baik dan benar sesuai dengan ketentuan dan prosedur yang ada pada *instruction manual book* STX MAN DIESEL 7L16/24 serta dilakukan oleh tenaga ahli yang berkompeten. Untuk melakukan penyetelan katup pada motor diesel generator, maka didapat prosedur yang baik dan benar berdasarkan *instruction manual book* guna mendapatkan kinerja yang maksimal serta menghindari timbulnya masalah – masalah lain akibat dari prosedur penyetelan katup yang tidak tepat sebagai berikut :

a. Prosedur penyetelan *Valve Tappet Clearance* pada motor diesel generator STX MAN DIESEL 7L16/24

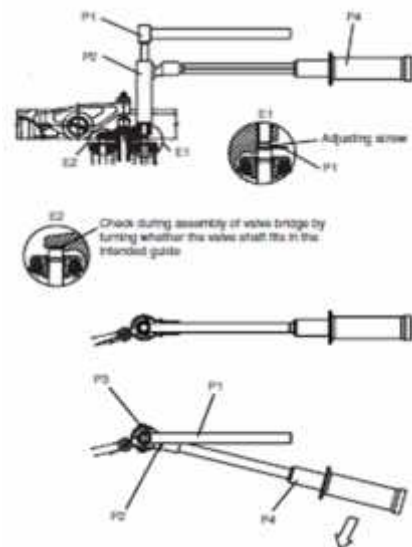
- 1) Buka *cover* daripada kepala silinder.
- 2) Putar poros engkol sampai silinder yang akan disetel berada di posisi Titik Mati Atas. Pastikan bahwa *push rod* dalam keadaan bebas atau tidak menerima tekanan dari *camshaft*, apabila *push rod* berada pada posisi tidak bebas maka perlu dilakukan pemutaran poros engkol sebanyak 360°.
- 3) Bersihkan permukaan mekanisme katup jika diperlukan.

Masukkan *feeler gauge* pada posisi ( P3 = 0.01 mm ) lihat pada gambar 4.9.1

- 4) Tetapkan kunci torsi ( P4 ) dengan

sambungan kunci soket.

- 5) Sambungkan kunci soket ( P2 )
- 6) Sambungkan kunci soket ( P1 ) kencangkan baut pengatur dengan ( P1 ) sampai *feeler gauge* terjepit tanpa ada celah.

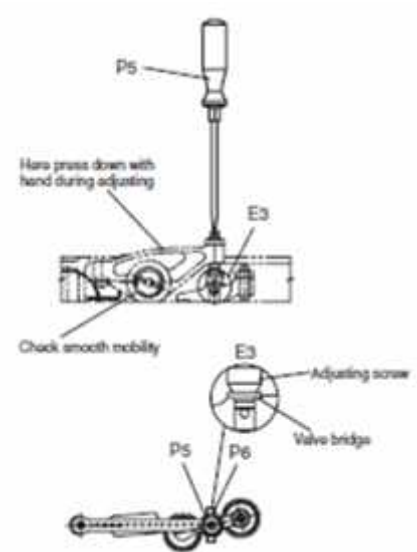


Gambar 4.10.1 Langkah 1

**Catatan :** sebelum melakukan pekerjaan ini, pastikan mesin dalam keadaan mati dan telah didinginkan kurang lebih 30 menit sebelum pekerjaan dilakukan.

**Pengaturan torsi dan pemeriksaan *valve tappet clearance*.**

- 7) Kencangkan baut pengunci dengan kunci torsi (  $P4 = 50 \text{ Nm}$  ), dan tahan mur pegatur pada posisi yang telah ditetapkan dengan menggunakan kunci soket (  $P1$  ).
- 8) Lepaskan kunci soket (  $P1$  ) dan (  $P2$  ).
- 9) Ukur celahnya dengan menggunakan *feeler gauge* dan pastikan bahwa ukuran celah berada di antara 0.01 mm dan 0.02 mm.



Gambar 4.10.2 Langkah 2

**Penyetelan celah katup masuk dan katup buang.**

- 10) Bersihkan benda benda kerja jika diperlukan.
- 11) Masukkan *feeler gauge* pada posisi (  $P6$  ), lihat gambar 4.9.2
- 12) Ketentuan ukuran *clearance* katup buang dan katup masuk sebagai berikut :
  - a) L16/24: 0.4 mm katup masuk
  - b) L16/24: 0.5 mm katup buang
  - c) L21/31: 0.6 mm katup buang/masuk
  - d) L27/38: 0.7 mm katup buang/masuk
- 13) Dengan menggunakan kunci pas SW12 kencangkan baut pengunci (  $P5$  ), lihat gambar 4.10.2, sampai *feeler gauge* terjepit tanpa ada celah.
- 14) Lepaskan kunci pas SW12.

**Pengaturan torsi dan pemeriksaan celah katup buang dan katup masuk.**

- 17) Pasang kunci soket (  $P2$  )
- 18) Pasang kunci soket (  $P1$  )
- 19) Kencangkan baut pengunci dengan  $P4$  sambil menahan kunci soket (  $P1$  ).
- 20) Lepaskan kunci soket (  $P1$  ) dan (  $P2$  ).



21) Pemeriksaan akhir dengan *feeler gauge* ( P6 ).

22) Pasang kembali *cover* daripada kepala silinder.

b. Penggunaan suku cadang yang *genuine*.

- 1) Dengan menggunakan suku cadang asli dari pabrikan asal STX MAN DIESEL tersebut, maka kinerja yang dihasilkan pun akan maksimal, ini dikarenakan pabrikan asal yang memproduksi suku cadang asli membuat suku cadang tersebut secara presisi dan sesuai untuk setiap tipe yang telah diproduksi yang tentu saja dijamin kemampuan serta telah di uji coba sampai pada batas jam kerjanya.
- 2) Dengan mengganti suku cadang motor diesel generator sesuai dengan jam kerja yang dapat dilakukan secara terencana dan dapat dilihat pada *instruction manual book* dari STX MAN DIESEL itu sendiri, maka kondisi dari motor diesel generator akan selalu dalam keadaan terbaiknya.

Dalam penggantian suku cadang yang terencana diperlukan catatan jam kerja dari suku cadang yang akan menjadi tolak ukur dalam melakukan pergantian suku cadang dikemudian hari.

#### **D. EVALUASI TERHADAP ALTERNATIF PEMECAHAN MASALAH**

Setelah diungkapkan beberapa alternatif pemecahan masalah di atas dapat diketahui bahwa alternatif pemecahan tersebut memenuhi syarat, dalam hal ini dimaksudkan agar dalam pemecahan nanti akan lebih terarah dan mencapai sasaran yang diinginkan.

Dari alternatif pemecahan masalah tersebut diatas yang telah dibahas, maka dapat dievaluasikan pemecahan masalah sebagai berikut :

##### **1. Kurang optimalnya kinerja dari *F.O. Pump* & *F.I.V* pada Motor Diesel Genrator.**

Penyebab dari permasalahan ini berkaitan dengan perawatan terhadap *f.o. pump* & *f.i.v* yang mengalami *overdue* dan tidak sesuai dengan PMS yang berlaku, maka dapat disimpulkan evaluasi dari pemecahan masalah yang telah ditemukan sebagai berikut:

a. *Injector Testing*

Dalam melaksanakan pengetesan injektor, dapat dilakukan berdasarkan jam kerja yang telah ditetapkan yaitu setiap 1.000 RH. Maka ditemukan beberapa kerugian dan keuntungan sebagai berikut :

Keuntungan perawatan rutin setiap 1.000 RH

- 1) Karena perawatan dilakukan secara rutin, maka dapat mencegah terjadinya kerusakan – kerusakan dikemudian hari.
- 2) Karena perawatan dilakukan secara rutin, maka usia masa pakai komponen dapat maksimal sesuai yang diharapkan.
- 3) Perawatan yang rutin dapat berdampak terhadap kinerja mesin bantu selalu dalam kondisi yang maksimal.

Kerugian perawatan rutin setiap 1.000 RH

- 1) Biaya relatif tinggi karena perawatan yang rutin dan terjadwal serta memungkinkan adanya pergantian komponen.
- 2) Apabila perawatan dilakukan dengan tidak benar maka dapat berdampak fatal terhadap mesin bantu karena dilakukan secara terus menerus.

b. *Penggantian Nozzle*

Dalam melakukan penggantian *nozzle*, perlu diperhatikan beberapa ketentuan yang telah ditentukan. Penggantian *nozzle* juga memiliki keuntungan dan kerugian yang dapat ditimbulkan, yaitu :

Keuntungan melakukan penggantian *nozzle*

- 1) Apabila penggantian *nozzle* dilakukan sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan, maka dapat mendukung kinerja dari mesin bantu selalu dalam kondisi optimal dan mencegah timbulnya masalah lain di kemudian hari.
- 2) Dapat memperpanjang umur dari komponen lain yang berhubungan karena memberikan dampak yang baik bagi kinerja mesin bantu.
- 3) Penggunaan waktu perawatan yang relatif singkat karena hanya dilakukan penggantian tanpa adanya perawatan lain seperti pembersihan, pembentukan, dan sebagainya.

Kerugian melakukan penggantian *nozzle*

- 1) Biaya yang dikeluarkan relatif tinggi karena penggantian komponen dengan yang baru.

c. Perbaikan *Nozzle* / *Recondition*

Selain melakukan penggantian *nozzle* pada injektor, perbaikan atau rekondisi *nozzle* juga dapat dilakukan guna mendukung kinerja dari motor diesel generator. Namun kegiatan ini tentunya juga akan menimbulkan beberapa kerugian dan keuntungan, diantaranya :

Keuntungan perbaikan / rekondisi *Nozzle*

- 1) Biaya perawatan relatif lebih rendah karena perbaikan dapat dilakukan sendiri maupun dilakukan oleh teknisi di darat dengan biaya yang lebih rendah dari pembelian *nozzle* baru.

Kerugian perbaikan / rekondisi *Nozzle*

- 1) Umur kerja dari *nozzle* hasil rekondisi tidak terjamin, sehingga menimbulkan resiko kerusakan atau ketidak normalan secara tiba – tiba lebih tinggi dan dapat berdampak terhadap kinerja mesin bantu.
- 2) Kinerja dari *nozzle* tidak dapat dipastikan dalam keadaan baik, karena bergantung daripada proses rekondisi yang telah dilakukan.
- 3) Apabila kinerja dari *nozzle* dalam keadaan yang tidak baik secara tiba – tiba maka dapat berpotensi memberikan dampak negatif terhadap komponen lain yang berhubungan.

d. Kurang optimalnya kinerja dari *F.O. Pump* dalam menekan bahan bakar ke injektor yang selanjutnya akan dikabutkan ke dalam ruang bakar dapat disebabkan karena perawatan dilakukan yang tidak sesuai dengan PMS yang berlaku dan *instruction manual book*, dimana perawatan terhadap *F.O. Pump* harus dilakukan secara *periodic* yaitu setiap 6.000 RH. Dalam perawatan *periodic* ini juga memiliki beberapa kerugian dan keuntungan sebagai berikut :

Keuntungan perawatan *F.O. Pump* setiap 6.000 RH

- 1) Kinerja dari komponen *f.o. pump* selalu dalam kondisi yang optimal dalam mendukung kinerja dari motor diesel generator karena perawatan dilakukan secara rutin dan terus menerus, sehingga kondisi *f.o. pump* selalu terjaga dan terawat dengan baik.
- 2) Dapat memperpanjang umur dari komponen yang ada pada *f.o. pump* karena terjaganya kondisi yang dapat mencegah timbulnya masalah yang tidak terprediksi dikemudian hari.

- 3) Dapat menghilangkan timbulnya resiko pengeluaran biaya yang tak terduga karena penggantian komponen rusak di luar jadwal yang telah ditetapkan.

Kerugian perawatan *F.O. Pump* setiap 6.000 RH

- 1) Memerlukan waktu yang perlu dijadwalkan dengan tetap sehingga dapat menambah pekerjaan yang harus dilakukan secara rutin.
- 2) Apabila perawatan tidak dilakukan dengan baik dan benar dapat berdampak fatal terhadap kinerja motor diesel generator dan komponen lain yang berhubungan sehingga dapat menimbulkan kerugian biaya yang tak terduga.

## **2. Kurang optimalnya kinerja dari *Turbocharger & Air Cooler* sebagai komponen pendukung pada Motor Diesel Generator.**

Untuk mengatasi permasalahan tentang perawatan terhadap *turbocharger & air cooler* yang kurang maksimal berdasarkan alternatif pemecahan masalah di atas, maka dapat ditemukan evaluasi pemecahan masalah sebagai berikut:

- a. Melaksanakan metode perawatan *Wet Cleaning* / Pembersihan Basah dengan menggunakan media air tawar dengan berbagai keuntungan dan kerugian sebagai berikut :

Keuntungan metode perawatan *Wet Cleaning* pada *turbocharger*

- 1) Proses pembersihan tergolong mudah dengan hasil yang cukup baik serta jarak pembersihan selanjutnya lebih panjang guna mendapatkan kinerja dari *turbocharger* yang maksimal dan stabil.
- 2) Tidak menggunakan bahan kimia sehingga minim resiko timbulnya kerusakan yang diakibatkan oleh kesalahan teknis dalam proses pembersihan.
- 3) Metode pembersihan ini dapat dilakukan ketika mesin sedang dioperasikan.

Kekurangan metode perawatan *Wet Cleaning* pada *turbocharger*

- 1) Persiapan proses pembersihan yang tergolong rumit karena membutuhkan *special tool* serta perangkat pendukung lain.
- 2) Berpotensi menghasilkan gumpalan kotoran yang disebabkan oleh pencampuran antara zat karbon dan air tawar.

- b. Menggunakan metode perawatan *Dry Cleaning* pada *turbocharger* yaitu metode lain yang dapat dilakukan ketika mesin sedang dioperasikan dengan memiliki beberapa keuntungan dan kerugian sebagai berikut :

Keuntungan metode perawatan *Dry Cleaning* pada *turbocharger*

- 1) Dapat dilakukan ketika mesin sedang dioperasikan.
- 2) Menggunakan media pembersihan utama yang tergolong sederhana yaitu udara bertekanan dengan titik distribusi udara yang cukup banyak di *engine room* dibandingkan dengan titik distribusi air tawar.

Kerugian metode perawatan *Dry Cleaning* pada *turbocharger*

- 1) Membutuhkan media pembersih tambahan yaitu *nut shells* atau batu kerikil kecil.
- 2) Membutuhkan biaya tambahan untuk mendapatkan media pembersih tambahan yaitu *nut shells*.
- 3) Memiliki jarak pembersihan selanjutnya yang lebih pendek dibandingkan dengan metode *wet cleaning*.

- c. Metode perawatan *Wet Cleaning with Pressure Sprayer System* yaitu metode pembersihan pada sisi *blower turbocharger* dengan menggunakan media air tawar yang dipadukan dengan udara bertekanan, metode ini juga memiliki beberapa keuntungan dan kerugian diantaranya :

Keuntungan metode perawatan *wet cleaning with pressure sprayer system* pada *blower turbocharger*

- 1) Dapat dilaksanakan ketika mesin sedang dioperasikan.
- 2) Media pembersihan yang sederhana yaitu hanya menggunakan udara bertekanan dan air tawar.

Kerugian metode perawatan *wet cleaning with pressure sprayer system* pada *blower turbocharger*

- 1) Memiliki resiko terganggunya proses pembakaran mesin karena memungkinkan masuknya udara bertekanan dan air beserta kotoran hasil proses pembersihan ke dalam ruang bakar.
- 2) Membutuhkan perawatan tambahan terhadap perangkat yang digunakan, dalam hal ini *pressure sprayer system*.

- d. Metode pembersihan *turbocharger & air cooler* pada saat mesin berhenti dengan menggunakan bahan kimia.

Metode ini memungkinkan kita untuk membersihkan keseluruhan daripada bagian yang ada pada *turbocharger & air cooler* yang biasanya dilakukan bersamaan dengan kegiatan overhaul dari kedua komponen tersebut. Dalam hal ini, bagian utama yang perlu diperhatikan kebersihannya ialah *air filter, blower side & turbine side* pada *turbocharger* serta *water tube & air side* pada *air cooler*. Pada umumnya bahan kimia yang digunakan yaitu ACC 9 ( *air cooler cleaner* ) & *kerosene* ( minyak tanah ). Namun metode perawatan ini pastinya memiliki beberapa keuntungan dan kerugian, diantaranya :

Keuntungan pembersihan *turbocharger & air cooler* pada saat mesin berhenti dengan menggunakan bahan kimia.

- 1) Memiliki jarak pembersihan selanjutnya yang sangat panjang dibandingkan dengan metode pembersihan lainnya.
- 2) Menjamin hasil yang sangat memuaskan apabila proses pembersihan dilakukan dengan baik dan benar guna mendukung kinerja dari motor diesel generator di atas kapal.
- 3) Dapat memperpanjang umur komponen karena pembersihan dilakukan secara menyeluruh dan merata.

Kerugian pembersihan *turbocharger & air cooler* pada saat mesin berhenti dengan menggunakan bahan kimia.

- 1) Membutuhkan biaya, waktu, dan tenaga yang paling banyak dibandingkan dengan metode perawatan lainnya.
  - 2) Membutuhkan teknik penanganan khusus dalam proses pembersihan guna mencegah terjadinya kecelakaan kerja yang disebabkan oleh penggunaan bahan kimia.
  - 3) Membutuhkan persiapan yang cukup banyak guna lancarnya kegiatan proses pembersihan tersebut.
- e. Melakukan penggantian suku cadang yang rusak maupun yang sudah akan melewati batas jam kerjanya dengan suku cadang asli dari pabrikan asal *turbocharger & air cooler*. Setiap penggunaan suku cadang harus dicatat jam kerjanya, agar dapat diketahui kondisi dan dapat diganti sebelum melewati jam kerja dari suku cadang tersebut menurut buku petunjuk. Hal ini akan menyebabkan semua komponen pada *turbocharger & air cooler* berkerja secara maksimal.

Seluruh pemecahan masalah diatas tidak menjamin penuh atas masalah yang ada pada *turbocharger & air cooler*, akan tetapi dapat menjaga kondisi komponen *turbocharger & air cooler* dalam bekerja. Dampak dari pemecahan masalah diatas akan meningkatkan kemampuan *turbocharger & air cooler* dalam menghasilkan volume, tekanan, dan suhu suplai udara yang tepat akan masuk ke dalam ruang silinder dalam proses pembakaran, sehingga akan menciptakan proses pembakaran yang sempurna dan menghasilkan kinerja dari motor diesel generator yang maksimal.

### **3. Penyetelan katup yang tidak tepat dan pemakaian suku cadang yang tidak *genuine*.**

- a. Prosedur penyetelan katup yang tidak sesuai dengan *instruction manual book*.

Penyetelan katup yang tidak tepat dapat terjadi karena tidak dilaksanakan sesuai dengan prosedur yang terdapat dalam *instruction manual book*, dan juga dilakukan oleh tenaga yang kurang kompeten, sehingga permasalahan ini dapat terjadi. Untuk menghindari permasalahan ini terjadi dikemudian hari, maka diperlukannya evaluasi terhadap para masinis yang dilaksanakan oleh kepala kamar mesin guna memantau kinerja dari tiap individu dalam memahami dan menguasai tanggung jawabnya di atas kapal.

- b. Kurang mendukungnya persiapan suku cadang yang ada di atas kapal.

Menjaga agar suku cadang selalu tersedia adalah bagian dari kegiatan perawatan diatas kapal. Waktu untuk memperbaiki kerusakan dapat dikurangi jika terdapat sistem pengontrolan suku cadang yang baik, sedemikian rupa sehingga diatas kapal suku cadang mudah didapat dan cepat baik dari stok di kapal, dari gudang sentral di darat atau dari pemasok.

Adapun beberapa sistem yang sangat baik digunakan diatas kapal terkait dengan pengawasan suku cadang, yaitu :

- 1) Sistem suku cadang yang beracuan dengan buku manual
- 2) Sistem dengan menggunakan berkas map
- 3) Sistem lemari
- 4) Sistem pemesanan suku cadang
- 5) Sistem suku cadang dengan komputer
- 6) Informasi ke kapal

#### 7) Informasi ke kantor pusat

Tujuan dari beberapa sistem suku cadang diatas yang biasa digunakan diatas kapal yang banyak sekali cara – cara yang lain untuk mengatur suku cadang diatas kapal. Namun hal yang terpenting ialah bahwa sistem ini harus digunakan dengan tepat dan konsisten untuk mencegah terjadinya *off – hire* akibat kurang tersedianya suku cadang dan biaya penyediaan yang berlebihan.

### E. PEMECAHAN MASALAH

Dari permasalahan yang penulis angkat mengenai kurangnya perhatian dalam hal perawatan dan perbaikan pada alat pengabut bahan bakar ( *fuel injector* ), Pompa injeksi bahan bakar ( *f.o. pump* ), *turbocharger & intercooler* serta penyetelan katup yang tidak tepat dan pemakaian suku cadang *non – genuine* maka penulis dapat mengevaluasi untuk mencari alternatif yang dilakukan, maka dari evaluasi tersebut penulis memilih alternatif yaitu melakukan perawatan secara berkala yang baik dan benar, suatu perawatan berkala yang dilakukan menurut jam kerja yang didasari oleh *instruction manual book & PMS* dijadikan sebagai acuan, maka dapat ditemukan berbagai pemecahan masalah sebagai berikut:

#### 1. Kurang optimalnya kinerja dari *F.O. Pump & F.I.V* pada Motor Diesel Generator.

Setiap perawatan yang dilakukan terhadap injektor & pompa bahan bakar harus dilakukan sesuai dengan ketentuan yang tertulis di dalam *instruction manual book* dan tepat waktu seperti bagaimana yang telah diatur dalam PMS yang berlaku di kapal MV. PAN CLOVER. Ini bertujuan untuk menjaga kinerja dari pompa injeksi bahan bakar selalu dalam kondisi optimal dalam menekan bahan bakar ke dalam injektor sehingga injektor mendapatkan cukup tekanan untuk melaksanakan proses pengabutan bahan bakar ke dalam silinder, serta menjaga kondisi injektor selalu dalam keadaan baik guna menghasilkan kinerja motor diesel generator yang maksimal dan menghindari terjadinya *miss firing* karena proses pengabutan yang tidak cukup baik sehingga proses pembakaran di dalam silinder menjadi tidak sempurna karena bahan bakar tidak terbakar secara menyeluruh yang akan berdampak pada ketidaknormalan suhu gas buang rata – rata pada tiap silinder dari motor diesel generator. Karena tingginya suhu gas buang dapat berdampak secara langsung terhadap kinerja dari motor diesel



generator dalam menunjang proses pelayaran kapal dan bongkar muat di pelabuhan serta dapat menghindari timbulnya kerugian akibat *off – hire* yang disebabkan oleh berhentinya kegiatan operasi kapal baik saat bongkar muat maupun dalam perjalanan ke pelabuhan yang dituju. Maka berdasarkan hasil evaluasi permasalahan di atas dapat disimpulkan bahwa perlu dilakukannya *injector testing* dengan jangka waktu yang sesuai dengan ketentuan sebagaimana tertulis pada *instruction manual book*, memastikan bahwa *nozzle* perlu diganti dengan yang baru dan tidak menggunakan suku cadang yang imitasi maupun rekondisi, serta memastikan bahwa perawatan *f.o. pump* terlaksana sebagaimana mestinya yang telah dianjurkan oleh *instruction manual book* maupun PMS yang berlaku di atas kapal.

## **2. Kurang optimalnya kinerja dari *Turbocharger & Air Cooler* sebagai komponen pendukung pada Motor Diesel Generator.**

Bahwa dalam pengoperasian dan perawatan *turbocharger* harus selalu berpedoman kepada buku petunjuk yang diberikan agar tidak terjadi kesalahan dalam pengoperasian dan perawatan sehingga kondisi kerja *turbocharger* sesuai yang diharapkan. Perawatan yang dilakukan bertujuan untuk mencegah kerusakan dan dapat meminimalisir akibat – akibat dari kerusakan itu sendiri. Pastikan bahwa setiap jenis perawatan yang terdapat dalam *instruction manual book* terlaksana dengan baik dan benar sesuai dengan prosedur, baik penggolongan jenis perawatan ketika mesin beroperasi maupun ketika mesin tidak beroperasi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa alternatif pemecahan masalah yang dapat dipilih sebagai metode terbaik berdasarkan pertimbangan, serta penyesuaian kondisi di atas kapal yaitu melakukan metode pembersihan *turbine side* maupun *blower side* pada *turbocharger* dengan menggunakan *chemical* maupun air tawar dengan prosedur pembersihan yang sesuai dengan tuntunan tertulis pada *instruction manual book* dengan jangka waktu yang tepat waktu sebagaimana yang telah diatur dalam PMS di atas kapal, serta pembersihan *blower side* pada *turbocharger* dengan menggunakan metode *wet cleaning*, dan memastikan bahwa jadwal pembersihan komponen *air cooler* baik untuk bagian *air side* maupun *water tube side* terlaksana dengan tepat waktu dan dilakukan secara baik dan benar sesuai dengan prosedur yang tertulis di dalam *instruction manual book*.

Perlunya meningkatkan perawatan dan pembersihan terencana pada sistem suplai udara yang meliputi perawatan pada *turbocharger* dan *air cooler* serta peralatan pendukung lainnya, dengan tujuan untuk mencegah terjadinya gangguan atau hambatan selama motor diesel generator beroperasi sehingga tidak timbulnya permasalahan – permasalahan yang dapat menghambat proses pelayaran kapal dan bongkar muat di pelabuhan seperti tekanan dan suhu suplai udara yang stabil sehingga dapat berdampak pada tingginya suhu gas buang rata – rata dan selalu dalam kondisi baik. Dengan adanya perawatan yang terencana dan teratur, maka peranan *turbocharger* dalam meningkatkan kinerja motor diesel generator dapat maksimal sesuai dengan yang diharapkan.

### **3. Penyetelan katup buang dan katup masuk yang tidak tepat.**

Melakukan penyetelan katup dengan mengikuti prosedur yang ada pada *instruction manual book* dan sesuai dengan jadwal PMS yang berlaku. Serta memastikan bahwa suku cadang yang diterima dan dipakai adalah suku cadang yang *genuine*, sehingga terhindarnya masalah – masalah yang dapat menghambat atau mengurangi kinerja dari motor diesel generator sebagai suplai energi listrik di atas kapal, dalam hal ini tingginya suhu gas buang rata – rata pada motor diesel generator yang berpotensi dapat menurunkan kinerja dari motor diesel generator di MV. PAN CLOVER.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. KESIMPULAN**

Berdasarkan semua permasalahan dan pemecahan masalah yang ada didalam penulisan ini, maka penulis mengambil kesimpulan yang penulis anggap sebagai tujuan dari penulisan skripsi ini, yaitu diantaranya :

##### **1. Kurang optimalnya kinerja dari *F.O. Pump & F.I.V* pada Motor Diesel Generator**

Dengan melaksanakan sistem perawatan yang dikerjakan dengan tidak terencana serta tidak sesuai dengan buku petunjuk manual dari pabrikan asal, maka kinerja dari motor diesel generator akan selalu dalam keadaan yang kurang maksimal. Hal ini akan menyebabkan menurunnya kinerja dari komponen penting dalam sistem bahan bakar pada motor diesel generator yaitu *f.o. pump & fuel injection valve* dalam mempompa dan mengabutkan bahan bakar ke dalam ruang bakar, sehingga berdampak kepada tingginya suhu gas buang rata – rata motor diesel generator dan juga *misfiring* yang dapat berpengaruh terhadap kinerja motor diesel generator dalam menunjang kelancaran operasi pelayaran kapal dan bongkar muat di pelabuhan. Apabila terjadi permasalahan pada motor diesel generator yang fatal, maka dapat menimbulkan kerugian – kerugian bagi perusahaan maupun kru di atas kapal, baik kerugian materi karena timbulnya biaya – biaya yang tak terduga karena adanya penggantian suku cadang yang rusak, kerugian waktu karena adanya pelaksanaan kegiatan perbaikan di atas kapal yang tidak direncanakan, serta kerugian ganti rugi terhadap pihak penyewa kapal karena jadwal kapal yang terganggu atau *off – hire*.

**2. Kurang optimalnya kinerja dari *Turbocharger & Air Cooler* sebagai komponen pendukung pada Motor Diesel Generator.**

Apaabila dalam melakukan prosedur perawatan terhadap *turbocharger & air cooler* yang kurang maksimal dan kurang sesuai dengan *instruction manual book* dapat berdampak terhadap kinerja dari *turbocharger & air cooler* dalam mensuplai volume udara dengan tekanan dan suhu yang sebagaimana mestinya ke dalam silinder sehingga dapat menyebabkan proses pembakaran yang tidak sempurna dan dapat menyebabkan kinerja dari motor diesel generator menjadi kurang maksimal dalam memenuhi kebutuhan energi listrik di atas kapal dalam upaya mendukung kegiatan pelayaran pengoperasian kapal dan bongkar muat kapal di pelabuhan.

**3. Penyetelan katup masuk dan katup buang yang tidak tepat.**

Dengan melakukan penyetelan katup yang tidak tepat dan tidak mengikuti prosedur yang tertera dalam *instruction manual book* dan menggunakan suku cadang tidak asli atau rekondisi, pastinya akan berdampak terhadap kinerja dari setiap komponen motor diesel generator di mana dapat menyebabkan timbulnya permasalahan – permasalahan yang dapat menurunkan kinerja dari motor diesel generator, misalnya tingginya suhu gas buang rata – rata serta timbulnya resiko – resiko yang dapat merugikan perusahaan dalam proses pelayaran baik kerugian materi, waktu, serta tenaga dalam melakukan perbaikan yang tidak dijadwalkan.

**B. SARAN**

Sehubungan dengan permasalahan dibagian sebelumnya, penulis mengemukakan beberapa saran sebagai pemecahan masalah – masalah yang telah terjadi, diantaranya sebagai berikut :

**1. Kurang optimalnya kinerja dari *F.O. Pump & F.I.V* pada Motor Diesel Generator.**

Pada saat melaksanakan perawatan, kita harus memperhatikan bahwa perawatan harus tepat waktu dan sesuai dengan *instruction manual book* guna menjaga kinerja motor diesel generator selalu dalam kondisi siap untuk dioperasikan dan memiliki kinerja yang maksimal. Untuk itu, hal-hal yang perlu diperhatikan pada perawatan komponen – komponen motor diesel generator adalah:

- a. Agar perawatan setiap komponen sesuai dengan jam kerja dari setiap bagian suku cadang tersebut dengan beracuan kepada buku manual.

- b. Prosedur perawatan & perbaikan harus sesuai dengan buku manual guna menghindari timbulnya permasalahan – permasalahan lain di kemudian hari.

## **2. Kurang optimalnya kinerja dari *Turbocharger & Air Cooler* sebagai komponen pendukung pada Motor Diesel Generator.**

Dalam melakukan perawatan terhadap *turbocharger & air cooler* harus sesuai dengan prosedur yang ada pada *instruction manual book* dan dilakukan dengan maksimal guna mencapai tujuan dan hasil yang sesuai dengan harapan. Sehingga, kinerja dari seluruh komponen selalu dalam keadaan baik dan dapat mendukung kinerja dari motor diesel generator selalu dalam keadaan siap untuk dioperasikan dan menghasilkan kinerja yang maksimal guna mendukung kegiatan pengoperasian kapal dan bongkar muat kapal di pelabuhan. Dan juga dilakukan pemeriksaan rutin terhadap *turbocharger & air cooler* sesuai dengan PMS yang berlaku.

## **3. Penyetelan katup masuk dan katup buang yang tidak tepat.**

Pastikan setiap perawatan pada motor diesel generator dilakukan sesuai dengan PMS yang berlaku dan mengikuti prosedur sesuai dengan *instruction manual book* serta dilakukan oleh tenaga yang kompeten, supaya mencegah timbulnya permasalahan lain di kemudian hari yang dapat menyebabkan berbagai kerugian. Dan untuk mencapai kinerja dan jam kerja yang sesuai, maka dalam melakukan pergantian suku cadang harus menggunakan suku cadang asli dari pabrik pembuatannya dan *part number* yang sesuai pada buku manual tersebut. Diharapkan dengan melakukan perawatan dan menggunakan suku cadang asli pabrik tersebut dapat mempertahankan kinerja motor diesel generator selalu dalam keadaan optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- V.L. Maleev. *Operasi Dan Pemeliharaan Mesin Diesel: Konstruksi, Operasi, Pemeliharaan Dan Perbaikan Mesin Diesel*. 1991.
- J. Trommel Mans. *Mesin Diesel*. 1986.
- Prof. Dr. Wiranto Arismunandar. *Motor Diesel*. 2008.
- Drs. Boentarto. *Mengatasi Kerusakan Mesin Diesel*. 2000.
- Arismunandar Wiranto dan Koichi Tsuda. *Motor Diesel Putaran Tinggi*. 1981.
- McGeorge H.D.. *Marine Auxiliary Machinery*. 1975.
- Arismundar Wiranto. *Penggerak Mula: Motor Bakar Torak*. 1973.
- Instruction Manual Book for NTS/STX PAN OCEAN 7L16/24. Build No. 0108203
- Kamus Q. 2014. *Pengertian dan definisi*. <https://www.kamusq.com/2013/04/analisa-adalah-definisi-dan-arti-kata.html>. ( 2 Februari 2019 )
- UNILA. 2015. *Pengertian Oksidasi*.  
<http://digilib.unila.ac.id/6510/5/16.%20BAB%20II.pdf>. ( 2 Februari 2019 )

**Lampiran 1. Ship's Particular**
**SHIP'S PARTICULAR**

1.GENERAL	SHIP'S NAME		M.V. "PAN CLOVER"					
	OFFICIAL NUMBER		4668					
	CALL SIGN		V7YI7					
	IMO NUMBER / MMSI NO.		9621417 / 538004668					
	TLX / FAX / TEL No		453837733 / 870783110244 / 870773110125 & 07044972930					
	PORT OF REGISTRY		MAJURO					
	NATIONALITY		MARSHALL Is					
	OWNER	NAME	POS MARITIME AA S.A					
	OWNER	ADDRESS	Trust Company Complex, Ajeltake Road, Ajeltake Island, Majuro, MH 96960, Marshall Islands					
	OPERATOR	NAME	PAN OCEAN CO., LTD					
	OPERATOR	ADDRESS	631, NAMDAEMUNNO 5-GA JUNG-GU, SEOUL, KOREA.					
	BUILDER		JINGJIANG, NEW CENTURY SHIPBUILDING CO. LTD					
	KEEL LAID		28 NOV 2011		LAUNCHED	07 MAR 2012		
	DELIVERED		31 MAY 2012		DRYDOCK	08 APR 2017		
	CLASSIFICATION		K R		CLASS No.	1275609		
KIND OF SHIP		BULK CARRIER						
2.PRINCIPAL DIMENSIONS	L. O. A.		229.00		M			
	L. B. P.		225.50		M			
	BREADTH (MOULDED)		32.26		M			
	DEPTH (MOULDED)		20.05		M			
	HIGHT FROM BL TO TOP		47.50		M			
3.TONNAGE	INTERNATIONAL	GRT	44,098.00 TONS		SUEZ	GRT	45,435.26 TONS	
					NET	41,827.42 TONS		
		NET	27,714.00 TONS		PANAMA	GRT		
					NET	36,932.00 TONS		
4.DEADWEIGHT & DRAFT			DEADWEIGHT			DRAFT		FREEBOARD
	SUMMER		81,176.9 TONS			14.469M(TK)		5.628
	WINTER		79,014.4 TONS			14.168M(TK)		5.929
	TROPICAL		83,340.5 TONS			14.770M(TK)		5.327
	DISPLACEMENT		SUMMER 95,047 TONS			WINTER 92,884.5 TONS		
	LIGHT SHIP		13,870.20 T					
5. MAIN ENGINE	TYPE		5S60MC-C8(TIER II)					
	MAKER		STX - MAN B & W					
	POWER		9800 KW x 98 RPM					
6. HATCH & CRANE		7 HOLDS & 7 HATCHES, 35.0 MT x 4 CRANE						
7. NUMBER OF CREW		22 Persons (Including Master)						
8. NAME OF MASTER		KIM TAE JU						

### Lampiran 3. Air Cooler Cleaning Process

*Before*





*After*



#### Lampiran 4. Overhaul *Turbocharger*



## Lampiran 5. Overhaul F.I.V & F.O. Pump





## Lampiran 6. Contoh Ketidak Normalan Pada Kinerja Motor Diesel Generator



Page No: 42 ENGINEER'S LOG BOOK OF M/T M/V PAN CLOVER DATE: 31/10/2007 VESSEL No: 040

Hour	Miles run (approx)	Fuel Consumed	Engine Hours	Revolution Counter	S/F/H	P/O	Pressure (kg/cm <sup>2</sup> )										Temperature (°C)										Water Cooling										Jacket Cooling									
							Steam					Boiler					Exhaust					Inlet					Outlet					Inlet					Outlet									
							No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9	No. 10	No. 11	No. 12	No. 13	No. 14	No. 15	No. 16	No. 17	No. 18	No. 19	No. 20	No. 21	No. 22	No. 23	No. 24	No. 25	No. 26	No. 27	No. 28	No. 29	No. 30										
1	01	04	07	976237	01.0	02.0	03.0	04.0	05.0	06.0	07.0	08.0	09.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0	19.0	20.0	21.0	22.0	23.0	24.0	25.0	26.0	27.0	28.0	29.0	30.0												
2	02	04	07	976240	01.1	02.1	03.1	04.1	05.1	06.1	07.1	08.1	09.1	10.1	11.1	12.1	13.1	14.1	15.1	16.1	17.1	18.1	19.1	20.1	21.1	22.1	23.1	24.1	25.1	26.1	27.1	28.1	29.1	30.1												
3	03	04	07	976243	01.2	02.2	03.2	04.2	05.2	06.2	07.2	08.2	09.2	10.2	11.2	12.2	13.2	14.2	15.2	16.2	17.2	18.2	19.2	20.2	21.2	22.2	23.2	24.2	25.2	26.2	27.2	28.2	29.2	30.2												
4	04	04	07	976246	01.3	02.3	03.3	04.3	05.3	06.3	07.3	08.3	09.3	10.3	11.3	12.3	13.3	14.3	15.3	16.3	17.3	18.3	19.3	20.3	21.3	22.3	23.3	24.3	25.3	26.3	27.3	28.3	29.3	30.3												
5	05	04	07	976249	01.4	02.4	03.4	04.4	05.4	06.4	07.4	08.4	09.4	10.4	11.4	12.4	13.4	14.4	15.4	16.4	17.4	18.4	19.4	20.4	21.4	22.4	23.4	24.4	25.4	26.4	27.4	28.4	29.4	30.4												
6	06	04	07	976252	01.5	02.5	03.5	04.5	05.5	06.5	07.5	08.5	09.5	10.5	11.5	12.5	13.5	14.5	15.5	16.5	17.5	18.5	19.5	20.5	21.5	22.5	23.5	24.5	25.5	26.5	27.5	28.5	29.5	30.5												
7	07	04	07	976255	01.6	02.6	03.6	04.6	05.6	06.6	07.6	08.6	09.6	10.6	11.6	12.6	13.6	14.6	15.6	16.6	17.6	18.6	19.6	20.6	21.6	22.6	23.6	24.6	25.6	26.6	27.6	28.6	29.6	30.6												
8	08	04	07	976258	01.7	02.7	03.7	04.7	05.7	06.7	07.7	08.7	09.7	10.7	11.7	12.7	13.7	14.7	15.7	16.7	17.7	18.7	19.7	20.7	21.7	22.7	23.7	24.7	25.7	26.7	27.7	28.7	29.7	30.7												
9	09	04	07	976261	01.8	02.8	03.8	04.8	05.8	06.8	07.8	08.8	09.8	10.8	11.8	12.8	13.8	14.8	15.8	16.8	17.8	18.8	19.8	20.8	21.8	22.8	23.8	24.8	25.8	26.8	27.8	28.8	29.8	30.8												
10	10	04	07	976264	01.9	02.9	03.9	04.9	05.9	06.9	07.9	08.9	09.9	10.9	11.9	12.9	13.9	14.9	15.9	16.9	17.9	18.9	19.9	20.9	21.9	22.9	23.9	24.9	25.9	26.9	27.9	28.9														

[illegible]



GE TIC & CHARGING AIR	
PRESS. AFTER COOLER	0.2 Mpa
TEMP. AFTER COOLER	45 Deg.C
TEMP. IN.	71 Deg.C
TEMP. OUTLET	73 Deg.C
LO PRESS IN.	0.8 Mpa
GE SPEED	0 Rpm
TIC SPEED	0 Rpm

ALTERNATOR WINDING TEMP. (Deg.C)	
U	51
V	52
W	55

BEARING TEMP HIGH	41 (Deg.C)
LO PRIM PUMP FAILURE	NOORM



GE TIC & CHARGING AIR	
PRESS. AFTER COOLER	0.0 Mpa
TEMP. AFTER COOLER	62 Deg.C
TEMP. IN.	528 Deg.C
TEMP. OUTLET	317 Deg.C
LO PRESS IN.	0.2 Mpa
GE SPEED	1198 Rpm
TIC SPEED	37400 Rpm

ALTERNATOR WINDING TEMP. (Deg.C)	
U	75
V	75
W	73

BEARING TEMP HIGH	62 (Deg.C)
LO PRIM PUMP F	

2017/08/31 19:59

FOR CREDIT

ENGINE STOP

ALARM ACK

PROCEED

MAIN VIEW



NO.3 GEN ENG RUN HRS.xls (Compatibility Model) - Microsoft Excel																										
NO.3 GENERATOR ENGINE																										
NO.3 GENERATOR ENGINE																										
NO.3 GENERATOR ENGINE																										
NO.3 GENERATOR ENGINE																										
NO.3 GENERATOR ENGINE																										
NO.3 GENERATOR ENGINE																										
NO.3 GENERATOR ENGINE																										
NO.3 GENERATOR ENGINE																										
NO.3 GENERATOR ENGINE																										
NO.3 GENERATOR ENGINE																										
NO.3 GENERATOR ENGINE																										
NO.3 GENERATOR ENGINE																										
NO.3 GENERATOR ENGINE																										
NO.3 GENERATOR ENGINE																										
NO.3 GENERATOR ENGINE																										
NO.3 GENERATOR ENGINE																										
NO.3 GENERATOR ENGINE																										

## Lampiran 9. Tekanan *F.I.V* Berdasarkan *Instruciton Manual Book*

NTS-STX\_PANOCEAN\_7L16-24\_0108203\_MANUAL.pdf - Adobe Reader

File Edit View Window Help

Open

557 / 1100

118%

Tools Fill & Sign Comment

Sign In

Export PDF

Adobe ExportPDF

Convert PDF files to Word or Excel online.

Select PDF file

NTS-STX\_PANOCEAN\_7L16-24\_0108203\_MANUAL.pdf

1 file / 50.06 MB

Convert To:

Microsoft Word (.docx)

Recognize Text in English(US)

Change

Convert

Create PDF

Edit PDF

Send Files

Store Files

14

If the holes are oval worn, which is checked by means of a magnifying glass, the nozzle must be scrapped.

15

The best way, however, to check if the holes are worn out is to control the flow rate of the nozzle which, in general, only can be made at the manufacturer's works on a special test stand.

16

Every effort to refurbish will result in alterations of these values and malfunction of the nozzle. If heavy abrasion symptoms, respectively damages are observed at the visual inspection of the parts, the parts in question must be replaced.

Reassembling

17

When all parts have been overhauled, found in good order and carefully cleaned, assemble the fuel injection valve again.

18

When assembling the fuel injection valve, proceed in the opposite order compared to the disassembly. Pay attention to the following:

a.

Lubricate the threads on the adjusting screw, *fig. 2, pos. 1*, with lub. oil, and the threads of the nozzle holder for the nozzle nut. The shoulder of the nozzle which is in contact with the nozzle

20

Mount the fuel injection valve in the test pump again. The bracket to be in such a position that the nozzle of the injector is facing the test pump.

21

To flush off possibly existing dirt particles in the fuel system of the injection valve, it is recommended to pump through fuel several times, while the released pressure spring (3) of the nozzle holder is increased by means of the lever on the test pump, and adjust the opening pressure to 450 bar, by the adjusting screw (1), see *fig. 2*, then tighten lock nut (2) and check opening pressure again.

22

The fuel injection valve shall properly spray at a pumping frequency of approx. 1 to 2 strokes/second, do not expect chattering. The fuel (MDO) must be atomized by uniform jets. After the jets are cut off, no fuel (MDO) drop shall fall down from the bottom of the spraying ball during 10 seconds when the injector nozzle is vertically placed. Do not expect a nozzle tip with more than 1000 running hours to perform like a new nozzle in the test pump.

23

All connecting and attached points of the fuel injection valve must not leak during this check-up.

If the test conditions are not fulfilled it is necessary to demount the fuel injection valve to determine the

H5250/94, 08.12