

LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN

**ANALISIS PENYEBAB KEGAGALAN *START* PADA
AUXILIARY ENGINE MT GREEN STARS**



ARDIANSYAH NUR RAHMAN
NIT 09.21.006.1.02

disusun sebagai salah satu syarat
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
PROGRAM SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PERMESINAN KAPAL
TAHUN 2025

LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN

**ANALISIS PENYEBAB KEGAGALAN *START* PADA
AUXILIARY ENGINE MT GREEN STARS**



ARDIANSYAH NUR RAHMAN
NIT 09.21.006.1.02

disusun sebagai salah satu syarat
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
PROGRAM SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PERMESINAN KAPAL
TAHUN 2025

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : ARDIANSYAH NUR RAHMAN

Nomor Induk Taruna : 0921006102

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

Menyatakan bahwa KIT yang peneliti tulis dengan judul:

ANALISIS PENYEBAB KEGAGALAN START PADA AUXILIARY ENGINE MT GREEN STARS

Merupakan karya asli seluruh ide yang ada dalam KIT tersebut, kecuali tema yang peneliti nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide peneliti sendiri.

Jika pernyataan diatas terbukti tidak benar, maka peneliti bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Pelayaran Surabaya

SURABAYA, 20 JUNI 2025



ARDIANSYAH NUR R

**PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN
PROPOSAL TUGAS AKHIR**

Judul : ANALISIS PENYEBAB KEGAGALAN START PADA
AUXILIARY ENGINE MT GREEN STARS

Program Studi : TEKNOLOGI REKAYASA PERMESINAN KAPAL

Nama : ARDIANSYAH NUR RAHMAN

NIT : 09.21.006.1.02

Jenis Tugas Akhir : Prototype / Proyek / Karya Ilmiah Terapan*

Keterangan: *(coret yang tidak perlu)

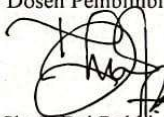
Dengan ini dinyatakan bahwa telah memenuhi syarat dan disetujui untuk dilaksanakan
Uji Kelayakan Proposal


Surabaya, 23 Juni 2025

Menyetujui,


Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Ir. Shofa Dai Robbi, S.T., M.T.
Penata (III/c)
NIP. 19820302 200604 1 001


Akhmad Kasan Gupron, M.Pd
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19800517 200502 1 003

Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal


(Dr. Antonius Edy Kristiyono. M.Pd., M.Mar.E.)
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19690531 200312 1 001

PERSETUJUAN SEMINAR HASIL

KARYA ILMIAH TERAPAN

Judul : ANALISIS PENYEBAB KEGAGALAN *START* PADA
AUXILIARY ENGINE MT GREEN STARS
Nama Taruna : ARDIANSYAH NUR RAHMAN
NIT : 0921006102
Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal
Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan



Pembimbing I

Ir. SHOFA DA ROBBY, S.T., M.T.

Penata (III/c)

NIP. 198203022006041001

Pembimbing II

AKHMAD KASAN GUPRON, M.Pd.

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 198006172005021003

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal
Politeknik Pelayaran Surabaya

Dr. ANTONIUS EDY KRISTİYONO, M.Pd, M.Mar.E

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 196905312003121001

LEMBAR PENGESAHAN SEMINAR PROPOSAL

KARYA ILMIAH TERAPAN

ANALISIS PENYEBAB KEGAGALAN START PADA AUXILIARY ENGINE MT

GREEN STARS

Disusun dan Diajukan Oleh:

ARDIANSYAH NUR RAHMAN

0921006102

Ahli Teknik Tingkat III

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian KIT:

Pada Tanggal, 16 Desember 2024

 Penguji I SAIFUL IRFAN, S.SiT., M.Pd PENATA (III/B) 197609052010121001	 Menyetujui Penguji II Ir. SHOFA DAI ROBBI, S.T., M.T. PENATA (III/C) 198203022006041001	 Penguji III AKHMAD KASAN GUPRON, M.Pd PENATA (III/D) 198006172005021003
--	--	--

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal
Politeknik Pelayaran Surabaya



MONIKA RETNO GUNARTI, M.Pd., M.Mar.E

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 197605282009122002

PENGESAHAN SEMINAR HASIL
ANALISIS PENYEBAB KEGAGALAN START PADA *AUXILIARY ENGINE* MT
GREEN STARS

Disusun dan Diajukan Oleh:

ARDIANSYAH NUR RAHMAN

0921006102

Ahli Teknik Tingkat III

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian KIT:

Pada Tanggal, 23 Juni 2025

Penguji I



AZIS NUGROHO, SE., M.Pd

PEMBINA (IV/A)

19750322 199808 1 001

Penguji II



NASRI, M.T.

PENATA TK I (III/D)

197111241999031003

Penguji III



RAMA SYAHPUTRA S., S.ST. Pel, M.T.

PENATA MUDA TK I (III/B)

19880329 201902 1 002

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal
Politeknik Pelayaran Surabaya



Dr. ANTONIUS EDY KRISTIYONO, M.Pd., M.Mar.E

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 196905312003121001

ABSTRAK

ARDIANSYAH NUR RAHMAN, Analisis Penyebab Kegagalan *Start* Pada *Auxiliary engine* MT Green Stars. Dibimbing oleh Bapak Shofa Dai Robbi, S.T, M.T. dan Akhmad Kasan Gupron, M.Pd.

Air motor starter pada *auxiliary engine* kapal merupakan komponen penting yang berfungsi memutar flywheel *auxiliary engine* untuk menggerakkan piston agar terjadi pembakaran pertama. Pada sistem ini, udara bertekanan tinggi dari kompresor atau tangki udara digunakan untuk menggerakkan motor *starter* yang terhubung langsung dengan poros engkol mesin. Saat motor *starter* beroperasi, udara bertekanan disalurkan ke dalam silinder motor *starter*, menciptakan gerakan rotasi pada poros yang akhirnya memutar *crankshaft auxiliary engine*. *Air motor starter* pada MT Green Stars sangat penting untuk sistem *start auxiliary engine*. *Air motor starter* yang mengalami masalah komponen terutama pada *bearing planetary gear* menyebabkan *auxiliary engine* tidak bisa di *start* dan akan menimbulkan kerugian pelaksanaan operasi di kapal

Penelitian dilaksanakan selama satu tahun di kapal MT Green Stars. MT Green Stars memiliki tiga *auxiliary engine* yang sering kali memiliki permasalahan pada *start*. Faktor kegagalan pada *auxiliary engine* disebabkan oleh beberapa faktor yaitu *air motor starter*, *injector*, *air motor starter*, dan filter bahan bakar. Dampak dari kegagalan *start auxiliary engine* menyebabkan kegagalan sistem kelistrikan, sistem, pompa, gangguan sistem hidrolik dan pneumatik, gangguan efisiensi kerja, resiko kerusakan mesin utama, dan gangguan keselamatan dan regulasi. Untuk menanganinya perlu dilakukan perawatan, baik perawatan preventive maintenance maupun breakdown maintenance. Adapun saran yang peneliti yaitu rutin melaksanakan perawatan sesuai PMS (Planned Maintenance System), melaksanakan toolbox meeting, melakukan pengecekan khususnya *auxiliary engine*

Kata Kunci: *Bearing, Air motor Starter, Auxiliary engine, Kegagalan Start*

ABSTRACT

ARDIANSYAH NUR RAHMAN, Analisis Penyebab Kegagalan Start Pada Auxiliary engine MT Green Stars. Mentored by Mr. Shofa Dai Robbi, S.T, M.T. and Akhmad Kasan Gupron, M.Pd.

Air starter motor on the ship's auxiliary engine is an important component that functions to rotate the auxiliary engine flywheel to move the piston for the first combustion to occur. In this system, high-pressure air from a compressor or air tank is used to drive a starter motor that is directly connected to the engine crankshaft. When the starter motor operates, pressurized air is channelled into the starter motor cylinders, creating rotational movement on the shaft that eventually rotates the auxiliary engine crankshaft. The starter motor air on MT Green Stars is very important for the auxiliary engine starting system. Air starter motors that experience component problems, especially in planetary gear bearings, cause the auxiliary engine to not start and will cause losses in the implementation of operations on the ship.

The research was conducted for one year on board MT Green Stars. MT Green Stars has three auxiliary engines that often have starting problems. Failure factors in auxiliary engines are caused by several factors, namely starter motor water, injectors, starter motor water, and fuel filters. The impact of auxiliary engine start failure causes failure of the electrical system, system, pump, hydraulic and pneumatic system disorders, work efficiency disorders, risk of damage to the main engine, and safety and regulatory disorders. To handle it, maintenance needs to be carried out, both preventive maintenance and breakdown maintenance. The suggestions that researchers make are to routinely carry out maintenance according to PMS (Planned Maintenance System), carry out toolbox meetings, check especially auxiliary engines.

Keywords: *Bearing, Air motor Starter, Auxiliary engine, Start Failure*

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan Alhamdulillah, puji syukur kehadirat ALLAH SWT atas rahmat dan hidayah-Nya, sehingga peneliti dapat menyusun serta menyelesaikan tugas dan tanggung jawab sebagai peneliti penelitian Karya Ilmiah Terapan dengan baik dan lancar. Serta penelitian ini salah satu syarat kewajiban untuk menyelesaikan program Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal di Politeknik Pelayaran Surabaya.

Penelitian ini dibuat berdasarkan kejadian pada saat melakukan Praktek Laut di MT GREEN STARS selama 1 (satu) tahun dan mengamati suatu peristiwa yang terjadi akibat insiden terjadinya suatu kecelakaan kerja di kapal, serta didukung oleh sumber informasi yang terkait dan dari dosen maupun perwira kapal. Peneliti sangat berharap penelitian ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan maupun pengalaman, tidak hanya dalam ruang lingkup pendidikan di Politeknik Pelayaran Surabaya tetapi juga dimanapun ilmu pengetahuan yang lebih maju dan berkembang. Adapun judul penelitian yang peneliti gunakan adalah: **“Analisis Penyebab Kegagalan Start Pada Auxiliary Engine MT Green Stars”**

Dalam penelitian Karya Ilmiah Terapan ini peneliti mendapatkan bimbingan dan dukungan dari beberapa pihak yang telah membantu peneliti dalam menyelesaikan serta menyusun penelitian ini, antara lain:

1. Yth. Bapak Moejiono, M.T., M.Mar.E. selaku Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya yang telah memberikan fasilitas dan pelayanan yang terbaik, sehingga peneliti dapat menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan.
2. Yth. Dr.Antonius Edy Kristiyono, M.Pd., M.Mar.E. selaku Kepala Prodi Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal, yang telah memberikan dukungan serta motivasi yang sangat besar bagi peneliti dalam menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan.
3. Yth. Bapak Shofa Dai Robbi, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I yang senantiasa memberikan waktunya untuk membimbing peneliti sampai selesai.
4. Yth. Bapak Akhmad Kasan Gupron, M.Pd selaku dosen pembimbing II yang senantiasa memberikan waktunya untuk membimbing peneliti sampai selesai.
5. Yth. Seluruh dosen dan staf pengajar di Politeknik Pelayaran Surabaya yang telah membimbing dan memberikan ilmu yang bermanfaat bagi peneliti.
6. Kepada orang tua peneliti yang telah memberikan doa restu sehingga peneliti dapat menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan dengan lancar dan baik.
7. Seluruh crew MT GREEN STARS yang telah memberikan ilmu dan bimbingan selama peneliti melaksanakan Praktek Laut.
8. PT. WARUNA NUSA SENTANA yang telah memberi kesempatan peneliti untuk melaksanakan Praktek Laut sehingga peneliti dapat menyusun suatu Karya Ilmiah Terapan dengan baik.

Peneliti menyadari bahwa dalam penyusunan penelitian masih banyak

kekurangan, baik ditinjau dari cara penyajian peneliti, penyajian materi, serta dalam penggunaan bahasa, mengingat akan keterbatasan kemampuan yang dimiliki oleh peneliti. Akan tetapi peneliti mencoba merangkai penelitian ini dengan sebaik-baiknya berdasarkan data-data maupun informasi yang peneliti dapatkan.

Akhir kata yang bisa peneliti sampaikan semoga penyusunan penelitian ini bisa memberi manfaat bagi peneliti serta pembaca pada umumnya dan bagi perwira kapal khususnya, dalam peningkatan kualitas bekerja di atas kapal.

Surabaya, 24 Juni 2025



ARDIANSYAH NUR R
NIT 0921006102

DAFTAR ISI

JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN	iii
PERSETUJUAN SEMINAR HASIL	iv
PENGESAHAN SEMINAR PROPOSAL	v
PENGESAHAN SEMINAR HASIL.....	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Batasan Masalah.....	4
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Review Penelitian Sebelumnya.....	6
B. Landasan Teori.....	7
C. Kerangka Berpikir.....	22

BAB III METODE PENELITIAN	23
A. Jenis Penelitian.....	23
B. Lokasi dan Waktu Penelitian	24
C. Jenis dan Sumber Data	24
D. Teknik Analisis Data.....	26
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	31
A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian	31
B. Hasil Penelitian	33
C. Analisis Data	44
D. Pembahasan.....	51
BAB V PENUTUP.....	59
A. Kesimpulan	59
B. Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA.....	63
LAMPIRAN.....	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Auxiliary engine</i>	08
Gambar 2.2 Sinkronisasi.....	11
Gambar 2.3 Langkah Hisap	12
Gambar 2.4 Langkah Kompresi	13
Gambar 2.5 Langkah Usaha	13
Gambar 2.6 Langkah Buang	14
Gambar 2.7 Diagram Sistem Starting	16
Gambar 2.8 Starter Elektrik.....	17
Gambar 2.9 Starter Pneumatik.....	18
Gambar 2.10 <i>Planetary gear</i>	20
Gambar 3.1 Risk Matrik UNSW	30
Gambar 4.1 Kapal MT Green Stars.....	31
Gambar 4.2 Crew List MT Green Stars	33
Gambar 4.3 Pembongkaran <i>air motor</i> stater	35
Gambar 4.4 <i>Air motor</i> starter sudah diperbaiki.....	35
Gambar 4.5 <i>Air motor</i> starter yang sudah dipasang kembali	36
Gambar 4.6 Jawaban Kuisisioner.....	41
Gambar 4.7 Jawaban Kuisisioner	42
Gambar 4.8 Jawaban Kuisisioner	42
Gambar 4.9 Jawaban Kuisisioner	43

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hasil Penelitian Sebelumnya	6
Tabel 3.1 Likelihood	29
Tabel 3.2 Consequence	29
Tabel 4.1 Daftar wawancara dengan masinis	36
Tabel 4.2 Data hasil studi pustaka Marcelino Ruhy	44
Tabel 4.3 Data hasil studi pustaka oleh Fauzan Faris Sarwono	45
Tabel 4.4 Identifikasi <i>hazard</i> dan risk	46
Tabel 4.5 Klasifikasi akhir <i>hazard</i>	47
Tabel 4.6 <i>Deviation</i>	47
Tabel 4.7 Cause.....	48
Tabel 4.8 Consequences.....	48
Tabel 4.9 Frequency.....	49
Tabel 4.10 Risk Level	50

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Ship Particular.....	64
Lampiran 2 Logbook	65
Lampiran 3 Berita Acara Kerusakan	66
Lampiran 4 Teks Wawancara Chief Engineer	67
Lampiran 5 Teks Wawancara Masinis 3.....	68
Lampiran 6 Teks Wawancara Masinis 4	69

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara maritim yang sebagian besar wilayahnya merupakan lautan, dimana luas daratannya lebih kecil dibandingkan dengan luas lautannya. Berdasarkan data (BPS, 2024), luas wilayah Indonesia sebesar 1.892.410,09 km² dengan luas lautannya sebesar 77,14%. Indonesia juga termasuk negara yang memiliki laut terluas di dunia. Selain lautannya yang luas, Negara Indonesia juga memiliki 17.001 pulau yang dipisahkan oleh lautan. Oleh karena itu, Indonesia memiliki potensi luar biasa untuk menjadi jalur strategis internasional dalam perdagangan dunia melalui pemanfaatan laut sebagai media transportasi

Di Indonesia, peran kapal laut semakin krusial karena keterbatasan sarana transportasi darat dan udara, terutama di wilayah terpencil dan pulau-pulau kecil. Kapal menurut (KEMENHUB, 2022) adalah kendaraan air dengan bentuk dan jenis tertentu, yang digerakkan dengan tenaga angin, tenaga mekanik, energi lainnya, ditarik atau ditunda, termasuk kendaraan yang berdaya dukung dinamis, kendaraan di bawah permukaan air, serta alat apung dan bangunan terapung yang tidak berpindah-pindah. Kapal laut memungkinkan distribusi barang secara massal dan berkelanjutan, dari hasil bumi dan tambang, produk manufaktur, hingga barang kebutuhan pokok. Efisiensi ini mendukung pemerataan ekonomi di seluruh wilayah, serta membuka peluang bagi masyarakat di daerah untuk terhubung dengan pasar yang lebih luas

Oleh karena itu diperlukan kapal laut dengan spesifikasi yang memadai agar proses bongkar muat dapat berjalan sesuai rencana sehingga tidak menghambat proses kegiatan ekonomi. Dalam hal ini spesifikasi yang memadai merujuk kepada kelaiklautan kapal dimana tenaga pendorong atau mesin di kapal tersebut sangat berpengaruh. Selain tenaga pendorong yang sering kita sebut sebagai *main engine*, diperlukan juga permesinan bantu yang disebut *auxiliary engine*. Menurut (Reddy, 2021) *Auxiliary engine* yang digerakkan oleh penggerak mula, mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Mesin ini berperan penting dalam operasional kapal, terutama saat kapal berlabuh atau tidak menggunakan mesin utama untuk bergerak.

Terdapat banyak sekali fungsi dari pemesinan bantu/*auxiliary engine* diatas kapal. *Auxiliary engine* yang digunakan secara terus menerus maka sering juga terdapat *failure*/kegagalan atau bahkan kerusakan pada *auxiliary engine* tersebut. Kerusakan pada salah satu *auxiliary engine* tersebut maka kegiatan bongkar muat pada kapal bisa ikut terhambat. Kerusakan/kegagalan dalam proses *start auxiliary engine* bisa berdampak pada proses distribusi listrik di kapal yang berakibat pada terhambatnya proses bongkar muat.

Salah satu kerusakan awal pada *auxiliary engine* atau AE yaitu kegagalan *start* pada pemesinan bantu tersebut. Adapun sistem *starter* dibagi menjadi 2 yaitu sistem tekanan udara dan sistem elektrik. Berdasarkan pengalaman praktek berlayar peneliti pada kapal MT Green Stars, sistem *start* pada AE kapal peneliti yaitu menggunakan sistem tekanan udara dimana pada proses *start*, tekanan udara diperlukan dalam menghidupkan diesel generator kapal peneliti.

Berdasarkan pengalaman peneliti, selama melaksanakan praktek selama 1

tahun di kapal MT Green Stars, peneliti mencoba mengulik kemungkinan permasalahan yang menyebabkan *auxiliary engine* terjadi kegagalan *start*. Pada saat kapal akan melaksanakan OHN (*One Hour Notice*) untuk melanjutkan *voyage* dari Balikpapan menuju ke Balongan untuk melakukan proses *unberthing*. Adapun salah satu prosedur saat OHN yaitu dengan menghidupkan 2 *auxiliary engine* sebelum melakukan manuver. Namun saat menghidupkan AE ternyata tidak dinyalakan.

Pembahasan tentang *air motor starting* sebelumnya telah diteliti oleh Fauzan Faris Sarwono dengan judul “Patahnya *Shaft Air motor Starter Auxiliary engine* Mengakibatkan Kegagalan Dalam *Start Engine* Di Kapal MT. Pegaden”. Dimana penelitian tersebut membahas kegagalan *start engine auxiliary engine* yang disebabkan karena patahnya *shaft air motor*. Tentunya penelitian peneliti mempunyai perbedaan dengan penelitian yang dijadikan rujukan dikarenakan peneliti membahas mengenai pecahnya *bearing* pada *auxiliary engine* di kapal peneliti.

Berdasarkan hal tersebut, maka peneliti berminat untuk membuatnya sebagai bahan skripsi dengan judul “**ANALISIS KEGAGALAN START PADA AUXILIARY ENGINE MT GREEN STARS**”. Dari bahan skripsi tersebut peneliti mencoba membahas dan menuangkan permasalahan dan pemecahan masalahnya dalam skripsi ini dengan harapan dapat menjadi pertimbangan kepada masinis untuk menemukan upaya atas kejadian tersebut dan agar tidak terulang kembali.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang masalah diatas, untuk memudahkan pembaca memperoleh gambaran yang akan dibahas, maka peneliti mengambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apa faktor penyebab kegagalan *start auxiliary engine*?
2. Apa dampak kegagalan *start auxiliary engine*?
3. Bagaimana cara menangani kegagalan *start auxiliary engine*?

C. Batasan Masalah

Untuk menghindari terjadinya perluasan masalah dan pembahasan pada penelitian ini, maka dalam penyusunan penelitian ini peneliti membatasi masalah yang akan dibahas. Penelitian ini menjelaskan tentang kegagalan *start auxiliary engine* dan penyebab kegagalan *start* pada *auxiliary engine* pada kapal MT Green Stars ketika praktek layar dari tanggal 10 Agustus 2023 sampai dengan 13 Agustus 2024.

D. Tujuan Penelitian

Penelitian bertujuan:

1. Untuk mengetahui faktor penyebab kegagalan *start auxiliary engine*
2. Untuk mengetahui dampak kegagalan *start auxiliary engine*
3. Untuk mengetahui cara menangani kegagalan *start auxiliary engine*

E. Manfaat Penelitian

Manfaat dari karya tulis terapan ini adalah sebagai berikut:

1. Secara Teoritis

- a. Untuk menambah pengetahuan dan wawasan bagi peneliti maupun pembaca mengenai kegagalan *start* pada *auxiliary engine*
- b. Sebagai bekal peneliti untuk menjadi masinis kapal yang professional dan bertanggung jawab dalam menangani kegagalan *start* pada *auxiliary engine*
- c. Sebagai perbandingan antara teori dan praktek di lapangan saat prala

2. Secara Praktis

- a. Untuk mengetahui penyebab kegagalan *start auxiliary engine*
- b. Sebagai kontribusi masukan yang bermanfaat saat melaksanakan perawatan mesin diesel generator
- c. Membagi wawasan dan pengetahuan khususnya bagi taruna agar dapat dijadikan sebagai bahan acuan materi bagi peneliti berikutnya sehingga dapat menambah pengetahuan mengenai pencegahan kegagalan *start engine*

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Review Penelitian Sebelumnya

Literature review diperlukan untuk mendapatkan bahan perbandingan dan untuk menghindari kesamaan dalam penelitian penelitian ini. Berikut adalah hasil penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan judul penelitian peneliti:

Tabel 2.1 Hasil Penelitian Sebelumnya
Sumber: Peneliti

No	Nama & Judul	Hasil Penelitian	Perbedaan Penelitian
1.	(Faris Abid Abiyyu et al., 2024) Kegagalan Sistem Kerja Start-Stop Emergency Generator di Kapal AHTS Logindo Sturdy	Penelitian ini menggunakan metode kualitatif deskriptif dengan objek penelitian pada sistem <i>start emergency generator</i>	Perbedaan dari penelitian sebelumnya dengan penelitian ini adalah pembahasan permasalahan yang berbeda. Pada penelitian sebelumnya membahas permasalahan kegagalan <i>start emergency generator</i> yang disebabkan oleh penerapan keselamatan kerja di kapal kurang maksimal dan optimal
2	(Sarwono, 2022) Patahnya <i>Shaft Air motor Starter Auxiliary engine</i> Mengakibatkan Kegagalan Dalam <i>Start Engine</i> Di Kapal MT Pegaden	Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan hasil penelitian menunjukan bahwa penyebab kegagalan <i>start auxiliary engine</i> yaitu patahnya <i>shaft air motor starter</i>	Perbedaan dari penelitian sebelumnya dengan penelitian ini adalah pembahasan permasalahan yang berbeda. Pada penelitian sebelumnya membahas permasalahan kegagalan <i>start auxiliary engine</i> dikarenakan patahnya <i>shaft air motor starter</i> . Sedangkan pada penelitian peneliti membahas tentang pecahnya <i>bearing air motor starter</i>
3.	(Chybowski et al., 2023) Analysis OF Fuel Properties In The Context OF The Causes OF Three Marine <i>Auxiliary engines</i> Failure	Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan objek penelitian pada tiga <i>auxiliary engine</i>	Perbedaan dengan penelitian sebelumnya yaitu pada penelitian sebelumnya menitikberatkan pada pengukuran numerik dan analisis data statistik dalam memahami penyebab kegagalan mesin kapal akibat kualitas bahan bakar.

Tabel 2.1 menjelaskan tentang hasil penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan judul peneliti yaitu analisis kerusakan *air motor starter* dan pengaruhnya terhadap kegagalan *start auxiliary engine*. Dari kedua penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa kegagalan *start auxiliary engine* terjadi akibat kerusakan pada *air motor starter*. Perbedaan dari dua penelitian sebelumnya dengan peneliti yaitu membahas tentang peachnya *bearing* pada *air motor starter*.

B. Landasan Teori

1. Definisi *Auxiliary engine*

(Syahputra & Wahyuningsih, 2023) mendefinisikan *auxiliary engine* menjadi salah satu permesinan bantu yang mempunyai peran vital dalam menghasilkan daya listrik di kapal. Gangguan atau kerusakan yang terjadi pada komponen mesin diesel generator dapat mengakibatkan operasional kapal terhenti dan menyebabkan masalah pada mesin utama serta mesin bantu kapal, membahayakan keselamatan manusia dan lingkungan. Generator ini berfungsi sebagai sumber utama listrik di kapal, terutama saat kapal berlabuh atau ketika mesin utama (*main engine*) tidak beroperasi. *Diesel generator* menyediakan daya listrik untuk berbagai peralatan penting di kapal, termasuk sistem navigasi, komunikasi, penerangan, sistem kontrol, serta peralatan bongkar muat. Pada umumnya, diesel generator bekerja dengan prinsip konversi energi, di mana energi kimia dari bahan bakar diesel diubah menjadi energi mekanik oleh mesin diesel, dan kemudian diubah lagi menjadi energi listrik oleh alternator. *Diesel generator*

memainkan peran penting dalam memastikan seluruh sistem di kapal tetap beroperasi dengan baik, stabil, dan aman, baik saat kapal sedang berlayar maupun saat berlabuh. Oleh karena itu diperlukan fungsi perawatan berdasarkan (Tri Novian, 2015) yaitu meliputi perawatan pencegahan, pemeliharaan korektif, dan juga *overhaul* untuk memastikan *auxiliary engine* dalam kondisi baik



Gambar 2.1 *Auxiliary engine*

Sumber: https://www.yanmar.com/en_id/powergeneration/products/diesel_generators/

2. Fungsi *Auxiliary engine*

Menurut (Aries, 2018) *auxiliary engine* di kapal fungsinya adalah sumber pembangkit daya listrik yang ada. Pemilihan sistem pembangkit listrik di kapal adalah dengan pemilihan kapasitas generator sesuai dengan BKI (Biro Klasifikasi Indonesia). Fungsi utama *auxiliary engine* yaitu:

- a. Menyediakan tenaga listrik: Menyediakan daya listrik untuk kebutuhan seluruh sistem di kapal seperti penerangan, alat navigasi, pompa-pompa, sistem pendingin

- b. Menggerakkan peralatan tambahan: Menggerakkan peralatan penting seperti pompa *ballast*, pompa kargo (pada kapal tanker), *winch* (untuk mengangkat dan menurunkan jangkar atau muatan), dan kompresor udara
 - c. Sumber daya cadangan: Saat mesin utama tidak beroperasi, *auxiliary engine* menjadi sumber utama untuk memastikan kapal tetap berfungsi dan aman
 - d. Operasional saat kapal berlabuh: *Auxiliary engine* berfungsi sebagai operasional kapal saat terutama saat kapal berlabuh atau saat sedang melakukan proses bongkar muat
3. Prosedur *Start* dan *Stop Auxiliary engine*

Prosedur dalam menjalankan ataupun mematikan *auxiliary engine* sangat penting untuk dilakukan sesuai dengan *instruction manual book*. Hal ini penting dikarenakan menurut buku (Kantharia, 2016) yang diterbitkan oleh *Marine Insight* ini beranggapan bahwa ketika melewati satupun langkah dalam menjalankan atau mematikan *auxiliary engine* dapat menyebabkan *blackout*. Hal ini tentu dapat merugikan sekali, Adapun langkah langkah dalam menjalankan/mematikan *auxiliary engine* yaitu,

- a. Prosedur *Start Auxiliary engine*
 - 1) Memastikan semua saluran terbuka
 - 2) Pastikan panel berada pada posisi lokal
 - 3) Hidupkan *auxiliary engine* secara lokal
 - 4) Periksa kebocoran dan keran indikator ditutup
 - 5) Biarkan *auxiliary engine* bekerja selama 5 menit

- 6) Setelah dirasa normal, maka panel bisa dijalankan secara otomatis
 - 7) Periksa parameter seperti tegangan dan frekuensi
 - 8) Sinkronisasi *auxiliary engine*
 - 9) Setelah beban terbagi rata maka periksa kembali parameter
- b. Prosedur *Stop Auxiliary engine*
- 1) Kurangi beban secara perlahan pada panel hingga 100kW
 - 2) Ketika beban sudah dibawah 100kW tekan *breaker*
 - 3) Biarkan generator dalam posisi *idle* selama 5 menit
 - 4) Matikan generator
4. Sinkronisasi *Auxiliary engine*
- Sinkronisasi merupakan tahap yang penting dalam proses *start auxiliary engine*. Sinkronisasi atau *parallel auxiliary engine* bertujuan untuk menghubungkan dua *auxiliary engine* secara bersamaan dengan maksud agar meningkatkan kapasitas sistem tenaga listrik. Jika tidak disinkronkan maka akan terjadi ketidakstabilan sistem dan kehilangan kondisi paralel. Menurut buku (Engineering & Tl, 2021), berikut merupakan poin penting sinkronisasi/paralel:
- a. Pastikan *auxiliary engine* yang akan diparalel pada kondisi normal dan tunggu sekitar 15 menit
 - b. Pantau panel dan samakan frekuensi kedua generator pada 60 Hz
 - c. Arahkan posisi *switch synchroscope* dan *synchrolamp* pada posisi *auxiliary engine* yang akan diparalel
 - d. Pastikan putaran *synchroscope* searah jarum jam sampai lampu berputar lambat searah jarum jam

- e. Putar *handle* paralel pada posisi “*OPEN*”
- f. Matikan *synchroscope* dan *synchrolamp*
- g. Cek *parameter generator*, samakan beban dan frekuensi



Gambar 2.2 Panel Sinkronisasi

Sumber: <https://www.google.com/id/search/2/image?family=creative&phrase=control%20panel%20generator%20kapal>

5. Prosedur *Auxiliary engine Blackout*

Blackout adalah kondisi ketika kapal kehilangan arus listrik dan mengalami gangguan pada sistem pembangkit tenaga. Saat terjadi *blackout* maka kapal akan mengalami pemadaman. *Auxiliary engine* utama pada saat itu mengalami masalah sehingga diperlukan *emergency generator/auxiliary engine*. Berikut merupakan langkah-langkah saat terjadi *blackout*:

- a. Menginformasikan kepada *chief engineer* dan mualim jaga
- b. Jika *main propulsion* sedang jalan maka pindahkan tuas bahan bakar ke posisi nol
- c. Tutup/matikan *purifier* untuk menghindari pemborosan bahan bakar
- d. Jika *boiler* berjalan, tutup katup main steam untuk menjaga tekanan
- e. *Emergency generator/auxiliary engine* seharusnya secara otomatis nyala

6. Prinsip Kerja *Auxiliary engine*

Prinsip kerja *auxiliary engine* pada kapal MT Green Stars

menggunakan prinsip kerja/siklus 4 tak. Menurut buku (Prabhu, 2021) mesin 4 tak (empat langkah) bekerja dengan melakukan empat langkah gerakan *piston* dalam satu siklus pembakaran untuk menghasilkan tenaga. Setiap langkahnya terdiri dari satu gerakan naik atau turun *piston* di dalam silinder. Proses ini menghasilkan satu siklus kerja yang terdiri dari langkah hisap, kompresi, pembakaran, dan buang.

a. Langkah Hisap

Pada langkah ini, *piston* bergerak dari atas Titik Mati Atas (TMA) ke bawah Titik Mati Bawah (TMB) di dalam silinder. Katup masuk terbuka sementara katup buang tertutup, sehingga udara dan bahan bakar masuk ke dalam silinder. Proses ini mengisi ruang bakar dengan campuran udara dan bahan bakar, atau hanya udara saja pada mesin diesel.



Gambar 2.3 Langkah Hisap

Sumber: <https://septa.id/cara-kerja-mesin-4-tak/>

b. Langkah Kompresi

Setelah campuran udara dan bahan bakar masuk, *piston* mulai bergerak kembali dari TMB menuju TMA dengan kedua katup (katup masuk dan katup buang) dalam kondisi tertutup. Gerakan *piston* ini akan mengompresi campuran bahan bakar dan udara didalam ruang bakar hingga tekanannya menjadi sangat tinggi. Pada saat ini, suhu campuran

juga naik secara signifikan, mempersiapkan campuran untuk pembakaran.



Gambar 2.4 Langkah Kompresi

Sumber: <https://septa.id/cara-kerja-mesin-4-tak/>

c. Langkah Usaha

Langkah pembakaran dimulai ketika piston mendekati TMA. Pada mesin bensin, busi akan menyulut campuran udara dan bahan bakar, sedangkan pada mesin diesel, bahan bakar disuntikkan ke udara bertekanan tinggi sehingga terbakar dengan sendirinya (*self-ignition*).



Gambar 2.5 Langkah Usaha

Sumber: <https://septa.id/cara-kerja-mesin-4-tak/>

d. Langkah Buang

Setelah pembakaran selesai, *piston* kembali bergerak dari TMB ke TMA dengan katup buang terbuka dan katup masuk tertutup. Gerakan ini mendorong gas sisa pembakaran keluar dari silinder melalui katup buang. Ketika *piston* mencapai TMA, katup buang menutup kembali, dan mesin bersiap untuk memulai siklus baru dengan langkah hisap.

berikutnya.



Gambar 2.6 Langkah Buang

Sumber: <https://septa.id/cara-kerja-mesin-4-tak/>

7. Sistem Pada *Auxiliary engine*

a. Sistem Bahan Bakar

Dalam pengoperasian *auxiliary engine* kapal MT Green Stars memerlukan bahan bakar untuk menjalankan *auxiliary engine*. Bahan bakar *auxiliary engine* pada kapal peneliti menggunakan bahan bakar B-35. Adapun pengertian dari B-35 menurut (Tri Amalia et al., 2023) adalah bahan bakar mesin diesel yang menggunakan campuran 35% bahan bakar nabati dan 65% solar. Bahan bakar nabati yang digunakan dalam B-35 adalah minyak kelapa sawit yang dicampur dengan *Fatty Acid Methyl Ester (FAME)*. B-35 disimpan pada tangki harian yang sebelumnya diendapkan pada tangki settling. Setelah itu dipompa menuju *diesel generator* dengan *fuel injection pump* untuk diteruskan menuju *injector* dan akan melakukan proses pengabutan pada ruang pembakaran.

b. Sistem Pendingin

Sistem pendingin pada kapal MT Green Stars menggunakan sistem pendinginan tertutup, menurut buku (Kantharia, 2016) dimana *diesel generator* didinginkan dengan air tawar dan kemudian air tawar

tersebut didinginkan oleh air laut. Selanjutnya air tawar tersebut dipakai kembali untuk mendinginkan komponen, jadi yang selalu bergantian adalah air laut, sedangkan air tawar selalu beredar tetap, demikian daur ini berjalan terus.

c. Sistem Pelumasan

Sistem pelumasan pada *diesel generator* kapal memiliki peran yang sangat penting untuk menjaga keandalan dan usia pakai mesin. Fungsi utama dari sistem pelumasan adalah untuk melumasi bagian-bagian yang bergerak di dalam mesin diesel, seperti poros engkol, *piston*, *camshaft*, dan katup, sehingga dapat mengurangi gesekan, menghindari keausan berlebihan, serta mencegah terjadinya panas berlebih yang dapat menyebabkan kerusakan mesin. Cara kerja pelumas berdasar penuturan (Darmanto, 2015) adalah dengan memberi *sparasi* antar elemen mesin, sehingga tidak terjadi kontak. Dengan demikian tidak terjadi keausan pada masing-masing elemen.

Adapun fungsi pelumasan pada mesin diesel yaitu:

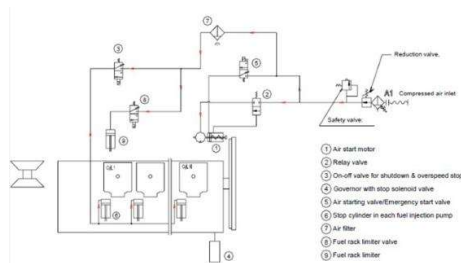
- 1) Mengurangi gesekan
- 2) Mencegah keausan
- 3) Mencegah korosi
- 4) Membersihkan mesin

Sistem pelumasan *diesel generator* kapal adalah sistem yang kompleks yang memiliki peran sangat penting dalam menjaga performa dan keandalan mesin. Sistem ini terdiri dari pompa oli, *filter*, pendingin, tangki oli, saluran oli, dan katup pengatur tekanan yang bekerja

bersama-sama untuk memastikan oli bersirkulasi dengan baik dan melindungi komponen mesin dari gesekan, panas berlebih, dan keausan. Perawatan sistem pelumasan secara berkala sangat penting untuk menjaga *diesel generator* kapal tetap dalam kondisi optimal.

8. Sistem Starting

Pada sistem *starting auxiliary engine* MT Green Stars, *auxiliary engine* dijalankan oleh *air motor starter* yang dijalankan melalui kompresor. Menurut buku “*Introduction to Marine Engineering*” (Taylor, 1996) dijelaskan bahwa udara terkompresi disuplai oleh kompresor udara menuju *air receiver*. Setelah itu akan disalurkan menuju *auxiliary engine* dengan melewati beberapa tahapan dengan gambar diagram dan penjelasan dibawah ini.



Gambar 2.7 Diagram Sistem *Starting*

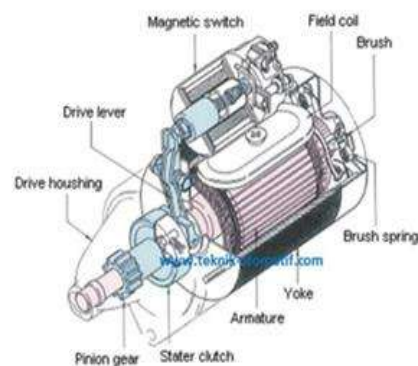
Sumber: <https://marineengineeringonline.com/air-motor-starting-system-for-auxiliary-engines/>

Berdasarkan gambar 2.7, udara terkompresi mencapai *auxiliary engine* pada tekanan 30 bar. Tekanan udara dikurangi menjadi 6 bar dengan *reduction valve*. *Safety valve* juga dipasang pada saluran setelah *reduction valve* untuk melindungi komponen *air starting*. Udara kemudian masuk ke *air starting valve* (5) dan menunggu di sana. Ketika tombol '*START*' pada panel kontrol diaktifkan, *starting solenoid valve* (5) dibuka untuk memasok

udara bertekanan ke dalam *starting air motor* (1). Kemudian, pinion dari *starting air motor* dihubungkan dengan *gear rim* dari *flywheel*. Saat pinion bergerak, *relay valve* (2) disuplai dengan udara dan memungkinkan udara masuk ke roda turbin *air motor starter*. Sekarang *air motor starter* memutar poros engkol mesin. Ketika kecepatan putar mesin mencapai kecepatan yang telah ditentukan, bahan bakar minyak diinjeksikan ke dalam ruang bakar. Kemudian, proses pembakaran terjadi dan pinion dari *air motor starter* terlepas dari *gear rim* pada kecepatan yang telah ditentukan. Sistem *starting* pada mesin diesel di kapal dibagi menjadi 2 yaitu:

a. Sistem *Starter* Elektrik

Sistem *starter* elektrik menggunakan arus listrik sebagai *start* awalan mesin diesel. Sistem *starter* elektrik menurut (Akhmanov & Sapa.V, 2016) menggunakan komponen baterai, starter elektrik, *control relay*, dan perangkat kelistrikan untuk menjalankan mesin.



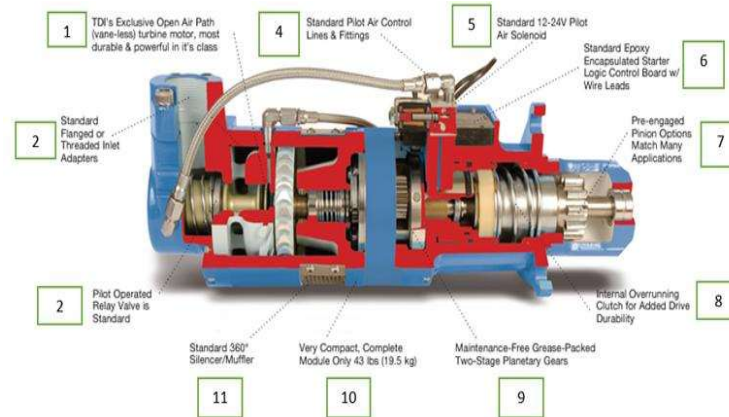
Gambar 2.8 *Starter* Elektrik

Sumber: https://3.bp.blogspot.com/ct7wixUIV3c/WII7Jwzrf_I/AAAAAAAD3s/5YJCuxpMFkuRRkiVDib_402P6KuJWBtQCLcBGAs/s1600/Capture.JPG

b. Sistem *Starter* Pneumatik

Sistem *starter* pneumatik menggunakan udara bertekanan. Sistem

ini banyak digunakan sekarang pada kapal laut. Menurut (Jastrzębski, 2017) sistem air starting memiliki kelebihan yaitu pada sistem air starting tidak menghasilkan percikan api dan memiliki penumpukan panas yang rendah. Berbeda dengan *electric starting* dimana udara tidak dipengaruhi oleh suhu.



Gambar 2.9 Starter Pneumatik

Sumber: <https://www.jbj.co.uk/pneumatic-starters.html>

Berdasarkan gambar 2.8, komponen dari *starter* pneumatik yaitu:

- 1) *Open air path*
- 2) *Standard flanged*
- 3) *Pilot operated relay*
- 4) *Pilot air control*
- 5) *Pilot air solenoid*
- 6) *Starter control boards*
- 7) *Pinion*
- 8) *Clutch*
- 9) *Planetary gear*
- 10) *Body*

11) *Silencer*

9. *Control Air System*

Menurut buku (McGeorge, 1995) kontrol pneumatik sensitif terhadap kontaminan yang mungkin ada udara di dalamnya. Emulsi minyak dan air yang kental dapat menyebabkan bagian yang bergerak mengalami kerusakan umum pada diafragma dan bagian lain yang terbuat dari karet. Udara yang keluar dari kompresor biasanya mengandung oli yang terbawa silinder dan air diendapkan di pendingin. Air juga dapat menyebabkan penumpukan karat yang juga dapat menyebabkan bagian bagiannya lengket atau terkelupas. Kedua hal tersebut bergabung menjadi membentuk emulsi seperti yang terlihat saat pengujian saluran air. Partikel terbawa melalui kompresor bersama udara karena adanya pengisapan *filter* yang tentu cukup kasar.

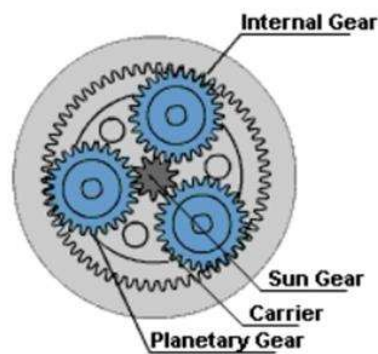
Ketika sumber dan instrumen udara adalah kompresor maka perlu dipastikan bahwa kualitas angin harus tinggi. *Reducing valve* yang membawa tekanan udara 7-8 bar yang dibutuhkan oleh sistem *control* dapat dipengaruhi oleh emulsi yang terbawa dan perlu dibersihkan agar tidak terjadi lengket. *Automatic drain* mungkin bisa dipasang pada sistem kontrol udara untuk meminimalisir hal ini.

10. *Planetary gear*

Planetary gear yang disebut juga roda gigi epiklik memiliki satu atau lebih roda gigi yang mengorbit pada satu sumbu. Menurut (Anekar et al., 2015), *planetary gear* memiliki daya tahan yang lebih besar dan mudah untuk mencapai rasio transmisi yang tinggi karena ukurannya dibandingkan

gearbox konvensional. *Planetary gear* memiliki komponen yang lebih kecil dan lebih kaku yang menyebabkan berkurangnya kebisingan dan getaran selama beroperasi.

Prinsip kerja *planetary gear* telah dikenal selama bertahun-tahun, Penggerak *planetary gear* terdiri dari tiga elemen yaitu *sun gear*, *carrier* penampung roda gigi, dan *ring gear*.



Gambar 2.10 *Planetary gear*

Sumber: <https://www.apexdyna.nl/en/gearboxes/planetary-gearbox-introduction>

11. Sistem Kerja *Air motor Starter*

Sistem *air motor starter* bekerja dengan cara memanfaatkan energi dari udara bertekanan yang dialirkan ke *motor starter*. Berikut adalah langkah-langkah cara kerja *air motor starter* pada mesin diesel:

a. Pengisian udara bertekanan

Udara pada tekanan tinggi disimpan dalam tangki udara bertekanan, umumnya sekitar 20-30 bar atau lebih. Udara ini akan digunakan sebagai sumber energi awal untuk memutar poros engkol mesin.

b. Aktivasi katup udara

Saat tombol *starter* diaktifkan, katup udara atau *starting valve* terbuka, memungkinkan udara bertekanan dari tangki mengalir menuju motor *starter* udara.

c. Penyemprotan udara ke motor starter

Udara bertekanan diarahkan ke *motor starter* udara. Motor ini dirancang untuk mengubah tekanan udara menjadi energi putar, yang kemudian diteruskan ke poros engkol mesin.

d. Memutar poros engkol

Motor starter udara memutar poros engkol mesin dengan kecepatan yang cukup untuk memungkinkan terjadinya kompresi udara di dalam silinder mesin.

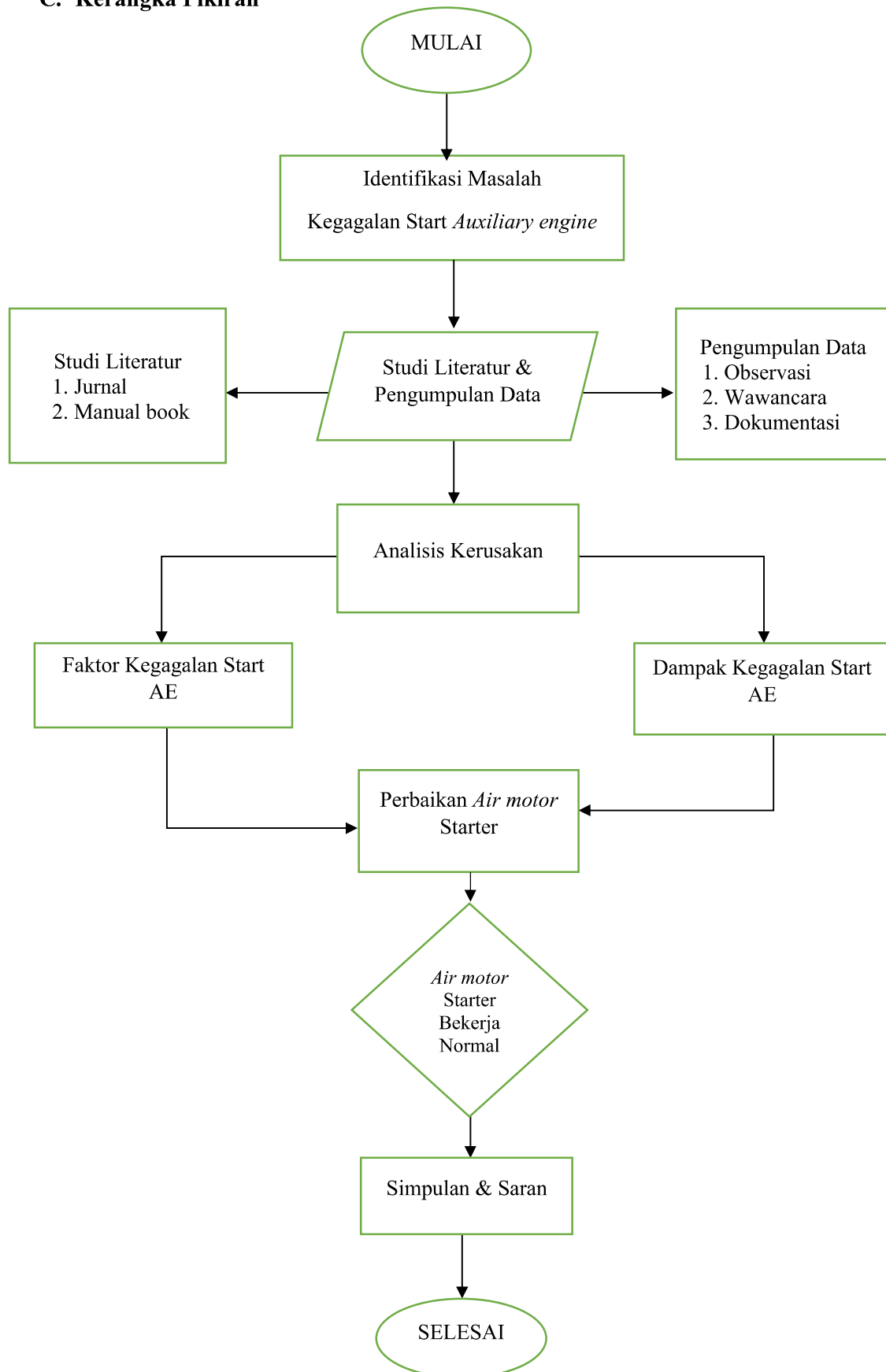
e. Pembakaran awal

Ketika poros engkol berputar, udara dalam silinder terkompresi, suhu meningkat, dan bahan bakar disuntikkan ke dalam silinder. Proses ini menciptakan pembakaran pertama di dalam mesin, yang kemudian menghasilkan tenaga yang cukup untuk melanjutkan putaran mesin secara mandiri.

f. Penutupan katup udara

Setelah mesin mulai hidup, aliran udara bertekanan dihentikan dengan menutup katup udara. Mesin kemudian beroperasi secara mandiri tanpa bantuan sistem *starting*.

C. Kerangka Pikiran



BAB III

METODE PENELITIAN

A. *Review Penelitian Sebelumnya*

Jenis penelitian yang akan peneliti sajikan pada kali ini berbasis kualitatif dengan jenis metode penelitian deskriptif analitis. Adapun pengertian dari deskriptif analitis menurut (Sugiyono, 2012), yaitu suatu metode yang berfungsi untuk mendeskripsikan atau memberikan gambaran suatu objek yang diteliti melalui data atau sampel yang telah dikumpulkan sebagaimana adanya tanpa melakukan analisis membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum.

Tujuan utama penelitian kualitatif adalah untuk memahami fenomena sosial, perilaku, atau pengalaman manusia secara mendalam dan kontekstual. Penelitian kualitatif lebih berfokus pada aspek deskriptif dan interpretatif, bertujuan menggali makna dan memahami persepsi dari sudut pandang partisipan

Jenis penelitian kualitatif merujuk pada berbagai pendekatan atau metode dalam penelitian kualitatif yang digunakan untuk memahami fenomena sosial atau perilaku manusia secara mendalam. Penelitian kualitatif menekankan pengumpulan data deskriptif, seperti wawancara, observasi, dan analisis teks, yang kemudian dianalisis untuk memahami makna, persepsi, pengalaman, atau pandangan subjektif dari partisipan. Setiap jenis penelitian kualitatif memiliki fokus dan metode yang unik, yang dapat dipilih sesuai dengan tujuan dan konteks penelitian.

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

1. Waktu Penelitian

Penelitian ini membahas mengenai pecahnya *bearing air motor starter auxiliary engine* terhadap kegagalan *start engine*. Penelitian ini dilaksanakan pada saat melaksanakan praktek berlayar (prala) pada tanggal 10 Agustus 2023 sampai dengan 13 Agustus 2024.

2. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada saat peneliti melaksanakan praktek berlayar (prala) di kapal MT Green Stars.

C. Jenis dan Sumber Data

1. Metode Observasi

Observasi adalah metode pengumpulan data yang kompleks karena melibatkan berbagai faktor dalam pelaksanaannya. Metode pengumpulan data observasi tidak hanya mengukur sikap dari responden, namun juga dapat digunakan untuk merekam berbagai fenomena yang terjadi. Metode observasi termasuk dalam sumber data primer dimana menurut (Mazhar, 2021) data primer adalah data yang dikumpulkan/diperoleh pertama kalinya dengan original serta baru. Pada observasi kali ini peneliti secara langsung terjun untuk melakukan pengamatan terutama pada saat kejadian kegagalan *start auxiliary engine* MT Green Stars. Metode pengumpulan data observasi cocok digunakan untuk penelitian yang bertujuan untuk mempelajari perilaku manusia, proses kerja, dan gejala-gejala alam. Metode ini juga tepat dilakukan pada responden yang kuantitasnya tidak terlalu besar. Pada teknik

observasi ini peneliti secara langsung dapat mengamati proses kerja dari mesin induk dari permesinan suatu kapal.

2. Metode Wawancara

Wawancara adalah metode pengumpulan data yang dilakukan melalui tatap muka dan tanya jawab langsung antara peneliti dan narasumber. Metode wawancara termasuk dalam dalam sumber pengumpulan data primer menurut (Fadilla & Wulandari, 2023). Pada wawancara kali ini peneliti mewawancarai *chief engineer*, masinis 2, masinis 3, dan masinis 4. Adapun yang akan peneliti gunakan pada wawancara kali ini dengan tidak menggunakan pedoman wawancara yang berisi pertanyaan-pertanyaan spesifik, namun hanya memuat poin-poin penting dari masalah yang ingin digali dari responden. Dengan diterapkan metode wawancara tidak terstruktur ini diharapkan peneliti dapat mengetahui permasalahan dan panduan di dalam kapal terutama bagi seorang cadet prala dengan tetap mengedepankan observasi mandiri sebagai teknik prioritas

3. Metode Literatur

Metode literatur adalah pengumpulan data dengan cara menelaah literatur, buku, catatan, dan laporan yang berkaitan dengan masalah yang diteliti. Metode literatur termasuk dalam sumber data sekunder dimana menurut (Mazhar, 2021) data sekunder merupakan data yang sebelumnya telah dikumpulkan orang lain dan telah melalui proses statistik. Metode literatur juga dikenal sebagai studi literatur atau penelitian pustaka

4. Metode Dokumentasi

Metode dokumentasi termasuk dalam metode primer berdasarkan

penuturan (Mazhar, 2021) melibatkan pengumpulan data dari dokumen atau catatan yang sudah ada, seperti laporan, catatan harian, biografi, dan dokumen resmi lainnya. Teknik ini berguna untuk mendapatkan informasi historis atau kontekstual yang relevan dengan penelitian

5. Teknik Kuisisioner

Teknik kuesioner menurut (Fadilla & Wulandari, 2023) adalah metode pengumpulan data dengan memberikan serangkaian pertanyaan tertulis kepada responden. Teknik ini berguna untuk mengumpulkan data secara kolektif dan efisien hanya dengan menggunakan google form.

D. Teknik Analisis Data

1. Langkah Analisis Data

Menurut (Rukminingsih et al., 2020) mengemukakan bahwa analisis data berupa pemaparan yang berkenaan dengan situasi yang diteliti dan disajikan dalam bentuk uraian narasi. Analisis data terbagi atas beberapa langkah yaitu *data collection*, *data reduction*, *display data* dan *conclusion drawing and verification*. Keempat langkah tersebut digunakan peneliti dalam menganalisis data, yaitu:

a. Pengumpulan Data (*Data Collection*)

Dalam kegiatan pengumpulan data ini, peneliti menggunakan pengamatan dan dokumentasi.

b. Reduksi Data (*Data Reduction*)

Reduksi data dilakukan setelah data dikumpulkan, yaitu dengan mengurangi data yang tidak diperlukan membuat ringkasan, mengkode,

menemukan tema, membuat alur dan kerangka dan sebagainya dengan tujuan untuk memperoleh data yang benar-benar diperlukan

c. *Display Data*

Display data atau penyajian data adalah langkah dimana data disajikan dalam bentuk teks naratif dan bagan. Dari kumpulan informasi yang tersusun dimungkinkan adanya penarikan kesimpulan dan pengambilan tindakan.

d. Verifikasi dan Penegasan Kesimpulan (*Conclution Drawing and Verification*)

Dalam langkah ini, dapat ditarik kesimpulan berupa interpretasi yang bertujuan untuk menemukan makna dari data yang telah disajikan.

2. Triangulasi Data

Menurut (Bachri S, 2010) triangulasi adalah suatu pendekatan analisa data yang mensintesa data dari berbagai sumber. Triangulasi data adalah suatu pendekatan penelitian yang digunakan untuk menemukan lebih banyak perspektif terhadap data dan mengecek suatu validitas data yang ada. Dengan adanya metode triangulasi data, peneliti bisa mengumpulkan data dengan berbagai macam perspektif, sehingga meningkatkan kepercayaan dan validitas temuan dalam penelitian kualitatif.

3. HAZOP (*Hazard and Operability Study*)

Teknik penelitian analisis data yang digunakan peneliti adalah menggunakan teknik HAZOP. Menurut (Sri et al., 2021) HAZOP adalah salah satu metode identifikasi bahaya dapat dilakukan saat suatu proses sedang berlangsung, sehingga potensi bahaya dapat diidentifikasi sejak dini

dan dievaluasi saat proses masih berlangsung, dengan demikian perbaikan dapat segera dilakukan tanpa menghentikan proses.

HAZOP dapat digunakan secara praktis untuk berbagai tahapan proses. Selain itu, dapat juga digunakan untuk peralatan yang telah terpasang sebelumnya serta dapat dipergunakan untuk semua waktu . Penggunaannya juga lebih luas, selain identifikasi dilakukan terhadap mesin dan/atau komponen yang akan dianalisis, metode ini juga dapat digunakan untuk menentukan prosedur dan instruksi suatu operasi sehingga kegagalan dapat diidentifikasi.

Tujuan dari adanya metode HAZOP adalah untuk meninjau suatu proses atau operasi pada suatu sistem untuk mengetahui apakah terjadi kemungkinan adanya penyimpangan dapat mendorong sistem menuju permasalahan yang tidak diinginkan. HAZOP menggunakan pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi potensi bahaya dan masalah operasional dalam sistem. Oleh karena itu tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi masalah *auxiliary engine* yang tidak bisa di *start*, menganalisis potensi bahaya, dan memberikan rekomendasi perbaikan. Menurut (Ratri et al., 2019) langkah-langkah dalam mengidentifikasi bahaya dalam menggunakan metode HAZOP antara lain:

- a. Mengidentifikasi *hazard* yang ditemukan pada area penelitian
- b. Mengklasifikasikan *hazard* yang ditemukan
- c. Mendeskripsikan *deviation* atau penyimpangan yang terjadi
- d. Mendeskripsikan penyebab terjadinya penyimpangan (*cause*)
- e. Mendeskripsikan apa yang dapat ditimbulkan dari penyimpangan

tersebut (*consequences*)

- f. Menilai resiko dengan menetapkan frekuensi kejadian (*likelihood*) dan akibat yang diterima (*consequences*)
- g. Mengalikan *likelihood* dan *consequences*
- h. Mengurutkan hasil perkalian sesuai dengan *risk matrix*
- i. Merancang perbaikan untuk risiko yang memiliki level “ekstrim”

Pada penelitian kali ini penulis menggambarkan tabel *likelihood* dan *consequences* yang akan digunakan dalam proses penyusunan hasil dan pembahasan pada BAB IV. Adapun tabel *likelihood* yaitu:

Tabel 3.1 *Likelihood*

Level	Kriteria	Deskripsi
1	Jarang Terjadi	Terjadi 1x dalam setahun
2	Kemungkinan kecil	Terjadi 2-3x
3	Mungkin	Terjadi 4-5x
4	Kemungkinan Besar	Terjadi 6-7x
5	Hampir Pasti	Lebih dari 7x

Tabel *likelihood* digunakan sebagai indikator frekuensi yang menyatakan seberapa banyak kejadian *hazard* terjadi sebagai sumber masalah pada *auxiliary engine*. Tabel selanjutnya yaitu *consequences*:

Tabel 3.2 *Consequence*

Level	Kriteria	Deskripsi
1	Tidak Signifikan	Perawatan tingkat biasa
2	Kecil	Perawatan tingkat lanjut
3	Sedang	Mengharuskan O/H pada komponen, waktu sebentar
4	Berat	Mengharuskan O/H pada komponen, waktu lama
5	Ekstrim	Mengharuskan O/H secara keseluruhan

Tabel *consequences* digunakan sebagai deskripsi tingkat perbaikan/perawatan atas kerusakan yang terjadi pada *hazard*. Setelah pemrosesan data menggunakan tabel *likelihood* dan tabel *consequences* maka tabel yang diperlukan selanjutnya adalah tabel *risk matrix*. Menurut

Risk Management Procedure Policy yang diterbitkan oleh (UNSW Safety and Sustainability, 2016).

		CONSEQUENCES				
		1	2	3	4	5
LIKELIHOOD	A	M	H	H	VH	VH
	B	M	M	H	H	VH
	C	L	M	H	H	VH
	D	L	L	M	M	H
	E	L	L	M	M	M

Gambar 3.1 *Risk Matrik* UNSW

Sumber: UNSW Safety and Sustainability