

LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN

**PENGARUH *TEMPERATURE LO COOLER* TERHADAP GAS
BUANG *MAIN ENGINE* DI KAPAL AHTS LOGINDO
OVERCOMER**



MOH. RAMANDHA ARI PRATAMA
NIT 22.363.06.2.023

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 *TEMPERATURE LO COOLER* TERHADAP GAS
BUANG *MAIN ENGINE* DI KAPAL AHTS LOGINDO
OVERCOMER**



MOH. RAMANDHA ARI PRATAMA
NIT 22.363.06.2.023

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 di bawah ini:

Nama : Moh. Ramandha Ari Pratama

Nomor Induk Taruna : 22 36 306 2 023

Program Studi : Diploma IV Teknika

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul:

PENGARUH TEMPERATURE *LO COOLER* TERHADAP GAS BUANG *MAIN ENGINE* DI KAPAL AHTS LOGINDO OVERCOMER

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, 04 Maret 2026



MOH. RAMANDHA ARI PRATAMA

NIT. 22 36 306 2 023

**PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN
PROPOSAL TUGAS AKHIR**

Judul : PENGARUH TEMPERATURE *LO COOLER* TERHADAP
GAS BUANG *MAIN ENGINE* DI KAPAL AHTS
LOGINDO OVERCOMER

Program Studi : D-IV Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

Nama : MOH. RAMANDHA ARI PRATAMA

NIT : 22363062023

Jenis Tugas Akhir : **Prototype / Proyek / Karya Ilmiah Terapan***
Keterangan: *(coret yang tidak perlu)

Dengan ini dinyatakan bahwa telah memenuhi syarat dan disetujui untuk dilaksanakan
Uji Kelayakan Proposal

Surabaya, 12 Juni 2024

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



(MOEJIONO, M.T., M.Mar.E.)
NIP. 197212142002121001



(DYAH RATNANINGSIH, S.S., M.Pd.)
NIP. 197808172009121001

Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal



(MONIKA RETNO GUNARTI, M.Pd., M.Mar.E.)
NIP. 197605282009122002

**PERSETUJUAN SEMINAR
HASIL TUGAS AKHIR**

Judul : **PENGARUH TEMPERATURE *LO COOLER* TERHADAP
GAS BUANG *MAIN ENGINE* DI KAPAL AHTS LOGINDO
OVERCOMER**
Program Studi : **D-IV TEKNOLOGI REKAYASA PERMESINAN KAPAL**
Nama : **MOH. RAMANDHA ARI PRATAMA**
NIT : **22 36 306 2 023**
Jenis Tugas Akhir : **Prototipe / 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, 04 Maret 2026

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


(MOEJIONO, M.T, M.Mar.E.)

NIP. 197212142002121001


(DYAH RATNANINGSIH, S.S., M.Pd.)

NIP. 197808172009121001

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal


(ANTONIUS EDY KRISTYONO, M.Pd.Mar.E.)

NIP.196905312003121001

**PENGESAHAN
PROPOSAL TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN**

**PENGARUH TEMPERATUR AIR COOLER TERHADAP GAS BUANG
MAIN ENGINE DI KAPAL AHTS LOGINDO OVERCOMER**

Disusun oleh:

MOH. RAMANDHA ARI PRATAMA
NIT. 22 36 306 2 023

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

Surabaya, 12 Juni 2024

Dosen Penguji I

(DIRHAMYATI, SE, M.Pd)
NIP. 197504303002121002

Dosen Penguji II

(MOEJIONO, M.T., M.Mar.E.)
NIP. 197212142002121001

Dosen Penguji III

(DYAH RATNANINGSIH, S.S., M.Pd.)
NIP. 198003022005022001

Mengetahui,

Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

(MONIKA RETNO GUNARTI, M.Pd., M.Mar.E)
NIP. 197808172009121001

**PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN**

**PENGARUH TEMPERATURE LO COOLER TERHADAP GAS BUANG MAIN
ENGINE DIKAPAL AHTS LOGINDO OVERCOMER**

Disusun oleh:

**MOH. RAMANDHA ARI PRATAMA
NIT. 22 36 306 2 023**

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

Surabaya, 04 Maret 2026

Mengesahkan,

Dosen Penguji I



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

NIP. 198203022006041001

Dosen Penguji II



(AGUS PRAWOTO, S.Si.T.MM.)

NIP. 197808172009121001

Dosen Penguji III



(DYAH RATNANINGSIH, S.S., M.Pd.)

NIP. 198003022005022001

Mengetahui,

Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal



(ANTONIUS EDY KRISTIYONO, M.Pd)

NIP. 196905312003121001

ABSTRAK

MOH.RAMANDHA ARI. PRATAMA, (2026) “PENGARUH TEMPERATURE *LO COOLER* TERHADAP GAS BUANG *MAIN ENGINE* DI KAPAL AHTS LOGINDO OVERCOMER”. Dibimbing Oleh Bapak Moejiono dan Ibu Dyah Ratnaningsih

Aspek penggerak merupakan elemen krusial dalam operasional kapal, namun dalam praktiknya, performa mesin induk (*Main Engine*) sering kali belum mencapai titik maksimal. Mengingat durasi pelayaran antar-pelabuhan yang cukup panjang, optimalisasi kinerja mesin utama menjadi hal yang mutlak diperlukan. *Main Engine* sendiri berfungsi sebagai unit pembangkit tenaga yang mengonversi energi mekanik hasil pembakaran bahan bakar diesel menjadi gaya dorong. Melalui mekanisme sistem transmisi dan gear box, daya mekanik tersebut disalurkan ke propeller guna memastikan kebutuhan tenaga pendorong kapal senantiasa terpenuhi selama pelayaran berlangsung. Pada tahun 2020, terdapat kasus di atas kapal KM. Pratiwi Raya di mana setiap 4 jam dilakukan pengambilan data tekanan oli pelumas, suhu oli pelumas, tekanan air pendingin, dan suhu air pendingin. Hasil pengambilan data menunjukkan penurunan kinerja: tekanan oli pelumas dari 3-4 MPa menjadi 2-3 MPa, suhu oli pelumas dari 60-80°C menjadi 75-90°C, tekanan air pendingin dari 0.05-0.15 MPa menjadi 0.03-0.07 MPa, dan suhu air pendingin dari 70-80°C menjadi 78-85°C. Data ini menunjukkan bahwa kinerja *Main Engine* tidak optimal, khususnya pada bagian *LO cooler* dan filter. Hal ini disebabkan oleh kurangnya perhatian dan pengutamaan panduan dari manual book. Permasalahan ini dapat menyebabkan kerugian bagi semua pihak, mulai dari kru hingga perusahaan, berupa kerusakan *Main Engine* dan kerugian ekonomis dalam bentuk material. Sehubungan dengan hal tersebut, penulis mengambil penelitian dengan judul yang berfokus pada analisis kinerja *Main Engine* dan upaya optimalisasinya berdasarkan panduan manual book.

Kata Kunci: *Lubricant Oil, Main Engine, Gas Buang*

ABSTRACT

MOH.RAMANDHA ARI. PRATAMA, (2026) “EFFECT OF LO COOLER TEMPERATURE ON MAIN ENGINE EXHAUST GAS OF AHTS LOGINDO OVERCOMER”. Supervised by Mr. Moejiono and Mrs. Dyah Ratnaningsih

Propulsion is a crucial element in ship operations, yet in practice, the main engine's performance often falls short of its maximum potential. Given the long duration of inter-port voyages, optimizing the main engine's performance is essential. The main engine itself functions as a power generating unit, converting the mechanical energy generated by the combustion of diesel fuel into thrust. Through a transmission system and gearbox, this mechanical power is channeled to the propeller, ensuring the ship's propulsion needs are consistently met throughout the voyage. In 2020, there was a case on the KM ship. Pratiwi Raya where every 4 hours data on lubricating oil pressure, lubricating oil temperature, cooling water pressure, and cooling water temperature are taken. The results of data collection show a decrease in performance: lubricating oil pressure from 3-4 MPa to 2-3 MPa, lubricating oil temperature from 60-80°C to 75-90°C, cooling water pressure from 0.05-0.15 MPa to 0.03-0.07 MPa, and cooling water temperature from 70-80°C to 78-85°C. This data shows that the Main Engine performance is not optimal, especially in the LO cooler and filter section. This is due to the lack of attention and prioritization of guidance from the manual book. This problem can cause losses for all parties, from the crew to the company, in the form of Main Engine damage and economic losses in the form of materials. In connection with this, the author took a research with a title that focuses on analyzing Main Engine performance and optimization efforts based on manual book guidelines.

Keywords: *Lubricant Oil, Main Engine, Exhaust Gas*

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Kuasa, karena atas limpahan rahmat dan penyertaan-Nya, Karya Ilmiah Terapan ini dapat terselesaikan dengan tepat waktu. Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan dan persyaratan akademik guna memperoleh gelar sarjana terapan pada Program Diploma IV Pelayaran di Politeknik Pelayaran Surabaya, yang berjudul:

” PENGARUH TEMPERATURE *LO COOLER* TERHADAP GAS BUANG *MAIN ENGINE* DI KAPAL AHTS LOGINDO OVERCOMER.”

Keberhasilan penyelesaian tugas akhir ini tidak lepas dari peran serta dan kontribusi berharga dari berbagai pihak yang telah meluangkan waktu serta pikiran bagi penulis. Oleh sebab itu, penulis ingin menghaturkan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada yang terhormat:

1. Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya Bapak Moejiono, M.T, M.Mar.E. yang telah memberikan pembinaan kepada taruna-taruni Politeknik Pelayaran Surabaya.
2. Ketua Program Studi TRPK Bapak Antonius Edy Kristiyono, MPd.,M.Mar.E. yang telah memberikan bimbingan kepada taruna-taruni Politeknik Pelayaran Surabaya.
3. Pembimbing I, Bapak Moejiono, M.T, M.Mar.E. yang telah memberikan masukan dan arahan tentang isi dari materi proposal karya ilmiah terapan kepada penulis.
4. Pembimbing II, Dyah Ratnaningsih, S.S., M.Pd_ yang telah memberikan masukan dan arahan tentang isi dari materi proposal karya ilmiah terapan kepada penulis.
5. Seluruh civitas dan dosen di Politeknik Pelayaran Surabaya yang telah mengarahkan penulis.
6. Kedua orang tua saya, yang telah mendukung penuh berupa moril maupun material serta do'a dalam penyelesaian proposal karya ilmiah terapan ini.
7. Teman-teman saya yang telah memberikan dukungan serta do'a dalam menyelesaikan proposal karya ilmiah terapan ini.

Sebagai penutup, besar harapan penulis agar Karya Ilmiah Terapan ini mampu memberikan kontribusi positif dan manfaat fungsional, baik bagi pembaca maupun bagi pengembangan diri penulis sendiri. Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa melimpahkan bimbingan serta perlindungan-Nya dalam setiap upaya kita guna memajukan ilmu pengetahuan di masa depan.

Surabaya,

2026

MOH.RAMANDHA ARI. PRATAMA

NIT. 22 36 306 2 023

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN PROPOSAL TUGAS AKHIR.....	iii
PERSETUJUAN SEMINAR HASIL TUGAS AKHIR.....	iv
PENGESAHAN PROPOSAL AKHIR KARYA ILMIAH TERAPAN	v
PENGESAHAN TUGAS AKHIR KARYA ILMIAH TERAPAN	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Batasan Masalah	4
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. <i>Review</i> Penelitian Sebelumnya	6
B. Landasan Teori	9
1. Teori Dasar <i>Lubricant Oil Cooler</i>	9

2. Prosedur Pengoperasian <i>Main Engine</i>	10
3. Sistem Pendinginan (<i>Coolant System</i>)	14
4. <i>Lubricating Oil</i> (L.O).....	14
5. <i>Purifier</i>	16
6. Gas Buang	33
C. Kerangka Berpikir	36
BAB III METODE PENULISAN.....	37
A. Jenis Penelitian	37
B. Lokasi Dan Waktu Penelitian	38
C. Variabel Penelitian.....	39
D. Subjek Penelitian.....	40
E. Teknik Pengumpulan Data Dan Sumber Data.....	43
F. Teknik Analisis Data.....	47
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	52
A. Hasil Penelitian.....	52
1. Penyajian Data	52
2. Analisis Data	57
B. Pembahasan	62
1. Pengaruh <i>Temperature LO Cooler</i> Terhadap Gas Buang <i>Main Engine</i>	62
2. Upaya Mengatasi Fluktuasi Gas Buang <i>Main Engine</i>	63
BAB V PENUTUP.....	67
A. Kesimpulan	67
B. Saran	68

DAFTAR PUSTAKA.....	70
LAMPIRAN.....	72

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Review Penelitian Sebelumnya.....	6
Tabel 3.1 <i>Crew List Logindo Overcomer</i>	38
Tabel 3.2 Sampel.....	40
Tabel 3.3 Skala Likert.....	42
Tabel 3.4 Nilai Koefisien Korelasi.....	46
Tabel 4.1 Distribusi Jawaban Temperature LO Cooler (X).....	52
Tabel 4.2 Distribusi Jawaban Gas Buang Main Engine.....	55
Tabel 4.3 Hasil Uji Validitas Temperature LO Cooler (X).....	57
Tabel 4.4 Hasil Uji Validitas Main Engine.....	58
Tabel 4.5 Hasil Uji Reabilitas Temperature LO Cooler (X).....	58
Tabel 4.6 Hasil Uji Reabilitas Main Engine (Y).....	59
Tabel 4.7 Analisis Regresi Linear Sederhana.....	59
Tabel 4.8 Hasil Uji Koefisien Determinasi.....	60
Tabel 4.9 Hasil Uji Spearman Rank.....	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Lubricant Mineral</i>	15
Gambar 2. 2 <i>Lubricant Sintetis</i>	15
Gambar 2. 3 <i>Lubricant Nabati</i>	16
Gambar 2. 4 <i>Purifier</i>	17
Gambar 2. 5 <i>Automatic Control Panel</i>	18
Gambar 2. 6 <i>Leakage Monitor</i>	18
Gambar 2. 7 <i>Discharge Detector</i>	19
Gambar 2. 8 <i>Pressure Gauge</i>	19
Gambar 2. 9 <i>Thermometer</i>	20
Gambar 2. 10 <i>Gear Pump</i>	20
Gambar 2. 11 <i>Way Cylinder Valve</i>	21
Gambar 2. 12 <i>Motor</i>	22
Gambar 2. 13 <i>By Pass Valve</i>	22
Gambar 2. 14 <i>Way Selenoid Valve</i>	23
Gambar 2. 15 <i>Reducing valve</i>	24
Gambar 2. 16 <i>Disc Bowl</i>	25
Gambar 2. 17 <i>Bowl Body</i>	25
Gambar 2. 18 <i>Bowl nut</i>	26
Gambar 2. 19 <i>Bowl Hood</i>	26
Gambar 2. 20 <i>Main Seal Ring</i>	27
Gambar 2. 21 <i>Distributor</i>	27
Gambar 2. 22 <i>Pilot Valve</i>	28
Gambar 2. 23 <i>Gravity Disc</i>	29
Gambar 2. 24 <i>Bowl Disc</i>	29
Gambar 2. 25 <i>Drain Nozzle</i>	30
Gambar 2. 26 <i>Sliding Bowl Bottom</i>	30
Gambar 2. 27 <i>Drain Valve Tank</i>	31
Gambar 2. 28 <i>Spiral Gear</i>	32
Gambar 2. 29 <i>Kerangka Berpikir</i>	36

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Kuesioner.....	72
Lampiran 2 Ship's Particular Logindo Overcomer	74
Lampiran 3 Logbook Engine	75
Lampiran 4 Output SPSS	76

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sebagai negara yang wilayah perairannya jauh lebih luas dibandingkan daratan, Indonesia menyandang predikat sebagai negara maritim. Kondisi geografis ini memberikan Indonesia kekayaan laut yang luar biasa melimpah, mencakup berbagai jenis sumber daya hayati maupun hewani yang sangat beragam. Tidak hanya itu laut Indonesia juga memiliki banyak manfaat khususnya di dunia pelayaran. Indonesia memiliki banyak pulau yang tersebar luas di penjuru negeri dan sulit bagi akomodasi untuk masuk ke daerah - daerah kecil melalui jalur darat. Oleh karena itu, Indonesia juga mengembangkan transportasi di atas laut, yang bertujuan untuk mengirimkan sumber daya alam dari satu pulau ke pulau lainnya. Dahuri et al. (2001).

Dalam sektor industri modern, transportasi laut menjadi tulang punggung distribusi barang, baik dalam skala domestik maupun internasional. Tingginya ketergantungan pada jalur laut memicu persaingan ketat antarperusahaan pelayaran untuk memberikan layanan jasa angkutan yang unggul. Hal ini mendorong setiap perusahaan untuk memastikan armada mereka senantiasa dalam kondisi prima guna menjamin kelancaran operasional tanpa hambatan teknis. Sehingga kepuasan dari konsumen dapat mendatangkan keuntungan bagi perusahaan pelayaran. Apabila terjadi keterlambatan maupun suatu halangan dalam pengiriman barang yang dikarenakan kapal terlambat baik keberangkatan maupun tiba, perusahaan akan mengalami kerugian yang akan

membuat Perusahaan mengeluarkan banyak biaya. Prioritas utama dalam operasional kapal adalah pemeliharaan terencana pada seluruh mesin dan peralatan. Proses ini harus dilakukan dengan kepatuhan penuh terhadap instruksi perusahaan serta aturan hukum pelayaran global guna menghindari kendala teknis di laut Kotler dan Keller (2016).

Seluruh kapal niaga yang beroperasi mengandalkan main engine sebagai unit penggerak utama yang menghasilkan tenaga bagi kapal. Mengingat krusialnya kebutuhan akan daya dorong tersebut, pengoperasian mesin induk harus dilakukan seoptimal mungkin. Namun, pada kenyataannya, masih sering ditemukan mesin yang kinerjanya kurang maksimal. Padahal, tenaga pendorong adalah kebutuhan pokok dalam operasional kapal, terutama untuk menempuh pelayaran jarak jauh antar pelabuhan yang memakan waktu lama. Oleh sebab itu, menjaga performa main engine agar tetap prima di atas kapal sangatlah penting. MAN Diesel & Turbo. (2011).

Main engine merupakan instalasi penggerak utama yang krusial bagi operasional kapal. Unit ini berfungsi menghasilkan gaya dorong dengan mengonversi energi kimia dari pembakaran bahan bakar diesel menjadi tenaga mekanik di dalam silinder mesin. Melalui sistem transmisi dan gear box, tenaga mekanik tersebut disalurkan menuju propeller (baling-baling) untuk diubah menjadi daya dorong air. Mekanisme inilah yang memastikan kebutuhan tenaga pendorong kapal senantiasa terpenuhi, bahkan selama pelayaran jarak jauh dalam durasi yang panjang Carlton (2012).

Pada kasus yang terjadi di kapal KM. Pratiwi Raya tahun 2020, teridentifikasi adanya penurunan kinerja pada mesin utama melalui

pengambilan data rutin setiap empat jam. Hasil pemantauan menunjukkan perubahan parameter teknis yang cukup signifikan, di mana tekanan oli pelumas yang semula normal pada 3-4 MPa merosot menjadi 2-3 MPa dan suhunya meningkat dari 60-80°C ke rentang 75-90°C. Kondisi serupa terjadi pada sistem pendingin, dengan tekanan air yang menurun dari standar 0.05-0.15 MPa menjadi 0.03-0.07 MPa, serta suhu air yang naik dari 70-80°C ke angka 78-85°C. Berdasarkan fluktuasi data tersebut, dapat disimpulkan bahwa Main Engine tidak beroperasi optimal terutama pada bagian filter dan LO cooler, yang dipicu oleh kurangnya kepatuhan terhadap prosedur di dalam buku panduan manual.

Masalah ini berpotensi merugikan semua pihak yang terlibat, baik kru di lapangan maupun perusahaan secara keseluruhan. Bentuk kerugian tersebut meliputi kerusakan aset pada mesin utama serta beban biaya ekonomi yang besar akibat kehilangan material secara langsung maupun tidak langsung. Sehubungan dengan hal tersebut di atas maka penulis mengampil penelitian dengan judul “PENGARUH TEMPERATURE LO COOLER TERHADAP GAS BUANG MAIN ENGINE”

B. Rumusan Masalah

Mengacu pada pemaparan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, maka fokus utama yang menjadi inti kajian dalam penelitian ini dapat dirumuskan melalui identifikasi masalah sebagai berikut:

1. Apakah temperature lo *cooler* mempengaruhi gas buang *main engine*?
2. Bagaimana u paya mengatasi naik turunnya gas buang *main engine*?

C. Batasan Masalah

Agar penelitian ini tetap fokus dan terarah sesuai dengan pokok permasalahan yang telah dipaparkan, penulis menetapkan batasan ruang lingkup. Mengingat adanya keterbatasan waktu, biaya, serta kemampuan teknis peneliti, studi ini dikerucutkan pada upaya optimalisasi pengoperasian L.O. Cooler pada main engine. Secara spesifik, pembahasan akan difokuskan pada faktor-faktor yang menyebabkan penurunan kinerja sistem pendingin minyak lumas tersebut.

D. Tujuan Penelitian

Mengacu pada identifikasi masalah yang telah diuraikan, tujuan yang hendak dicapai penulis melalui penelitian ini meliputi:

1. Untuk mengetahui apakah temperature lo *cooler* mempengaruhi gas buang *main engine*.
2. Untuk menemukan Solusi agar naik turunnya gas buang *Main Engine* agar tetap stabil.

E. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan nilai guna, baik secara teoritis maupun praktis, khususnya dalam hal:

1. Manfaat Teoritis

Diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat menambah ilmu yang dipelajari di perkuliahan dan menciptakan pengetahuan dan pemahaman baru tentang, pengaruh temperature lo *cooler* terhadap gas buang *main engine*

Selain itu sebagai informasi dan referensi tertulis khusus untuk

taruna/taruni di lingkungan program studi TRPK. Serta membagikan ide-ide pikiran dengan taruna/taruni, terutama di bidang TRPK khususnya tentang pengaruh temperature *lo cooler* terhadap gas buang *main engine*.

2. Manfaat Praktis

Kajian ini diharapkan dapat menambah pemahaman dan pengetahuan tentang pengaruh temperature *lo cooler* terhadap gas buang *main engine* dan juga memberikan sarana untuk mengembangkan ilmu untuk seluruh awak kapal. Selain itu menjadi aspek yang dapat digunakan untuk menangani masalah pengaruh temperature *lo cooler* terhadap gas buang *main engine* dan dapat dibuat untuk bahan referensi.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

A. Review Penelitian Sebelumnya

Adapun hasil dari penelitian yang dilakukan peneliti sebelumnya sebagai berikut:

Tabel 2. 1 *Review Penelitian Sebelumnya*

No	Judul Penelitian	Pengarang	Tahun Kajian	Hasil Penelitian
1.	Analisa Penurunan Kerja L.O Cooler Pada Main Engine Di Km. Pratiwi Raya	Reza Mukti Nurhuda	2020	Penurunan kinerja Lube Oil (L.O) Cooler pada mesin induk KM. Pratiwi Raya utamanya disebabkan oleh ketidakdisiplinan dalam pelaksanaan jadwal perawatan rutin dan adanya penyumbatan pada jalur pipa pendingin akibat kotoran yang terbawa air laut. Masalah ini diperburuk oleh faktor teknis seperti kebocoran pipa air laut, ketidakakuratan termometer, serta faktor eksternal berupa pengaruh ombak. Selain itu, aspek sumber daya manusia seperti kurangnya pengetahuan, keterampilan, dan ketelitian kru dalam melakukan perawatan menjadi kendala serius. Dampak dari kondisi ini sangat signifikan, mulai dari berkurangnya daya fungsi alat hingga pendinginan minyak lumas yang tidak maksimal. Hal ini menyebabkan temperatur mesin induk meningkat drastis, terutama saat terjadi kenaikan putaran mesin yang tidak stabil. Kelalaian dalam pemeliharaan juga mengakibatkan

No	Judul Penelitian	Pengarang	Tahun Kajian	Hasil Penelitian
				<p>penurunan tekanan air laut pada sistem pendingin. Sebagai langkah antisipasi, perlu dilakukan peningkatan disiplin dan kompetensi kru melalui pelatihan serta familiarisasi. Tindakan teknis seperti proses "sogok" pipa, penggantian pipa yang bocor, pengecatan, serta pembaruan termometer harus segera dilaksanakan untuk menjamin kestabilan suhu mesin selama beroperasi.</p>
2.	<p>Pengaruh Kotornya Plate Pada Low Temperature Cooler Terhadap Kerja <i>Main Engine</i> Di Kapa Mv. Spil Niken</p>	<p>Philips Galang Pangentas</p>	<p>2019</p>	<p>Masalah teknis pada mesin induk MV. SPIL NIKEN berawal dari kotornya komponen plate pada low temperature cooler. Hal ini terjadi karena sistem penyaringan awal pada sea chest tidak berfungsi optimal, baik karena filter yang sudah rusak maupun akibat kurangnya perawatan intensif. Kualitas air laut sebagai media pendingin yang buruk serta penerapan SOP yang tidak konsisten di kamar mesin menjadi penyebab tambahan yang menghambat kelancaran sirkulasi pendinginan.</p> <p>Kondisi cooler yang kotor ini menghambat proses pelepasan panas dari jacket cooling, sehingga mesin induk mengalami suhu tinggi di luar batas normal. Dampak jangka panjangnya adalah efisiensi mesin yang merosot serta ancaman kerusakan struktural seperti retaknya cylinder liner akibat stres termal.</p>

No	Judul Penelitian	Pengarang	Tahun Kajian	Hasil Penelitian
				<p>Untuk mengatasinya, kru mesin harus segera melakukan tindakan perbaikan yang meliputi pembersihan total unit plate cooler dan filter sea chest. Selain itu, penggantian komponen filter yang baru serta ketegasan dalam mengikuti prosedur hisapan sea chest menjadi kunci utama untuk menjaga stabilitas suhu mesin induk..</p>
3.	<p>Analisis Menurunnya Kerja Air Cooler Terhadap Performa Mesin Induk Di Km, Oriental Silver</p>	<p>Achmad Sholikin</p>	<p>2019</p>	<p>Penurunan efisiensi air cooler terhadap performa mesin induk kapal dipicu oleh beberapa faktor teknis utama, yaitu akumulasi kotoran pada kisi-kisi udara, penyumbatan (fouling) pada pipa-pipa pendingin, serta ketidakstabilan suplai air laut yang masuk ke dalam sistem. Kondisi ini menyebabkan kegagalan dalam menjaga suhu udara bilas, yang kemudian berdampak pada peningkatan temperatur udara serta penurunan tekanan udara yang dihasilkan.</p> <p>Dampak lebih lanjut dari penurunan kinerja ini adalah kontaminasi pada ruang udara bilas mesin induk, yang secara langsung mereduksi tenaga mesin dan menyebabkan penurunan kecepatan kapal secara signifikan. Untuk memitigasi masalah tersebut, langkah-langkah perbaikan harus dilakukan sesuai dengan instruksi dalam manual book, meliputi pembersihan kisi-kisi udara, penggantian filter udara, serta pembersihan</p>

No	Judul Penelitian	Pengarang	Tahun Kajian	Hasil Penelitian
				pipa (tube) pendingin menggunakan sikat halus (soft brush). Selain itu, perawatan berkala pada filter sea chest sangat diperlukan guna menjamin sirkulasi air pendingin tetap berjalan normal sesuai jam kerja yang ditentukan.

Sumber : Diolah Peneliti

B. Landasan Teori

1. Teori Dasar *Lubricant Oil Cooler*

Oil cooler pada mesin diesel merupakan komponen penukar kalor (heat exchanger) krusial yang berfungsi untuk menurunkan suhu minyak lumas guna menjaga stabilitas pelumasan mesin. Seiring dengan durasi operasionalnya, perangkat ini secara alami akan mengalami degradasi performa. Penurunan kinerja tersebut utamanya disebabkan oleh berkurangnya laju perpindahan panas (heat transfer rate) antara fluida panas (oli) dan media pendingin, yang sering kali dipicu oleh faktor keausan atau akumulasi deposit pada material penukar panas.

Sistem pendingin (cooling system) dirancang sebagai rangkaian terpadu untuk mencegah overheating dan memastikan mesin beroperasi pada titik optimal. Mengingat hanya sekitar 23% dari hasil pembakaran yang terkonversi menjadi tenaga mekanis, sisa energi panas yang besar harus dibuang melalui gas buang dan proses pendinginan. Dalam sistem ini, minyak lumas memegang peranan vital yang melampaui sekadar pelumasan; ia bertanggung jawab menyerap panas dari komponen internal yang tidak terjangkau air pendingin, seperti crankshaft dan camshaft.

Proses pelepasan panas ini terjadi di dalam unit L.O Cooler, sebuah alat penukar kalor tempat minyak lumas panas didinginkan oleh media air laut. Tergantung pada desain mesinnya, unit ini dapat terpasang menyatu dengan blok mesin atau terpisah dengan sistem perpipaan eksternal yang lebih kompleks.

Dapat disimpulkan bahwa L.O Cooler merupakan komponen kunci dalam menjaga integritas mesin induk. Dengan mengoptimalkan suhu minyak lumas, alat ini secara langsung mengurangi gesekan antar-komponen, mencegah kegagalan termal (overheat), serta membantu menjaga efisiensi pembakaran agar emisi gas buang tetap terkontrol.

2. Prosedur Pengoperasian *Main Engine*

Pengoperasian mesin induk wajib berpedoman pada Standard Operating Procedure (SOP) sebagai instruksi teknis bagi operator dalam menjalankan unit pembangkit secara aman dan efisien. Secara sistematis, prosedur pengoperasian dalam suatu sistem pembangkitan dibagi menjadi empat tahapan utama, yaitu:

- a. Seluruh komponen mesin yang bergerak wajib melalui proses pemeriksaan guna memastikan ketepatan penyetelan, keseragaman fungsi, serta sistem pelumasan yang optimal. Lingkup pemeriksaan ini meliputi katup (valves), nok (cams), mekanisme penggerak katup, pompa bahan bakar, serta sistem injeksi. Selain itu, pengecekan juga dilakukan pada unit pengatur pelumas, pompa minyak lumas, hingga pompa pendingin untuk menjamin performa mesin tetap stabil.
- b. Seluruh mesin dan permesinan harus diperiksa kalau ada mur longgar,

baut patah sambungan longgar dan kebocoran packing, sambungan atau katup. Adalah baik untuk diingat bahwa tidak satupun yang seharusnya ketat ternyata longgar dan tidak satupun yang seharusnya bebas ternyata seret/ketat (macet).

- c. Seluruh perkakas dan peralatan harus diperiksa untuk memastikan tidak ada yang tertinggal atau hilang, peralatan tersebut mungkin diperlukan segera ketika mesin sedang berjalan, atau kalau salah letak dan ketinggalan diatas mesin, mungkin dijatuhkan oleh getaran dan merusak beberapa bagian yang bergerak.
- d. Seluruh pipa dan katup untuk bahan bakar, minyak lumas, air dan udara serta saluran harus diperiksa kalau tersumbat, kurang setelan, kebersihan dan lain sebagainya; ketiadaan benda asing dalam sistem pemipaan harus diperiksa dengan sangat berhati-hati kususny kalau mesin telah lama tidak bekerja atau baru saja dipasang. Dalam kasus yang terahir dianjurkan untuk menghembus keluar keseluruhan sistem pemipaan dengan udara tekan.
- e. Suatu pemeriksaan lengkap harus diberikan kepada sistem pelumasan untuk memastikan bahwa minyak terdapat pada setiapn tempat yang memerlukan, bahwa alat pelumas dan semua bantalan yang diminyaki sendiri mempunyai penyediaan minyak bersih cukup, bahwa semua mangkuk gemuk/grease terisi. Alat pelumas harus diperiksa apakah pompanya berfungsi dengan baik dan apakah jumlah pengalirannya cukup, serta diisi dengan minyak sampai ketinggian cukup. Pompa pulumas manual harus diputar/dipompa dan titik yang mendapat

pengaliran minyak harus dilumasi dengan baik. Pastikan bahwa mesinakan menerima pelumasan yang baik pada saat segera mulai berputar.

- f. Sistem pendinginan harus diperiksa, dan kalau pompanya digerakan oleh motor listrik, maka harus distart; saluran hisap harus dibuka untuk memberikan air di dalam jaket mesin sebelum di start, jumlah yang tepat dari sirkulasi air dapat diperiksa belakangan, sementara mesin dipanasi. Kalau mesin mempunyai torak yang didinginkan minyak dengan minyak pelumas yang dialirkan dengan pompa kusus (lubricate oil priming pump) start pompa minyak dan setel tekanan sampai sebesar yang dinyatakan pada plat nama atau yang diberikan dalam buku instruksi dari pembuat mesin.
- g. Sistem minyak bahan bakar harus diperiksa dalam segala hal, bahwa pipa bersih, pompa bekerja, dan terdapat penyediaan bahan bakar didalam tangki. Pompa Injeksi bahan bakar kemudian harus dipancing (primed), dan udara atau air dikeluarkan dari saluran keluar katup atau nosel. Harus berhati-hati untuk tidak menekan bahan bakar terlalu banyak kedalam ruang bakar atau silinder agar tidak mendapat tekanan terlalu tinggi pada penyalaan pertama yang menyebabkan katup pengaman meletup dan agar minyak bahan bakar tidak masuk kedalam penampungan karter. Tetapi pompa bahan bakar harus cukup dipancing sedemikian rupa sehingga setiap saluran pengeluaran terisi penuh sampai nosel. Tuas kendali bahan bakar disetel terbuka lebar sehingga

injeksi akan start segera. Kendali pompa bahan bakar ditempatkan pada posisi ON.

- h. Katup pengaman yang biasanya dipasang pada tiap kepala silinder, harus diperiksa, katup ini disetel untuk meletup pada kira-kira 750 sampai 1250 psi, tergantung pada tekanan maksimumun dibolehkan dalam mesin. Katup dihadapkan pada gas suhu tinggi dan mempunyai kecenderungan untuk macet, pemeriksaan dapat dilakukan dengan menekan pegas menggunakan batang pengungkit atau dengan melepas baut dan melepas katup untuk diperiksa.
- i. Jika mesin sudah lama tidak dioperasikan, poros engkol harus diputar satu hingga dua kali putaran sebagai langkah awal. Prosedur ini dilakukan dengan membuka kran indikator atau katup dekompresi (compression relief) terlebih dahulu, kemudian memutar mesin secara manual menggunakan batang pemutar pada roda gila (flywheel) atau memanfaatkan udara start. Setelah putaran selesai, kran indikator harus ditutup kembali saat mesin berada pada posisi siap start, yakni ketika salah satu silinder memiliki katup udara start yang terbuka dengan posisi torak sekitar 10° melewati Titik Mati Atas (TMA).
- j. Tekanan udara penumpu (starting air) di dalam tabung harus dipastikan berada pada level yang cukup untuk proses pengoperasian. Apabila tekanan tidak memenuhi syarat, pengisian dilakukan dengan mengoperasikan kompresor udara. Selanjutnya, seluruh jalur sistem udara start, mulai dari tangki hingga katup pengendali utama (main starting valve), harus dibuka setelah dipastikan bahwa katup pengendali

utama tersebut dalam posisi tertutup saat pemeriksaan awal.

3. Sistem Pendinginan (*Coolant System*)

Sistem pendinginan air digunakan untuk menjaga temperatur kerja mesin agar tetap stabil. Media yang digunakan adalah air murni (fresh water) bebas kadar garam dan polutan guna mencegah korosi internal. Air tawar ini bertugas menyerap panas langsung dari komponen paling kritis, yaitu blok silinder dan turbocharger. Dalam siklus operasional normal, pompa mengalirkan air dari tangki melalui pendingin pelumas (oil cooler), lalu menuju blok silinder dan cylinder head.

Setelah menyerap panas mesin, air dialirkan ke unit cooler untuk didinginkan kembali oleh sirkulasi air dari cooling tower sebelum kembali ke *tangki* penampung. Sebagian aliran juga diarahkan ke after cooler untuk mendinginkan udara masuk. Selama fase pemanasan (mesin masih dingin), komponen temperature regulator (termostat) akan mengalihkan aliran air pendingin langsung kembali ke tangki tanpa melewati cooler, sehingga suhu optimal mesin dapat tercapai lebih cepat.

4. *Lubricating Oil* (L.O)

Minyak lumas (lubricating oil) merupakan fluida esensial yang berfungsi meminimalisir gaya gesek antara dua permukaan komponen yang bergerak bersinggungan. Pelumas bekerja dengan membentuk lapisan film (oil film) sebagai pemisah antarpermukaan, sehingga mampu mencegah keausan dini serta menjamin kelancaran operasional permesinan. Ketiadaan pelumasan yang optimal dapat memicu kerusakan struktural pada komponen mesin dan meningkatkan risiko kegagalan fungsi yang fatal. Jadi,

penting untuk memahami jenis-jenis pelumas dan fungsinya dalam menjaga kinerja mesin dan peralatan. Jenis-Jenis Lubricant:

a. *Lubricant Mineral*

Pelumas berperan sebagai media pemisah antarpermukaan yang bergerak guna meminimalisir friksi. Dengan adanya lapisan pelindung ini, kontak langsung antarlogam dapat dihindari sehingga risiko keausan yang tidak diinginkan pada komponen mesin dapat ditekan seminimal mungkin.



Gambar 2. 1 *Lubricant Mineral*

Sumber: <https://www.contractortalk.com/products/equate-mineral-oil>

b. *Lubricant Sintetis*

Lubricant sintetis dibuat secara kimia untuk memenuhi kebutuhan tertentu. Mereka biasanya memiliki stabilitas suhu yang tinggi dan kinerja yang baik dalam kondisi ekstrim.



Gambar 2. 2 *Lubricant Sintetis*

Sumber: <https://www.pngwing.com/id>

c. *Lubricant nabati*

Lubricant nabati dibuat dari sumber-sumber alami seperti biji-bijian dan tanaman. Mereka sering digunakan dalam konteks ramah lingkungan.



Gambar 2. 3 *Lubricant Nabati*

Sumber: <https://www.toolpak.co.uk/oils-lubricants>

5. *Purifier*

Menurut (Danil Arifin et al., 2020) Purifier merupakan perangkat sentrifugal yang berfungsi memisahkan kontaminan berupa air dan kotoran padat dari minyak berdasarkan perbedaan densitas antar-fluida. Unit ini menjadi komponen standar pada kapal yang menggunakan High Sulphur Fuel Oil (HFO) guna memastikan kualitas bahan bakar sebelum dikonsumsi mesin. Meskipun kapal modern juga menggunakan Low Sulphur Marine Gas Oil (LSMGO) atau Diesel Oil (DO), prinsip kerja instalasi pengolahannya tetap mengacu pada hukum gravitasi yang dipercepat. Melalui gaya sentrifugal, proses pemisahan dapat berlangsung sangat cepat dengan tingkat percepatan mencapai 6000 hingga 7000 kali lipat dibandingkan proses sedimentasi gravitasi statis.



Gambar 2. 4 *Purifier*

Sumber: <https://www.kamuspelaut.com/>

a. Prinsip Kerja *Purifier*:

Prinsip operasional *purifier* didasarkan pada pemisahan fase antara minyak, air, lumpur, serta kontaminan lainnya melalui penerapan gaya sentrifugal yang dipengaruhi oleh perbedaan berat jenis. Dalam mekanisme ini, partikel dengan massa jenis yang lebih besar akan terlempar keluar menjauhi poros putaran. Sebaliknya, elemen dengan massa jenis yang lebih rendah, seperti minyak bersih, akan terkonsentrasi di area yang lebih dekat dengan poros pusat.

- 1) Lumpur-lumpur dapat dipisahkan dengan mudah dan dibuang dengan cara di Blow-Up.
- 2) Proses pembersihan jauh lebih efisien dan ekonomi

b. Komponen Luar *Purifier*

1) *Automatic Control Panel*

Automatic Control Panel berperan sebagai unit kendali terpusat yang mengintegrasikan seluruh parameter operasional Fuel Oil (FO) *Purifier*. Komponen ini bertugas mengatur siklus kerja perangkat secara otomatis guna memastikan proses pemurnian bahan bakar berjalan secara konsisten dan efisien. Selain manajemen

operasional, panel ini juga menjalankan peran krusial dalam pemantauan kebocoran (leakage monitoring) serta pendeteksian proses pembuangan kotoran (discharge detector) guna memastikan sistem pemisahan bahan bakar berjalan dengan aman dan presisi.



Gambar 2. 5 *Automatic Control Panel*

Sumber: <https://www.bing.com/images>

2) *Leakage Monitor*



Gambar 2. 6 *Leakage Monitor*

Sumber: www.tanks-direct.co.uk

Leakage Monitor instrumen pengawasan yang berfungsi untuk mendeteksi adanya indikasi kebocoran minyak yang terbuang ke dalam tangki penampungan. Perangkat ini berperan penting dalam memantau integritas sistem agar sisa proses atau kegagalan segel dapat teridentifikasi secara dini.

3) *Discharge Detector*



Gambar 2. 7 *Discharge Detector*

Sumber: <https://arizona.ph>

Discharge Detector merupakan instrumen sensor yang berfungsi untuk mendeteksi kegagalan mekanis pada saat proses pembuangan kotoran (*sludge discharge*). Alat ini secara khusus memantau apakah bowl gagal terbuka, sehingga kotoran yang terakumulasi di dalamnya tidak dapat terbuang sebagaimana mestinya saat siklus pembersihan berlangsung.

4) *Pressure Gauge*



Gambar 2. 8 *Pressure Gauge*

Sumber: <https://www.walmart.ca>

Pressure Gauge merupakan instrumen pengukuran yang berfungsi untuk memantau besaran tekanan minyak bersih (*clean oil*) saat keluar dari unit fuel oil purifier menuju tangki harian (*daily tank*). Alat ini krusial untuk *memastikan* bahwa aliran bahan bakar yang telah diproses berada pada parameter tekanan yang sesuai dengan standar operasional.

5) *Thermometer*



Gambar 2. 9 *Thermometer*

Sumber: <https://www.pelajaran.co.id>

Thermometer berperan sebagai instrumen pemantau termal yang berfungsi untuk mengukur temperatur bahan bakar secara kontinu saat memasuki unit fuel oil purifier. Pengukuran suhu yang akurat selama masa operasional sangat penting guna memastikan viskositas bahan bakar berada pada parameter yang tepat untuk proses separasi yang optimal.

6) *Gear Pump*



Gambar 2. 10 *Gear Pump*

Sumber: <https://shtypump.en.made-in-china.com>

Pump (pompa) bertugas sebagai unit penyuplai yang berfungsi mengalirkan bahan bakar dari tangki penampung (settling tank) ke dalam fuel oil purifier. Peran utamanya adalah menjamin ketersediaan pasokan bahan bakar secara kontinu untuk diproses

lebih lanjut guna memisahkan kandungan air serta kontaminan padat lainnya.

7) *Safety Joint*

Safety Joint merupakan komponen kritikal pada *fuel oil purifier* yang berfungsi sebagai media transmisi daya otomatis. Komponen ini menghubungkan tenaga putar dari motor penggerak ke gear pump segera setelah sistem pemurnian dioperasikan, guna memastikan distribusi bahan bakar berjalan secara sinkron.

8) *3 – Way Cylinder Valve*



Gambar 2. 11 *Way Cylinder Valve*

Sumber: <https://www.yone.com.tw>

3-Way Cylinder Valve berfungsi sebagai katup pengatur aliran tiga arah yang mengarahkan suplai minyak dari tangki penampung menuju unit fuel oil purifier. Selain itu, komponen ini berperan dalam mengalihkan aliran kembali (bypass) ke tangki penampung pada saat siklus pembuangan kotoran (sludge discharge) berlangsung, guna memastikan stabilitas sirkulasi selama proses pembersihan internal.

9) Motor



Gambar 2. 12 Motor

Sumber: <https://wonderfulengineering.com>

Motor Listrik bertindak sebagai penggerak mula (*prime mover*) pada unit *fuel oil purifier*. Dengan memanfaatkan energi listrik, komponen ini menghasilkan tenaga putar yang ditransmisikan untuk menggerakkan poros horizontal (*horizontal shaft*), yang kemudian menjadi sumber mekanis utama bagi seluruh rangkaian rotasi di dalam sistem pemisahan.

10) *By Pass Valve*Gambar 2. 13 *By Pass Valve*Sumber: <https://fasenergo.com>

By Pass Valve berfungsi sebagai saluran balik bahan bakar dari gear pump ke tanki penampungan.

11) 3-Way Selenoid Valve



Gambar 2. 14 Way Selenoid Valve

Sumber: <https://slgpc.en.alibaba.com>

3-way solenoid valve bertindak sebagai katup pengatur aliran air operasional yang bekerja berdasarkan instruksi elektrik dari automatic control panel. Komponen ini berfungsi untuk membuka atau menutup suplai air ke dalam fuel oil purifier, guna memenuhi kebutuhan teknis seperti air penutup (sealing water), serta pengaturan tekanan tinggi dan rendah yang diperlukan selama siklus operasional mesin.

12) Pemanas Minyak

Pemanas Minyak berperan sebagai unit penukar panas yang bertugas meningkatkan suhu bahan bakar hasil pasokan gear pump sebelum memasuki fuel oil purifier. Proses pemanasan ini sangat krusial untuk mengkondisikan viskositas bahan bakar agar berada pada level yang ideal, sehingga proses pemisahan kontaminan di dalam purifier dapat berlangsung secara optimal.

13) *Reducing Valve*



Gambar 2. 15 *Reducing valve*

Sumber: <https://www.amazon.ca>

Reducing Valve berperan sebagai katup pengatur yang berfungsi untuk menyuplai sekaligus menurunkan tekanan air operasional menuju level yang ditentukan. Tekanan tinggi yang telah direduksi ini digunakan secara khusus untuk mengaktifkan mekanisme penutupan bowl pada unit purifier, guna memastikan kerapatan ruang pemisahan selama proses berlangsung.

14) *Oil Gauge*

Oil Gauge berperan sebagai instrumen pengukuran untuk memantau volume atau kuantitas minyak pelumas yang terdapat di dalam sistem Fuel Oil Purifier. Komponen ini sangat krusial guna memastikan ketersediaan pelumasan pada bagian-bagian mekanis purifier tetap berada pada level yang dipersyaratkan.

c. Komponen Dalam Purifier

1) *Disc Bowl*



Gambar 2. 16 *Disc Bowl*

Sumber: <https://physicslabequipment.com>

Disc merupakan komponen internal pada unit purifier yang berfungsi mengontrol retensi serta mengatur aliran minyak yang sedang diproses secara bertahap. Melalui susunan disc ini, proses separasi dapat berjalan lebih efektif karena aliran minyak diarahkan sedemikian rupa untuk memaksimalkan pemisahan antara partikel kotoran dan air dari bahan bakar. Pengaturan aliran yang melambat ini bertujuan untuk memaksimalkan efisiensi pemisahan kontaminan sebelum minyak bersih akhirnya dialirkan keluar menuju tangki harian (daily tank).

2) *Bowl Body*



Gambar 2. 17 *Bowl Body*

Sumber: <https://panjimitiqo.wordpress.com>

Bowl Body berperan sebagai rangka utama atau dudukan bagi *bowl hood* pada unit purifier. Komponen ini berfungsi untuk menyokong struktur *internal bowl* secara keseluruhan dan menjaga kestabilan posisi setiap bagian saat mesin beroperasi pada putaran tinggi..

3) *Bowl Nut*

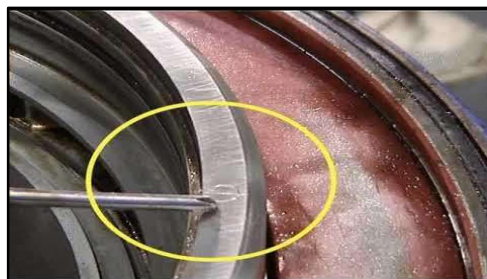


Gambar 2. 18 Bowl nut

Sumber: www.indiamart.com

Secara fungsional, *Bowl Nut* berperan untuk menahan *bowl hood* agar tetap stabil dan terpasang rapat pada *bowl body*. Dengan adanya pengunci ini, risiko terlepasnya komponen internal purifier dapat dihindari, sehingga integritas ruang pemisahan tetap terjaga selama proses pemurnian bahan bakar berlangsung.

4) *Bowl Hood*



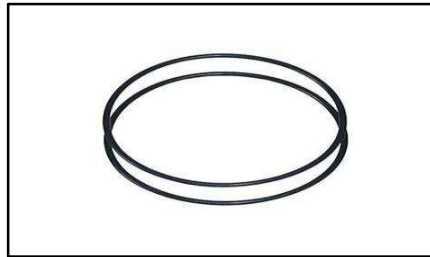
Gambar 2. 19 Bowl Hood

Sumber; <https://i.ytimg.com>

Bowl Hood berfungsi sebagai rumah atau selubung utama

yang menaungi susunan piringan (disc stack), di mana proses separasi atau pembersihan minyak secara sentrifugal berlangsung. Komponen ini dirancang untuk menciptakan ruang tertutup yang stabil, sehingga pemisahan antara zat cair dan partikel kotoran dapat terjadi secara optimal di dalam rangkaian disc.

5) *Main seal ring*



Gambar 2. 20 Main Seal Ring

Sumber; <https://www.lindepolymer.com>

Main Seal Ring berfungsi sebagai elemen penyekat atau gasket utama yang membatasi antara main cylinder dan bowl hood. Komponen ini berperan krusial dalam menjaga kerapatan ruang pemisahan, sehingga mencegah kebocoran minyak ke dalam tangki lumpur (sludge tank) selama unit purifier menjalankan siklus operasionalnya.

6) Distributor



Gambar 2. 21 Distributor

Sumber: <https://th.bing.com>

Distributor merupakan komponen internal *purifier* yang berfungsi sebagai saluran masuk utama bagi bahan bakar kotor yang akan diproses. Perangkat ini berperan dalam mendistribusikan aliran minyak secara merata ke seluruh lapisan *bowl disc* melalui lubang-lubang khusus, guna memastikan setiap bagian piringan menerima beban kerja yang seimbang untuk proses separasi yang maksimal.

7) *Main cylinder*

Main Cylinder merupakan komponen internal pada unit *purifier* yang berfungsi sebagai saluran utama masuknya bahan bakar kotor (*contaminated fuel*) ke dalam ruang pemisahan. Komponen ini berperan penting dalam mengarahkan aliran fluida menuju rangkaian piringan (*disc stack*) guna menjalani proses pembersihan secara sentrifugal.

8) *Pilot valve*



Gambar 2. 22 Pilot Valve

Sumber: <https://th.bing.com>

Pilot Valve berperan sebagai katup kendali yang mengaktifasi pembukaan saluran pembuangan menuju tangki lumpur (*sludge tank*). Komponen ini bekerja dengan mengatur tekanan fluida untuk menggerakkan katup utama, sehingga limbah hasil pemurnian atau *sludge* dapat dialirkan secara sistematis keluar dari unit *purifier*.

9) *Gravity Disc*

Gambar 2. 23 Gravity Disc

Sumber; <https://5.imimg.com>

Gravity Disc merupakan komponen berbentuk cincin yang berfungsi sebagai pengatur batas pemisahan (*interface*) antara minyak dan air di dalam purifier. Komponen ini berperan krusial dalam menjaga agar kedua fluida yang telah terpisah tidak bercampur kembali (*re-entrainment*) saat akan meninggalkan unit pemurnian, sehingga kemurnian bahan bakar tetap terjaga.

10) *Bowl Disc*

Gambar 2. 24 Bowl Disc

Sumber: <https://www.fleet-automation.com>

Bowl Disc merupakan rangkaian piringan yang berfungsi sebagai media pemisah antara fraksi minyak, air, dan partikel kotoran berdasarkan perbedaan massa jenisnya. Melalui struktur dan susunan piringan di dalam bowl, luas permukaan pemisahan menjadi lebih besar sehingga gaya sentrifugal dapat bekerja secara optimal untuk memurnikan bahan bakar.

11) *Drain Nozzle*



Gambar 2. 25 Drain Nozzle

Sumber: <https://www.cleancityphil.com>

Komponen Drain Nozzle pada bagian Bowl Body memiliki peran krusial dalam proses pembuangan air pengisian guna menggerakkan main cylinder ke posisi angkat (low pressure). Mekanisme ini terjadi ketika aliran air pengisian bertekanan tinggi (high pressure) masuk ke dalam sistem dan mengaktifkan pembukaan Pilot Valve.

12) *Sliding Bowl Bottom*



Gambar 2. 26 Sliding Bowl Bottom

Sumber: <https://www.sandersequipment.com>

Fungsi dari Sliding Bowl Bottom adalah untuk menggerakkan sistem pembukaan yang memungkinkan material sisa atau kotoran di dalam tabung dikeluarkan secara efektif melewati lubang pembuangan lumpur (Sludge Port).

13) *Sludge Space*

Fungsi utama dari bagian Sludge Space adalah menyediakan ruang atau wadah di mana berbagai endapan dan partikel kotoran terkumpul sebelum nantinya dibuang keluar dari sistem.

14) *Operation Slide*

Operation Slide memiliki peran sebagai struktur penopang atau dudukan bagi komponen Springs serta Drain Valve Plug yang diposisikan di dalam bagian Bowl Body.

15) *Sludge Port*

Sludge Port memiliki peran vital sebagai saluran pengeluaran yang mengarahkan berbagai kotoran atau endapan dari sistem menuju tangki penampungan lumpur (sludge tank).

16) *Drain Valve Tank*

Fungsi dari unit ini adalah sebagai pengendali akses pada Drain Chanel yang memungkinkan proses pembukaan maupun penutupan jalur aliran secara presisi..



Gambar 2. 27 Drain Valve Tank
Sumber: <https://image/jpeg;base64/>

17) *Drain Chanel*

Drain Chanel berperan sebagai jalur atau saluran khusus yang digunakan dalam mekanisme pengeluaran air penutup (Closing

Water) dari dalam sistem.

18) *Oil Paring Chamber*

Oil Paring Chamber memiliki peran penting dalam mekanisme pemompaan bahan bakar yang telah mengalir naik melewati Level Ring untuk selanjutnya diarahkan menuju pipa pengeluaran (Outlet).

19) *Water Paring Chamber*

Water Paring Chamber memiliki peran untuk memompa aliran air yang bergerak naik melewati bagian tepi Top Disc guna diteruskan menuju tangki pembuangan lumpur (Sludge Tank).

20) *Spiral Gear*

Fungsi utama dari roda gigi spiral ini adalah sebagai penghubung mekanis yang meneruskan daya putar dari Horizontal Shaft menuju Vertical Shaft di dalam sistem penggerak.



Gambar 2. 28 Spiral Gear

Sumber: <https://www.grainger.com/product>

21) *Shaft*

Komponen poros pada unit ini terbagi menjadi poros horizontal dan poros vertikal yang berperan sebagai penghubung mekanis guna menyalurkan putaran dari motor menuju komponen Bowl.

6. Gas Buang

Emisi gas buang merupakan residu dari proses oksidasi bahan bakar pada mesin pembakaran dalam, luar, maupun jet yang dilepaskan melalui sistem ekzos. Polutan ini mengandung campuran senyawa kimia seperti air (H₂O), karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO₂), nitrogen oksida (NO), hidrokarbon (HC), serta materi partikulat. Paparan emisi ini memiliki konsekuensi kesehatan yang serius, mulai dari iritasi okular hingga gangguan neurologis pada anak dan penurunan kualitas reproduksi pria. Upaya mitigasi emisi mencakup integrasi inovasi teknologi mesin, instrumen kebijakan fiskal, serta optimalisasi standar kualitas bahan bakar.

Komponen Utama Gas Buang:

- a. Karbon Dioksida (CO₂) merupakan emisi gas buang yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar fosil pada mesin. Gas ini dikategorikan sebagai kontributor utama dalam fenomena efek rumah kaca, yang secara signifikan menjadi pemicu terjadinya pemanasan global (*global warming*)
- b. Karbon Monoksida (CO): Merupakan gas toksik yang memiliki kemampuan untuk mereduksi kapasitas pengikatan oksigen dalam hemoglobin darah, sehingga sangat berbahaya bagi sistem pernapasan manusia.
- c. Oksida Nitrogen (NO_x): Senyawa ini berperan dalam pembentukan hujan asam dan menjadi kontributor signifikan terhadap polusi udara serta degradasi kualitas atmosfer
- d. Partikel Halus (Particulate Matter): Partikel berukuran mikroskopis ini

dapat berpenetrasi jauh ke dalam sistem pernapasan (paru-paru) dan memicu berbagai gangguan kesehatan yang serius

- e. Hidrokarbon: Merupakan sisa senyawa organik akibat proses pembakaran yang tidak sempurna (unburned hydrocarbons) yang berpotensi memicu terbentuknya kabut asap fotokimia (smog)

Dampak Emisi Gas Buang

- a. Implikasi Luas Emisi Gas Buang: Polutan yang dihasilkan dari pembuangan gas mesin tidak hanya menurunkan kualitas udara di area operasional, tetapi juga menjadi faktor pendorong perubahan iklim pada skala global. Dampak kesehatannya sangat signifikan, mulai dari iritasi saluran pernapasan hingga risiko penyakit patologis kronis yang dapat menyebabkan kematian.
- b. Degradasi Lingkungan dan Ekosistem: Dalam tinjauan ekologis, emisi gas buang memicu pencemaran udara, ketidakseimbangan iklim, serta kerusakan habitat alami. Presipitasi asam yang dipicu oleh emisi NO_x berpotensi merusak unsur hara tanah, ekosistem perairan, dan integritas struktur bangunan. Sementara itu, akumulasi CO₂ memperkuat efek rumah kaca yang menjadi penyebab utama pemanasan global.

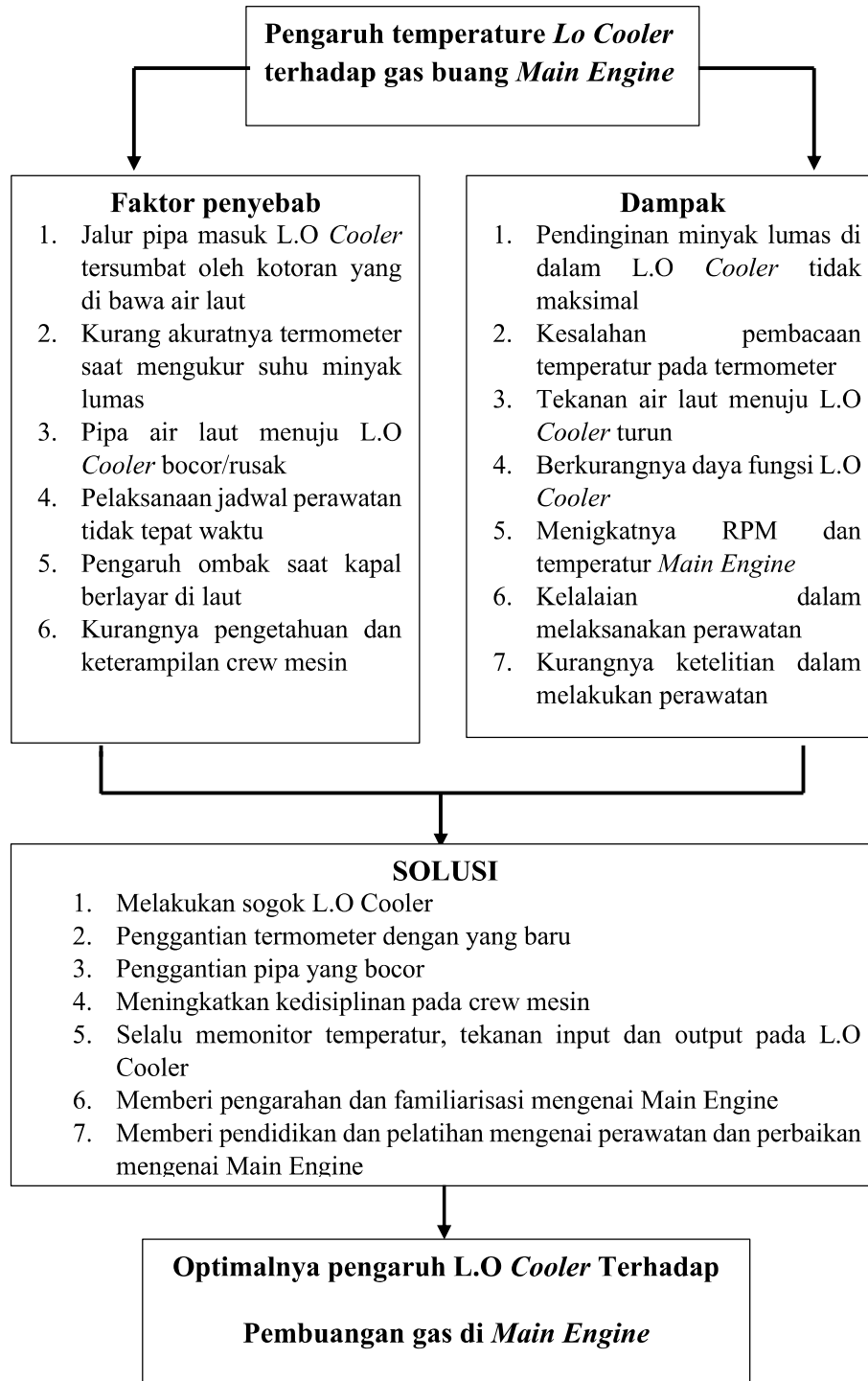
Komponen Emisi yang Berdampak

- a. Partikel Halus (PM_{2.5}): Partikel ini memiliki diameter kurang dari 2.5 mikrometer dan dapat menembus ke alveoli, bagian paling dalam dari paru-paru. Ini dapat menyebabkan inflamasi dan memperburuk kondisi seperti asma dan penyakit paru obstruktif kronik (PPOK).
- b. Oksida Nitrogen (NO_x): Paparan Oksida Nitrogen (NO_x): dapat

mempertinggi potensi terjadinya infeksi pada saluran pernapasan serta berisiko memperburuk kondisi kesehatan pasien yang telah memiliki riwayat penyakit pernapasan sebelumnya.

- c. Karbon Monoksida (CO): Paparan Karbon Monoksida (CO) berisiko menghambat kapasitas hemoglobin dalam mendistribusikan oksigen ke seluruh tubuh, yang pada gilirannya dapat mengganggu kinerja optimal organ vital seperti paru-paru dan jantung.
- d. Hidrokarbon: Paparan senyawa hidrokarbon berpotensi memicu timbulnya reaksi alergi pada tubuh serta memperparah kondisi klinis bagi penderita asma.

C. Kerangka Berpikir



Gambar 2. 29 Kerangka Berpikir

BAB III

METODE PENULISAN

A. Jenis Penelitian

Metode penelitian kuantitatif merupakan pendekatan ilmiah yang berfokus pada perolehan temuan baru melalui penerapan prosedur statistik atau teknik kuantifikasi lainnya. Inti dari metode ini terletak pada proses pengukuran (measurement) yang sistematis terhadap fenomena yang diteliti, sehingga data yang dihasilkan dapat dianalisis secara matematis untuk menarik kesimpulan yang objektif dan terukur. Menurut Makhrus Ali (2022), didalam bukunya yang berjudul “Penelitian Kuantitatif Dan Penerapannya” Pendekatan kuantitatif menitikberatkan analisisnya pada fenomena-fenomena spesifik yang memiliki karakteristik terukur dalam dinamika kehidupan manusia. Fokus utamanya adalah mengidentifikasi dan mengisolasi variabel-variabel tertentu untuk kemudian diuji secara objektif guna memahami pola atau hubungan antar gejala tersebut, yaitu variabel.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kausal-komparatif, di mana tujuannya difokuskan pada pengungkapan hubungan kausalitas atau keterkaitan sebab dan akibat dari fenomena yang sedang diteliti. Melalui penelitian ini, penulis ingin mengetahui pengaruh antarvariabel berdasarkan data yang diperoleh secara nyata dari hasil pengukuran alat, sehingga sesuai dengan tujuan penelitian kuantitatif.

Pengolahan dan analisis data dilakukan menggunakan aplikasi SPSS versi 27. Data yang diperoleh dari variable independen yaitu *temperature LO cooler*

dan variabel dependen (Y) gas buang *main engine* dimasukkan ke dalam SPSS untuk dianalisis secara sistematis. Analisis yang dilakukan meliputi statistik deskriptif dan analisis inferensial guna mengetahui pengaruh *temperature LO cooler* terhadap gas buang *main engine* secara jelas.

B. Lokasi Dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada saat taruna melakukan prala selama 12 bulan di atas kapal, untuk mengumpulkan data sesuai dengan topik yang diteliti mengenai Pengaruh Temperature Lo Cooler Terhadap Gas Buang *Main Engine*.

Penelitian ini dilaksanakan di atas kapal Logindo *Overcomer* selama penulis menjalani Praktik Laut (PRALA). Kapal ini beroperasi di bawah bendera Indonesia dan merupakan bagian dari jajaran armada PT. Logindo Samudramakmur Tbk. Guna melengkapi data dalam studi ini, penulis menyertakan spesifikasi teknis kapal yang bersumber langsung dari dokumen ship's particular milik MV. Logindo *Overcomer*.

<i>Ship's Name</i>	:	Logindo <i>Overcomer</i>
<i>Vessel owner</i>	:	PT. Logindo Samudramakmur Tbk.
<i>Flag</i>	:	Indonesia
<i>Call sign</i>	:	YGUY
<i>Year/Built</i>	:	2008
<i>Length Overa II</i>	:	58,70 m
<i>Lengt Waterline</i>	:	56,37 m
<i>Breadth Moulded</i>	:	14,60 m
<i>Depth Moulded</i>	:	5,50 m

<i>Depth (max)</i>	:	4,75 m
GRT/NRT	:	1674/503
<i>Class</i>	:	<i>American Bureau of Shipping (ABS) +A1, Towing Vessel, Fire Fighting Vessel Class 1, Offshore Support Vessel, E + AMS</i>
<i>Maximun Speed</i>	:	13,5 knots, approx.
<i>Economical Speed</i>	:	10,5 knots, approx.
<i>Type of Fuel</i>	:	<i>Marine Gas Oil</i>
<i>Fuel Consumption</i>	:	19 m ³ /24 hours @max speed approx. 12 m ³ /24 hours @max speed approx
<i>Bollard Pull</i>	:	65 mt
<i>Deck Cargo</i>	:	500 mt, approx.
<i>Main Engines</i>	:	2 x 1920 kW (2575 bhp) @ 160 rpm <i>Caterpillar 35168</i>

C. Variabel Penelitian

Variabel penelitian mencakup seluruh objek atau atribut yang dipilih secara sengaja oleh peneliti untuk dianalisis guna mengekstraksi informasi dan menghasilkan kesimpulan yang valid. Struktur konseptual dalam penelitian ini disusun dengan melibatkan variabel bebas (*independent variable*) sebagai faktor yang memberikan pengaruh, serta variabel terikat (*dependent variable*) sebagai unsur yang dipengaruhi atau diukur perubahannya. Melalui penerapan pendekatan kuantitatif, studi ini diproyeksikan mampu menyajikan bukti empiris berbasis data yang kuat untuk menjelaskan pola hubungan sebab-akibat (*causality*) antar variabel tersebut.

1. Variabel Bebas (Independen)

Variabel independen didefinisikan sebagai parameter yang dikendalikan atau dimanipulasi oleh peneliti guna mengobservasi dampaknya terhadap variabel lain. Dalam studi ini, variabel independen yang dianalisis adalah *temperatur pada L.O. Cooler* (pendingin minyak lumas). Secara teknis, proses pendinginan mesin diesel melibatkan sistem sirkulasi terpadu yang terdiri dari jaringan pipa, pompa, dan unit pendingin. Sistem ini memiliki konfigurasi yang kompleks karena mengintegrasikan pendinginan mesin induk (*main engine*) dan mesin bantu (*auxiliary engine*), serta mencakup berbagai pesawat bantu lainnya ke dalam satu kesatuan sirkulasi.

2. Variabel Terikat (Dependen)

Variabel dependen merupakan parameter yang diobservasi dan diukur guna menentukan sejauh mana pengaruh yang ditimbulkan oleh perubahan variabel independen. Dalam konteks penelitian ini, variabel dependen yang dianalisis difokuskan pada performa atau kondisi operasional mesin induk (*main engine*), sebagai respon atas fluktuasi temperatur pada sistem pendingin yang telah ditetapkan sebagai variabel bebas.

D. Subjek Penelitian

1. Populasi

Populasi didefinisikan sebagai keseluruhan subjek atau objek yang memiliki kriteria serta karakteristik spesifik yang telah ditentukan oleh peneliti. Kelompok ini menjadi fokus utama dalam studi guna dilakukan

observasi secara mendalam, yang hasilnya kemudian dianalisis untuk menghasilkan generalisasi atau kesimpulan akhir penelitian. (Sugiyono, 2022). Populasi penelitian ini mencakup seluruh *crew* kapal yang bekerja di kapal *Logindo Overcomer* dan memiliki tanggung jawab dalam operasional serta pengawasan mesin utama kapal. Berdasarkan data *crew list*, terdapat 19 orang awak kapal.

Tabel 3. 1 *Crew List Logindo Overcomer*

No	Nama	Jabatan
1.	H	<i>Master</i>
2.	CE	<i>Chief Officer</i>
3.	EA	<i>2nd Officer</i>
4.	MIA	<i>Chief Eng.</i>
5.	AP	<i>2nd Eng.</i>
6.	RO	<i>3rd ENG.</i>
7.	AS	<i>Eto</i>
8.	EB	<i>Bosun</i>
9.	S	<i>A/B</i>
10.	LR	<i>A/B</i>
11.	SA	<i>A/B</i>
12.	MA	<i>Oiler</i>
13.	MAM	<i>Oiler</i>
14.	YH	<i>Oiler</i>
15.	YH	<i>Oiler</i>
16.	A	<i>Cook</i>
17.	BS	<i>Cadet Deck</i>
18.	MR	<i>Cadet Engine</i>
19.	F	<i>Cadet Engine</i>

Sumber: *Logindo Overcomer*, 2025

2. Sampel

Sampel merupakan representasi dari sebagian kecil populasi yang dipilih berdasarkan kriteria tertentu untuk mewakili karakteristik seluruh kelompok utama secara akurat. (Sugiyono, 2022). Penelitian ini

menetapkan responden melalui *prosedur purposive sampling*, yaitu sebuah metode seleksi sampel yang dilakukan secara sengaja dengan merujuk pada parameter tertentu. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa unit sampel yang dipilih memiliki karakteristik yang paling sesuai dalam menjawab permasalahan penelitian secara mendalam. Teknik ini dipilih karena tidak semua *crew* kapal memiliki peran langsung dalam pengoperasian dan pemeliharaan *LO Cooler* serta pemantauan gas buang *main engine*. Kriteria pemilihan sampel dalam penelitian ini antara lain:

- a. *Crew* kapal yang secara langsung terlibat dalam kegiatan operasional dan perawatan *LO Cooler* pada mesin utama.
- b. *Crew* kapal dengan pengalaman kerja minimal satu tahun di atas kapal.
- c. *Crew* kapal yang memahami proses kerja *main engine*, khususnya dalam hal pengawasan suhu oli dan gas buang.

Berdasarkan kriteria tersebut, ditetapkan 10 orang awak kapal dari *Engine Department* sebagai sampel penelitian. Responden dipilih karena dinilai paling kompeten dan relevan dalam memberikan data serta informasi terkait kinerja *LO Cooler* dan pengaruhnya terhadap kestabilan gas buang *main engine* di kapal *Logindo Overcomer*. Adapun sampel penelitian disajikan sebagai berikut:

Tabel 3. 2 Sampel Penelitian

No	Nama	Jabatan
1.	MIA	KKM / <i>Chief Eng.</i>
2.	AP	Masinis II / <i>2nd Eng.</i>
3.	RO	Masinis III / <i>3rd Eng.</i>
4.	AS	<i>Electro Technical Officer (ETO)</i>
5.	MA	<i>Oiler</i>
6.	MAM	<i>Oiler</i>

No	Nama	Jabatan
7.	YH	<i>Oiler</i>
8.	I	<i>Oiler</i>
9.	MR	<i>Cadet Engine</i>
10	F	<i>Cadet Engine</i>

Sumber: *Logindo Overcomer, 2025*

Responden dalam penelitian ini berasal dari berbagai jabatan di kamar mesin, mulai dari KKM, masinis, hingga oiler dan *cadet engine*. Setiap jabatan memiliki peran dalam pengoperasian dan perawatan mesin utama. Komposisi responden tersebut memastikan bahwa data yang diperoleh berasal dari awak kapal yang terlibat langsung dalam pengoperasian *LO Cooler*, sistem pelumasan, serta pemantauan gas buang *main engine*. Oleh karena itu, data yang dihasilkan diharapkan sesuai dengan kondisi operasional di lapangan dan mendukung tujuan penelitian.

E. Teknik Pengumpulan Data Dan Sumber Data

1. Teknik Pengumpulan Data

Menurut Sidik Priadana (2021), teknik pengumpulan data menjadi instrumen penentu dalam sebuah studi guna memastikan bahwa seluruh informasi yang didapat benar-benar tepat sasaran dan dapat dipertanggungjawabkan kebenarannya. Peneliti harus menentukan instrumen yang paling relevan untuk menjamin bahwa data yang dikumpulkan memiliki tingkat validitas dan reliabilitas yang tinggi. Dalam penyusunan karya ilmiah terapan ini penulis menggunakan beberapa teknik pengumpulan data sebagai berikut:

a. Observasi

Pelaksanaan observasi guna menghimpun materi penelitian menuntut ketelitian dan kecermatan yang tinggi. Hal ini dilakukan demi menjamin validitas serta keandalan data, sehingga informasi yang diperoleh memiliki tingkat akurasi yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Observasi dalam penelitian ini dilaksanakan secara langsung selama kegiatan Praktik Layar (Prala) di kapal *Logindo Overcomer*. Kegiatan observasi ini dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh gambaran nyata mengenai cara kerja sistem pendingin oli pelumas (*LO Cooler*) serta bagaimana pengaruhnya terhadap suhu gas buang mesin utama (*main engine*).

b. Kuesioner

Kuesioner digunakan untuk memperoleh data kuantitatif mengenai dua variabel penelitian, yaitu *Temperature LO Cooler (X)* dan Gas Buang *Main Engine (Y)*. Penyusunan kuesioner ini mengacu pada indikator fungsional dari tiap variabel, khususnya yang berkaitan dengan efisiensi sistem pendinginan pelumas serta stabilitas temperatur gas buang pada mesin induk. Pengumpulan data menggunakan instrumen berskala Likert lima poin guna memetakan gradasi persepsi responden secara sistematis. Penggunaan skala ini didasarkan pada pertimbangan efektivitas bagi responden dalam memberikan jawaban, sekaligus efisiensi bagi peneliti dalam melakukan pengolahan data statistik. Adapun tabel skala Likert yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3.3 *Skala Likert*

Skor	Keterangan
5	Sangat Setuju (SS)
4	Setuju (S)
3	Netral (N)
2	Tidak Setuju (TS)
1	Sangat Tidak Setuju (STS)

Sumber : Sugiyono, 2022

Kuesioner disebarakan kepada responden yang bekerja di bagian mesin kapal *Logindo Overcomer*, dengan tujuan untuk memperoleh data mengenai kondisi aktual dari sistem *LO Cooler* dan gas buang main engine. Setiap responden diminta untuk mengisi kuesioner sesuai dengan pengalaman dan pengamatan mereka terhadap kondisi mesin selama kapal beroperasi.

c. Dokumentasi Pencatatan

Dokumentasi dan pencatatan yang baik sangat penting untuk memastikan data yang dikumpulkan dapat dianalisis dengan benar. Metode ini sangat relevan dalam penelitian karena mampu menyediakan informasi kondisi *LO Cooler* dan gas buang *main engine* secara *real-time*. Melalui dokumen resmi kapal, peneliti dapat menelusuri bagaimana sistem pendinginan oli pelumas bekerja serta dampaknya terhadap kestabilan suhu gas buang selama mesin beroperasi.. Adapun data-data yang bisa dikumpulkan bisa berasal dari:

- 1) Catatan perawatan yang diadakan diatas kapal (*Monthly Data Maintenance*).
- 2) Catatan harian kamar mesin (*Engine Log Book*).

2. Sumber Data

a. Data Primer

Peneliti menghimpun data primer sebagai landasan empiris utama, yaitu data yang digali secara mandiri melalui instrumen riset pada objek yang diteliti. Data tersebut merupakan temuan baru yang dikumpulkan khusus untuk menjawab kebutuhan penelitian yang sedang berlangsung tanpa merujuk pada dokumentasi pihak ketiga. Karakteristik utama dari data ini adalah sifatnya yang spesifik dan baru, karena diperoleh khusus untuk menjawab kebutuhan serta tujuan penelitian yang sedang dilakukan. Data primer, yaitu data yang dikumpulkan langsung oleh peneliti dari objek penelitian di kapal *Logindo Overcomer*. Data ini diperoleh melalui penyebaran kuesioner kepada kru kapal (ABK) yang bekerja di bagian mesin, untuk mengetahui pengaruh kinerja *temperature LO Cooler* terhadap kondisi gas buang main engine. Selain itu, data primer juga dikumpulkan melalui observasi langsung selama kegiatan praktik layar (Prala), dengan melibatkan Masinis III, Kepala Kamar Mesin, *Oiler* dan beberapa ABK yang berperan dalam pengoperasian serta perawatan mesin utama.

b. Data Sekunder

Pemanfaatan data sekunder merujuk pada penggunaan materi informasi yang berasal dari pihak ketiga atau literatur yang sudah dipublikasikan. Peneliti memosisikan data ini sebagai referensi tidak langsung yang diperoleh melalui studi dokumentasi, laporan teknis, maupun arsip yang relevan dengan objek kajian. Sumber data ini

umumnya merujuk pada hasil riset terdahulu, catatan organisasi, atau literatur terkait yang relevan dengan topik penelitian. Data sekunder dalam penelitian kuantitatif yaitu data yang didapatkan dari sumber primer yang telah ada sebelumnya lalu diolah lebih lanjut dan disajikan. Nantinya penulis akan mengumpulkan data data dari orang lain yang akan di bandingkan dengan kajian penulis.

F. Teknik Analisis Data

Data kuantitatif merupakan data dalam bentuk angka yang dapat diolah dan dianalisis secara tepat, seperti data hasil survei responden. Pengolahan data kuantitatif umumnya dilakukan menggunakan metode statistik. Proses pengolahan data dalam penelitian ini diintegrasikan melalui perangkat lunak SPSS versi 27. Pendekatan kuantitatif yang diterapkan umumnya melibatkan pemodelan matematis dan instrumen statistik guna menghasilkan analisis yang akurat dan terukur. Beberapa teknik analisis data kuantitatif yaitu:

1. Analisis Deskriptif

Analisis statistik deskriptif merupakan pendekatan metodologis yang digunakan untuk menyajikan karakteristik fundamental dan resume data secara terstruktur, sehingga memberikan pemahaman menyeluruh terhadap fenomena yang diteliti. Pendekatan ini bertujuan untuk memetakan karakteristik fundamental dari set data yang diperoleh, mencakup identifikasi nilai tengah (rata-rata, median, modus) serta pola distribusi atau sebaran datanya.

2. Analisis Inferensial

Statistik inferensial digunakan sebagai instrumen analisis untuk merumuskan generalisasi atau simpulan yang lebih luas terhadap suatu populasi dengan berpijak pada data yang diperoleh dari sampel penelitian. Metode ini mengintegrasikan pengujian hipotesis serta estimasi parameter guna memvalidasi temuan penelitian. Dalam studi ini, pendekatan inferensial digunakan secara spesifik untuk menguji signifikansi pengaruh *temperatur L.O. Cooler (variabel X)* terhadap suhu gas buang pada *main engine (variabel Y)* di kapal Logindo Overcomer. Beberapa tahapan analisis inferensial yang dilakukan antara lain:

a. Uji Validitas

Uji validitas diterapkan sebagai instrumen pengujian guna mengukur derajat ketepatan sebuah alat penelitian dalam menghimpun data yang diperlukan. Prosedur ini krusial untuk menjamin bahwa instrumen yang digunakan memiliki kemampuan yang sah dalam menggambarkan parameter teknis atau variabel yang menjadi fokus kajian secara akurat. Instrumen penelitian dikatakan valid apabila setiap pernyataan di dalamnya dapat mencerminkan indikator variabel secara tepat dan konsisten. Prosedur pengujian dilakukan dengan cara mengorelasikan skor setiap item pertanyaan dengan total skor keseluruhan variabel. Hasil korelasi tersebut kemudian dibandingkan dengan nilai r tabel pada taraf signifikansi tertentu (misalnya $\alpha = 0,05$) dan derajat kebebasan ($df = n - 2$). Kriteria pengambilan keputusan adalah sebagai berikut:

- Jika $r_{hitung} \geq r_{tabel}$, maka item pernyataan dianggap valid.
- Jika $r_{hitung} < r_{tabel}$, maka item pernyataan dinyatakan tidak valid.

b. Uji Reabilitas

Secara fungsional, uji reliabilitas bertujuan untuk mengukur sejauh mana instrumen penelitian dapat dipercaya sebagai alat pengumpul data. Sebuah instrumen dikatakan reliabel apabila mampu menunjukkan hasil yang ajek atau konsisten saat digunakan kembali pada subjek yang sama dalam waktu yang berbeda. Menurut Sugiyono (2022), sebuah instrumen dikatakan reliabel apabila menunjukkan tingkat keajegan hasil pengukuran dari waktu ke waktu. Pengujian reliabilitas dilakukan menggunakan metode *Cronbach's Alpha*, yang mengukur konsistensi internal antarbutir pertanyaan dalam instrumen. Suatu variabel dikatakan reliabel apabila memiliki nilai *Cronbach's Alpha* lebih besar dari 0,70.

c. Analisis Koefisien Korelasi

Digunakan untuk mengetahui tingkat hubungan dan arah hubungan antara dua variabel, yaitu variabel X (*temperature LO Cooler*) dan variabel Y (*gas buang main engine*). Analisis ini bertujuan untuk melihat sejauh mana perubahan yang terjadi pada variabel X berhubungan dengan perubahan pada variabel Y. Koefisien korelasi penelitian ini menggunakan korelasi product moment (*pearson*) jika data terdistribusi normal. Namun, jika data penelitian tidak berdistribusi normal, maka analisis hubungan menggunakan uji korelasi *Spearman Rank (Spearman's rho)*. Interpretasi koefisien korelasi digunakan untuk

mengetahui kuat atau lemahnya hubungan antara dua variabel. Pedoman tingkat hubungan berdasarkan nilai korelasi (r) disajikan pada tabel berikut.

Tabel 3.4 Nilai Koefisien Korelasi

Nilai r	Tingkat Hubungan
0,00 – 0,199	Sangat rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,000	Sangat kuat

Sumber : Sugiyono, 2022

d. Analisis Koefisien Determinasi

Koefisien determinasi (R^2) merupakan indikator statistik yang digunakan untuk mengukur sejauh mana variabilitas dalam variabel dependen dapat diprediksi oleh variabel independen. Nilai (R^2) yang lebih tinggi mencerminkan kapasitas model yang lebih kuat dalam menjelaskan dinamika hubungan antarvariabel, sekaligus menunjukkan presisi variabel bebas dalam merepresentasikan perubahan pada variabel terikat. (Sugiyono, 2022).

e. Analisis Regresi Linear Sederhana

Analisis regresi linear sederhana diterapkan sebagai instrumen statistik untuk mengukur besarnya dampak atau pengaruh linear dari satu variabel bebas terhadap satu variabel terikat secara spesifik. Menurut Sugiyono (2022), analisis ini bertujuan untuk memperkirakan perubahan pada variabel terikat ketika terjadi perubahan pada variabel bebas. Dalam konteks penelitian ini, analisis regresi digunakan untuk melihat seberapa besar pengaruh *temperature LO Cooler* (X) terhadap Gas Buang Main Engine (Y). Secara umum, hubungan antara kedua

variabel tersebut dapat digambarkan melalui persamaan regresi linear sederhana.

$$Y = a + bx + e$$

Keterangan:

Y = Variabel dependen

X = Variabel independen

a = Konstanta

b = Koefisien regresi

e = Error