

LAPORAN TUGAS AKHIR  
KARYA ILMIAH TERAPAN

**PENGARUH PUTARAN (RPM) TERHADAP TEMPERATUR  
GAS BUANG MESIN PENGGERAK UTAMA PADA KAPAL  
MV.MERATUS PANGKALPINANG**



SONHADJI ALFARINO ARDI  
NIT 22 36 306 2 036

disusun sebagai salah satu syarat  
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA  
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
TEKNOLOGI REKAYASA PERMESINAN KAPAL  
TAHUN 2026

LAPORAN TUGAS AKHIR  
KARYA ILMIAH TERAPAN

**PENGARUH PUTARAN (RPM) TERHADAP TEMPERATUR  
GAS BUANG MESIN PENGGERAK UTAMA PADA KAPAL  
MV.MERATUS PANGKALPINANG**



SONHADJI ALFARINO ARDI  
NIT 22 36 306 2 036

disusun sebagai salah satu syarat  
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA  
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
TEKNOLOGI REKAYASA PERMESINAN KAPAL  
TAHUN 2026

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : SONHADJI ALFARINO ARDI

Nomor Induk Taruna : 22.36.306.2.036

Program Studi : Diploma IV TRPK

Menyatakan bahwa Karya Ilmiah Terapan yang saya tulis dengan judul :

**“PENGARUH PUTARAN (RPM) TERHADAP TEMPERATUR GAS  
BUANG MESIN PENGGERAK UTAMA PADA KAPAL MV.MERATUS  
PANGKALPINANG”**

Merupakan karya asli seluruh ide yang ada dalam KIT tersebut, kecuali tema yang saya nyatakan sebagai kutipan merupakan ide saya sendiri. Jika pernyataan diatas terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Pelayaran Surabaya

Surabaya, 4 Februari 2026

  
**SONHADJI ALFARINO ARDI**  
NIT.22.36.306.2.036

**PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN  
HASIL TUGAS AKHIR**

Judul : PENGARUH PUTARAN (RPM) TERHADAP  
TEMPERATUR GAS BUANG MESIN PENGGERAK  
UTAMA PADA KAPAL MV. MERATUS  
PANGKALPINANG

Program Studi : DIV Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

Nama : Sonhadji Alfarino Ardi

NIT : 22 36 306 2 036

Jenis Tugas Akhir : ~~Prototype~~ / Karya Ilmiah Terapan / ~~Karya Tulis Ilmiah~~\*

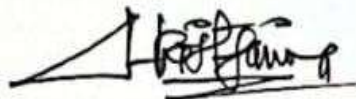
Keterangan: \*(coret yang tidak perlu)

Dengan ini dinyatakan bahwa telah memenuhi syarat dan disetujui untuk dilaksanakan  
Seminar Hasil Tugas Akhir

Surabaya, 3 MARET 2026

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



Dr. Antonius Edy Kristiyono, M.Mar.E  
NIP. 196905312003121001

Dosen Pembimbing II



Prima Yudha Yudianto, S.E., M.M.  
NIP. 197807172005021001

Mengetahui,

Ketua Program Studi  
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal



Dr. Antonius Edy Kristiyono, M.Mar.E  
NIP. 196905312003121001

**PERSETUJUAN SEMINAR  
HASIL TUGAS AKHIR**

Judul : **PENGARUH PUTARAN (RPM) MESIN  
TERHADAP TEMPERATUR GAS BUANG  
MESIN PENGGERAK UTAMA PADA KAPAL  
MV.MERATUS PANGKALPINANG**

Program Studi : **D-IV TEKNOLOGI REKAYASA PERMESINAN KAPAL**

Nama : **SONHADJI ALFARINO ARDI**

NIT : **22 36 306 2 036**

Jenis Tugas Akhir : **Prototype / Karya Ilmiah Terapan / Karya Tulis Ilmiah\***

Keterangan: \*(coret yang tidak perlu)

Dengan ini dinyatakan bahwa telah memenuhi syarat dan disetujui untuk  
dilaksanakan Seminar Hasil Tugas Akhir

Surabaya,

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



(Dr. Antonius Edy Kristiyono, M.Mar.E., M.Pd)

Penata Tk I (III/d)

NIP. 196905312003121001

Dosen Pembimbing II



(Prima Yudha Yudianto, S.E., M.M)

Penata (III/c)

NIP. 197807172005021001

Mengetahui,

Ketua Program Studi  
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal



(Dr. Antonius Edy Kristiyono, M.Mar.E., M.Pd)

Penata Tk I (III/d)

NIP. 196905312003121001

**PENGESAHAN PROPOSAL KARYA ILMIAH TERAPAN**

**PENGARUH PUTARAN (RPM) TERHADAP TEMPERATUR GAS BUANG MESIN  
PENGGERAK UTAMA PADA KAPAL MV.MERATUS PANGKALPINANG**

Disusun oleh:  
Sonhadji Alfarino Ardi  
NIT. 22 36306 2 036

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji KIT  
Politeknik Pelayaran Surabaya

Surabaya, 6 Juni 2024

Mengesahkan,

Dosen Penguji I

Agus Prawoto.S. Si.T, MM  
Penata Tk I (III/d)  
NIP. 19780817200912 1 001

Dosen Penguji II

Dr. Antonius Edy Kristiono, M.Mar.E  
Penata Tk I (III/d)  
NIP. 19690531200312 1 001

Dosen Penguji III

Prima Yudha Yudianto, S.E., M.M  
Penata (III/c)  
NIP. 19780717200502 1 001

Mengetahui,

Ketua Program Studi  
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

Monika Retno Gunarti, M.Pd., M.Mar.E.  
Penata Tk I (III/d)  
NIP. 19760528200912 2 002

PENGESAHAN  
LAPORAN TUGAS AKHIR  
KARYA ILMIAH TERAPAN

PENGARUH PUTARAN (RPM) TERHADAP TEMPERATUR GAS BUANG  
MESIN PENGGERAK UTAMA PADA KAPAL MV. MERATUS  
PANGKALPINANG

Disusun oleh:

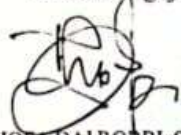
SONHADJI ALFARINO ARDI  
NIT. 22 36 306 2 036

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Hasil Tugas Akhir  
Politeknik Pelayaran Surabaya

Surabaya, 2026

Mengesahkan,

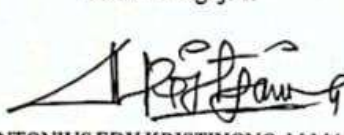
Dosen Penguji I



(SHOFA DAI ROBBI, S.T.M.T.)

NIP. 198203022006041001

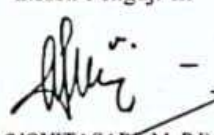
Dosen Penguji II



(DR. ANTONIUS EDY KRISTIYONO, M.MAR.E)

NIP. 19690531200312001

Dosen Penguji III



(NOVITASARI, M. Pd)

NIP. 199111042024212015

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal



(DR. ANTONIUS EDY KRISTIYONO, M.MAR.E)

NIP. 19690531200312001

## ABSTRAK

SONHADJI ALFARINO ARDI, Pengaruh Putaran (RPM) Terhadap Temperatur Gas Buang Mesin Penggerak Utama pada kapal MV.Meratus Pangkalpinang. Dibimbing oleh bapak ANTONIUS EDY KRISTIONO, M.Mar.E. dan PRIMA YUDHA YUDIANTO, S.E., M.M.

Mesin penggerak utama memegang peranan penting dalam berbagai aplikasi industri dan transportasi terutama dalam transportasi pelayaran. Pengaruh putaran per menit (RPM) terhadap temperatur gas buang mesin menjadi perhatian penting dalam kaitannya dengan efisiensi energi. Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi pengaruh putaran (rpm) terhadap temperatur gas buang mesin penggerak utama, dengan fokus pada pemahaman mekanisme terjadinya perubahan temperatur dan analisis terhadap kinerja mesin.

Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen dengan menggunakan mesin penggerak utama yang dioperasikan dalam kurun waktu 24 jam dari jam 00.00 sampai jam 24.00 di berbagai RPM yang berbeda beda. Temperatur gas buang diukur menggunakan *thermokopel* yang terpasang pada saluran gas buang. Data yang diperoleh lalu dianalisis menggunakan metode statistik untuk menentukan bagaimana hubungan antara RPM dan temperatur gas buang.

Hasil penelitian menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara variabel putaran (RPM) dengan temperatur gas buang mesin penggerak utama. Di mana RPM cenderung meningkatkan temperatur gas buang, mengindikasikan adanya peningkatan laju pembakaran dan efisiensi termal mesin. Implikasi dari penelitian ini adalah pentingnya pengendalian RPM guna mengoptimalkan efisiensi energi mesin.

**Kata kunci** : RPM, temperatur gas buang, efisiensi energi, mesin penggerak utama.

## ***ABSTRACT***

SONHADJI ALFARINO ARDI, *The Effect of Variable Rotation (RPM) on The Exhaust Gas Temperature of The Main Propulsion Engine on the MV. Meratus Pangkalpinang*. Advisor I : ANTONIUS EDY KRISTIYONO, M.Mar.E. Advisor II : PRIMA YUDHA YUDIANTO, S.E., M.M.

*Main engines play an important role in various industrial and transportation applications, especially in shipping transportation. The influence of revolutions per minute (RPM) on engine exhaust gas temperature is an important concern in relation to energy efficiency. This research aims to investigate the effect of rotation variables on the exhaust gas temperature of the main propulsion engine, with a focus on understanding the mechanisms by which temperature changes occur and analyzing engine performance.*

*The research method used was an experiment using a main engine which was operated within a 24 hour period from 00.00 to 24.00 at various different RPMs. The flue gas temperature is measured using a thermocouple installed in the flue gas line. The data obtained was then analyzed using statistical methods to determine the relationship between RPM and exhaust gas temperature. The research results show that there is a significant relationship between the rotation variable (RPM) and the exhaust gas temperature of the main propulsion engine. Where RPM tends to increase exhaust gas temperature, indicating an increase in combustion rate and engine thermal efficiency. The implication of this research is the importance of controlling RPM to optimize engine energy efficiency.*

**Keyword** : *RPM, exhaust gas temperature, energy efficiency, main engine.*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipanjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya. Atas berkat rahmat dan hidayah-Nya serta berbagai upaya, tugas akhir yang berjudul **“PENGARUH PUTARAN (RPM) TERHADAP TEMPERATUR GAS BUANG MESIN PENGGERAK UTAMA PADA KAPAL MV. MERATUS PANGKALPINANG”** ini dengan baik dan tepat waktu. Dalam penulisannya, penulis mengakui kekurangan dan keterbatasan dalam menyelesaikan tugas akhir ini, oleh karena itu peneliti mendapat bantuan bimbingan dukungan serta fasilitas dari berbagai pihak. Dalam kesempatan ini, peneliti mengucapkan terimakasih yang sebesar besarnya kepada:

1. Bapak Moejiono, M.T., M.Mar.E selaku Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya yang telah mendukung saya dalam penulisan tugas akhir ini.
2. Bapak Antonius Edy Kristiyono, M.Mar.E selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal.
3. Bapak Antonius Edy Kristiyono, M.Pd selaku pembimbing I, yang telah membantu serta membimbing saya dalam penulisan tugas akhir ini.
4. Bapak Prima Yudha Yudianto, S.E., M.M selaku pembimbing II, yang dengan penuh ketekunan dan kesabaran dalam membimbing saya di penulisan tugas akhir ini.
5. Bapak, Ibu Dosen Politeknik Pelayaran Surabaya yang senantiasa membimbing dan mengarahkan penulis khususnya Jurusan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal yang telah memberikan bekal ilmu sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Ayahanda Ribut Suwarno dan Ibunda Sispahiliyah selaku orang tua dan adik-adik saya yang senantiasa memberikan support, motivasi, dan doa selama proses penyusunan tugas akhir ini.
7. Rekan-rekan kelas Trpk Polbit yang selalu memberi dorongan dalam pengerjaan ini agar cepat selesai.
8. Tidak lupa mengucapkan terimakasih terhadap diri sendiri yang telah mampu mengerjakan tugas akhir ini dengan penuh ketekunan serta kegigihan hingga tugas akhir ini dapat selesai tepat waktu hingga selesai.

Penyusunan tugas akhir ini masih memiliki keterbatasan sehingga belum sepenuhnya sempurna. Oleh karena itu, masukan berupa kritik maupun saran yang membangun sangat diharapkan sebagai bahan evaluasi untuk penyempurnaan di masa mendatang. Peneliti berharap karya ini dapat memberikan kontribusi bagi dunia pendidikan maupun praktik di lapangan, serta membuka peluang untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

Surabaya, 4 Februari 2026

**SONHADJI ALFARINO ARDI**

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN PROPOSAL .....</b>	<b>iii</b>
<b>PERSETUJUAN SEMINAR HASIL TUGAS AKHIR.....</b>	<b>iv</b>
<b>PENGESAHAN PROPOSAL TUGAS AKHIR.....</b>	<b>v</b>
<b>PENGESAHAN SEMINAR HASIL LAPORAN TUGAS AKHIR .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vii</b>
<b><i>ABSTRACT</i> .....</b>	<b>viii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah.....	4
C. Batasan Masalah .....	4
D. Tujuan Penelitian .....	4
E. Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
A. Review Penelitian Sebelumnya .....	6
B. Landasan Teori.....	8
1. Pengertian Rpm ( <i>Revolution Per Minute</i> ) .....	8
2. Pengertian Mesin Diesel Penggerak Utama Kapal.....	9
3. Jenis-Jenis Mesin Penggerak Utama .....	11

4. Pengertian Gas Buang .....	16
5. Temperatur Gas Buang .....	19
C. Kerangka Penelitiann .....	21
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>22</b>
A. Jenis Penelitian.....	22
B. Lokasi Dan Waktu Penelitiann.....	22
C. Variabel Penelitian .....	23
D. Teknik Pengumpulan Data Dan Sumber Data .....	<b>24</b>
E. Teknik Analisis Data.....	28
<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>30</b>
A. Deskripsi Data.....	30
B. Hasil Penelitian .....	30
C. Analisis Data .....	38
D. Pembahasan.....	40
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>44</b>
A. Kesimpulan .....	44
B. Saran .....	45
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>46</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>48</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Handle RPM Mesin Induk.....	9
Gambar 2. 2 Penunjuk RPM .....	9
Gambar 2. 3 Mesin Penggerak Utama Kapal.....	11
Gambar 2. 4 Langkah Hisap.....	12
Gambar 2. 5 Langkah Kompresi .....	13
Gambar 2. 6 Langkah Kerja .....	14
Gambar 2. 7 Langkah Buang .....	15
Gambar 2. 8 Siklus Mesin 2 Tak.....	15
Gambar 2. 9 Kerangka Penelitian .....	21
Gambar 4. 1 Mesin Penggerak Utama MV.Meratus Pangkalpinang.....	30
Gambar 4. 2 Panel Control RPM dan EGT Gauge .....	36
Gambar 4. 3 Panel Control RPM dan EGT Gauge .....	37
Gambar 4. 4 Gambar Exhaust Manifold keluar asap .....	42

## DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Tabel X dan Y Pada Mesin Kanan.....	34
Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan Add ins Microsoft Excel .....	34
Tabel 4. 3 Tabel X dan Y Pada Mesin Kiri.....	35
Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Add ins Microsoft Excel .....	35
Tabel 4. 5 Tabel RPM, Suhu Kamar Mesin, dan Suhu Exhaust .....	37

## DAFTAR GRAFIK

Grafik 4. 1 Data RPM Mesin Kanan.....	31
Grafik 4. 2 Data RPM Mesin Kiri.....	32
Grafik 4. 3 Data Rata-Rata RPM Tiap Silinder .....	32
Grafik 4. 4 Data Rata-Rata RPM Tiap Silinder .....	32

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Sejak masa awal perkembangan perdagangan, pelayaran telah menjadi sarana distribusi yang sangat menentukan bagi pergerakan barang serta pertumbuhan ekonomi baik pada tingkat nasional ataupun internasional. Peranan tersebut semakin menonjol untuk negara kepulauan seperti Indonesia yang memiliki ribuan pulau yang dipisahkan oleh wilayah perairan yang luas. Banyak daerah hanya dapat diakses melalui jalur laut sehingga keberadaan angkutan laut menjadi faktor strategis dalam menjaga konektivitas wilayah, pemerataan kesejahteraan, serta kestabilan perekonomian nasional.

Pengaturan mengenai wilayah laut internasional ditegaskan dalam perjanjian hukum laut yang disepakati di Montego Bay, Jamaica pada 10 Desember 1982, yang kemudian diadopsi secara nasional melalui Undang-Undang Nomor 17 Tahun 1985. Berdasarkan ketentuan tersebut, total kawasan laut Indonesia diperkirakan mencapai sekitar 5,9 juta km<sup>2</sup>, meliputi kurang lebih 3,2 juta km<sup>2</sup> perairan kedaulatan dan sekitar 2,7 juta km<sup>2</sup> Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE), belum termasuk wilayah landas kontinen. Besarnya cakupan maritim ini menempatkan Indonesia sebagai salah satu negara kepulauan dengan wilayah laut paling luas di dunia (F, 2020). Hal ini juga menyebabkan Indonesia memiliki banyak pulau yang terpisah sehingga dibutuhkan transportasi laut yang mampu menjadi bagian penting dalam mendukung pertumbuhan ekonomi secara regional, nasional, dan internasional.

Jenis transportasi laut yang dapat mendukung pertumbuhan ekonomi tersebut adalah kapal. Menurut Undang-undang Pelayaran No.17 Tahun 2008, kapal adalah kendaraan air yang memiliki bentuk dan jenis tertentu, digerakkan dengan tenaga angin, tenaga mekanik, energi lainnya, dan ditarik atau ditunda yang memiliki fungsi salah satunya sebagai moda transportasi via laut yang memiliki posisi penting dalam kegiatannya untuk menghubungkan antar daerah dan pulau dalam jumlah banyak. Pada umumnya semua kapal laut perlu sebuah mesin utama yang digunakan untuk menggerakkan kapal secara efisien dan mendukung kegiatan operasional kapal. Mesin penggerak utama yang sering digunakan pada kapal baik untuk pelayaran nasional maupun internasional ialah mesin diesel, mesin bensin, mesin uap, turbin uap, serta elektro motor. Keberadaan mesin induk penggerak utama merupakan unsur vital dalam operasional kapal. Tanpa kondisi mesin yang andal dan memenuhi standar keselamatan, kapal tidak dapat dianggap memenuhi persyaratan kelayakan laut, dan pengoperasian dalam keadaan tersebut berpotensi membahayakan awak kapal maupun muatan. Kualitas kinerja mesin biasanya dinilai dari kemampuan menghasilkan daya secara optimal. Salah satu parameter yang berpengaruh terhadap besarnya daya tersebut adalah kecepatan putar mesin yang dinyatakan dalam revolusi per menit (RPM). RPM sendiri merupakan kepanjangan dari *rotari per menit* yang jika dilihat di bagian mesin adalah parameter yang memunculkan berapa kali putaran (rotasi) poros engkol (*crankshaft*) mesin dalam satu menit.

Kinerja mesin induk penggerak utama sangat bergantung pada besarnya kecepatan putar yang dihasilkan selama operasi. Perubahan putaran akan

menentukan besarnya daya keluaran sekaligus memengaruhi kondisi temperatur gas buang, sehingga secara tidak langsung turut menentukan efisiensi dan performa mesin. Nilai putaran mesin dapat disesuaikan dengan kebutuhan tenaga sesuai kondisi pelayaran kapal.

Secara umum, kenaikan RPM menyebabkan proses pembakaran berlangsung lebih cepat dan intensif di dalam ruang bakar, sehingga energi panas yang terbentuk semakin besar dan harus dilepaskan melalui aliran gas buang. Oleh karena itu, temperatur gas buang menjadi salah satu parameter penting yang harus diawasi. Dalam kondisi normal, temperatur gas buang pada tiap silinder biasanya berada di antara sekitar 380 °C sesuai batas operasional yang dianjurkan.

Pengendalian gas buang sangat diperlukan karena penyimpangan dari nilai standar tidak hanya berpotensi menurunkan keandalan mesin, tetapi juga meningkatkan emisi yang berdampak pada kualitas lingkungan. Temperatur yang terlalu tinggi dapat mempercepat kerusakan komponen mesin induk, menimbulkan risiko terhadap keselamatan kapal serta awaknya, dan menunjukkan adanya kehilangan energi panas yang seharusnya masih dapat dimanfaatkan menjadi tenaga mekanis untuk propulsi kapal

Oleh karena itu, dengan memahami pengaruh putaran (rpm) terhadap temperatur gas buang mesin penggerak utama kapal, kita dapat mengetahui hubungan dan dampak dari variabel RPM yang bermacam-macam serta memastikan kinerja mesin penggerak utama yang optimal. Berdasarkan penjabaran kasus di atas, maka akan dituliskan Karya Ilmiah Terapan dengan judul **“PENGARUH PUTARAN (RPM) TERHADAP TEMPERATUR**

## **GAS BUANG MESIN PENGGERAK UTAMA PADA KAPAL MV.MERATUS PANGKALPINANG”.**

### **B. Rumusan Masalah**

Dari latar belakang yang telah dituliskan, maka penulis akan menarik dua rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hubungan antara variabel putaran (RPM) dengan temperatur gas buang pada mesin penggerak utama kapal?
2. Dampak apa saja yang ditimbulkan akibat perubahan temperatur gas buang pada mesin penggerak utama kapal?

### **C. Batasan Masalah**

1. Fokus penelitian hanya pada pengaruh putaran (RPM) terhadap temperatur gas buang penggerak utama serta dampak dari perubahan temperatur gas buang tersebut. Variabel seperti beban mesin atau kondisi operasional kapal lainnya, tidak dibahas dalam penelitian ini.
2. Waktu pengambilan data temperatur gas buang yang terjadi pada kondisi operasional dapat diulang untuk analisa yang lebih konsisten.

### **D. Tujuan Penelitian**

Ditulisnya Karya Ilmiah Terapan ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui hubungan antara variabel putaran (RPM) dengan temperatur gas buang pada mesin penggerak utama.
2. Mengetahui dampak yang ditimbulkan akibat perubahan temperatur gas

buang pada mesin penggerak utama kapal.

#### **E. Manfaat Penelitian**

1. Sebagai bentuk pemahaman yang lebih baik tentang hubungan antara RPM dan temperatur gas buang mesin.
2. Penelitian ini merupakan kesempatan bagi penulis untuk menambah wawasan dan penelitian, juga dapat dijadikan bahan ajar selama masa pendidikan di kampus.
3. Memberi ilmu serta pengetahuan dasar bagi taruna dan taruni yang akan melaksanakan praktik laut (prala) sehingga dengan adanya penelitian ini dapat menjadi suatu gambaran bagi mereka agar besok ketika on board lebih siap dan mengetahui apa yang harus dilakukan, selain itu penelitian ini dapat menjadi referensi di perpustakaan.
4. Hasil dari penelitian ini dapat menjadi kontribusi penting dalam bidang penelitian dan pengembangan teknologi mesin penggerak utama. Informasi yang telah diperoleh dari eksperimen ini dapat digunakan sebagai modal untuk penelitian lebih lanjut.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Review Penelitian Sebelumnya

Tabel 2. 1 Review Penelitian Sebelumnya

No	Nama Penulis	Judul	Hasil Penelitian
1	Lilik Budiyanto & Sugeng Haryadi Tahun (2023)	PENGARUH VARIABEL PUTARAN (RPM) TERHADAP TEMPERATUR GAS BUANG MESIN PENGGERAK UTAMA TIPE MAN B&W 31900 KW PADA KAPAL CONTAINER.	Hasil dari penelitian ini adalah variabel putaran mesin induk pada setiap silinder memiliki temperatur gas buang yang berbeda sehingga perlu dilakukan perawatan. Semakin tinggi putaran mesin penggerak utama semakin tinggi juga gas buang yang dihasilkan. Hal tersebut dikarenakan semakin tinggi putaran semakin cepat pembakaran yang dilakukan. Untuk itu perlu memperhatikan batasan putaran yang jelas agar tidak terjadi kerusakan yang fatal pada mesin penggerak utama.
2	Galih Agimnastiar Putra Tahun (2022)	IDENTIFIKASI TINGGINYA SUHU GAS BUANG PADA MESIN DIESEL PENGGERAK UTAMA DI KM.NGGAPULU	Berdasarkan hasil kajian, meningkatnya temperatur gas buang pada mesin diesel penggerak utama berkaitan dengan pelaksanaan sistem perawatan terencana (PMS) yang tidak mengikuti ketentuan pada buku petunjuk pabrikan. Ketidaksesuaian prosedur pemeliharaan tersebut memicu berbagai gangguan operasional, seperti kerusakan komponen mesin, pasokan air laut pendingin yang tidak mencukupi, proses pendinginan udara bilas yang kurang optimal, suplai udara pembakaran yang tidak memadai, penurunan kinerja serta kecepatan putar blower, hingga terjadinya keretakan pada katup buang. Kondisi ini turut menyebabkan temperatur mesin meningkat dan diperparah oleh faktor sumber daya manusia, yaitu kurangnya kesiapan atau pengalaman masinis dalam menjalankan tugas serta tanggung jawab pengoperasian
3	Muchtar Ahmad Tahun (2007)	SUHU GAS BUANG MESIN DIESEL KAPAL PERIKANAN DENGAN BIOFUEL	Temuan penelitian menunjukkan bahwa penggunaan bahan bakar solar menghasilkan hasil yang cenderung peningkatan temperatur gas buang yang berlangsung relatif stabil seiring bertambahnya kecepatan putaran mesin (RPM). Pada pemakaian bahan

No	Nama Penulis	Judul	Hasil Penelitian
			bakar campuran, temperatur gas buang juga mengalami kenaikan, namun dengan laju yang lebih kecil. Sebaliknya, komposisi campuran 65% biofuel dan 35% solar justru memperlihatkan pola berbeda, yaitu temperatur gas buang menurun cukup tajam meskipun putaran mesin meningkat.
4	Firman Yulian Amanda Tahun (2020)	ANALISIS KERUSAKAN EXHAUST VALVE YANG BERPENGARUH TERHADAP TEMPERATUR GAS BUANG MESIN INDUK DI MT. KAKAP	Pada mesin induk kapal MT. Kakap, kerusakan pada katup buang berhubungan dengan meningkatnya temperatur gas buang. Kondisi ini dipicu oleh beberapa faktor, antara lain terbentuknya deposit atau kerak di tepi katup dan pada dudukannya, terjadinya aus serta penurunan kekuatan material akibat kelelahan logam, rendahnya daya tahan komponen katup terhadap beban kerja, serta pengaturan celah katup yang tidak sesuai standar

Sumber : Diolah Penulis

Beberapa penelitian di atas membahas mengenai meningkatnya gas buang yang disebabkan oleh berbagai faktor salah satunya seperti ketidaksesuaian pengaplikasian PMS (*Plant Maintenance System*) yang tak sesuai pada *manual book*, rusaknya *exhaust valve* sehingga temperatur gas buang tinggi, dimana penelitian tersebut cukup relevan dengan penelitian ini yang meneliti tentang pengaruh putaran rpm mesin terhadap temperatur gas buang mesin penggerak utama kapal. Perbedaan dari keempat penelitian tersebut dengan penelitian ini terletak pada penyebab dari meningkatnya temperatur gas buang, yang mana disebabkan oleh beberapa faktor diatas. Sedangkan, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui meningkatnya gas buang yang disebabkan oleh putaran rpm mesin penggerak utama yang dilihat dari berbagai putaran yang berbeda-beda.

## B. Landasan Teori

Landasan teori yang berfungsi sebagai pengantar utama bagi konsep-konsep teoritis dalam suatu studi penelitian, mencakup data dan materi pendukungnya. Hal ini menyediakan fondasi kokoh serta struktur pemahaman yang komprehensif terkait masalah atau uji coba yang timbul. Selain itu, landasan teori memainkan peran krusial dalam proses penelitian, khususnya untuk menganalisis dampak variabel kecepatan putaran mesin utama kapal terhadap suhu emisi gas buang. Oleh karena itu, penulis menyajikan penjelasan mengenai definisi-definisi terkait guna memudahkan pemahaman yang lebih mendalam dan sederhana.

### 1. Pengertian RPM (*Revolution Per Minute*)

RPM sering kali disinggung pada saat performa mesin beserta spesifikasinya. RPM adalah indikator penting dalam kinerja sebuah mesin, hal ini perlu dipahami dengan baik agar bisa lebih bijak dalam perawatan mesin. Menurut (Setiawan, 2023), RPM atau *revolutions per minute* merupakan besaran menyatakan jumlah putaran poros engkol mesin dalam selang waktu satu menit. Nilai ini digunakan sebagai indikator untuk mengetahui tingkat kecepatan kerja mesin, di mana setiap satuan RPM merepresentasikan satu kali rotasi poros engkol. Pengukuran besarnya putaran tersebut dilakukan menggunakan instrumen penunjuk kecepatan putar yang dikenal sebagai tachometer. Alat ini terbagi menjadi dua jenis, yaitu tachometer manual dan tachometer digital. Kecepatan putaran rata-rata mesin induk kapal yang biasanya diukur dalam putaran per menit, tergantung pada jenis mesin, tujuan, dan kapal yang digerakkannya.



Gambar 2. 1 Handle RPM Mesin Induk  
Sumber : Dokumen Penelitian

Fungsi "Handle RPM" pada mesin induk kapal sangat penting karena dapat mengatur variasi RPM sesuai dengan kecepatan putaran mesin yang di kehendaki. Sedangkan RPM sendiri dapat ditunjukkan oleh speedometer RPM yang ada di *engine control room* dengan gambar sebagai berikut :



Gambar 2. 2 Penunjuk RPM  
Sumber : Dokumen Penelitian

## 2. Pengertian Mesin Diesel Penggerak Utama Kapal

Mesin diesel termasuk jenis mesin pembakaran dalam, yaitu sistem penghasil tenaga yang melakukan proses pembakaran di dalam ruang silinder. Mekanisme kerjanya diawali dengan pemampatan udara bersih hingga mencapai tekanan dan temperatur yang sangat tinggi. Pada situasi tersebut, bahan bakar kemudian diinjeksikan dalam bentuk kabut halus menuju ruang bakar sehingga tercampur dengan udara panas dan langsung

menyala serta menghasilkan proses pembakaran (Samlawi, 2019). Energi mekanis pada mesin dihasilkan melalui proses pembakaran bahan bakar yang berlangsung di ruang silinder sehingga menghasilkan tenaga penggerak. Dalam aplikasi sebagai penggerak utama kapal, mesin diesel umumnya digunakan lebih luas dibandingkan tipe penggerak lainnya karena memiliki efisiensi penggunaan bahan bakar yang lebih baik serta prosedur pengoperasian yang relatif sederhana. (Setiawan, 2023).

Mesin diesel punya efisiensi thermal yang baik jika dibandingkan dengan mesin pembakaran dalam maupun pembakaran luar lainnya, karena beroperasi pada kecepatan konstan dan dioptimalkan untuk efisiensi bahan bakar. Mesin ini dirancang untuk beroperasi dalam kisaran RPM yang sempit, sehingga memungkinkannya mesin tersebut mempertahankan kondisi pembakaran optimal dan memaksimalkan konversi energi bahan bakar menjadi kerja mekanis. Selain itu, mesin dengan putaran lambat dapat menggunakan baling-baling yang lebih besar sehingga lebih efisien dalam mengubah tenaga mesin menjadi daya dorong. Kombinasi faktor-faktor ini berkontribusi terhadap efisiensi termal yang tinggi dibandingkan dengan mesin yang beroperasi pada kecepatan variabel. Sehingga mesin diesel kecepatan-rendah (seperti pada mesin kapal) dapat memiliki efisiensi termal lebih dari 50% (Khusniawati, 2022). Adapun mesin utama kapal ditunjukkan sebagai berikut :

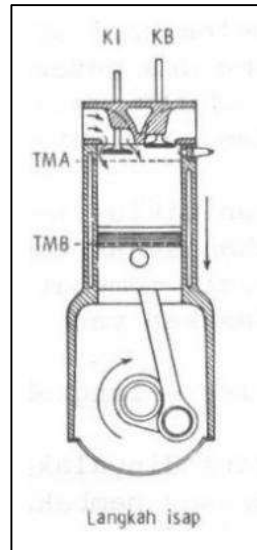


Gambar 2. 3 Mesin Penggerak Utama Kapal  
Sumber : Dokumen Penelitian

### 3. Jenis-jenis Mesin Penggerak Utama

Berdasarkan siklus operasinya, mesin diesel dapat dikelompokkan menjadi dua tipe utama, yakni mesin dua langkah dan mesin empat langkah. Mesin dua langkah umumnya banyak diterapkan pada kapal berukuran besar karena mampu menghasilkan tenaga yang lebih besar. Sementara itu, mesin empat langkah menghasilkan daya melalui empat tahap gerakan piston yang berlangsung berurutan, yaitu proses pemasukan udara (hisap), pemampatan (kompresi), pembakaran/kerja (tenaga), dan pembuangan gas sisa (buang). Berbeda dengan sistem tersebut, mesin dua langkah menyelesaikan satu siklus kerja hanya dalam dua gerakan piston dengan proses pemasukan dan pembuangan yang berlangsung lebih singkat dalam satu rangkaian operasi. Proses kerja motor 4 tak sebagai berikut:

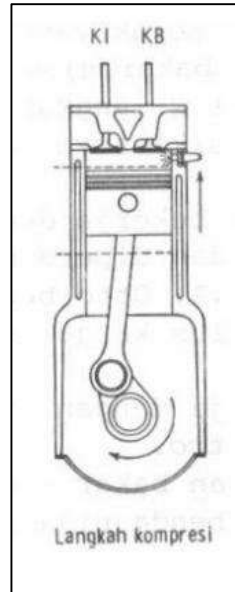
a. Langkah Hisap



Gambar 2. 4 Langkah Hisap  
(Sumber : <https://11nq.com/F1eGJ>)

Tujuan langkah hisap adalah agar kabut udara bahan bakar dapat masuk ke dalam silinder mesin. Banyaknya jumlah bahan bakar yang terbakar dalam proses pembakaran akan mempengaruhi produksi tenaga yang dikeluarkan mesin. Prosesnya yaitu piston bergerak dari titik mati atas (TMA) menuju ke titik mati bawah (TMB), lalu klep *in* terbuka dan klep *Exhaust* tertutup sehingga bahan bakar akan masuk ke silinder lalu Kruk as akan berputar  $180^\circ$ , nokren as berputar  $90^\circ$ . Setelah itu, tekanan negatif piston menghisap kabut bahan bakar yang dihasilkan oleh karburator, lalu kabut tersebut terhisap melalui *intake port*.

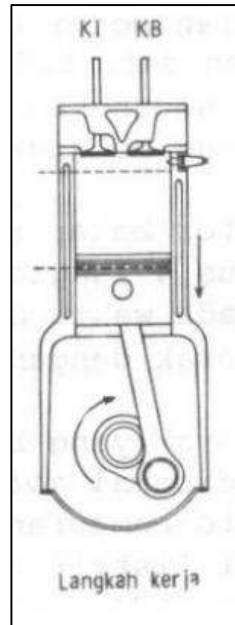
b. Langkah Kompresi



Gambar 2. 5 Langkah Kompresi  
(Sumber : <https://11nq.com/F1eGJ> )

Tujuan langkah ini adalah untuk meningkatkan temperatur sehingga campuran bahan bakar dan udara dapat bersenyawa. Rasio proses ini nantinya akan berhubungan erat dengan produksi tenaga pada mesin. Prosesnya yaitu dengan piston dari titik mati bawah (TMB) ke titik mati atas (TMA), klep in menutup dan klep Ex tertutup sehingga udara atau gas dalam ruang bakar terkompresi. Kruk as mencapai satu rotasi penuh ( $360^\circ$ ), noken as mencapai  $180^\circ$ .

## c. Langkah Kerja

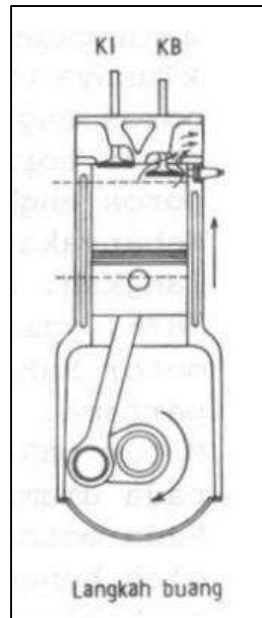


Gambar 2. 6 Langkah Kerja  
(Sumber : <https://11nq.com/F1eGJ>)

Pembakaran dimulai ketika percikan api dari busi menyalakan campuran udara dan bahan bakar di dalam ruang bakar. Reaksi pembakaran tersebut menimbulkan tekanan tinggi yang mendorong piston bergerak turun sepanjang dinding silinder. Gerakan maju-mundur piston selanjutnya diubah menjadi putaran melalui poros engkol, lalu energi putar tersebut diteruskan ke roda gila (*flywheel*). Tekanan hasil pembakaran membuat piston berpindah dari posisi titik mati atas (TMA) menuju titik mati bawah (TMB). Menjelang akhir langkah kerja, meskipun katup masih dalam kondisi tertutup, katup buang mulai terbuka sedikit untuk memulai pembuangan gas sisa. Keseluruhan mekanisme ini menghasilkan perubahan energi dari gerak bolak-balik piston menjadi energi rotasi pada poros engkol. Dalam satu rangkaian kerja, sudut putar poros engkol mencapai sekitar  $540^\circ$ ,

sedangkan poros nok berputar kurang lebih  $270^\circ$ .

d. Langkah Buang



Gambar 2. 7 Langkah Buang  
(Sumber : <https://11nq.com/F1eGJ>)

Pada tahap pembuangan, katup buang berada dalam posisi terbuka sementara katup masuk tetap tertutup. Setelah pembakaran selesai, putaran poros engkol mendorong piston bergerak naik kembali di dalam silinder. Pergerakan piston ini menekan sisa gas hasil pembakaran sehingga terdorong keluar melalui saluran buang (*exhaust port*). Proses kerja motor 2 tak sebagai berikut:



Gambar 2. 8 Siklus Mesin 2 Tak  
(Sumber : <https://fastnlow.net/cara-kerja-mesin-2-tak-dan-4-tak/>)

e. Langkah Hisap dan Kompresi

Proses pemasukan dan pemampatan berlangsung saat piston bergerak naik dari posisi titik mati bawah menuju titik mati atas. Pada fase tersebut, campuran udara dan bahan bakar terlebih dahulu terisap ke dalam ruang silinder, kemudian langsung mengalami proses penekanan hingga tekanannya meningkat. Dalam mekanisme ini, kedua tahapan tersebut terjadi bersamaan dalam satu gerakan piston, sehingga dalam setengah putaran poros engkol (sekitar  $180^\circ$ ) sudah mencakup dua proses kerja. Dimana, pada mesin 2 tak tidak memakai *klep/valve* dan *noken as/camshaft* seperti di mesin 4 tak.

f. Langkah Usaha dan Buang

Tahap kerja dan pembuangan berlangsung saat piston bergerak turun dari posisi titik mati atas menuju titik mati bawah. Pada fase ini, percikan api dari busi menyalakan campuran bahan bakar dan udara sehingga terjadi proses pembakaran. Gas hasil reaksi tersebut kemudian segera dialirkan keluar melalui saluran atau katup buang. Dengan demikian, proses pembangkitan tenaga dan pelepasan gas sisa berlangsung bersamaan dalam satu gerakan piston.

4. Pengertian Gas Buang

Menurut (Maanen, 2020), Gas buang merupakan sisa hasil pembakaran dari bahan bakar yang ada di dalam mesin pembakaran dalam (*internal combustion*). Pada mesin pembakaran dalam, reaksi pembakaran berlangsung di ruang mesin sehingga gas hasil reaksi sekaligus berperan sebagai media penghasil tenaga. Mesin diesel menggunakan piston yang

bergerak bolak-balik di dalam beberapa silinder. Di ruang tersebut, bahan bakar bereaksi dengan udara bertekanan yang umumnya disuplai oleh turbocharger. Tekanan gas panas yang terbentuk dari pembakaran mendorong piston, kemudian gerak translasi tersebut diteruskan melalui batang penghubung untuk memutar poros engkol menjadi energi rotasi.

Prinsip kerja penyalaan pada mesin diesel bertumpu pada kompresi udara hingga mencapai tekanan dan temperatur yang sangat tinggi, melampaui kondisi penyalaan bahan bakar. Setelah proses pembakaran selesai, gas sisa dialirkan keluar sebagai gas buang melalui manifold, kemudian dimanfaatkan untuk menggerakkan turbin sebelum selanjutnya melewati *economizer* dan akhirnya dilepaskan melalui cerobong. Energi dari aliran gas buang tersebut digunakan untuk memutar sudu turbin, sementara alirannya dari mesin diarahkan melalui saluran udara bilas dan didistribusikan bersama suplai udara menuju tiap silinder. Kerusakan pada bagian sistem yang berkaitan dengan aliran gas buang dapat memengaruhi proses kerja mesin diesel. Sebagai contoh, apabila intercooler tidak berfungsi dengan baik, maka pendinginan dan pembilasan udara masuk menjadi tidak optimal. Kondisi tersebut mengganggu kualitas pembakaran pada siklus berikutnya dan berpotensi menaikkan temperatur gas buang. Emisi dari mesin diesel relatif tidak banyak mengandung karbon monoksida (CO) maupun hidrokarbon tak terbakar (UHC). Selain itu, konsentrasi nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>) biasanya jauh lebih kecil dibandingkan nitrogen monoksida (NO). Meskipun demikian, unsur utama seperti NO serta partikel asap hitam yang dihasilkan tetap tergolong berbahaya karena dapat

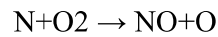
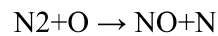
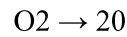
menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan dan lingkungan.

a. Asap Hitam

Asap hitam apabila keluar dari manifold dianggap berbahaya karena tidak hanya mengganggu pandangan dengan kepulan udara hitam pekat, tetapi juga berpotensi yang memiliki kandungan karsinogen. Asap hitam yang terjadi akibat adanya hidrokarbon yang tidak terbakar (*UHC*), karbon monoksida (*CO*), dan oksida nitrogen (*NO*) dan  $\text{NO}_2$ . Biasanya,  $\text{NO}$  dan  $\text{NO}_2$  dinyatakan dengan  $\text{NO}_x$ . Namun jika dibandingkan dengan motor bensin, gas buang mesin diesel tidak banyak mengandung  $\text{CO}$  dan *UHC*. Di samping itu, kadar-kadar  $\text{NO}_2$  sangat rendah jika dibandingkan dengan  $\text{NO}$ . Jadi boleh dikatakan bahwa komponen utama gas buang mesin diesel yang membahayakan adalah  $\text{NO}$  dan asap hitam. Selain komponen yang disebutkan di atas, ada beberapa masalah tambahan yang bisa timbul meskipun bersifat sementara. Asap putih terjadi karena kabut bahan bakar atau minyak pelumas yang terbentuk pada waktu start dingin, asap biru terjadi karena adanya bahan bakar yang terbakar atau tidak terbakar sempurna terutama pada periode pemanasan mesin atau pada beban rendah, serta bau kurang sedap merupakan bahaya atau mengganggu lingkungan. Selanjutnya bahan bakar kadar belerang yang tinggi sebaiknya tidak dipergunakan karena akan menyebabkan adanya  $\text{SO}_2$  di dalam gas buang.

b. Nitrogen Oksida (NO)

Nitrogen Oksida adalah tadanya reaksi antara N<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub> pada temperatur yang tinggi lebih dari 2000°C. Persamaan reaksinya yaitu :



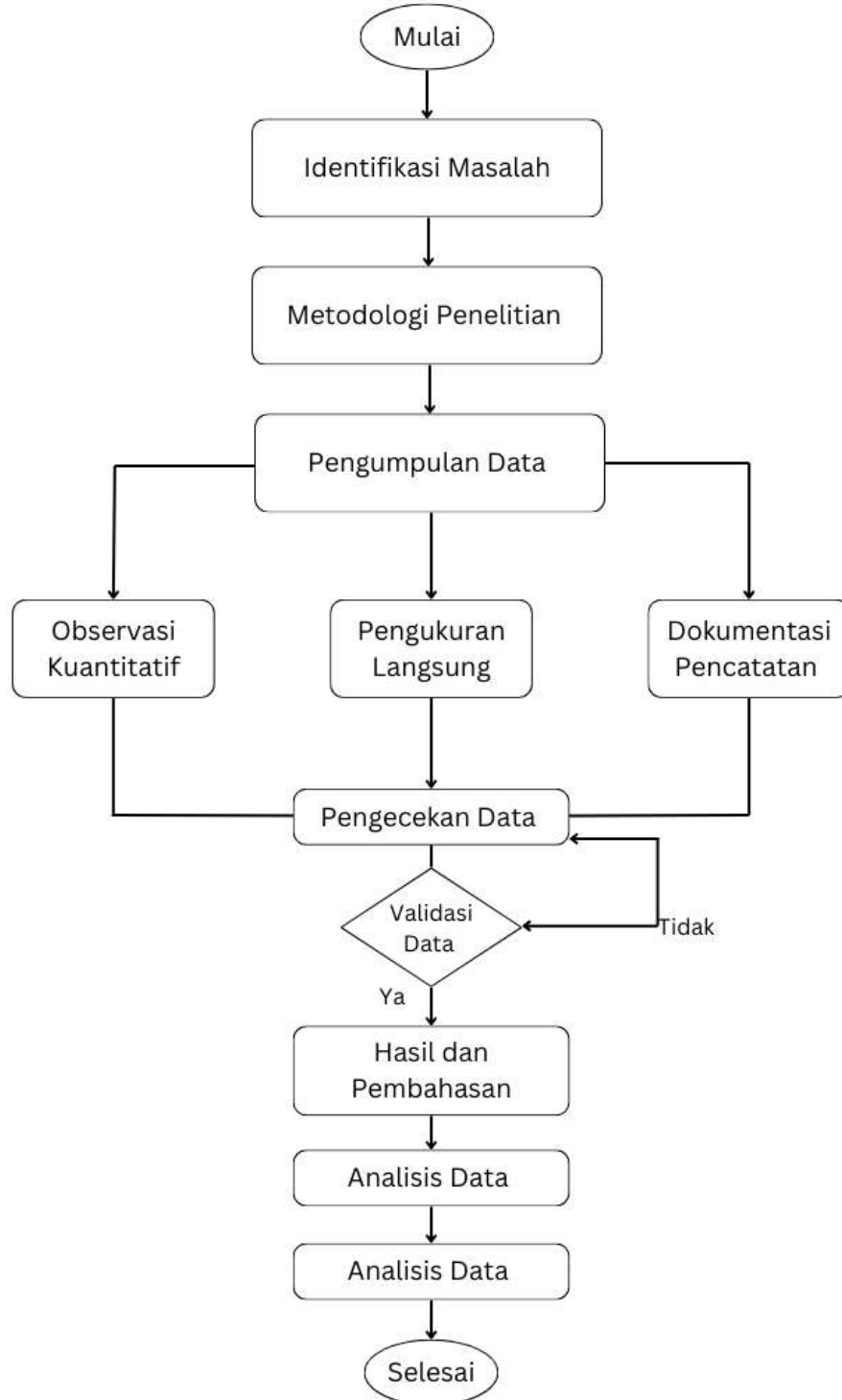
Lambatnya NO diurai menjadi N<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub>, meski dalam temperatur tinggi. Hal itu sukar terjadi dalam waktu yang cepat atau dalam satu kali siklus pembakaran mesin.

5. Temperatur Gas Buang

Temperatur gas buang adalah suhu dari gas-gas yang dihasilkan sebagai produk sampingan dari proses pembakaran bahan bakar di dalam mesin. Proses ini umumnya terjadi pada mesin pembakaran dalam, seperti mesin kapal dan berbagai jenis mesin lainnya yang menggunakan pembakaran sebagai sumber energi. Temperatur gas buang dapat bervariasi tergantung pada berbagai faktor, seperti jenis bahan bakar yang digunakan, efisiensi pembakaran, desain mesin, kondisi operasional, dan tingginya putaran mesin. Temperatur gas buang mesin induk diatas kapal tersebut dapat diukur menggunakan sebuah alat yang bernama termokopel atau menggunakan termometer yang langsung menunjukkan kisaran suhu gas buang, biasanya terpasang di masing-masing silinder mesin induk. Selain itu temperatur gas buang dapat dipantau dii monitor yang ada di ruang kontrol (*Engine Control Room*), yang biasanya suhu normal gas buang mesin induk adalah 310°C - 320°C saat memiliki beban, pemeriksaan ini

dapat digunakan sebagai cara untuk mengetahui seberapa besar temperaturnya saat itu (Arnanda, 2020). Temperatur gas buang yang tinggi dapat menunjukkan bahwa pembakaran bahan bakar berjalan dengan baik dan efisien, namun juga dapat menunjukkan adanya masalah pada mesin, seperti ketidakseimbangan bahan bakar, masalah pada sistem pendingin, bahkan bisa jadi dikarenakan putaran mesin yang terlalu tinggi. Temperatur gas buang juga penting untuk diperhatikan karena dapat mempengaruhi kinerja mesin dan emisi gas buang yang dihasilkan. Oleh karena itu, pemantauan dan kontrol terhadap temperatur gas buang sangat penting untuk memastikan kinerja mesin induk kapal yang optimal dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

### C. Kerangka Penelitian



Gambar 2. 9 Kerangka Penelitian  
Sumber : Dokumen Pribadi (2024)

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Jenis Penelitian**

Metode penelitian campuran adalah salah satu alternatif dalam mengolah data apabila data dari metode kuantitatif atau kualitatif saja dianggap tidak dapat memberi hasil lengkap dalam memenuhi rumusan masalah penelitian ini. Metode ini tidak hanya untuk mengumpulkan dan menganalisis saja namun juga untuk menyelaraskan, menggabungkan, dan mengintegrasikan temuan-temuan dari kedua pendekatan tersebut untuk mendapatkan pemahaman yang lebih kompleks tentang judul yang diteliti. (Rustono Farady Marta, 2024)

Penelitian ini menggunakan pendekatan kausal-komparatif, yaitu metode kajian yang difokuskan untuk menelaah kemungkinan keterkaitan sebab dan akibat antarvariabel yang diamati. Melalui pendekatan tersebut, penulis berupaya menganalisis hubungan pengaruh di antara variabel berdasarkan temuan data yang terukur, terarah, dan bersifat spesifik sehingga dapat memperkuat hasil analisis. Pendekatan ini sejalan dengan karakter penelitian kuantitatif yang menekankan penggunaan data numerik. Oleh karena itu, informasi yang dipakai dalam penelitian diperoleh dari hasil pembacaan instrumen atau alat ukur yang memberikan data dalam bentuk angka.

#### **B. Lokasi Dan Waktu Penelitian**

Penelitian dilakukan pada saat taruna menjalani praktik laut (prala) selama 12 bulan berada diatas kapal, dengan tujuan memperoleh data yang

relevan dengan topik kajian tentang pengaruh putaran mesin (RPM) terhadap temperatur gas buang mesin penggerak utama kapal.

### C. Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah salah satu tahap yang penting, sehingga harus dilakukan dengan tepat di dalam kegiatan penelitian. Menurut Rafika Ulfa (2021), Variabel dalam penelitian dapat dipahami sebagai segala sesuatu yang dijadikan fokus pengamatan, baik berupa objek, karakteristik, maupun nilai dari individu atau aktivitas yang menunjukkan perbedaan satu sama lain dan sengaja ditentukan oleh peneliti untuk dianalisis serta dijadikan dasar penarikan kesimpulan. Dalam kajian ini digunakan dua kategori variabel, yaitu variabel bebas (*independent*) sebagai faktor yang memengaruhi dan variabel terikat (*dependent*) sebagai hasil yang dipengaruhi. Melalui pendekatan kuantitatif, penelitian ini diarahkan untuk menyajikan bukti berbasis data mengenai hubungan kausal antara perubahan putaran mesin induk (RPM) dan temperatur gas buang yang dihasilkan.

#### 1. Variabel Bebas (Independen)

Variabel independen adalah variabel yang dimanipulasi atau dikendalikan oleh peneliti untuk mengamati pengaruhnya terhadap variabel lain. Putaran Mesin (RPM) merupakan variabel yang akan dikontrol untuk melihat bagaimana perubahan RPM mempengaruhi temperatur gas buang. RPM mesin dapat diatur pada berbagai variasi tingkatan yang nanti akan dijumpai sewaktu berada diatas kapal.

## 2. Variabel Terikat (Dependen)

Variabel dependen adalah variabel yang diukur atau diamati untuk melihat pengaruh dari perubahan variabel independen. Dalam penelitian ini variabel dependennya adalah temperatur gas buang mesin induk ini adalah variabel yang diukur sebagai respon terhadap perubahan RPM. Temperatur gas buang akan diukur menggunakan sensor suhu yang akurat atau menggunakan termokopel untuk mencatat perubahan temperatur yang terjadi pada berbagai tingkat RPM mesin.

### **D. Teknik Pengumpulan Data Dan Sumber Data**

#### 1. Teknik Pengumpulan Data

Menurut Sidik Priadana (2021), Dalam suatu penelitian, proses memperoleh informasi lapangan menjadi bagian yang sangat krusial karena seluruh analisis bergantung pada data yang berhasil dihimpun. Dengan demikian, penentuan cara atau metode pengambilan data harus dipertimbangkan secara cermat agar hasil yang terkumpul memiliki tingkat ketepatan tinggi, konsisten, serta dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Dalam penyusunan karya ilmiah terapan ini penulis menggunakan beberapa teknik pengumpulan data sebagai berikut:

##### a. Teknik Pengumpulan Data Kualitatif

###### 1) Observasi

Teknik pengamatan secara langsung terhadap objek yang diteliti dalam situasi dan kondisi yang dialami lalu mencatat perilaku, kejadian, dan fenomena yang terjadi dilapangan secara real.

## 2) Dokumentasi

Mengumpulkan data yang bersumber dari dokumen tertulis yang relevan atau valid, seperti arsip, buku, foto, atau laporan.

## 3) Studi Literatur

Teknik pengumpulan data melalui analisis terstruktur terhadap berbagai sumber tertulis yang relevan contohnya naskah lama, laporan penelitian sebelumnya, jurnal, atau artikel.

### b. Teknik Pengumpulan Data Kuantitatif

#### 1) Observasi Kuantitatif

Observasi yang dilakukan untuk bahan penelitian, yang harus dilakukan adalah dengan ketelitian serta kecermatan dalam rangka memperoleh data penelitian. Praktik observasi ini melibatkan pengerahan beberapa indera peneliti berdasarkan alat ukur yang digunakan dalam mengolah data, terutama penglihatan dan pendengaran untuk menangkap fenomena di sekitar yang bisa dijadikan data. Observasi kuantitatif adalah metode penelitian yang melibatkan pengukuran dan kuantifikasi karakteristik suatu fenomena. Hal ini bergantung pada pengumpulan dari data numerik (angka), seperti pengukuran dan penghitungan yang dapat dinyatakan dalam nilai kuantitatif.

#### 2) Dokumentasi Pencatatan

Dokumentasi dan pencatatan yang baik sangat penting untuk memastikan data yang dikumpulkan dapat dianalisis dengan benar. Dalam penelitian ini dokumentasi pencatatan yang digunakan

adalah dengan cara :

- a) Lembar Pencatatan Data: Membuat lembar pencatatan data yang mencakup kolom untuk RPM, temperatur gas buang di masing masing silinder mesin induk, tanggal dan waktu pengukuran berdasarkan waktu kejadian kenaikan RPM.
- b) Perangkat Lunak Pengolahan Data: Dengan menggunakan perangkat lunak seperti Excel untuk mencatat ,mengolah hasil data ,dan membuat grafik. Ini akan memudahkan penulis untuk membuat analisis statistik.
- c) Fotografi: Mengambil foto selama proses pengukuran untuk mendokumentasikan kondisi yang terjadi selama diatas kapal serta digunakan untuk data pendukung analisis penulis.

### 3) Pengukuran Langsung

Pengukuran langsung adalah teknik utama yang akan digunakan untuk mengumpulkan data mengenai RPM dan temperatur gas buang. Ini melibatkan penggunaan alat pengukur yang tepat untuk memperoleh data yang akurat. Seperti menggunakan idndikator digital diatas kapal untuk mengukur putaran mesin (RPM), *termokopel* atau indikator suhu yang sesuai untuk mengukur temperatur gas buang, dan mengatur mesin pada berbagai tingkat RPM yang digunakan. Lalu tunggu beberapa saat hingga kondisi stabil.

## 2. Sumber Data

### a. Data Primer

Data primer merujuk pada informasi yang diperoleh secara langsung oleh peneliti dari sumber asal tanpa melalui pihak atau dokumen perantara. Data ini dikumpulkan pertama kali khusus untuk kepentingan penelitian yang sedang dilaksanakan, sehingga belum tersedia sebelumnya dalam bentuk publikasi atau arsip lain. Perolehannya biasanya dilakukan melalui kegiatan lapangan, seperti observasi, wawancara, maupun pengisian kuesioner oleh responden. Karena dikumpulkan secara langsung sesuai kebutuhan kajian, jenis data ini umumnya memiliki tingkat ketepatan yang baik, lebih terfokus pada tujuan penelitian, serta membantu peneliti mendapatkan informasi yang relevan secara lebih efisien

### b. Data Sekunder

Data sekunder merupakan informasi penelitian yang tidak dihimpun secara langsung oleh peneliti, melainkan berasal dari pihak lain yang sebelumnya telah melakukan pengumpulan data. Sumbernya dapat berupa laporan penelitian terdahulu, publikasi ilmiah, arsip institusi, maupun dokumen resmi yang sudah tersedia. Dalam penelitian kuantitatif, data jenis ini biasanya merupakan hasil pengolahan dari data asli yang telah ada, kemudian disusun kembali sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan pendukung analisis.

## E. Teknik Analisis Data

### 1. Analisis Kualitatif

Analisis kualitatif menurut Patton adalah suatu kegiatan mengurutkan data, mengorganisasikannya menjadi suatu pola dan beberapa kategori (Sofwatillah, 2024). Selanjutnya dibedakan dengan penafsiran, yaitu memberikan arti signifikan terhadap hasil analisis tersebut, menjelaskan pola uraian, serta mencari hubungan di antara dimensi-dimensi uraian. Analisis kualitatif yang dilakukan dalam penelitian adalah :

#### a. Pengumpulan Data

Kegiatan pertama yang dilakukan peneliti untuk menemukan data data yang berkaitan.

#### b. Reduksi Data

Proses pemilihan data yang bertujuan untuk meringkas data yang telah diperoleh selama pengumpulan data.

#### c. Penyajian Data

Berikutnya merupakan kegiatan ketika sekumpulan data yang telah disusun berdasarkan data yang didapat, sehingga memberi kemungkinan adanya penarikan kesimpulan dan pengambilan tindakan.

### 2. Analisis Inferensial Kuantitatif

Salah satu jenis metode penelitian data kuantitatif yang sering digunakan selain metode deskriptif kuantitatif. Mengacu pada pengujian statistik hipotesis atau pengujian teori. Angka mentah yang menggunakan numerik dan statistik menjadi bahan untuk membuat prediksi kemungkinan

hasil dari data yang di analisis. Hasil yang akan peneliti temukan ketika melakukan analisis ini adalah adanya hubungan antara beberapa variabel yang digunakan untuk pengujian hipotesis yang memprediksi perbedaan maupun perubahan yang terjadi.

Pada penelitian ini penulis menggunakan teknik analisis inferensial kuantitatif dengan menggunakan proses pengumpulan, pengorganisasian dan interpretasi data numerik guna menggambarkan karakteristik utama dari kumpulan data. Penggunaan model analisis yang dilakukan adalah Regresi linier sederhana yaitu untuk mengukur sejauh mana variabel independen tertentu mempengaruhi dependen dengan menggunakan software Microsoft Excel. Analisis yang dilakukan untuk menentukan hubungan antara RPM (variabel independen) dan temperatur gas buang (variabel dependen).

Regresi linier ini akan membantu melihat apakah ada pola atau hubungan linier antara suatu variabel dependen dengan satu atau lebih variabel independen serta membantu membuat grafik yang menggambarkan hubungan antara RPM dan temperatur gas buang.