

# ANALISIS TEKANAN DAN TEMPERATUR UDARA PADA PROSES PEMBAKARAN MESIN DIESEL PENGGERAK UTAMA TYPE MAK M 601 C PADA KAPAL KM LAMBELU

Danu Tirta Martono<sup>1</sup>, Antonius Edy Kristiyono<sup>2</sup>, Siti Fatimah<sup>3</sup>

Program Studi Diploma IV Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal, Politeknik Pelayaran Surabaya

E-mail: [danutirtamartono@gmail.com](mailto:danutirtamartono@gmail.com)

## ABSTRAK

Udara bilas adalah udara yang digunakan untuk pembilasan pembakaran mesin dalam sebagai penunjang berlangsungnya pembakaran sempurna. Tujuan penelitian karya ilmiah terapan ini adalah untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi penurunan tekanan dan temperatur udara pada mesin induk di kapal KM LAMBELU dan dampak penurunan tekanan dan temperature udara terhadap mesin induk. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan metode RCA (Root Cause Analysis), Root Cause Analysis (RCA) adalah suatu metode analisis terstruktur yang mengidentifikasi akar masalah dari suatu insiden, dan proses ini cukup kuat untuk mencegah terulangnya insiden yang sama. Hasil penelitian penyebab menurunnya tekanan dan temperature udara diantaranya adalah kotornya filter pada Turbocharger, kotornya sea water side dan air side (udara masuk) Dampak yang terjadi terhadap mesin induk kapal apabila tekanan dan temperatur udara bilas turun adalah menurunnya rpm awalnya 912 r/min turun menjadi 760 r/min dan indicator putaran shaft propeller dari 90 r/min turun menjadi 78 r/min. Kesimpulan dalam penelitian ini adalah melakukan pengecekan kepresisian rotor turbocharger dengan perawatan yang berkala. diharapkan kepada masinis lebih mengintensifkan perawatan pada komponen tersebut

**Kata kunci:** Motor Diesel, Mesin Utama, Turbocharge

## ABSTRACT

*Rinse air is air used for flushing the internal combustion engine as a support for complete combustion. The aim of this applied scientific research work is what affects the decrease in air pressure and temperature in the main engine on board KM LAMBELU and what are the effects of decreasing air pressure and temperature on main engine. The method used in this study is the RCA (Root Cause Analysis) method. Root Cause Analysis (RCA) is a structured analysis method that identifies the root causes of an incident, and this process is strong enough to prevent the recurrence of the same incident. The results of the research on the causes of the decline Air pressure and temperature include the dirty filter on the Turbocharger, dirty sea water side and air side (intake air). The impact that occurs on the main engine of the ship when the pressure and temperature of the rinse air drops is the decrease in the initial rpm of 912 r/min to 760 r/min and the propeller shaft rotation indicator from 90 r/min dropped to 78 r/min. The conclusion in this study is to check the precision of the turbocharger rotor with regular maintenance. It is hoped that the machinists will intensify the maintenance of these components.*

**Keywords:** Diesel Motors, Main Engine, Turbocharge

## 1. PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Kapal laut merupakan sarana transportasi yang ekonomis, efektif, dan efisien dalam membawa muatan dalam jumlah besar dibandingkan dengan transportasi darat dan udara. Untuk mengoperasikan kapal laut dengan baik, diperlukan mesin penggerak utama yang dapat beroperasi lancar dan terus-menerus. Proses pembakaran dalam mesin diesel memiliki peran penting dalam kinerja mesin. Pembakaran yang sempurna memerlukan campuran udara dan bahan bakar yang sesuai, namun pembakaran yang kurang maksimal dapat menyebabkan penurunan kinerja mesin.

Turbocharger adalah alat bantu yang memampatkan dan memaksa udara masuk ke ruang pembakaran untuk meningkatkan kinerja mesin. Intercooler digunakan untuk mendinginkan udara sebelum masuk ke ruang pembakaran agar proses pembakaran menjadi lebih baik. Masalah pada turbocharger, seperti terganggunya proses pendinginan pada intercooler dan pengotoran pada filter, dapat mengurangi kualitas udara pembakaran dan mengakibatkan penurunan tenaga mesin.

Sebelumnya, telah dilakukan penelitian terkait kondisi udara bilas pada kinerja mesin penggerak utama di kapal lainnya. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa temperatur udara bilas yang tinggi dapat mengakibatkan pembakaran yang tidak sempurna dan menurunkan kinerja mesin. Selain itu, kurangnya perawatan pada sistem penunjang kerja turbocharger juga dapat menyebabkan penurunan tekanan

udara masuk ke ruang bakar dan berdampak pada kinerja mesin.

Berdasarkan masalah yang diidentifikasi pada kapal KM LAMBELU, terjadi penurunan tekanan dan temperatur udara pada proses pembakaran mesin diesel penggerak utama type MAK M 601 C. Hal ini mengakibatkan penurunan daya efektif mesin dan RPM mesin. Oleh karena itu, penulis akan melakukan penelitian untuk menganalisis tekanan dan temperatur udara pada proses pembakaran mesin diesel penggerak utama type MAK M 601 C di kapal KM LAMBELU.

### Rumusan Masalah

- 1) Apa saja faktor yang mempengaruhi penurunan tekanan dan temperatur udara pada mesin diesel penggerak utama type MAK M 601 C di kapal KM LAMBELU?
- 2) Apa saja dampak penurunan tekanan dan temperatur udara terhadap mesin diesel penggerak utama type MAK M 601 C di kapal KM LAMBELU

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### Temperature Udara

Temperatur udara adalah karakteristik yang terkait dengan panas dan energi. Suhu udara mengukur rata-rata energi kinetik dari molekul-molekul dalam suatu benda. Suhu juga menentukan kemampuan benda untuk memindahkan panas ke benda lain. Jika panas dialirkan pada suatu benda, maka suhu benda tersebut akan turun saat benda tersebut kehilangan panas. Besarnya peningkatan suhu akibat penerimaan panas tidak konstan,

karena dipengaruhi oleh daya tampung panas yang dimiliki oleh benda penerima tersebut.(Lakitan, 1994: 89).

### **Proses Pembakaran**

Proses adalah cara, metode dan teknik bagaimana sesungguhnya sumber sumber tenaga kerja, mesin, bahan, dan dana yang ada diubah untuk memperoleh suatu hasil. Sedangkan produksi sendiri adalah kegiatan untuk menciptakan atau menambah kegunaan suatu barang atau jasa (Mulyani & Herawati, 2016:40). Menurut (sauri,2011:75)

Pembakaran dapat didefinisikan sebagai proses/reaksi oksidasi yang sangat cepat antara bahan bakar (fuel) dan oksidator dengan menimbulkan nyala dan panas. Ada 4 proses pembakaran atau langkah kerja mesin diesel penggerak utama yaitu:

- a) Langkah masuk (isap)
- b) Langkah kompresi
- c) Langkah usaha
- d) Langkah keluar (pembuangan)

### **Mesin Induk**

Mesin Induk (Motor Diesel) adalah jenis motor pembakaran dalam yang memiliki karakteristik utama berbeda, yaitu metode pembakaran bahan bakarnya. Menurut (Handoyo,2015:34) dalam buku Mesin diesel penggerak utama kapal, mesin diesel mengubah energi potensial panas langsung menjadi energi mekanik. Dalam sistem pembilasan pada mesin induk, terdapat instrumen seperti Turbocharger dan Intercooler yang berperan dalam meningkatkan kinerja mesin dengan menaikkan

massa udara pembakaran untuk mencapai pembakaran yang lebih sempurna.

Elemen utama turbocharger terdiri dari:

- a) Turbin
- b) Kompresor
- c) *Intercooler*

### **Turbocharge**

Turbocharger menurut (Zainal Arifin,2013;20) adalah pesawat bantu yang terpasang di mesin induk dan digunakan untuk menyuplai udara ke ruang bakar dengan memanfaatkan gas buang hasil pembakaran. Tujuan dari turbocharger pada mesin diesel adalah memampatkan udara yang masuk ke dalam silinder untuk meningkatkan tenaga mesin dari dimensinya.

Turbocharger bekerja dengan menggunakan roda turbin yang diputar oleh tekanan gas buang, dan roda kompresor yang memaksa udara masuk ke dalam mesin. Perbedaannya dengan supercharger terletak pada penggerak roda turbin, di mana turbocharger menggunakan gas buang untuk pengoperasiannya. Komponen turbocharger terdiri dari turbin side, kompresor/blower side, bearing, dan shaft. Keunggulan turbocharger adalah peningkatan output daya mesin dengan meningkatkan massa oksigen yang masuk ke mesin. Turbocharger merupakan inovasi yang telah ditemukan sejak tahun 1905 dan menjadi komponen vital dalam mesin diesel modern.

## Komponen Turbocharge

Di dalam turbocharge tentunya terdapat komponen-komponen yang menunjang kinerjanya turbocharge dalam menyuplai asupan udara bilas, dan jika terdapat komponen yang rusak tentunya akan berpengaruh terhadap komponen lain karena saling berkaitan dan akan berpengaruh terhadap kinerja dalam penyuplaian udara bilas. Komponen tersebut antara lain :

Turbin (*turbin side*)

- a) Kompresor (*blower side*)
- b) *Hous Bearing*
- c) Shaft

Selain itu terdapat komponen pembantu turbocharge yaitu:

- a) *Intercooler*
- b) *Blow off-valve*
- c) Saluran pipa turbocharge
- d) *Wastegate Actuator*

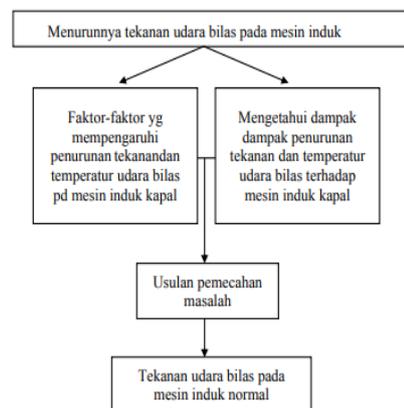
## Komponen Mesin

Mesin otomotif umumnya terdiri dari dua bagian utama, yaitu blok silinder dan kepala silinder. Kedua komponen ini, bersama dengan sistem pendukung seperti sistem bahan bakar, pendingin, kelistrikan, dan pelumasan, menjadi bagian integral dari mesin pada kendaraan.

Setiap silinder dalam mesin pembakaran dalam berfungsi sebagai tempat kerja piston. Beberapa silinder sering disusun sejajar dalam satu garis di dalam blok mesin. Silinder dapat dilapisi dengan Nikasil. Kapasitas mesin diesel dihitung berdasarkan jumlah silinder. Piston berada di dalam silinder bersama dengan ring piston.

## KM Lambelu

KM Lambelu merupakan salah satu kapal milik PT PELNI (Persero) dengan Gross Tonage 14868 dan memiliki dua mesin induk yang satu mesin induknya mempunyai 6400 horse power dan merupakan kapal tipe 2000 yang memiliki rute Makassar - ParePare - Balikpapan - Tarakan - Nunukan - Pantoloan - Balikpapan - ParePare - Makassar - Bau-bau - Maumere - Bau-bau - Makassar - ParePare - Balikpapan - Pantoloan - Tarakan - Nunukan - Balikpapan - ParePare - Makassar.



Gambar 2. 1 Kerangka Penelitian

## 3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menggunakan RCA (Root Cause Analysis), suatu metode analisis terstruktur untuk mengidentifikasi akar masalah dari suatu insiden. RCA dapat mencegah terulangnya insiden yang sama. Dalam penentuan penyebab insiden, dibedakan antara penyebab langsung (*immediate cause/proximate cause*) yang menyebabkan insiden secara langsung, dan akar masalah (*underlying cause/root cause*) yang

merupakan faktor kontributor atau pencipta penyebab langsung. Biasanya, suatu insiden memiliki lebih dari satu akar masalah.

Sumber data penelitian ini yaitu data primer dan data sekunder. Adapun data-data yang digunakan dalam penulisan karya ilmiah ini adalah laporan pengamatan kejadian yang didapat diatas kapal dan data wawancara dengan masinis,kepala kamar mesin yang berhubungan langsung dengan pengaruh tekanan dan temperatur udara terhadap proses pembakaran pada mesin diesel diatas kapal KM. LAMBELU.

#### **Metode Pengumpulan Data**

Penulis menggunakan tiga metode dalam penulisan proposal ini:

- 1) Metode Observasi  
Melibatkan pengamatan langsung pada Mesin Diesel di kapal, termasuk konstruksi, cara pengoperasian, perawatan, dan permasalahan yang sering terjadi. Tujuannya adalah untuk memahami keadaan objek secara menyeluruh dan sesuai dengan keterangan yang diperoleh.
- 2) Metode Wawancara  
Dilakukan melalui wawancara langsung dengan sumber data, baik tatap muka atau lewat telepon, untuk mendapatkan penjelasan rinci mengenai pertanyaan atau hal-hal yang belum dipahami terkait dengan topik yang akan dibahas.
- 3) Metode Dokumentasi  
Mengambil gambar tentang Mesin Diesel di kapal untuk memperoleh

informasi mengenai proses perawatan yang dilakukan.

#### **Teknik Analisis Data**

Penelitian ini menggunakan metode studi kasus dengan instrumen pengumpulan data berupa observasi, wawancara, dan dokumentasi. Analisis data dilakukan dengan langkah-langkah data reduction, data display, dan penarikan kesimpulan. Metode ini membantu peneliti untuk memahami masalah secara mendalam dan memberikan informasi yang relevan mengenai topik yang diteliti.

### **4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **Hasil Observasi**

Kapal KM LAMBLU menggunakan mesin penggerak diesel yang membutuhkan tekanan udara dan temperatur udara optimal untuk proses pembakaran. Untuk itu, digunakan Turbocharger dan Intercooler sebagai instrumen pendukung. Perawatan Intercooler meliputi perawatan komponen, pembersihan air side dan sea water side, pengecekan pipa-pipa saluran, dan penggantian zink anoda. Pada perjalanan kapal, terjadi penurunan tekanan udara bilas yang menyebabkan penurunan tenaga mesin. Chief engineer melakukan pengamatan pada turbocharger dan intercooler, menemukan masalah pada bagian blower side dan air side. Kurangnya presisi bushing rotor turbocharger menyebabkan pelumasan masuk ke proses kerja turbocharger dan penyumbatan aliran sea water side karena melewati perairan dangkal. Chief engineer memerintahkan crew

untuk mengganti turbocharger dan membersihkan intercooler.

Dan berikut adalah tabel putaran rpm pada saat sebelumnya menurunnya rpm dan pada saat menurunnya rpm pada saat jam jaga 12.00-16.00 yang di lakukan pada saat jam jaga masinis 3.

Jam Jaga	Revolutions Per Minute pada saat kejadian
04.00-08.00	912 r/min
08.00-12.00	912 r/min
12.00-16.00	720 r/min
16.00-20.00	(Mesin Mati)

Pada jam jaga 12.00-16.00, terjadi penurunan RPM pada mesin diesel kapal. Semua masinis turun untuk memperbaiki dan melakukan pengecekan pada turbocharge karena diidentifikasi sebagai penyebab penurunan RPM.

Berikut adalah tabel putaran shaft propeller sebelum dan saat terjadi penurunan RPM pada jam jaga masinis 3.

Jam Jaga	Putaran Shaf Propeller
04.00-08.00	90 r/min
08.00-12.00	90 r/min
12.00-16.00	78 r/min
16.00-20.00	(Mesin Mati)

Pada jam jaga masinis 3 (12.00-16.00), terjadi penurunan rata-rata putaran shaft propeller. Masinis yang berjaga melihat penurunan RPM dan segera melaporkannya ke KKM. Dilakukan pembongkaran dan mematikan mesin induk untuk perbaikan pada turbocharger dan

intercooler yang bermasalah. Setelah perbaikan, putaran RPM dan shaft propeller kembali normal, tanpa kejanggalan yang ditemukan.

Jam Jaga	Revolutions Per Minute Setelah di lakukan perbaikan
20.00-24.00	912 r/min
24.00-04.00	912 r/min
04.00-08.00	913 r/min
08.00-12.00	912 r/min
12.00-16.00	913 r/min
16.00-20.00	912 r/min
20.00-24.00	913 r/min

Jam jaga	Putaran Shaf Propeller setelah di lakukan perbaikan
20.00-24.00	90 r/min
24.00-04.00	90 r/min
04.00-08.00	91 r/min
08.00-12.00	90 r/min
12.00-16.00	91 r/min
16.00-20.00	90 r/min
20.00-24.00	91 r/min

1. Spesifikasi : B-BC Type : VTR631N			
2. Putaran normal : 9500 – 10000 rpm			
Data yang di ambil		Kondisi turbocharge	
		Sebelum Perbaikan	Sesudah Perbaikan
Kecepatan aliran udara m/s		4.97	5.63
Tekanan	Masuk	1.04	1.067
Udara Bilas di TC <sub>atm</sub>	Keluar	1.32	1.75
Temp. Udara Bilas di IC <sub>1</sub>	Masuk	130	1.75
	Keluar	41	39

Tabel menunjukkan hasil tekanan udara bilas pada turbocharger dan temperature udara bilas pada intercooler sebelum dan setelah perbaikan yang menunjukkan perbedaan yang

signifikan. Data ini diperoleh melalui wawancara dengan KKM dan masinis untuk mendapatkan informasi yang lebih akurat guna analisis selanjutnya.

### **Hasil Wawancara**

Dari hasil wawancara dengan narasumber, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Turunnya tekanan udara pada ruang pembakaran mesin induk dipengaruhi oleh kotoran atau debu yang mengotori air filter pada turbocharger, menyebabkan udara masuk yang kurang maksimal melalui blower side. Oleh karena itu, perawatan rutin pada turbocharger dan intercooler sangat penting untuk menjaga kinerja mesin.
2. Kinerja seorang engineer sangat berpengaruh terhadap mesin yang ditangani. Pengetahuan dan penanganan yang kurang tepat terhadap turbocharger bisa menjadi masalah serius yang mempengaruhi kinerja mesin secara keseluruhan.
3. Untuk mengatasi penurunan tekanan udara pada proses pembakaran di dalam mesin, crew engine harus melakukan pengamatan dan perawatan rutin pada turbocharger dan intercooler serta memperhatikan komponen-komponennya. Membersihkan filter dan melakukan perawatan secara berkala menjadi langkah penting dalam menjaga kinerja mesin.

Hasil wawancara tersebut memberikan informasi lebih lanjut tentang penyebab turunnya tekanan udara dan temperatur udara bilas pada mesin induk kapal, dan hal ini

dapat digunakan sebagai referensi untuk melakukan perbaikan dan perawatan mesin secara lebih efektif.

### **Pembahasan**

#### **Faktor Yang Mempengaruhi Penurunan Tekanan dan Temperatur Udara Pada Mesin Induk Kapal**

Turbocharger adalah alat yang memampatkan dan memaksa udara ke ruang pembakaran, dan Intercooler berfungsi sebagai pendingin udara bilas untuk menambah tenaga pada mesin. Namun, permasalahan dapat terjadi pada komponen Turbocharger dan Intercooler, seperti oli menempel pada bagian blower side dan air side, serta penyumbatan pada aliran sea water side akibat pasir dan kotoran saat melewati perairan dangkal. Crew mesin harus melakukan perawatan rutin, pembersihan, dan penggantian komponen yang bermasalah untuk menjaga kinerja mesin. Selain itu, pengetahuan dan penanganan yang baik dari seorang engineer juga berpengaruh pada kinerja mesin. Dengan demikian, perawatan pada turbocharger sangat penting untuk meningkatkan tekanan udara bilas agar pembakaran berjalan maksimal.

#### **Dampak Penurunan Tekanan dan Temperatur Udara Terhadap Mesin Induk**

Dampak dari masalah pada turbocharger dan intercooler adalah turunnya rpm pada mesin induk dan putaran shaft propeller. Selain itu, tekanan oli turun dan suhu pendingin oli meningkat saat kapal

melewati perairan dangkal. Permasalahan pada turbocharger meliputi oli menempel pada bagian blower side dan air side, serta adanya kotoran yang menyumbat aliran udara bilas. Chief engineer menemukan putaran yang tidak stabil pada blower side turbocharger, yang menyebabkan menurunnya daya mesin induk karena kurangnya tekanan dan suhu udara bilas yang tepat.

## **PENUTUP**

### **Kesimpulan**

Berdasarkan uraian-uraian pada bab sebelumnya, maka penulis mengambil beberapa kesimpulan dari hasil analisa dan pembahasan data tersebut dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1) Faktor yang mempengaruhi penurunan tekanan dan temperatur udara bilas pada mesin induk kapal adalah kotornya filter pada Turbocharger, kotornya sea water side dan air side (udara masuk)
- 2) Dampak yang terjadi terhadap mesin induk kapal apabila tekanan dan temperatur udara bilas turun adalah menurunnya rpm awalnya 912 r/min turun menjadi 760 r/min dan indicator putaran shaft propeller dari 90 r/min turun menjadi 78 r/min

### **Saran**

Berdasarkan kesimpulan yang diuraikan maka beberapa saran dapat dibuatkan sebagai berikut :

- 1) Sebaiknya untuk masinis melakukan pengecekan

kepresisian rotor turbocharger dengan perawatan yang berkala.

- 2) Sebaiknya melakukan perawatan turbocharger dan intercooler secara rutin. diharapkan kepada masinis lebih mengintensifkan perawatan pada komponen tersebut. Sebaiknya melakukan pengecekan filter udara turbocharger saat mesin induk beroperasi dan penggantian filter yang baru.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- A Arsan. (2019). *Perawatan Intercooler Untuk Main Engine*. 111, 5.
- Budi. (2009). Utomo. *Teknik Pembakaran Dalam, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro*, 9.
- Citra Asri Buana.(2013).Komponen Pada Turbocharge Penunjang Kinerja Mesin. 17
- Didit Sumardiyanto, Sri Endah Susilowati. (2017). Pengaruh Kondisi Udara Bilas Terhadap Kinerja Mesin
- Ferry prasetyo. (2014).Analisa Sistem Turbocharge, 44.
- Hammil, D. (1998). How To Choose Camshaft And Time Them For Maximum Power.25
- Hanafi, A. D. (2021). Analisa Ketidakk Normalan Turbocharge Pada Kinerja Mesin Induk 05.
- Handoyo. (2014). pengertian torak pada mesin diesel.49

- Jusak Johan Handoyo. (2015). buku Mesin diesel penggerak utama. 34.
- Lakitan. (1994). Pengertian Suhu Udara. 89.
- Mulyani & Herawari, A. (2006). Proses Pembakaran Pada Mesin Diesel. 79.
- Mahadi. (2010). Perawatan Pada Turbocharge.27
- Prayoga, B. (2015). Rancang Bangun Dan Analisa Simulasi Sistem Saluran Terhadap Cacat Penyusutan (Shrinkage) Pada Pembuatan Kepala Silinder (Cylinder Head) Sinjai (Mesin Jawa Timur) 650 Cc Material Alumunium Adc 12 Dengan Pengecoran Pasir (Sand Casting). Undergraduate thesis. thesis.
- Rankin, & Kennedy. (1912). The De Dion-Bouton Engine and Cars. The Book of Modern Engines and Power Generators. London: Caxton. hlm.
- Utomo, B. (2009). 9.
- Wilson, & Andrew. (2002). "Machines, Power and the Ancient Economy", The Journal of Roman Studies,. 1-32.
- Zinal Arifin. (2023) "Turbocharge dan Intercooler".20