

LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN

**ANALISIS PENYEBAB TIDAK STABILNYA TEGANGAN
LISTRIK PADA *AUXILIARY ENGINE* NO. 2 DI MV. HANGLIMA**



BIMA NURRAHMA
NIT. 09 21 018 1 06

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

**ANALISIS PENYEBAB TIDAK STABILNYA TEGANGAN
LISTRIK PADA *AUXILIARY ENGINE* NO. 2 DI MV. HANGLIMA**



BIMA NURRAHMA
NIT. 09 21 018 1 06

disusun sebagai salah satu syarat
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

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

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Bima Nurrahma
Nomor Induk Taruna : 09 21 018 1 06
Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

Menyatakan bahwa Karya Ilmiah Terapan yang saya tulis dengan judul :

**ANALISIS PENYEBAB TIDAK STABILNYA TEGANGAN LISTRIK PADA
AUXILIARY ENGINE NO. 2 DI MV. HANGLIMA.**

Adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, kecuali bagian-bagian yang saya kutip. Pemikiran yang tertuang di dalamnya murni berasal dari ide saya sendiri. Karya Ilmiah Terapan ini saya tulis berdasarkan pengalaman yang saya dapat saat melakukan Praktik Laut (Prala) selama 12 bulan di MV. Hanglima. Saya bertanggung jawab atas keaslian tulisan ini. Apabila terdapat ketidaksesuaian antara pernyataan ini dengan fakta yang ada, saya siap menerima konsekuensi sesuai dengan aturan yang berlaku di Politeknik Pelayaran Surabaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Saya mohon maaf apabila terdapat kesalahan dalam penyampaian maupun penulisan.

Surabaya, 29 Januari 2026



BIMA NURRAHMA

NIT. 09 21 018 1 06

PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN PROPOSAL TUGAS AKHIR

PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN PROPOSAL TUGAS AKHIR

Judul : ANALISIS PENYEBAB TIDAK STABILNYA TEGANGAN
LISTRIK PADA AUXILIARY ENGINE NO. 2 DI MV.
HANGLIMA

Program Studi : D-IV TEKNOLOGI REKAYASA PERMESINAN KAPAL

Nama : BIMA NURRAHMA

NIT : 0921018106

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

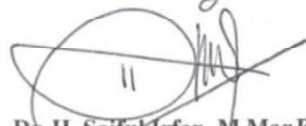
Dengan ini dinyatakan bahwa telah memenuhi syarat dan disetujui untuk dilaksanakan
Uji Kelayakan Proposal


Surabaya, 3 September 2025

Menyetujui,

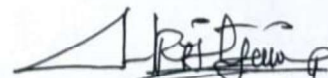
Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Dr. H. Saiful Irfan, M.Mar.E.
Penata Tk I (III/d)
NIP. 19760905 201012 1 001


Sri Mulyanto Herlambang, S.T. M.T.
Pembina (IV/a)
NIP. 19720418 199803 1 002

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal


Dr. Antonius Edy Kristiyono, M.Pd, M.Mar.E.
Penata Tk I (III/d)
NIP. 196905312003121001

PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN HASIL TUGAS AKHIR

PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN HASIL TUGAS AKHIR

Judul : ANALISIS PENYEBAB TIDAK STABILNYA TEGANGAN
LISTRIK PADA AUXILIARY ENGINE NO. 2 DI MV.
HANGLIMA

Program Studi : D-IV TEKNOLOGI REKAYASA PERMESINAN KAPAL

Nama : BIMA NURRAHMA

NIT : 0921018106

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 Hasil Karya Ilmiah Terapan

Surabaya, 15 Januari 2026

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

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

Dosen Pembimbing II

Sri Mulyanto Herlambang, S.T, M.T.
Pembina (IV/a)
NIP. 19720418 199803 1 002

Mengetahui,
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

PENGESAHAN PROPOSAL TUGAS AKHIR

PENGESAHAN PROPOSAL
KARYA ILMIAH TERAPAN

ANALISIS PENYEBAB TIDAK STABILNYA TEGANGAN LISTRIK PADA
AUXILIARY ENGINE NO. 2 DI MV. HANGLIMA.

Disusun dan diajukan oleh:

BIMA NURRAHMA
NIT. 0921018106

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

Surabaya, 29 September 2025

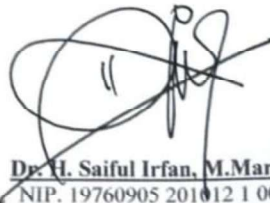
Mengesahkan,

Dosen Penguji I



Azis Nugroho, SE., M.Pd., M.Mar.E.
NIP. 19750322 199808 1 001

Dosen Penguji II



Dr. H. Saiful Irfan, M.Mar.E.
NIP. 19760905 201012 1 001

Dosen Penguji III



Sri Mulyanto Herlambang, S.T., M.T.
NIP. 19720418 199803 1 002

Mengetahui,

Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal



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

PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR KARYA ILMIAH TERAPAN

ANALISIS PENYEBAB TIDAK STABILNYA TEGANGAN LISTRIK PADA AUXILIARY ENGINE NO. 2 di MV. HANGLIMA.



Disusun oleh:

BIMA NURRAHMA
NIT. 09 21 018 1 06

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

Surabaya, 29 Januari 2026

Mengesahkan,

Dosen Penguji I

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

Dosen Penguji II

Shofa Dai Robbi, S.T, M.T.
NIP. 19820302 200604 1 001

Dosen Penguji III

Agus Prawoto, S. Si.T, M.M.
NIP. 19720418 199803 1 002

Mengetahui,

Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

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

ABSTRAK

Bima Nurrahma, Tahun 2025. Analisis Penyebab Tidak Stabilnya Tegangan Listrik Pada Auxiliary Engine No.2 di MV. Hanglima. Politeknik Pelayaran Surabaya. Dibimbing oleh Dr. H. Saiful Irfan, S.SiT, M.Pd, M. Mar.E, Shofa Dai Robb, S.T, M.T. dan Sri Mulyanto Herlambang, S.T, M.T.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab ketidakstabilan tegangan listrik pada *Auxiliary Engine* No. 2 di kapal MV. HANGLIMA serta merumuskan langkah perbaikan yang efektif. Masalah ini krusial karena berpotensi memicu malfungsi sistem vital, membahayakan keselamatan pelayaran, dan menimbulkan kerugian ekonomi. Metode penelitian yang digunakan adalah kualitatif dengan teknik analisis *fishbone* (diagram Ishikawa). Data diperoleh melalui observasi langsung, dokumentasi, studi pustaka, serta wawancara mendalam dengan perwira mesin (KKM, Masinis 1, dan Masinis 2) guna mendapatkan gambaran komprehensif mengenai kondisi teknis di lapangan. Hasil penelitian mengungkapkan bahwa ketidakstabilan tegangan disebabkan oleh penurunan kinerja alternator akibat kerusakan fisik seperti retaknya *bearing* dan kebocoran isolasi kumparan. Selain itu, pengabaian jadwal *Planned Maintenance System* (PMS) serta penggunaan suku cadang yang tidak sesuai standar menjadi faktor penguat kerusakan. Langkah perbaikan yang dilakukan meliputi *overhaul* alternator, penggantian komponen sesuai *manual book*, dan kalibrasi ulang. Penelitian ini merekomendasikan penerapan pemeliharaan preventif yang ketat dan peningkatan pelatihan bagi awak kapal guna menjaga keandalan sistem kelistrikan serta meminimalisir risiko operasional di masa depan.

Kata kunci: *Auxiliary Engine, Alternator, Ketidakstabilan Tegangan, Fishbone, Bearing, Rotor, Stator*

ABSTRACT

Bima Nurrahma, 2025. Analysis of the Causes of Voltage Instability in Auxiliary Engine No. 2 on MV. Hanglima. Surabaya Merchant Marine Polytechnic. Supervised by Dr. H. Saiful Irfan, S.SiT, M.Pd, M. Mar.E; Shofa Dai Robb, S.T, M.T.; and Sri Mulyanto Herlambang, S.T, M.T.

This study aims to identify the causes of electrical voltage instability in Auxiliary Engine No. 2 on the MV. HANGLIMA and to formulate effective corrective measures. This issue is critical as it potentially triggers malfunctions in vital systems, endangers navigational safety, and incurs significant economic losses. The research utilizes a qualitative method with the fishbone analysis technique (Ishikawa diagram). Data were collected through direct observation, documentation, literature review, and in-depth interviews with engine officers (Chief Engineer, First Engineer, and Second Engineer) to obtain a comprehensive overview of the technical conditions on board. The results reveal that the voltage instability is caused by a decline in alternator performance due to physical damage, such as cracked bearings and insulation leakage in the coils. Furthermore, the neglect of the Planned Maintenance System (PMS) schedule and the use of non-standard spare parts served as aggravating factors. Corrective actions taken include an alternator overhaul, replacement of components according to the manual book, and recalibration. This study recommends the implementation of strict preventive maintenance and enhanced training for crew members to maintain the reliability of the electrical system and minimize future operational risks.

Keywords: *Auxiliary Engine, Alternator, Voltage Instability, Fishbone, Bearing, Rotor, Stator*

KATA PENGANTAR

Dengan rasa Syukur dan kebahagiaan yang tak terhingga, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkahnya yang melimpah. Dengan berkat dan anugerahnya, penulis berhasil menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan yang berjudul **“ANALISIS PENYEBAB TIDAK STABILNYA TEGANGAN LISTRIK PADA *AUXILIARY ENGINE* NO. 2 DI. MV. HANGLIMA “**.

Penulis memahami sepenuhnya bahwa Karya Ilmiah Terapan ini masih memiliki kelemahan. baik dalam materi maupun teknik penulisan. Oleh arena itu, penulis berharap untuk mendapatkan koreksi dan saran yang berharga guna memperbiki Karya Ilmiah Terapan ini. Pada kesempatan ini, penulis mengungkapkan rasa terima kasih yang mendalam dan kebanggan kepada yang terhormat :

1. Bapak Moejiono, M.T., M.Mar.E selaku Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya beserta jajarannya yang telah menyediakan fasilitas dan pelayanan, sehingga penulis dapat menyelesaikan KIT dengan tepat waktu.
2. Bapak Dr. Antonius Edy Kristiyono, M.Pd., M.Mar.E selaku Kepala Program Studi D-IV Teknik Rekayasa Permesinan Kapal yang telah memberikan dukungan dan motivasi yang sangat besar bagi penulis dalam menyelesaikan KIT.
3. Bapak Dr. H. Saiful Irfan, M.Mar.E. selaku Dosen Pembimbing Pertama yang telah memberikan bimbingan tentang materi yang berkaitan dengan judul penelitian.
4. Bapak Shofa Dai Robbi, S.T, M.T. selaku pengganti Dosen Pembimbing Pertama yang telah memberikan bimbingan tentang materi yang berkaitan dengan judul penelitian.
5. Bapak Sri Mulyanto Herlambang, S.T, M.T. selaku Dosen Pembimbing Kedua yang memberikan bimbingan mengenai penyusunan, tata bahasa, dan keterampilan penulisan KIT.
6. Seluruh Dosen dan staff pengajar di Politeknik Pelayaran Surabaya.
7. Orangtua tercinta saya Bapak Nurhadi dan Ibu Elly Dwi Rahmawati atas pendidikan moral, nasehat, dukungan materi dan doa yang tak henti-hentinya, sehingga saya dapat menyelesaikan KIT dengan tepat waktu. Penulis berharap apa yang sudah penulis berikan sampai detik ini, menjadi kebanggaan kedua orang tua, dan penulis berjanji akan selalu menjaga dan membahagiakan kedua orang tua.

8. PT. PREMIER SHIPPING, Nahkoda, KKM, Masinis, Muallim dan Kru kapal MV. HANGLIMA yang sangat membantu dan memberikan kesempatan serta pengetahuan kepada peneliti pada saat melaksanakan praktek laut.
9. Kakak perempuan saya satu-satunya Widia Bunga Sita, yang tidak pernah bosan memberikan nasehat kepada saya setelah orang tua dan selalu mendukung penuh atas apa yang menjadi cita-cita saya.
10. Seseorang yang tidak kalah penting Juwita Mayang Sari, yang telah menjadi bagian dari perjalanan saya. Berkontribusi banyak atas penulisan karya tulis ini, baik tenaga, pikiran dan waktu yang telah diluangkan. Terimakasih untuk selalu menyediakan bahu yang kokoh namun lembut ketika penulis membutuhkan tempat untuk berkeluh kesah.
11. Rekan-rekan Angkatan XL/XII yang telah memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan KIT ini.

Sebagai akhir kata, penulis berharap bahwa isi yang disajikan dalam Karya Ilmiah Terapan (KIT) ini dapat memberikan pengetahuan baru yang bermanfaat bagi para pembaca.

Surabaya, 15 Agustus 2025

Bima Nurrahma

0921018106

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN PROPOSAL TUGAS AKHIR.....	iii
PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN HASIL TUGAS AKHIR.....	iv
PENGESAHAN PROPOSAL TUGAS AKHIR	v
PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR	vi
ABSTRAK.....	vii
<i>ABSTRACT</i>.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Batasan Masalah.....	3
D. Tujuan Penelitian.....	4
E. Manfaat Penelitian.....	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. Penelitian Sebelumnya.....	5
B. <i>Landasan</i> Teori.....	6
C. Kerangka Penelitian.....	28
BAB III METODE PENELITIAN.....	30
A. Jenis Penelitian	30
B. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	31
C. Sumber Data Dan Teknik Pengumpulan Data	31
D. Teknik Analisis Data	34
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	36
A. Gambaran Umum Obyek Penelitian	36
B. Hasil Penelitian.....	42
C. Pembahasan.....	60
BAB V PENUTUP.....	67
A. Kesimpulan	67
B. Saran	68
DAFTAR PUSTAKA.....	69
LAMPIRAN	71

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Review Penelitian Sebelumnya	5
Tabel 4. 1 Spesifikasi Mesin	41
Tabel 4. 2 <i>Spesifikasi Alternator</i>	43
Tabel 4. 3 <i>Indikator Panel Kelistrikan Kapal Kondisi Tidak Normal</i>	43
Tabel 4. 4 <i>Hours penggantian Bearing sesuai Instruction Manual Book</i>	45
Tabel 4. 5 <i>Wawancara Dengan KKM, Masinis 1, dan Masinis</i>	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Diesel Generator</i>	9
Gambar 2. 2 <i>Alternator</i>	11
Gambar 2. 3 Komponen Pendukung <i>Alternator</i>	14
Gambar 2. 4 Pembangkit arus dan Tegangan.....	16
Gambar 2. 5 <i>Rotor</i> dan Medan Magnet.....	17
Gambar 2. 6 Diagram Sistem Eksistensi.....	19
Gambar 2. 7 Sistem Eksistensi	20
Gambar 2. 8 Konstruksi Generator dan Sistem <i>Eksistensi</i>	21
Gambar 2. 9 Skema singkat sistem <i>Eksistensi</i>	22
Gambar 2. 10 Diagram sistem Kelistrikan Kapal.....	23
Gambar 2. 11 Diagram sistem Kelistrikan Kapal.....	24
Gambar 2. 12 Kerangka Berpikir.....	28
Gambar 3. 1 Contoh Gambar Diagram <i>Fishbone</i>	35
Gambar 4. 1 Contoh Gambar Diagram <i>Fishbone</i>	37
Gambar 4. 2 Ship Particular Kapal MV. Hanglima.....	38
Gambar 4. 3 Crew List Kapal MV. Hanglima	39
Gambar 4. 4 Auxiliary Engine No.2	42
Gambar 4. 5 Komponen Alternator	46
Gambar 4. 6 <i>Voltmeter Auxiliary Engine</i> sebelum dilakukan perbaikan.....	46
Gambar 4. 7 <i>Overhaul Alternator Auxiliary Engine no. 2</i>	47
Gambar 4. 8 <i>Megger Test</i> Pada <i>Kumparan Rotor</i> dan <i>Stator</i>	47
Gambar 4. 9 Membersihkan lapisan <i>Isolasi</i> pada <i>Rotor</i> dan <i>Stator</i>	48
Gambar 4. 10 <i>Insulating Varnish Spray</i>	49
Gambar 4. 11 Pengecatan <i>Isolasi</i> Pada <i>Rotor</i> dan <i>Stator</i>	49
Gambar 4. 12 Bearing <i>Alternator</i> Sesuai <i>Spare Part List Manual Book</i>	50
Gambar 4. 13 Pemasangan <i>Bearing Alternator</i>	51
Gambar 4. 14 Pembahasan Menggunakan Diagram <i>Fishbone</i>	66

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>Ship Particular</i>	71
Lampiran 2 <i>Crew List</i>	72
Lampiran 3 <i>Overhaul Auxiliary Engine</i>	73
Lampiran 4 Pelepasan komponen <i>Alternator</i>	74
Lampiran 5 Pembersihan dan <i>Insulating</i> kumparan <i>rotor dan stator</i>	75
Lampiran 6 Pergantian <i>Bearing</i> baru dan perakitan <i>alternator</i>	76
Lampiran 7 Kondisi <i>Voltmeter Tegangan</i> setelah dilakukan <i>overhaul</i>	77

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia, sebagai negara berkembang, terus berupaya meningkatkan sektor industri dan perekonomiannya. Ketersediaan energi listrik yang handal menjadi faktor krusial dalam mendukung operasional berbagai sektor tersebut, termasuk sektor maritim. Auxiliary engine, sebagai sumber daya listrik penunjang pada kapal, memegang peranan penting dalam menjamin kelancaran operasional berbagai sistem di atas kapal.

Sistem kelistrikan pada kapal, khususnya yang bersumber dari alternator auxiliary engine, berperan krusial dalam menunjang operasional berbagai peralatan vital. Keandalan sistem ini sangat penting untuk keselamatan dan efisiensi pelayaran. Tegangan listrik yang tidak stabil dari alternator auxiliary engine dapat mengakibatkan malfungsi berbagai sistem di kapal, mulai dari sistem navigasi dan komunikasi hingga sistem propulsi. Hal ini berpotensi menimbulkan kerugian ekonomi yang signifikan, bahkan membahayakan keselamatan awak kapal dan muatan

Ketidakstabilan tegangan listrik pada auxiliary engine dapat disebabkan oleh berbagai faktor, mulai dari kerusakan komponen sistem kelistrikan, seperti alternator, regulator tegangan, hingga permasalahan pada sistem pengisian baterai dan kabel-kabel penghantar.

Dari pemaparan tersebut, penulis mengalami kejadian pada waktu praktik laut di kapal MV. HANGLIMA. Pada saat setelah manuver kapal sandar di Jurong Port Singapore paralel auxiliary engine dilepas dan menggunakan auxiliary engine no 2. Ketika air circuit breaker auxiliary engine no 1 dilepas dan penggunaan beban listrik pada auxiliary engine no 2, pada 10 menit pertama Tegangan listrik normal 440 V tetapi tiba-tiba Tegangan listrik turun menjadi 380 V dan seketika lampu akomodasi kapal menjadi redup. Kemudian dilakukan paralel dan Tegangan normal kembali 440 V. Dilakukan percobaan ulang pelepasan air circuit breaker auxiliary engine no 1 dan hasilnya sama yaitu Tegangan listrik pada auxiliary engine no 2 sudah tidak normal.

Berdasarkan kejadian tersebut di atas, maka penulis tertarik untuk melakukan observasi dan menuangkan permasalahan tersebut dalam bentuk karya ilmiah terapan dengan suatu permasalahan dan penanganan masalah sesuai dengan pengalaman yang penulis dapatkan selama melakukan praktek di kapal, serta pendidikan yang kami dapatkan di Politeknik Pelayaran Surabaya dengan judul “ANALISIS PENYEBAB TIDAK STABILNYA TEGANGAN LISTRIK PADA *AUXILIARY ENGINE* NO 2 DI KAPAL MV. HANGLIMA”

Penelitian ini didorong oleh kebutuhan untuk memahami secara mendalam penyebab ketidakstabilan tegangan listrik pada alternator auxiliary engine. Dengan mengidentifikasi faktor-faktor penyebab secara komprehensif, penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan rekomendasi solusi yang tepat dan efektif untuk meningkatkan keandalan sistem kelistrikan pada kapal. Pemahaman yang lebih baik tentang permasalahan ini akan membantu dalam pengembangan strategi

perawatan preventif, perbaikan yang tepat sasaran, serta desain sistem kelistrikan yang lebih handal dan tahan terhadap berbagai gangguan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi pada peningkatan keselamatan dan efisiensi operasional kapal, serta mengurangi potensi kerugian ekonomi akibat gangguan kelistrikan.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, agar penulisan proposal ini tidak menyimpang dan untuk memudahkan dalam mencari solusi permasalahannya, oleh sebab itu penulis mengambil rumusan masalah antara lain :

1. Apa faktor penyebab kinerja *alternator auxiliary engine* menurun ?
2. Apa langkah-langkah upaya untuk mengembalikan kinerja *alternator auxiliary engine* kembali secara normal ?
3. Bagaimana pengaruh menurunnya kinerja *alternator auxiliary engine* terhadap permesinan yang ada di atas kapal?

C. Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada analisis kestabilan tegangan listrik yang terjadi pada *Auxiliary Engine* No. 2 di atas kapal MV. Hanglima, dengan fokus pada sistem kelistrikan alternator beserta komponen pendukungnya. Aspek mekanik utama dan pengaruh dari faktor operasional hanya dibahas sejauh berhubungan langsung dengan kestabilan tegangan.

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka peneliti menentukan tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi dan menganalisis faktor penyebab ketidakstabilan tegangan listrik yang terjadi pada *auxiliary engine* berdasarkan data operasional.
2. Mengkaji dan merumuskan langkah-langkah perbaikan serta tindakan preventif yang efektif agar *auxiliary engine* dapat beroperasi secara optimal.
3. Menganalisis dampak atau pengaruh dari penurunan kinerja *alternator* terhadap sistem permesinan lainnya di atas kapal, terutama pada kinerja *auxiliary engine* itu sendiri.

E. Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi pemahaman mengenai penyebab utama ketidakstabilan tegangan pada *auxiliary engine*.
2. Menjadi acuan dalam menentukan langkah perbaikan dan perawatan sistem kelistrikan *alternator*.
3. Membantu mencegah kerusakan lebih lanjut pada sistem permesinan akibat gangguan tegangan.
4. Menjadi referensi teknis bagi operator atau teknisi kapal dalam menangani gangguan kelistrikan terutama pada *alternator auxiliary engine*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Sebelumnya

Review penelitian sebelumnya adalah bagian dalam Karya Ilmiah Terapan (KIT) yang membahas ringkasan dan hasil dari penelitian-penelitian terdahulu yang berkaitan dengan judul yang dibahas. Tujuannya adalah untuk melihat apa yang sudah diteliti, sebagai dasar perbandingan, serta untuk menemukan celah atau perbedaan yang akan dibahas dalam penelitian saat ini.

Tabel 2. 1 Review Penelitian Sebelumnya

No.	Nama Peneliti	Judul	Hasil Penelitian	Perbedaan
1.	Bintoro Adi Nugroho, 2019 (Sumber : <u>ANALISA PENYEBAB KERUSAKAN BEARING PADA SHAFT GENERATOR DI MV. ARMADA PAPUA</u> - repository politeknik ilmu pelayaran semarang)	Analisa Penyebab Kerusakan <i>Bearing</i> Pada <i>Shaft Generator</i> di MV. ARMADA PAPUA	Hasil dari penelitian ini bahwa kerusakan <i>bearing</i> pada <i>shaft generator</i> disebabkan oleh tiga faktor utama, yaitu: pemakaian <i>bearing</i> yang melebihi jam kerja yang ditentukan, kurangnya pelumasan akibat gelas penduga tertutup oleh kotoran atau kerak, serta adanya kebocoran pelumas yang diakibatkan oleh kerusakan pada <i>oil seal</i> . Dampak dari kerusakan tersebut antara lain peningkatan suhu pada <i>bearing</i> , terganggunya kinerja <i>shaft generator</i> , dan terhambatnya proses olah gerak kapal, yang pada akhirnya menyebabkan keterlambatan perjalanan serta kerugian secara finansial bagi perusahaan pelayaran.	Penelitian yang dilakukan oleh Bintoro Adi Nugroho lebih menunjukkan analisis penyebab kerusakan <i>bearing</i> pada <i>shaft generator</i> , sedangkan yang dilakukan oleh penulis membahas tentang analisis tidak stabilnya tegangan listrik pada <i>auxiliary engine</i> .
2.	Aditya Rachman, 2023 (Sumber : <u>ANALISIS KETIDAKSTABILAN</u>)	Analisis Ketidakstabilan Tegangan dan Frekuensi	Penelitian ini membahas masalah ketidakstabilan tegangan dan frekuensi pada generator Nantong di	Penelitian yang dilakukan oleh Aditya Rachman lebih menunjukkan

No.	Nama Peneliti	Judul	Hasil Penelitian	Perbedaan
	<u>LAN TEGANGAN DAN FREKUENSI PADA GENERATOR NANTONG DI MV. JALES MAS</u> - repository politeknik ilmu pelayaran semarang)	Pada Generator Nantong di MV. JALES MAS	kapal MV. JALES MAS, yang disebabkan oleh kerusakan komponen seperti <i>Automatic Voltage Regulator</i> (AVR), <i>governor</i> , dan kabel yang rusak. Gangguan ini berdampak signifikan pada sistem kelistrikan kapal, menghambat kinerja peralatan listrik, berisiko merusak bagian dalam alternator, dan bahkan dapat memicu <i>blackout</i> ketika terjadi lonjakan beban atau pembebanan dilakukan secara tidak tepat.	tentang ketidakstabilan tegangan dan frekuensi pada generator, sedangkan yang dilakukan oleh penulis membahas tentang analisis tidak stabilnya tegangan listrik pada kinerja <i>auxiliary engine</i> .
3.	Aldo Rizky Mahendra, 2024 (Sumber : <u>ANALISIS PENGARUH PERAWATAN BEARING ALTERNATOR TERHADAP KINERJA DIESEL GENERATOR DI CS. LIMIN VENTURER</u> - repository politeknik ilmu pelayaran semarang)	Pengaruh Perawatan <i>Bearing Alternator</i> Terhadap Kinerja <i>Diesel Generator</i> di CS. LIMIN VENTURER	Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa kerusakan <i>bearing</i> disebabkan oleh ketidakseimbangan antara <i>rotor</i> dan <i>stator</i> alternator, yang mengakibatkan <i>shaft rotor</i> bertumpu secara tidak normal dan menyebabkan <i>bearing</i> aus, timbul suara kasar, penurunan RPM, serta suhu <i>bearing</i> meningkat drastis.	Penelitian yang dilakukan oleh Aldo Rizky Mahendra membahas tentang analisis pengaruh perawatan <i>bearing alternator</i> terhadap kinerja <i>Diesel Generator</i> , sedangkan yang dilakukan oleh penulis membahas tentang analisis tidak stabilnya tegangan listrik pada <i>auxiliary engine</i> .

B. Landasan Teori

Guna mendukung pembahasan dalam penelitian ini, maka diperlukan hasil penelitian sebelumnya mengenai analisis tentang penyebab tidak stabilnya tegangan listrik pada *Auxiliary Engine* di Kapal MV. Hanglima, maka perlu diketahui dan dijelaskan dari beberapa pustaka terkait dengan pembahasan Karya Ilmiah Terapan (KIT) ini.

1. Analisis

Menurut Sugiyono (2015), Analisis adalah proses mencari dan menyusun secara sistematis data yang diperoleh dari hasil wawancara, catatan lapangan, dan dokumentasi dengan cara mengorganisasikan data ke dalam kategori, menjabarkannya ke dalam satuan-satuan, melakukan sintesis, menyusun ke dalam pola, memilih mana yang penting dan akan dipelajari, dan membuat kesimpulan sehingga mudah dipahami oleh diri sendiri maupun orang lain. Sedangkan menurut Miles dan Huberman, Analisis data adalah proses yang terdiri atas tiga kegiatan utama yang terjadi secara bersamaan, yaitu reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan atau verifikasi.

Berdasarkan beberapa pengertian diatas maka dapat diketahui bahwa analisis merupakan tahapan yang dilakukan secara terstruktur untuk mengolah data penelitian, dimulai dari mengelompokkan, menyederhanakan, hingga menyajikan data secara sistematis. Tujuan dari proses ini adalah untuk memperoleh pemahaman yang jelas terhadap data yang telah dikumpulkan, sehingga dapat ditarik kesimpulan yang relevan dan digunakan sebagai dasar dalam menjawab permasalahan atau membuat keputusan.

2. Auxiliary Engine

Auxiliary engine atau mesin bantu adalah bagian vital dari sistem permesinan kapal yang berfungsi menunjang kinerja kapal di luar sistem penggerak utama. Mesin ini berperan dalam mengoperasikan berbagai peralatan bantu seperti pompa, kompresor, dan terutama sebagai penggerak *generator* listrik.

Menurut Syamsir (2010), *auxiliary engine* merupakan mesin bantu yang dirancang untuk mendukung sistem operasional kapal seperti pencahayaan, navigasi, dan sistem kontrol, baik saat berlayar maupun saat kapal sedang berlabuh. *Auxiliary engine* umumnya berupa mesin diesel berukuran lebih kecil dibanding mesin induk, namun peranannya sangat krusial dalam menjamin kontinuitas suplai energi untuk seluruh sistem kapal. Dalam konteks operasionalnya, mesin ini harus memiliki efisiensi tinggi, andal dalam berbagai kondisi cuaca, serta mudah dirawat agar tidak mengganggu aktivitas pelayaran.

Salah satu aplikasi utama dari *auxiliary engine* adalah sebagai penggerak *diesel generator*, yakni unit pembangkit tenaga listrik yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Generator ini terdiri dari dua bagian utama:

a. Diesel Generator

Diesel Generator adalah mesin penghasil listrik dengan mengubah gaya mekanik menjadi listrik guna mendukung oprasi kegiatan diatas kapal hal ini sesuai dengan Febriyanto, (2020) yang menyatakan bahwa *diesel generator* adalah suatu mesin bantu diatas kapal yang mengubah energi gerak (mekanik) menjadi energi listrik. Prinsip kerja *generator* adalah bilamana *rotor* diputar maka belitan kawat akan memotong gaya-gaya magnet pada kutub magnet, sehingga terjadi perbedaan tegangan, dengan dasar inilah timbulah arus listrik, arus melalui kabel atau kawat yang kedua

ujungnya dihubungkan dengan cincin geser. Pada cincin-cincin tersebut menggeser sikat-sikat, sebagai terminal penghubung keluar.



Gambar 2. 1 *Diesel Generator*

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

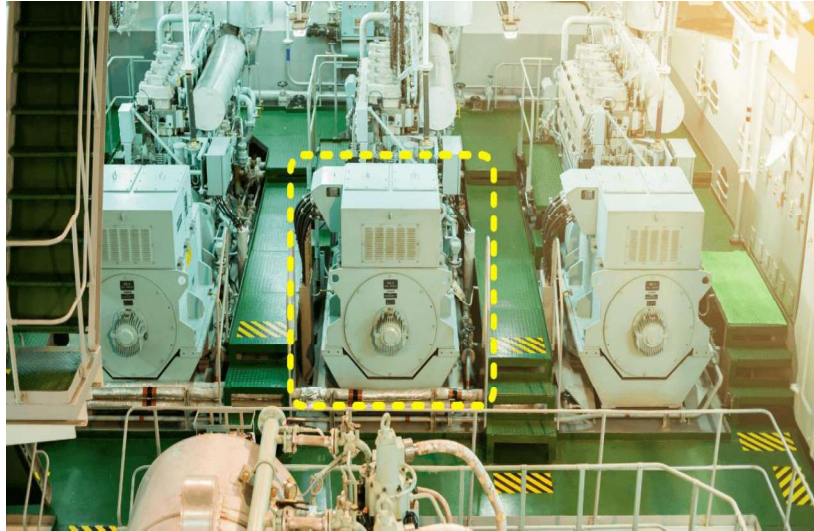
Dalam merencanakan sistem kelistrikan kapal perlu diperhatikan kapasitas dari generator dan peralatan listrik lainnya, besarnya kebutuhan maksimum dan minimum dari peralatannya. Kebutuhan maksimum merupakan kebutuhan daya rerata terbesar yang terjadi pada interval waktu yang singkat selama periode kerja dari peralatan tersebut, dan sebaliknya. Kebutuhan rerata merupakan daya rerata pada periode kerja *generator* kapal yang dapat ditentukan dengan membagi energi yang dipakai dengan jumlah jam periode tersebut. Untuk kebutuhan maksimum digunakan sebagai acuan dalam menentukan kapasitas generator kapal. Dan untuk kebutuhan minimum digunakan sebagai acuan untuk menentukan konfigurasi dari *electric plan* yang sesuai serta untuk menentukan kapan *generator* kapal dioperasikan.

Daya cadangan harus dimasukkan perhitungan untuk menutup kebutuhan daya listrik kapal pada puncak beban yang terjadi pada periode yang singkat, misalnya bila digunakan untuk mengasut motor- motor besar. Jika dilihat secara regulasi BKI (Biro Klasifikasi Indonesia) mensyaratkan untuk daya keluar dari generator kapal sekurang-kurangnya diperlukan untuk pelayanan dilaut harus 15% lebih tinggi daripada kebutuhan daya listrik kapal yang ditetapkan dalam keseimbangan daya. Selain itu juga harus diperhatikan faktor pertumbuhan beban untuk masa akan datang.

b. *Alternator*

Alternator adalah bagian dari diesel generator yang berfungsi sebagai penghasil tenaga listrik dari tenaga mekanik yang disalurkan dari mesin *diesel generator* hal ini sesuai dengan Taufiq (2020) yang menyatakan bahwa *alternator* adalah peralatan elektromekanis yang mengkonversikan energi mekanik menjadi energi listrik arus bolak balik. Pada prinsipnya, *generator* listrik arus bolak balik disebut dengan generator, tetapi pengertian yang berlaku umum adalah *generator* listrik pada mesin kendaraan. Fungsi *Alternator* adalah untuk mengubah energi mekanik yang di dapatkan dari tenaga listrik. Energi mekanik dari mesin di salurkan dari sebuah *pully*, yang memutar *rotor* dan menghasilkan arus bolak balik pada *stator*. Arus listrik ini kemudian dirubah menjadi arus searah. *Alternator*

atau yang lebih kita kenal sebagai “*Dinamo Ampere*” merupakan suatu unit yang berfungsi sebagai *power supply* dan *charging system*.



Gambar 2. 2 *Alternator*

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

Komponen utama dari *alternator* adalah *rotor* yang membangkit *electromagnet*, *stator* yang membangkit arus listrik dan *diode* yang menyearahkan arus. Sebagai tambahan, terdapat pula sikat arang yang mengalirkan arus ke *rotor coil* untuk membentuk garis gaya magnet, *bearing* untuk memperhalus putaran *rotor* dan kipas untuk mendinginkan *rotor*, *stator* serta *diode*. Semua bagian tersebut dipasang pada *front* dan *rear frame* (rumah bagian depan dan belakang). Pada *alternator*, terdapat beberapa komponen-komponen pendukung sebagai berikut:

1) *Rotor* (Bagian Berputar)

Rotor adalah bagian utama yang menghasilkan medan magnet di dalam *alternator*. Ketika *rotor* berputar, medan magnet yang dibawanya akan memotong lilitan kawat pada *stator* dan menghasilkan gaya gerak

listrik (EMF). *Rotor* biasanya terdiri dari kumparan kawat tembaga dan inti besi, serta dihubungkan dengan *slip ring* dan *brush* agar arus eksitasi dapat masuk ke kumparan *rotor*.

2) *Stator* (Bagian Diam)

Stator merupakan tempat terjadinya pembangkitan arus listrik. Komponen ini terdiri dari lilitan kawat (*coil*) yang dipasang secara melingkar pada inti besi (*core*). Ketika medan magnet dari *rotor* memotong lilitan *stator*, maka timbullah arus listrik. *Stator* terdiri dari tiga fase lilitan untuk menghasilkan arus AC tiga fasa.

3) *Voltage Regulator*

Voltage regulator berfungsi untuk mengatur dan menstabilkan tegangan keluaran *alternator* agar sesuai dengan kebutuhan sistem listrik kapal. *Regulator* ini bekerja dengan menyesuaikan arus eksitasi yang masuk ke *rotor*; jika tegangan *output* terlalu tinggi, maka arus eksitasi akan dikurangi, dan sebaliknya.

4) *Rectifier / Diode*

Rectifier berfungsi mengubah arus bolak-balik (AC) yang dihasilkan oleh *stator* menjadi arus searah (DC), terutama bila *alternator* digunakan untuk mengisi baterai atau digunakan oleh sistem yang memerlukan arus DC. Di dalam *alternator* modern, biasanya digunakan *full-wave rectifier* yang terdiri dari enam *diode* (untuk sistem tiga fasa).

5) *Cooling Fan*

Alternator menghasilkan panas saat bekerja, oleh karena itu diperlukan sistem pendingin. *Cooling fan* terpasang pada poros *rotor* untuk mengalirkan udara dan mendinginkan bagian dalam *alternator*, terutama *stator*, *diode*, dan kumparan *rotor*. Tanpa pendinginan yang memadai, *alternator* bisa *overheat* dan rusak.

6) *Bearing*

Bearing berfungsi sebagai penyangga poros *rotor* dan memungkinkannya berputar dengan halus dan stabil di dalam *casing alternator*. Jika *bearing* aus atau rusak, akan terjadi getaran, suara kasar, dan bahkan kerusakan pada *stator* akibat gesekan langsung dengan *rotor*.

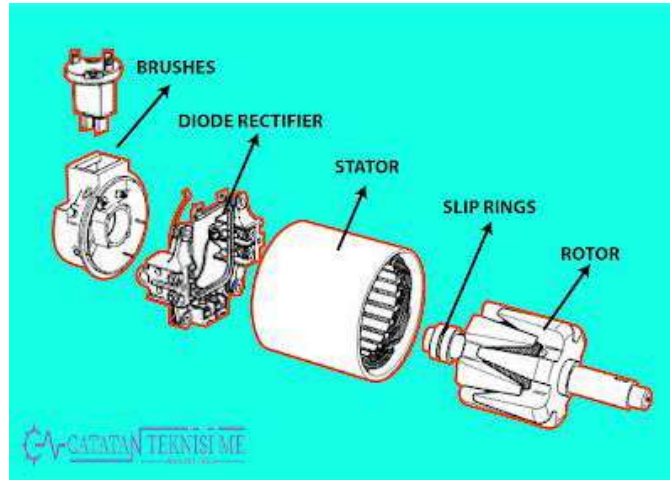
7) *Brush dan Slip Ring*

Brush (sikat arang) dan *slip ring* merupakan komponen yang menghubungkan arus listrik dari *voltage regulator* ke kumparan *rotor*. *Slip ring* terletak pada poros *rotor*, sementara *brush* menempel padanya untuk menghantarkan arus meskipun *rotor* sedang berputar.

8) *Casing (Housing)*

Casing alternator adalah rangka atau pelindung dari seluruh komponen internal. Biasanya terbuat dari besi cor atau aluminium dan

didesain tahan getaran serta panas. *Casing* juga berfungsi sebagai tempat dudukan *bearing*, *stator*, dan sistem pendinginan.



Gambar 2. 3 Komponen Pendukung *Alternator*
 Sumber : <https://www.teknisime.com>

c. Sistem Kelistrikan Pada Generator

Sistem kelistrikan pada kapal merupakan bagian penting dalam menunjang operasional seluruh peralatan dan sistem bantu di atas kapal. Sumber utama pasokan listrik di kapal umumnya berasal dari *diesel generator*, yaitu kombinasi antara mesin diesel (sebagai penggerak utama) dan *alternator* (sebagai pembangkit listrik). Menurut Febriyanto (2020), sistem kelistrikan pada kapal harus dirancang agar andal, aman, dan mampu beroperasi dalam kondisi kerja laut yang berat, seperti getaran, kelembaban tinggi, dan suhu ekstrem. Dalam sistem ini, energi mekanik yang dihasilkan oleh mesin *diesel* dikonversi menjadi energi listrik oleh *alternator* melalui prinsip induksi elektromagnetik, di mana *rotor* yang berputar dalam medan

magnet memotong kumparan *stator* untuk menghasilkan arus bolak-balik (AC).

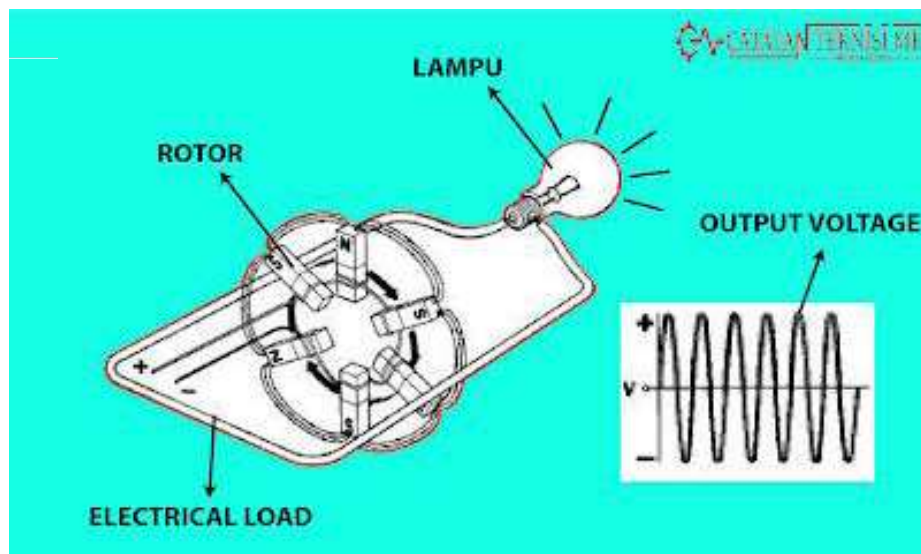
Komponen utama dalam sistem kelistrikan *generator* kapal mencakup *alternator*, *voltage regulator*, sistem proteksi, *switchboard*, dan panel distribusi. *Alternator* membangkitkan arus dan tegangan listrik yang kemudian distabilkan oleh *voltage regulator* sebelum disalurkan melalui *switchboard* ke berbagai sistem kelistrikan kapal seperti penerangan, navigasi, komunikasi, dan peralatan bantu. Untuk menjaga keamanan, sistem ini juga dilengkapi perangkat proteksi seperti *circuit breaker*, *overload relay*, dan alarm guna mencegah kerusakan akibat arus lebih, korsleting, atau gangguan lainnya. Menurut Djokosetyardjo (2002), sistem kelistrikan *generator* harus memiliki keandalan tinggi karena gangguan pada sistem ini dapat menyebabkan *blackout* atau berhentinya operasional kapal secara keseluruhan.

Selain itu, sistem kelistrikan *generator* di kapal juga terintegrasi dengan sistem kontrol otomatis (*automatic load sharing* dan *synchronizing system*) yang memungkinkan beberapa *generator* bekerja secara paralel dalam pembagian beban listrik secara seimbang. Dalam pengoperasiannya, sistem ini diawasi oleh perwira jaga mesin dengan melakukan pemantauan terhadap parameter penting seperti tegangan (*Voltage*), frekuensi (*Hz*), arus listrik (*Ampere*), dan faktor daya ($\cos \phi$). Pemeliharaan dan pemeriksaan rutin terhadap sistem ini sangat penting untuk memastikan efisiensi energi dan keselamatan operasional kapal.

d. Diagram Alternator penghasil Listrik

Syarat utama untuk dapat menghasilkan listrik, harus ada perubahan fluks magnetik, jika tidak maka tidak akan timbul listrik. Cara mengubah fluks magnetik adalah dengan menggerakkan magnet dalam kumparan atau sebaliknya dengan energi dari sumber lain, seperti angin dan air yang memutar baling-baling turbin untuk menggerakkan magnet tersebut. Apabila suatu konduktor digerakkan memotong medan magnet maka akan timbul beda tegangan di ujung-ujung konduktor tersebut. Tegangannya akan naik saat mendekati medan dan turun saat menjauhi. Sehingga listrik yang timbul dalam siklus: positif-nol-negatif-nol (AC).

Prinsip penting yang menjadi sandaran alternator adalah bahwa arus listrik akan dihasilkan dalam gulungan kawat yang dilewati medan magnet yang bergerak.

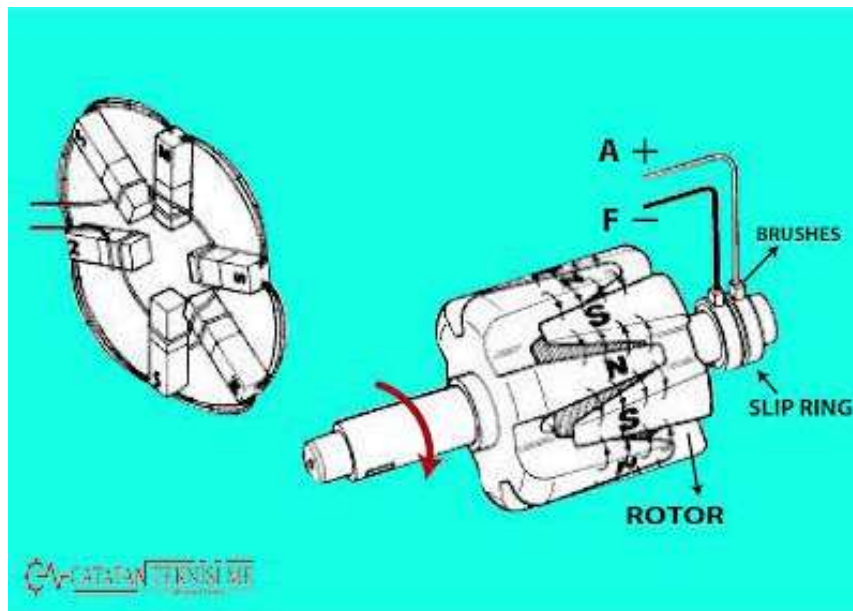


Gambar 2. 4 Pembangkit arus dan Tegangan

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

Pembangkitan arus dan tegangan pada alternator menunjukkan satu putaran kawat, stator dihubungkan ke beban listrik, diwakili oleh sebuah bola lampu.

Sebuah rotor, terdiri dari enam elektromagnet, terletak di dalam stator, dan diberi energi oleh arus listrik kecil dari terminal bertanda + dan -. Arus kecil ini memastikan bahwa setiap elektromagnet membentuk medan magnet antara kutub utara (N) dan selatan (S). Perhatikan bahwa elektromagnet diatur sedemikian rupa sehingga kutubnya bergantian N dan S.



Gambar 2. 5 Rotor dan Medan Magnet

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

Rotasi rotor dalam alternator menghasilkan perpotongan fluks magnetik dengan konduktor stator, yang menginduksi aliran arus listrik. Amplitudo arus mencapai maksimum ketika kutub utara dan selatan rotor secara simultan melewati sisi-sisi yang berlawanan dari kumparan stator.

Pada kondisi ini, intensitas luminasi lampu (apabila terhubung dalam rangkaian) akan mencapai titik terterang.

Selanjutnya, dengan semakin menjauhnya kutub-kutub tersebut, terjadi penurunan gradien arus, yang berakibat pada reduksi intensitas cahaya. Pada titik tengah antara kedua kutub, arus terhenti untuk sementara waktu. Akan tetapi, medan magnet yang dihasilkan oleh kutub dengan polaritas berlawanan kemudian memotong kumparan stator, menyebabkan polaritas arus berbalik dan intensitas cahaya kembali meningkat.

Korelasi antara tegangan keluaran dan arus listrik mengikuti prinsip Hukum Ohm, sehingga perubahan tegangan akan selaras dengan perubahan arus, mengalami peningkatan, penurunan, dan perubahan arah secara periodik. Representasi grafis dari fenomena ini menghasilkan kurva sinusoidal yang berosilasi antara nilai positif maksimum dan negatif maksimum. Proses inilah yang mendasari pembangkitan arus bolak-balik (AC), yang menjadi justifikasi penamaan perangkat ini sebagai alternator.

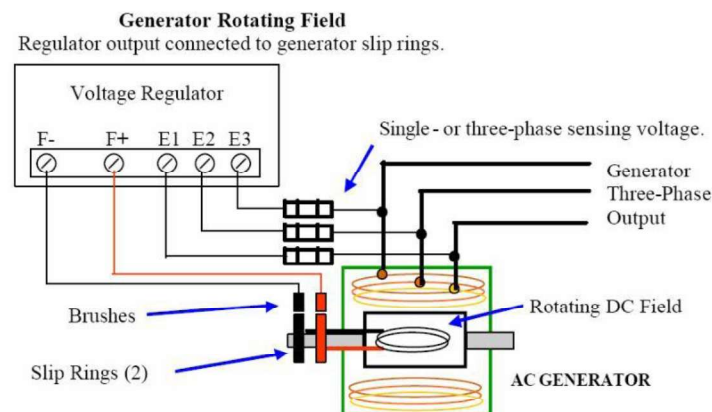
Pada konfigurasi rotor yang melibatkan sikat dan cincin selip, desain elektromagnet enam batang konvensional telah dievolusikan dengan menggantinya menggunakan sepasang cakar besi yang melingkupi kumparan magnet. Arsitektur ini menghasilkan 12 kutub magnetik dan menawarkan efisiensi yang signifikan. Efisiensi ini dioptimalkan oleh kedekatan spasial antara kutub-kutub tersebut, yang meminimalkan interval waktu antara puncak arus dengan polaritas yang berlawanan saat rotor beroperasi pada kecepatan tinggi.

Penyediaan arus magnetisasi ke rotor, yang bersumber dari terminal A dan F, disalurkan melalui dua sikat yang bergesekan dengan cincin selip. Sistem ini memungkinkan transfer energi listrik yang diperlukan untuk eksitasi medan magnet pada rotor.

e. Sistem Eksistensi

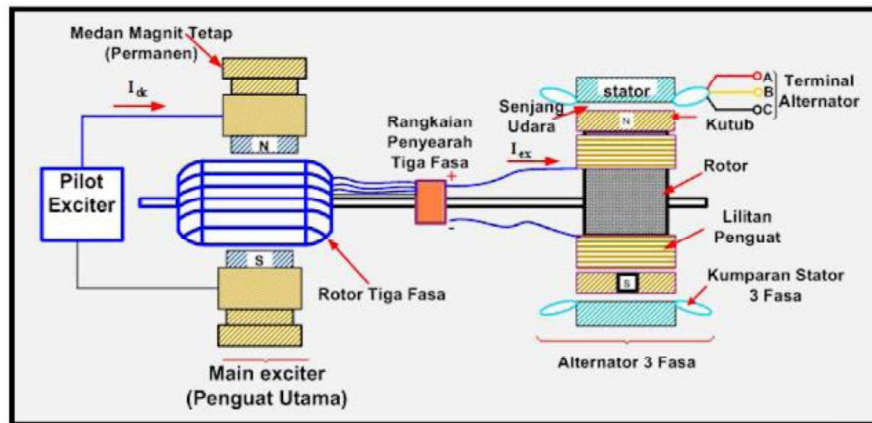
Dalam desain rotor yang menggunakan sikat dan cincin geser, elektromagnet enam batang tradisional diganti dengan sepasang cakram besi yang mengelilingi kumparan magnet. Desain ini menghasilkan 12 kutub magnet dan sangat efisien. Efisiensi ini ditingkatkan karena kutub-kutubnya sangat berdekatan, sehingga meminimalkan waktu antara puncak arus dengan polaritas yang berlawanan saat rotor berputar cepat.

Arus magnetisasi disalurkan ke rotor melalui sikat yang bergesekan dengan cincin geser, berasal dari terminal A dan F. Sistem ini memungkinkan transfer energi listrik yang dibutuhkan untuk membangkitkan medan magnet pada rotor.



Gambar 2. 6 Diagram Sistem Eksistensi

Sumber : <https://ecampusontario.pressbooks>



Gambar 2. 7 Sistem Eksistensi

Sumber : <https://ecampusontario.pressbooks>

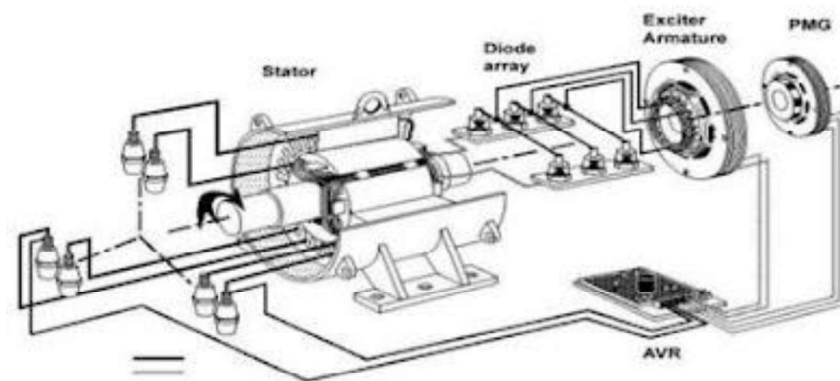
Gambar tersebut mengilustrasikan diagram skematik sistem eksitasi DC terpisah (*Separate DC Excitation*) yang diterapkan pada generator AC. Sistem ini memanfaatkan regulator tegangan (*Voltage Regulator*) untuk mengendalikan arus eksitasi yang disuplai ke kutub medan stator eksiter (*Exciter Stationary Field Poles*). Medan stator eksiter ini berperan dalam menghasilkan medan magnet yang menginduksi tegangan pada rotor eksiter (walaupun tidak direpresentasikan secara eksplisit dalam ilustrasi).

Tegangan yang dihasilkan oleh rotor eksiter disalurkan melalui sistem sikat dan komutator (*Brushes & Commutator*) menuju medan DC berputar (*Rotating DC Field*) pada generator AC utama. Medan berputar ini kemudian menghasilkan fluks magnetik yang berinteraksi dengan kumparan stator generator utama, sehingga menghasilkan keluaran tiga-fasa (*Generator Three-Phase Output*).

Regulator tegangan menerima sinyal masukan dari tegangan keluaran generator utama (*Single- or three-phase sensing voltage*) melalui terminal

E1, E2, dan E3. Berdasarkan informasi tegangan masukan ini, regulator secara adaptif menyesuaikan arus yang disalurkan ke medan stator eksiter melalui terminal F+ dan F-, dengan tujuan menjaga stabilitas tegangan keluaran generator utama.

Secara ringkas, skema ini menggambarkan mekanisme pengendalian medan magnet pada eksiter melalui tegangan DC dari regulator, yang selanjutnya menginduksi tegangan pada rotor eksiter. Tegangan ini kemudian dimanfaatkan untuk menghasilkan medan magnet pada rotor generator utama, yang menghasilkan keluaran tiga-fasa. Regulator tegangan berperan krusial dalam memastikan stabilitas tegangan keluaran generator utama dengan melakukan penyesuaian arus eksitasi berdasarkan umpan balik tegangan keluaran yang terukur.



Gambar 2. 8 Konstruksi Generator dan Sistem *Eksistensi*

Sumber : <https://ecampusontario.pressbooks>

PMG (Permanent Magnet Generator) berputar bersama rotor dan menghasilkan tegangan atau arus AC. Arus ini kemudian disearahkan dan diatur oleh AVR (Automatic Voltage Regulator). Karena arus yang

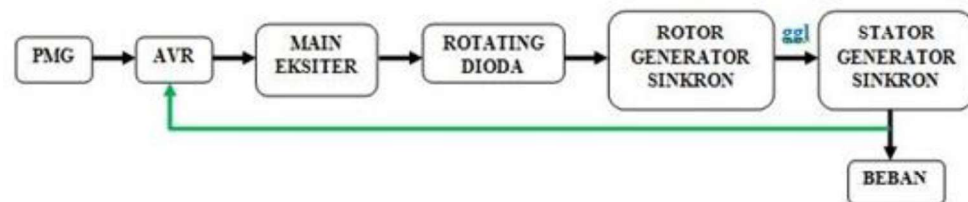
dihasilkan PMG relatif kecil, arus AC yang sudah disearahkan ini digunakan untuk memberi daya pada *exciter*, yang kemudian menghasilkan tegangan AC yang lebih besar.

Arus AC dari *exciter* disearahkan oleh dioda putar (*rotating diode*) untuk menghasilkan arus eksitasi pada rotor, sehingga rotor memiliki medan magnet.

Medan magnet ini berinteraksi dengan kumparan stator, menghasilkan fluks listrik dan tegangan keluaran generator. Proses ini terus berulang selama generator beroperasi.

Dengan demikian, sistem ini tidak memerlukan sumber tegangan DC eksternal untuk eksitasi. Tegangan keluaran generator diambil langsung dari stator, karena lebih mudah mengakses tegangan dari bagian yang diam (stator) dibandingkan dari bagian yang berputar (rotor).

Secara sederhana dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2. 9 Skema singkat sistem *Eksistensi*

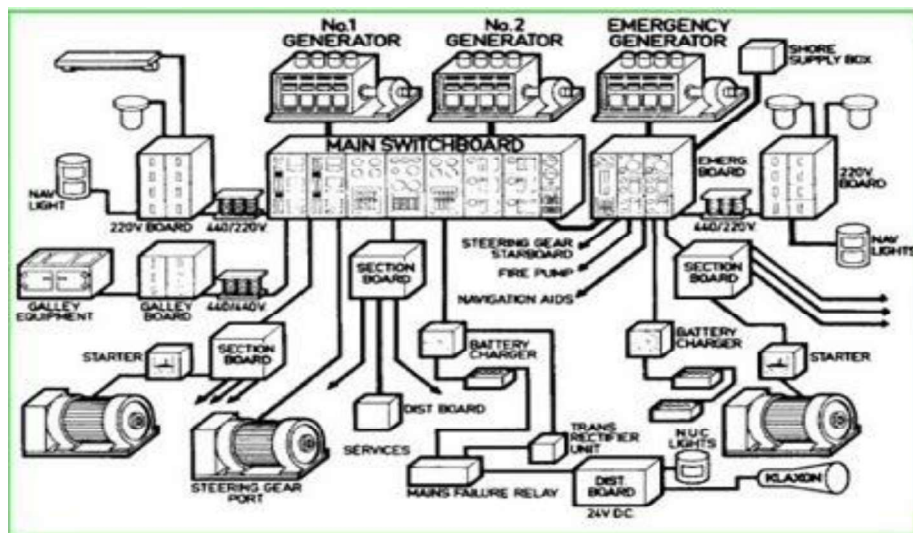
Sumber : <https://ecampusontario.pressbooks>

f. Diagram Kelistrikan pada Kapal

Energi untuk beban penerangan dan beban daya sistem kelistrikan suatu kapal biasanya disuplai oleh 2 (dua) atau lebih generator. Selain itu juga dapat disuplai dari emergency generator. Daya listrik keluaran dari

peralatan penunjang melalui circuit breaker. Suplai tegangan rendah 220 V digunakan untuk missal penerangan diperoleh dari transformator step down pada jaringan distribusi. Sistem distribusi menggunakan tiga kawat dengan insulasi atau kawat netral yang terhubung ke ground.

Kawat netral yang terinsulasi lebih disukai walaupun terkadang kawat netral yang terhubung ke ground masih digunakan. Sistem dengan kawat netral yang terinsulasi dapat mengalami tegangan surja yang tinggi akibat dari switching atau kesalahan sistem sehingga dapat merusak alat-alat yang lain. Penggunaan sistem pembumian atau ground dapat mengakibatkan hilangnya layanan penting seperti sistem kemudi karena kesalahan pembumian. Kesalahan pembumian pada sistem yang terinsulasi tidak merusak suplai dan tetap dapat dideteksi oleh lampu display pembumian. Oleh karena itu sistem terinsulasi lebih disukai karena kegagalan pembumian/ground sering terjadi di kapal dan hal tersebut tidak diinginkan.



Gambar 2. 11 Diagram sistem Kelistrikan Kapal

Sumber : <https://kapaldanlogistik.com>

Diagram tersebut menggambarkan sistem distribusi kelistrikan pada sebuah kapal, yang terdiri dari beberapa komponen utama yang saling terhubung untuk menyediakan daya listrik ke berbagai peralatan dan sistem di kapal. Berikut adalah penjelasan rinci mengenai komponen-komponen tersebut dan bagaimana mereka berinteraksi:

1) Generator Utama (No. 1 Generator dan No. 2 Generator):

- a) Generator utama merupakan sumber utama daya listrik di kapal saat beroperasi di laut. Biasanya, kapal memiliki lebih dari satu generator untuk redundansi dan untuk memenuhi kebutuhan daya yang berbeda selama berbagai kondisi operasional.
- b) Generator ini menghasilkan listrik AC (arus bolak-balik) yang kemudian didistribusikan melalui switchboard utama.

2) Generator Darurat (Emergency Generator):

- a) Generator darurat berfungsi sebagai sumber daya cadangan jika generator utama mengalami kegagalan. Generator ini secara otomatis akan aktif saat terjadi pemadaman listrik utama dan menyediakan daya untuk peralatan penting seperti lampu navigasi, sistem komunikasi, dan peralatan keselamatan.

3) Switchboard Utama (Main Switchboard):

- a) Switchboard utama adalah pusat distribusi daya listrik di kapal. Dari sini, daya listrik dari generator utama dan generator darurat didistribusikan ke berbagai bagian kapal melalui panel-panel distribusi yang lebih kecil.

- b) Switchboard ini dilengkapi dengan berbagai sakelar, pemutus sirkuit, dan instrumen pengukuran untuk mengontrol dan memantau aliran daya listrik.
- 4) **Panel Distribusi (Section Board, 220V Board, 440/220V Board, Galley Board):**
- a) Panel-panel distribusi ini menerima daya dari switchboard utama dan mendistribusikannya ke berbagai sistem dan peralatan di kapal.
 - b) **Section Board:** Panel distribusi umum untuk berbagai keperluan.
 - c) **220V Board:** Panel yang menyediakan daya dengan tegangan 220V untuk peralatan yang membutuhkan tegangan tersebut.
 - d) **440/220V Board:** Panel yang dapat menyediakan daya dengan dua pilihan tegangan, yaitu 440V dan 220V.
 - e) **Galley Board:** Panel khusus untuk mendistribusikan daya ke peralatan dapur (galley).
- 5) **Shore Supply Box:**
- a) Kotak ini memungkinkan kapal untuk terhubung ke sumber daya listrik dari darat (shore power) saat berada di pelabuhan. Hal ini memungkinkan kapal untuk mematikan generatornya dan menggunakan daya dari darat untuk mengurangi biaya operasional dan emisi.
- 6) **Sistem Navigasi dan Penerangan:**
- a) **Nav Light:** Lampu navigasi yang penting untuk keselamatan pelayaran, terutama pada malam hari.

b) **Nav Lights:** Sistem penerangan navigasi yang lebih lengkap.

7) **Dist Board 24V DC:**

a) Panel distribusi untuk daya DC 24V, yang umumnya digunakan untuk sistem kontrol, komunikasi, dan peralatan elektronik lainnya.

8) **Mains Failure Relay:**

a) Relai yang mendeteksi kegagalan daya utama dan secara otomatis mengaktifkan generator darurat.

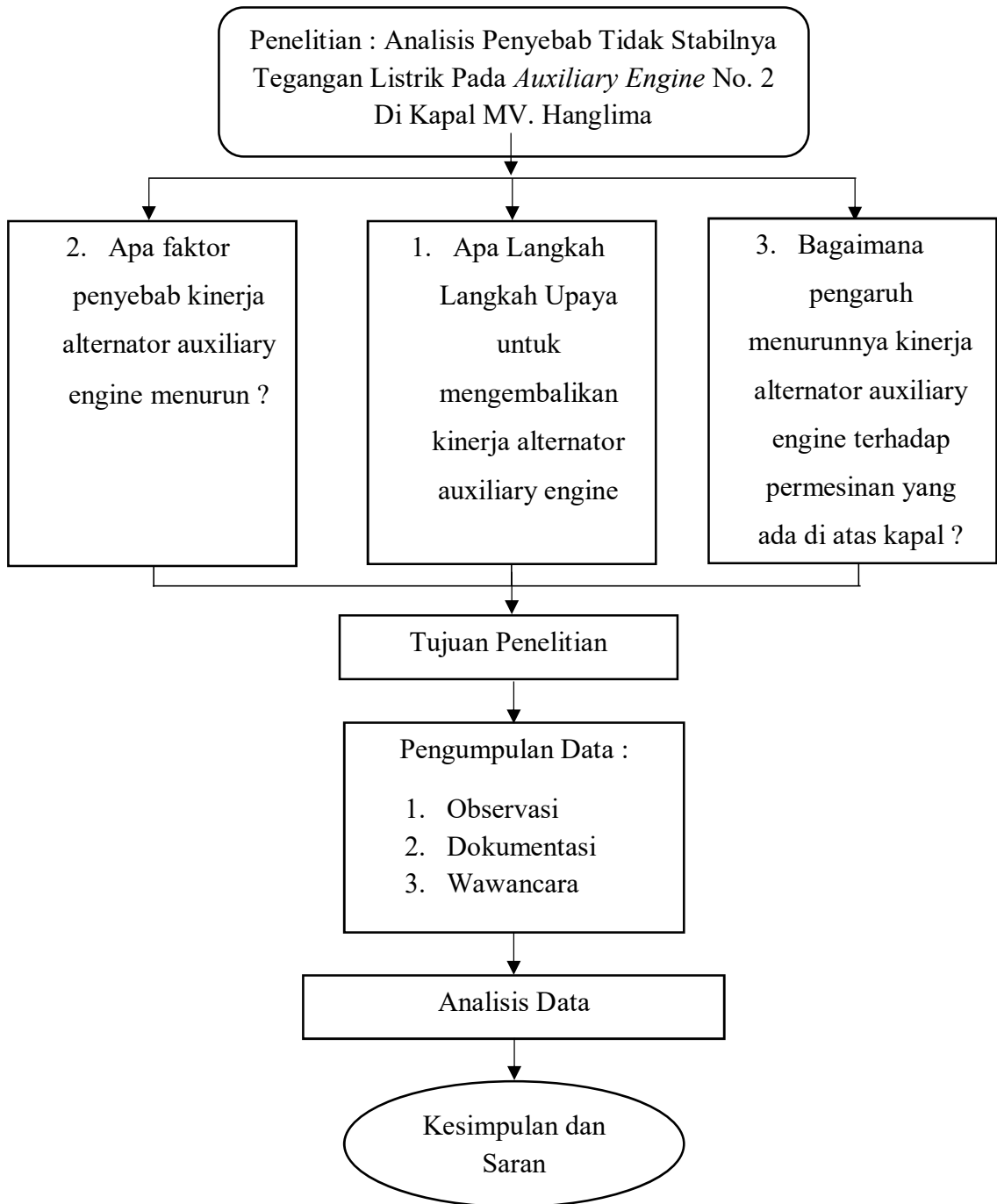
9) **Trans Rectifier Unit:**

a) Unit yang mengubah arus AC menjadi arus DC untuk keperluan tertentu.

Prinsip Kerja Sistem:

- Listrik dihasilkan oleh generator utama dan/atau generator darurat.
- Listrik didistribusikan melalui switchboard utama ke berbagai panel distribusi.
- Panel distribusi kemudian mendistribusikan daya ke berbagai peralatan dan sistem di kapal sesuai dengan kebutuhan tegangan dan arus masing-masing.
- Sistem proteksi seperti pemutus sirkuit dan relai digunakan untuk melindungi peralatan dari kerusakan akibat beban berlebih atau gangguan listrik lainnya.

C. Kerangka Penelitian



Gambar 2. 12 Kerangka Berpikir

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan penulis adalah metode kualitatif dengan teknik analisis *fishbone*. Sebelum membahas teknik analisis *fishbone*, berikut adalah penjelasan metode kualitatif oleh para ahli. Menurut Bogdan dan Taylor sebagaimana dikutip oleh Moleong (2017) metodologi kualitatif merupakan prosedur penelitian yang menghasilkan data deskriptif berupa kata-kata tertulis atau lisan dari orang-orang dan perilaku yang dapat diamati. Menurut David Williams sebagaimana dikuti oleh Moleong (2017) penelitian kualitatif adalah pengumpulan data pada suatu latar alamiah, dengan menggunakan metode alamiah, dan dilakukan oleh orang atau peneliti yang tertarik secara alamiah. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pengertian penelitian kualitatif adalah metode penelitian untuk pemahaman mendalam tentang fenomena sosial dan perilaku manusia dengan berfokus pada pengalaman, makna, dan interpretasi subjek yang diteliti, serta melibatkan data non numerik seperti observasi, wawancara, dan dokumentasi.

Sedangkan teknik analisis *fishbone*, Menurut ilmuwan Professor Kaoru Ishikawa (1943) pengertian dari diagram *fishbone* yang juga dikenal sebagai diagram tulang ikan atau diagram *Ishikawa*, adalah alat visual yang digunakan untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mengorganisasi penyebab potensial dari suatu masalah atau efek tertentu. Nama "*fishbone*" berasal dari bentuk diagramnya yang menyerupai tulang ikan, dengan "kepala" menunjukkan masalah atau efek

yang dianalisis, dan "tulang-tulanginya" menunjukkan kategori penyebab. (Ishikawa, Kaoru. *What Is Total Quality Control? The Japanese Way.*)

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

Tempat dilaksanakannya penelitian ini dilakukan pada saat melaksanakan praktek laut di atas Kapal MV. HANGLIMA milik PT. PREMIER SHIPPING. Di tanggal 2 Maret 2024, jam 9.30 AM (*Singapore Time*) pada saat itu kapal sedang melakukan *manouver* (olah gerak) sandar di Jurong Port Singapore. Setelah kapal sandar, terjadilah *troubleshooting* pada *Auxiliary Engine* yang menjadi fokus sebagai objek penelitian. Berdasarkan pengamatan peneliti, peneliti tertarik untuk mencari tahu permasalahan yang terjadi tentang *troubleshooting Auxiliary Engine* serta cara memperbaikinya.

C. Sumber Data Dan Teknik Pengumpulan Data

1. Sumber Data

Dalam penelitian ini disajikan berbagai data kualitatif yang diperoleh dari responden, baik secara lisan maupun tulisan, yang berhubungan dengan objek penelitian. Berbagai macam sumber data yang dipergunakan pada saat penelitian :

a. Data Primer

Creswell (2014) menyatakan bahwa data primer dalam penelitian kualitatif diperoleh langsung dari orang-orang yang berhubungan dengan topik penelitian. Data primer ini dapat berupa observasi dan dokumentasi,

yang memberikan peneliti wawasan langsung mengenai perspektif dan pengalaman subjek penelitian.

b. Data Sekunder

Menurut Yin (2014) menjelaskan bahwa data sekunder dalam penelitian kualitatif adalah data yang berasal dari sumber yang sudah ada, seperti dokumen arsip, laporan resmi, atau rekaman yang dihasilkan dari studi atau penelitian sebelumnya. Peneliti menggunakan metode wawancara, dokumentasi, serta menambahkan beberapa dari studi pustaka sebagai pendukung dalam penelitian ini.

2. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data merupakan metode yang digunakan oleh peneliti untuk memperoleh data yang diperlukan dalam penelitian. Teknik ini sangat penting diperhatikan karena sering kali berkaitan dengan konsep-konsep abstrak yang tidak tampak secara langsung pada objek, melainkan hanya dapat diamati melalui penerapannya. Pengumpulan data dilakukan untuk memastikan bahwa informasi yang diperoleh valid dan sesuai dengan realitas, sehingga teori yang dibangun berdasarkan data tersebut dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

Berikut adalah beberapa metode pengumpulan data kualitatif yang sering digunakan serta penjelasan menurut para ahli :

a. Observasi

Observasi merupakan metode pengumpulan data yang melibatkan pengamatan langsung terhadap perilaku atau kegiatan yang terjadi dalam

setting tertentu. Menurut Merriam (2009), observasi memungkinkan peneliti untuk mengumpulkan data secara langsung dari lokasi kejadian tanpa melalui perantara atau informasi dari orang lain.

b. Dokumentasi

Dokumentasi adalah metode pengumpulan data kualitatif dengan mempelajari dan menganalisis dokumen atau arsip yang relevan dengan topik penelitian. Yin (2014) menjelaskan bahwa dokumen bisa berupa catatan tertulis, laporan, surat atau bentuk-bentuk lain yang mengandung informasi yang berguna untuk memahami konteks dan situasi tertentu.

c. Wawancara

Menurut Creswell (2014), wawancara adalah salah satu metode utama dalam pengumpulan data kualitatif. Wawancara dilakukan dengan cara tanya jawab antara peneliti dan informan yang memiliki pengetahuan atau pengalaman terkait topik yang diteliti.

d. Studi literatur

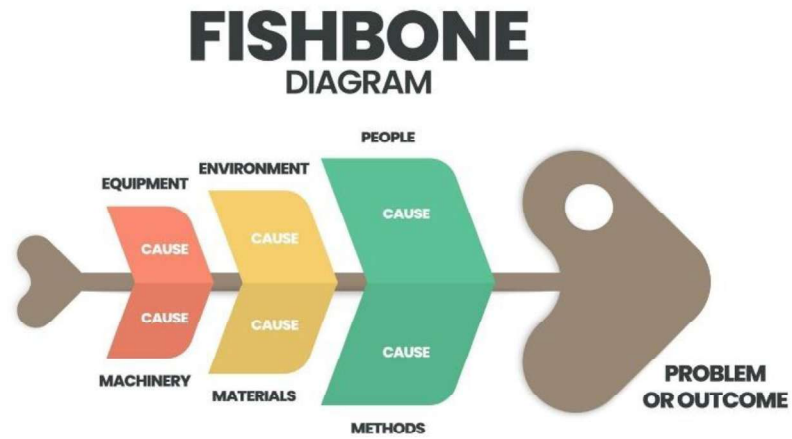
Menurut Sarwono (2019). Beliau menjelaskan pengertian studi pustaka merupakan kegiatan mempelajari berbagai buku referensi serta hasil penelitian sebelumnya yang sejenis yang berguna untuk mendapatkan landasan teori mengenai masalah yang akan diteliti.

Secara sederhana, Sarwono menyampaikan bahwa studi kepustakaan adalah kegiatan membaca sejumlah buku atau referensi. Tujuannya untuk mengetahui pembahasan lebih mendalam mengenai suatu topik atau tema. Topik ini disesuaikan dengan topik yang diangkat ke dalam tulisan.

D. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data merupakan metode yang digunakan untuk memetakan, menjabarkan, menghitung, dan menelaah data yang telah dikumpulkan, guna menjawab rumusan masalah serta menyusun kesimpulan dalam suatu penelitian. Proses analisis ini hanya dapat dilakukan apabila elemen-elemen penting dalam penelitian, seperti pengumpulan data yang relevan dengan tujuan penelitian, telah terpenuhi. Tujuan dari teknik ini adalah untuk menghasilkan kesimpulan umum dari data yang diperoleh, dengan cara yang logis dan mudah dipahami.

Setelah penulis mendapatkan informasi dari data-data yang diperlukan, tahap selanjutnya adalah memeriksa informasi dan data tersebut untuk diolah menjadi informasi yang akurat. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan metode *fishbone* (diagram Ishikawa) adalah alat yang efektif untuk menganalisis dan mengidentifikasi berbagai penyebab dari suatu masalah dengan cara yang sistematis dan terstruktur. Metode *fishbone* digunakan di berbagai penyebab masalah dan juga dampaknya. Diagram menggambarkan hubungan antara masalah dan banyak kemungkinan faktor penyebab, sehingga *fishbone* diagram juga disebut sebagai *cause and effect* diagram atau diagram sebab dan akibat.



Gambar 3. 1 Contoh Gambar Diagram *Fishbone*

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