

SKRIPSI

ANALISIS TERJADINYA BLACK OUT PADA GENERATOR DI ATAS KAPAL MT.AMBERMAR



**NUR AJIB BAITULLAH
NIT : 20.42.076
TEKNIKA**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV PELAYARAN
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR
TAHUN 2024**

ANALISIS TERJADINYA BLACK OUT PADA GENERATOR DI ATAS KAPAL MT.AMBERMAR

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Program
Pendidikan Diploma IV Pelayaran

Program studi
Teknika

Disusun dan diajukan oleh

NUR AJIB BAITULLAH
NIT: 20.42.076
TEKNIKA

**PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV PELAYARAN
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR
TAHUN 2024**

SKRIPSI

ANALISIS TERJADINYA BLACK OUT PADA GENERATOR DI ATAS KAPAL MT.AMBERMAR

Disusun dan Diajukan oleh:

NUR AJIB BAITULAH

NIT. 20.42.076

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Skripsi
Pada tanggal 19 November 2024

Pembimbing I

Menyetujui:

Pembimbing II

Jamaluddin, S.H., M.M., M.Mar.E
NIP. 19720701 200712 1 001

Mahadir Sirman, S.T., M.T
NIP. 19820527 200812 1 002

Mengetahui:

a.n. Direktur
Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
Pembantu Direktur I

Ketua Program Studi Teknika

Capt. Faisal Saransi, MT., M.Mar
NIP. 19750329 199903 1 002

Ir. Alberto, S.Si.T., M.Mar.E., M.A.P
NIP. 19760409 200604 1 001

PRAKATA

Dengan ini penulis panjatkan puji syukur kehadiran ALLAH SWT yang telah memberikan taufik hidayah-nya kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi tentang profesi ke pelautan dengan judul “ Analisis Terjadinya Black Out Pada Generator Di Atas Kapal MT. AMBERMAR.”

Pengarang (penulis) mengakui bahwa penelitian tersebut masih memiliki banyak kekurangan baik dalam bahasa, struktur kalimat, penulisan dan pembahasan materi dikarenakan penulis memiliki kekurangan dalam penguasaan materi, waktu dan juga data-data yang didapatkan. Selama penyusunan skripsi taruna mendapat berlimpah petunjuk juga bantuan langsung ataupun tidak langsung oleh beberapa sumber hingga selesainya penulisan penulisan.

Pada momen tersebut tidak lupa sang penulis menyuatkan terutama :

1. Bapak Capt. Rudy Susanto, M.Pd selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
2. Bapak Alberto, S.Si.T., M.Mar.E., M.A.P selaku ketua program studi Teknik Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
3. Bapak Jamaluddin, S.H., M.M., MAR.E selaku dosen Pembimbing I.
4. Bapak Mahadir sirman, S.T.,M.T selaku dosen Pembimbing II.
5. Seluruh Staff Pengajar Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar atas bimbingan yang diberikan kepada penulis selama mengikuti proses pendidikan di PIP makassar.
6. Semua Civitas Akademika Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
7. Orang tua penulis, Bapak.Sirajuddin atas Kesabaran, Ketulusan dan kasih sayangnya dalam memberikan motivation juga semangat dalam menyelesaikan skripsi ini dan Ibu Murni yang selalu menjadi inspirasi ketika dalam keadaan sulit dan membuat saya selalu bangga

menjadi anaknya penyemangat saya untuk menyelesaikan pendidikan di PIP Makassar.

8. Perusahaan pelayaran PT. WARUNA NUSA SENTANA yang telah memberikesempatan kepada penulis untuk meneliti di kapal.
9. Seluruh kru kapal MT. AMBERMAR 2022-2023 atas inspirasinya dan bantuan dalam menyelesaikan skripsi ini.
10. Rekan-rekan taruna-taruni senior, angkatan XLI dan juga junior yang memberikan bantuan dalam menyelesaikan skripsi ini.
11. Dan semua pihak yang memberi bantuan dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

Selama penulisan skripsi ini penulis menemukan bahwa masih banyak kekurangan dalam segala aspek. Tentu saja hal ini tidak lepas dari kemungkinan terdapat ungkapan kata-kata menyinggung yang harus diperhitungkan. Namun, penulis dengan rendah hati meminta masukan yang menimbulkan minat pembaca untuk penyempurnaan juga dapat berguna bagi dunia kemaritiman, khususnya untuk pribadi penulis agar pembaca dapat menerapkan dalam melaksanakan tugas dan tanggung jawab di atas kapal.

Makassar, 19 November 2024

A handwritten signature in black ink, enclosed within a thin black rectangular border. The signature is stylized and cursive, appearing to read 'Nur Ajib Baitullah'.

NUR AJIB BAITULLAH
NIT: 20.42.076

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya : Nur ajib baitullah
Nomor Induk Taruna : 20.42.076
Program Studi : Teknika

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul :

ANALISIS TERJADINYA BLACK OUT PADA GENERATOR DI ATAS KAPAL MT. AMBERMAR

Merupakan karya asli. Seluruh ide dalam skripsi ini kecuali tema dan yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide yang saya susun sendiri. Jika pernyataan di atas terbukti sebaliknya, maka saya sendiri bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Makassar, 19 November2024



NUR AJIB BAITULLAH
NIT: 20.42.076

ABSTRAK

NUR AJIB BAITULLAH, 2024 Analisis Terjadinya Black Out Pada Generator Di Atas Kapal MT. AMBERMAR (Dibimbing oleh Bapak Jamaluddin dan bapak mahadir sirman).

Kemampuan berperan penting bagi *crew* kapal atau ABK (Anak Buah Kapal) apabila dihadapkan dengan keadaan darurat, ABK harus secara cepat dan tepat, sangat menolong dalam proses penyalaan kembali generator dalam keadaan *black out*. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui tentang kurang maksimalnya pembakaran di ruang bakar sehingga menyebabkan terjadinya *black out* pada generator di atas kapal.

Penelitian ini dilakukan di atas kapal MT. AMBERMAR Perusahaan PT. WARUNA NUSA SENTANA. Peneliti melakukan praktek laut selama kurang lebih sekitar 12 bulan 3 hari dari tanggal 11 OKTOBER 2022 sampai dengan tanggal 14 OKTOBER 2023. Sumber data yang diperoleh disaat melaksanakan penelitian yaitu data primer yang langsung dari lokasi penelitian dengan cara melakukan pengamatan dengan judul skripsi.

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini yaitu bahwa perawatan (*maintenance*) dan penanganan yang tidak dilaksanakan sesuai dengan yang dijadwal pada PMS di atas kapal biasanya sering disepelekan karena mesin masih beroperasi dengan normal tetapi untuk menghindari keadaan *black out* wajib dilaksanakannya perawatan (*maintenance*) dan penanganan sesuai yang dijadwalkan, serta kurangnya pengalaman *crew* kapal pada saat keadaan *black out* di atas kapal.

Kata kunci : generator, black out dan perawatan.

ABSTRACT

NUR AJIB BAITULLAH, 2024 Analysis of the Causes of Black Out on the Generator Aboard MT. AMBERMAR (Supervised by Mr. Jamaluddin and Mr. Mahadir sirman).

The ability to play an important role for the ship's crew or ABK (Children of the Ship) when faced with an emergency situation, quickly and accurately, very helpful in the process of restarting the generator in a black out state. The purpose of this study is to find out about the less than optimal combustion in the combustion chamber causing black outs on the generator on board.

This research was conducted on board the MT, AMBERMAR PT. WARUNA NUSA SENTANA. Researchers conducted marine practices for approximately 12 months 3 days from 11 October 2022 to 14 October 2023. Sources of the data obtained when carrying out research are primary data directly from the research location by conducting direct observations and questions, as well as literature related to the title of the thesis.

The results obtained from this study are that maintenance and handling that is not carried out according to the schedule on the PMS on board the ship is usually often underestimated because the engine is still operating normally but to avoid a black out situation, maintenance and handling are required. As scheduled, as well as the lack of experience of the ship's crew during the black out situation on the ship.

Keywords : generator, black out, and maintenance

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGANTAR	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PRAKATA	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Batasan masalah	3
D. Tujuan Penelitian	3
E. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Pengertian Generator	4
B. Prinsip Kerja Generator	5
C. Sistem Bahan Bakar	7
D. Pengertian Generator Arus Bolak Balik	8
E. Metode Pembangkit Generator	10
F. Black Out	11
G. Mesin Diesel	12
H. Siklus Motor Diesel	12
I. Jenis Mesin Diesel	14
J. Perbedaan Generator Listrik (AC) Dan (DC)	16
K. Pengertian Governor	17
L. Pembakaran	18
M. Katup Penyemprotan Bahan Bakar	18

O. Pengertian Bahan Bakar	19
P. Kerangka Pikir	23
Q. Hipotesis	24
BAB III METODE PENELITIAN	
A. Waktu Dan Tempat Penelitian	25
B. Teknik Pengumpulan Data	25
C. Teknik Analisis Data	26
D. Pelaksanaan Jadwal Penelitian	27
BAB IV HASIL PENELITIAN	
A. Deskripsikan Hasil Analisis Data	28
B. Pembahasan Hasil Penelitian	34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	38
B. Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN	41

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
2.1 Prinsip Generator	6
2.2 Sistem Sirkulasi Bahan Bakar	7
2.3 Generator AC	9
2.4 Siklus Motor Diesel	13
2.5 Penyemprotan Bahan Bakar	19
2.5 Kerangka Pikir	23

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
3.1 Pelaksanaan Jadwal Penelitian	27
3.2 Data Normal Pada Saat Generator Beroperasi	31
3.3 Data Penurunan Temperatur Gas Buang	34

BAB I

PENDAHULUN

A. Latar Belakang

Mempertimbangkan perkembangan teknologi dan ilmu kelistrikan yang berkaitan dengan sistem listrik untuk penyediaan daya di darat, udara, dan laut (kapal). Daya yang dihasilkan oleh generator arus bolak-balik, dari generator motor bertegangan tinggi, dihasilkan dengan cara kutub yang berputar dan lilitan daya putarannya terpasang pada stator.

Generator merupakan komponen penting dalam menghasilkan energi listrik. Fungsi generator adalah mengubah energi mekanik menjadi energi listrik melalui putarannya. Namun, dalam sistem pembangkit tenaga listrik, terdapat kemungkinan gangguan pada generator yang dapat menyebabkan generator tidak berfungsi. Kebutuhan daya listrik akan sangat terasa di malam hari selama pelayaran dan saat melakukan manuver di area labuh jangkar. Karena penggunaan yang meningkat secara signifikan, diperlukan mesin bantu yang andal dan efisien untuk memenuhi kebutuhan listrik.

Dalam mengoperasikan seluruh mekanik kapal, terutama bagi kru yang menerima tugas dan tanggung jawab sebagai pengganti teknisi listrik, tetapi harus memiliki rasa tanggung jawab yang tinggi dalam menangani sistem kelistrikan kapal. Kru sangat diharapkan memiliki keahlian dan pengalaman dalam menangani masalah yang mungkin muncul pada sistem kelistrikan kapal, serta memiliki rasa tanggung jawab yang tinggi karena seluruh awak kapal wajib memiliki tanggung jawab besar yang dipercayakan oleh perusahaan untuk mengoperasikan, memelihara, dan menjaga kapal dalam kondisi baik guna menghindari kondisi berbahaya.

Lilitan medan pada rotor generator sinkron diperkuat (eksitasi). Eksitasi generator sinkron adalah suplai lilitan medan rotor, di mana arus yang mengalir melalui lilitan medan akan menghasilkan fluks

magnet. Penggerak utama akan memutar rotor pada kecepatan yang telah ditentukan, sehingga rotasi rotor juga secara bersamaan memutar medan magnet yang dihasilkan oleh lilitan medan. Fluks magnet pada kutub rotor secara bergantian akan memotong lilitan armatur, sehingga menghasilkan GGL bolak-balik pada ujung-ujung konduktor stator.

Alasan pemilihan judul ini adalah karena dalam melakukan perawatan generator, kita harus memahami cara mencegah dan menangani mesin bantu (generator) yang kurang terawat, serta pentingnya perawatan dan perhatian terhadap generator, yang secara khusus berguna untuk mendukung kinerja mesin utama.

Kondisi blackout di kapal memiliki dampak yang sangat buruk, terutama saat kapal sedang berlayar. Hal ini dapat menyebabkan insiden fatal seperti tabrakan, kandas, dan kecelakaan lainnya. Tentunya, hal ini merupakan kerugian besar dan juga dapat membahayakan kapal serta kru yang ada di dalamnya. Kondisi blackout pada kapal yang sedang siaga di dekat platform pengeboran dapat mengalami kontaminasi air dalam bahan bakar dan terjadi sesaat setelah beralih dari satu tangki ke tangki lain akibat bahan bakar yang terkontaminasi air.

Pada hari Kamis, 19 Januari 2023, selama perjalanan penulis menuju Bali, terjadi penurunan tegangan output (voltage drop) akibat performa mesin diesel yang kurang optimal, sehingga proses atomisasi bahan bakar menjadi tidak maksimal, dan mengganggu proses penyediaan energi untuk penggunaan akibat kekurangan daya. Masalah ini membuat penulis merasa tertantang untuk merealisasikan judul penelitian, yaitu: ***Analisis Terjadinya Black Out Pada Generator Di Atas Kapal MT. AMBERMAR***

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan konteks yang telah diuraikan, pertanyaan penelitian adalah: Apa saja faktor yang menyebabkan blackout pada generator di atas kapal?

C. Batasan masalah

Penulis membatasi penyebab blackout pada generator di atas MT. Ambermar pada penyumbatan nozzle, yang menghambat pengoperasian mesin bantu, sesuai dengan cakupan masalah dan keterbatasan waktu penulis.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memastikan apakah penyumbatan nozzle merupakan penyebab blackout pada generator di MT. AMBERMAR, berdasarkan pertanyaan penelitian.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini dibagi menjadi dua (2) bagian, yaitu:

a. Manfaat Teoritis

Memberikan pembaca informasi dan pemahaman yang lebih mendalam tentang peralatan bantu dan penyebab blackout pada generator selama pelayaran.

b. Manfaat Praktis

Membantu pihak-pihak terkait dalam menyelesaikan masalah, khususnya untuk memahami pembakaran yang kurang optimal di ruang bakar yang menyebabkan blackout pada generator selama pelayaran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Generator

Sebuah perangkat yang dapat mengubah energi mekanik menjadi energi listrik disebut generator. Generator sendiri didukung oleh berbagai sumber energi. Misalnya, generator pada pembangkit listrik tenaga angin digerakkan oleh rotasi baling-baling yang disebabkan oleh angin. Begitu pula, generator pada pembangkit listrik tenaga air memanfaatkan energi kinetik air. Dalam pembangkit listrik tenaga panas, proses pembakaran bahan bakar menyediakan tenaga penggerak bagi generator. Gaya gerak listrik (EMF), yang dinyatakan dalam volt, dihasilkan di ujung konduktor ketika memotong garis gaya magnet.

Konsep dasar munculnya medan elektromagnetik (EMF) yang disebabkan oleh elektromagnet berasal dari percobaan Oersted, yang menyatakan bahwa jarum kompas dapat menyimpang ketika ada kawat berarus listrik di dekatnya (Muji, N. dan Iqbal Bagus 11.2: 43-52.2020). Percobaan ini menunjukkan dasar munculnya EMF, yaitu bahwa ujung lilitan dihubungkan ke galvanometer. Ketika arah gerak magnet batang diubah, jarum galvanometer akan bergerak sementara sebelum kembali ke posisi semula saat magnet batang berhenti. Jarum galvanometer juga dapat bergerak sebentar jika magnet batang ditarik, dan akan kembali ke posisi awal ketika magnet batang yang ditarik berhenti. Ketika indikator jarum galvanometer berada dalam posisi yang berlawanan dari percobaan awal, maka pengoperasian generator diatur oleh hukum Faraday.

Dengan kata lain, sebuah konduktor akan menghasilkan medan elektromagnetik (EMF) dalam satuan volt atau tegangan listrik di ujungnya ketika berputar dalam medan magnet sehingga memotong fluks magnet.

Henri Londong Allo (2022) menyatakan bahwa International Safety Management Code (ISM Code) mengharuskan adanya sistem

pemeliharaan terencana (Planned Maintenance System/PMS) yang dipasang di kapal. Sistem pemeliharaan terencana yang efisien merupakan investasi dalam perlindungan aset dan optimalisasi manajemen, selain membantu mencapai tujuan keselamatan dan lingkungan yang ditentukan dalam ISM Code. Dengan mempertimbangkan suku cadang yang diperlukan untuk tugas pemeliharaan, sistem pemeliharaan terencana menyederhanakan perencanaan, pencatatan, dan pelaksanaan pekerjaan pemeliharaan serta survei di kapal.

Pemeliharaan generator diesel telah menjadi subjek beberapa penelitian sebelumnya, termasuk "Analisis Pemeliharaan Tekanan Tinggi dan Rendah pada Pompa Bahan Bakar Mesin Bantu di AHTS Pelangi Escort 2" oleh Alfiat Aras Nursalam (2023). Hasil penelitian menunjukkan bahwa injektor yang rusak dapat menurunkan daya mesin selain memengaruhi suhu gas buang server. Oleh karena itu, masalah ini dapat dicegah dengan pemeliharaan yang tepat dan rutin sesuai jam kerja manual kapal.

Generator diesel harus selalu dalam kondisi kerja yang baik, tersedia kapan saja dibutuhkan, dan beroperasi seefisien mungkin untuk memutar rotor. Hal ini diungkapkan dalam penelitian Yudantama (2024) yang berjudul "Strategi Optimalisasi Kinerja Generator Diesel pada MV. Kartini Samudra." PMS (Planned Maintenance System) sangat penting untuk kinerja generator diesel agar tetap dalam kondisi baik dan optimal.

Selama praktik laut penulis, kapal menggunakan mesin diesel Daihatsu DE-18 yang dijalankan dengan bahan bakar diesel. Mesin diesel dikenal lebih hemat bahan bakar dan tahan lama, dengan daya serta kapasitas yang cukup tinggi; tipe D-18 menunjukkan kemampuan mesin menghasilkan daya yang dibutuhkan untuk mengoperasikan generator. Mesin-mesin ini biasanya digunakan untuk keperluan industri, kapal, atau aplikasi lain yang memerlukan sumber daya cadangan atau utama. Analisis diperlukan untuk menentukan kapasitas generator yang akan digunakan guna memenuhi kebutuhan listrik kapal.

B. Prinsip Kerja Generator

Prinsip kerja generator, menurut Sondha, Aflah Taqiu, et al. (2020), adalah ketika kumparan rotor berputar, kutub magnet dan gaya magnet yang dihasilkan dapat terpisah, menciptakan perbedaan tekanan yang menghasilkan aliran arus listrik melalui kabel atau kawat. Dua ujung kawat tersebut terhubung dengan cincin slip yang memungkinkan koneksi dengan sikat sebagai terminal keluaran. Ketika rotor berputar dalam medan magnet, fluks magnet yang dihasilkan akan memotong lilitan kawat konduktor, menghasilkan gaya gerak listrik (EMF) yang menyebabkan terjadinya arus listrik. Proses ini merupakan prinsip dasar pengoperasian generator arus bolak-balik (AC).

Secara umum, generator adalah perangkat yang dapat mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Proses ini terjadi ketika energi mekanik, seperti yang diperoleh dari putaran rotor atau turbin, dikonversi menjadi energi listrik yang dapat digunakan. Tugas utama generator adalah untuk menciptakan atau mentransformasikan energi mekanik menjadi energi listrik, yang kemudian dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan, seperti penerangan, penggerak mesin, dan perangkat elektronik lainnya. Dalam hal ini, generator berfungsi sebagai sumber utama penyedia daya listrik untuk berbagai aplikasi industri, komersial, dan rumah tangga.

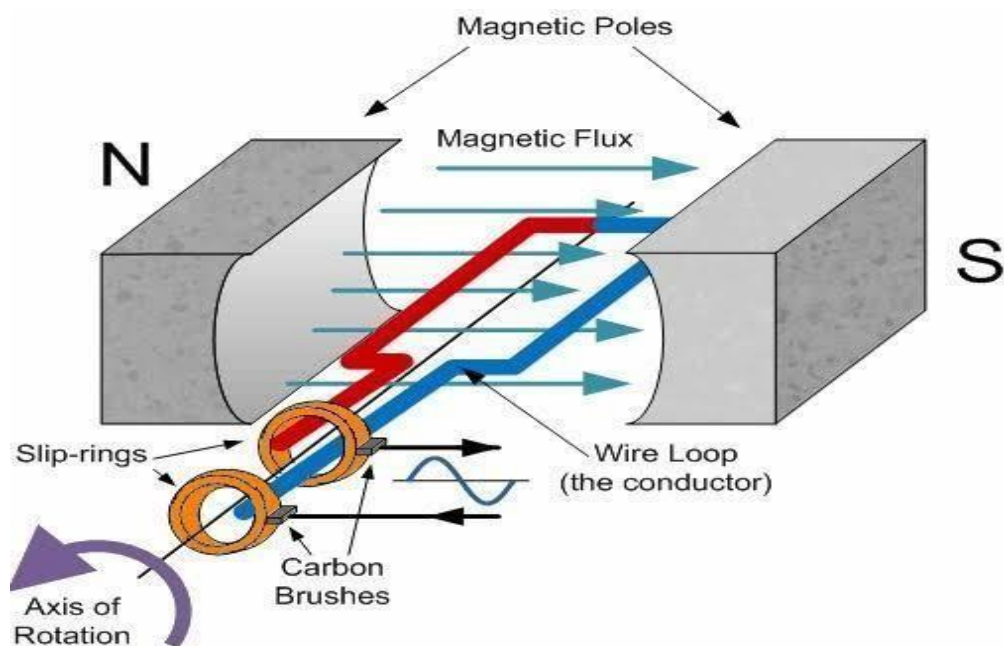
Generator listrik juga dikenal dengan sebutan pembangkit tenaga listrik. Meskipun memiliki prinsip kerja yang berbeda, generator listrik memiliki kesamaan dengan motor listrik. Motor listrik adalah mesin yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik untuk menggerakkan perangkat atau mesin. Meskipun begitu, generator dan motor listrik memiliki fungsi yang berlawanan, di mana generator mengubah energi mekanik menjadi listrik, sedangkan motor listrik mengubah listrik menjadi energi mekanik.

Pembangkit tenaga listrik, pada dasarnya, adalah sekumpulan perangkat yang terdiri dari mesin atau alat ukur yang bekerja untuk menghasilkan listrik dari perangkat mekanik yang digunakan. Pembangkit tenaga listrik umumnya terdiri dari dua komponen utama: generator dan turbin. Turbin bertugas untuk menggerakkan rotor pada

generator, dengan tujuan agar rotasi rotor tersebut dapat menghasilkan energi listrik. Sumber penggerak turbin sendiri dapat bervariasi, seperti energi panas (dalam pembangkit listrik tenaga uap), energi angin (pada turbin angin), atau energi kinetik air (pada pembangkit listrik tenaga air).

Dalam konteks kapal, generator kapal berfungsi sebagai mesin bantu yang menyediakan listrik untuk memenuhi kebutuhan operasional kapal. Generator ini menggerakkan muatan listrik melalui sirkuit listrik eksternal kapal, yang kemudian mendukung berbagai sistem kapal seperti penerangan, sistem navigasi, komunikasi, dan berbagai peralatan lainnya. Tanpa adanya generator yang berfungsi dengan baik, kapal tidak dapat beroperasi secara efisien, terutama saat berada di tengah laut, ketika sumber daya listrik dari daratan tidak tersedia. Oleh karena itu, menjaga kinerja generator kapal sangat penting untuk memastikan keberlanjutan operasional kapal dan keselamatan kru di laut.

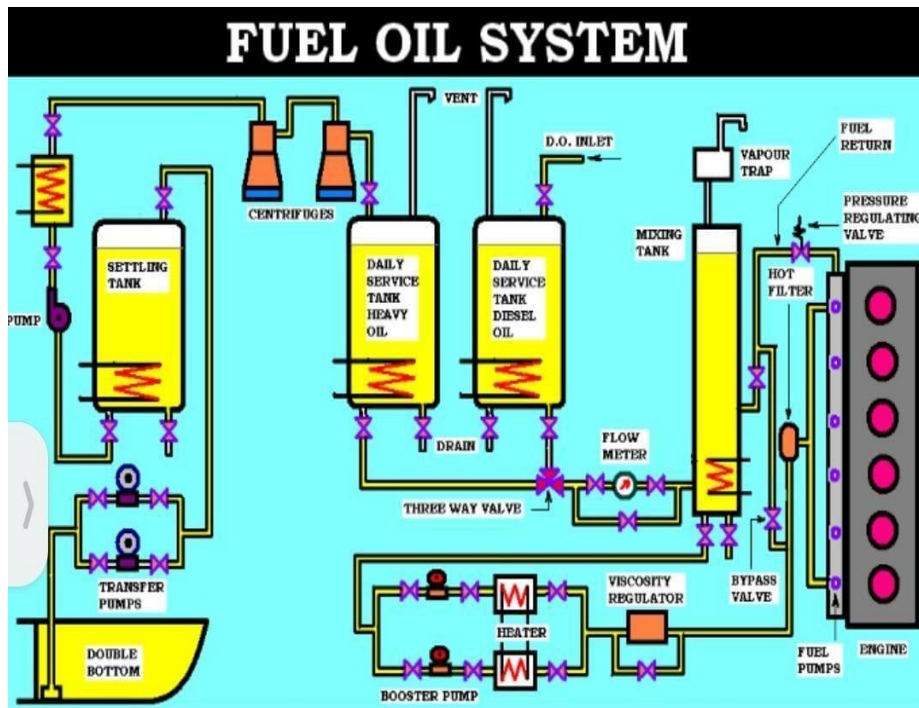
Gambar 2.1 Prinsip Generator



Sumber : *jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi* | Vol 9.4 (2020).

C. Sistem Bahan Bakar

Gambar 2.2 Sistem Sirkulasi Bahan Bakar



Sumber : System Bahan Bakar Motor Diesel 2023

Pompa HSD yang digerakkan oleh listrik memindahkan bahan bakar dari tangki ke tangki pengendapan. Bahan bakar kemudian dipompa ke separator dari tangki pengendapan. Sebelum memasuki separator, bahan bakar melewati filter. Sebelum bahan bakar masuk ke pompa sirkulasi, bahan bakar dipaksa keluar dari tangki pengendapan (juga dikenal sebagai tangki layanan) oleh pompa pasokan yang digerakkan secara listrik, yang menjaga tekanan antara empat hingga enam bar. Rentang tekanan untuk pompa sirkulasi adalah 8–10 bar. Setelah itu, bahan bakar dipaksa masuk ke mesin generator, dan sangat penting untuk memastikan pompa sirkulasi memiliki kapasitas yang cukup. Bahan bakar yang disuplai akan kembali ke tangki pengendapan melalui kotak ventilasi. Bahan bakar kemudian bisa masuk kembali ke saluran pompa sirkulasi setelah katup di sana melepaskan gas.

D. Pengertian Generator Arus Bolak Balik

Untuk menghasilkan medan magnet dalam sebuah generator (arus bolak-balik), dua sistem pembangkit digunakan, yang masing-masing dapat dikatakan melakukan eksitasi sendiri dan eksitasi terpisah, untuk mempelajari lebih lanjut tentang pembangkitan (Suryatmo.F. 2020; 315–316).

Arus bolak-balik (AC) didefinisikan oleh Dodi Priyato (2021) sebagai arus listrik yang secara periodik bervariasi dalam besar dan arah, berlawanan dengan arus searah (DC) yang memiliki aliran arus yang tetap seiring waktu. Karena memungkinkan transfer energi yang paling efisien, bentuk gelombang arus bolak-balik biasanya berupa gelombang sinus. Namun, bentuk gelombang lain seperti gelombang kotak atau segitiga juga dapat digunakan pada aplikasi tertentu.

Eksitasi sendiri adalah proses mengubah tegangan keluaran generator AC menjadi DC (arus searah) untuk memberi makan lilitan medan melalui rangkaian penyearah atau sistem kontrol.

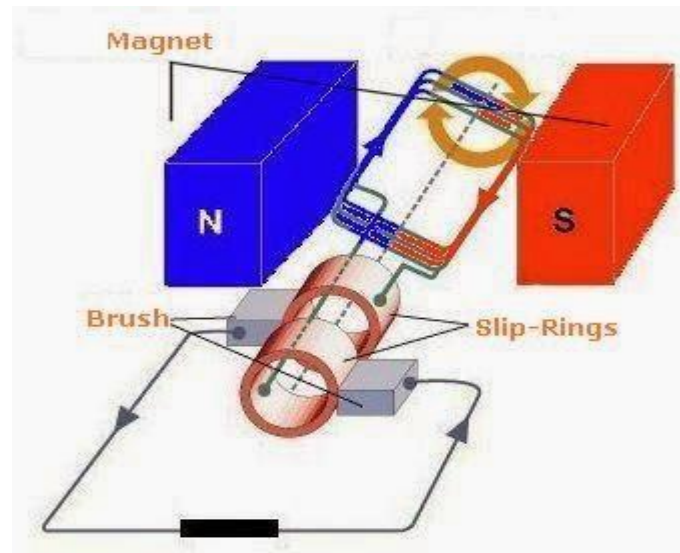
Generator yang menghasilkan arus bolak-balik disebut alternator, sementara generator yang menghasilkan arus searah disebut generator arus searah. Perbedaan antara keduanya terletak pada jumlah dan bentuk cincin slip. Masing-masing dari dua cincin slip pada generator arus bolak-balik terhubung ke salah satu ujung lilitan. Komutator adalah satu-satunya cincin terbelah yang ditemukan pada generator arus searah.

Generator terdiri dari kumparan atau lilitan tembaga yang terdiri dari rotor (kumparan yang berputar) dan stator (kumparan yang diam). Dalam praktiknya, mesin generator—seperti turbin gas, turbin uap, turbin air, dan mesin diesel—digunakan secara luas.

Energi mekanik diubah menjadi daya AC menggunakan alternator. Alternator sering disebut sebagai generator sinkron, alternator, atau alternator. Hal ini karena rotor dan medan magnet stator memiliki jumlah putaran yang sama, sehingga generator disebut sinkron. Kecepatan rotor, yang kutub magnetnya berputar pada kecepatan yang sama dengan medan magnet stator, adalah penyebab

dari kecepatan sinkron ini. Kutub rotor tiba-tiba kehilangan kemampuannya untuk mengikuti kecepatan medan magnet yang berputar saat saklar dihubungkan ke listrik, membuat mesin tidak dapat berjalan dengan sendirinya.

Gambar 2.3. Generator AC



Sumber: Suryatno F. (2017)

Menurut data yang dikutip dari situs www.basicskillsmaker.com, generator AC bekerja untuk mengubah energi mekanik menjadi arus bolak-balik (AC). Generator AC ini beroperasi dengan memanfaatkan prinsip dasar elektromagnetik, di mana energi mekanik yang diperoleh dari berbagai sumber penggerak (seperti turbin gas, uap, atau mesin diesel) digunakan untuk memutar rotor. Saat rotor berputar, ia bergerak melalui medan magnet yang dihasilkan oleh stator, menghasilkan gaya gerak listrik (EMF) yang kemudian mengalir dalam bentuk arus bolak-balik.

Alternator, yang juga dikenal dengan nama generator sinkron, adalah jenis generator AC yang paling umum digunakan. Penamaan "generator sinkron" diberikan karena rotor dan medan magnet yang dihasilkan oleh stator berputar pada kecepatan yang sama. Artinya, jumlah putaran rotor dalam satu detik sama dengan jumlah putaran medan magnet pada stator. Kecepatan yang disebut "kecepatan

sinkron" ini terjadi karena rotor harus berputar pada laju yang tepat agar dapat memproduksi arus bolak-balik dengan frekuensi yang stabil. Kecepatan sinkron ini sangat penting untuk memastikan generator dapat menghasilkan listrik dengan kualitas dan stabilitas yang diinginkan.

Pada generator sinkron, rotor memiliki kutub magnet yang berputar dengan kecepatan yang tepat sehingga dapat berinteraksi dengan medan magnet stator secara efisien. Ketika rotor diputar, kutub-kutub magnetnya bergerak melalui medan magnet yang ada di stator, menyebabkan fluks magnet yang memotong kumparan stator, yang pada gilirannya menghasilkan arus listrik. Proses ini terus berlangsung selama rotor berputar pada kecepatan sinkron. Namun, jika rotor tidak dapat mengikuti kecepatan medan magnet yang berputar, generator akan mengalami masalah dalam menghasilkan arus bolak-balik yang konsisten.

Fenomena di mana rotor tidak dapat berputar dengan kecepatan yang sesuai dengan medan magnet disebut sebagai "kehilangan sinkronisasi." Ketika generator dihubungkan ke sistem listrik, rotor yang memiliki kutub magnet tidak dapat dengan cepat menyesuaikan diri dengan kecepatan medan magnet yang berputar, menyebabkan rotor tidak lagi mengikuti gerakan medan magnet secara sinkron. Hal ini dapat menyebabkan generator gagal untuk beroperasi dengan benar, atau bahkan berhenti sama sekali, karena generator memerlukan kecepatan yang tepat untuk menghasilkan daya listrik yang diperlukan. Untuk itu, penting bagi sistem pengendali generator untuk menjaga rotor tetap berputar pada kecepatan sinkron yang tepat agar generator dapat berfungsi secara optimal.

Secara keseluruhan, generator sinkron atau alternator memiliki prinsip kerja yang sangat bergantung pada kestabilan kecepatan rotor dan medan magnet stator. Dengan kecepatan yang tepat dan kondisi operasional yang baik, generator ini dapat menghasilkan arus bolak-balik yang stabil, yang digunakan untuk berbagai aplikasi, baik untuk pasokan listrik industri maupun sistem kelistrikan di kapal atau

pembangkit tenaga lainnya.

E. Metode Pembangkitan Generator

Menurut Ridwan. M, (2021), fungsi utama dari generator arus bolak-balik (AC) adalah untuk mengubah energi mekanis menjadi energi listrik dalam bentuk arus bolak-balik. Generator jenis ini juga sering disebut sebagai Alternator, generator AC, atau generator sinkron. Penamaan generator sinkron berasal dari fakta bahwa jumlah putaran rotor pada generator ini sama dengan jumlah putaran medan magnet pada stator. Proses konversi energi ini sangat bergantung pada kecepatan rotasi rotor dan interaksinya dengan medan magnet stator.

Badan stator pada generator terbuat dari bahan baja yang berfungsi untuk menjaga agar komponen terdalam generator tetap aman dan terlindungi. Selain itu, stator juga memiliki kubus terminal dan papan nama generator yang berfungsi untuk memberikan informasi teknis terkait generator tersebut. Induk stator dibuat dari material feromagnetik yang memiliki banyak lapisan, sehingga mampu meningkatkan efisiensi magnetik. Stator juga memiliki slot-slot tempat belitan stator dipasang, dan belitan inilah yang menghasilkan energi listrik saat terpengaruh oleh medan magnet yang berubah-ubah.

Tegangan yang dihasilkan dalam generator AC berasal dari belitan stator yang berfungsi sebagai tempat terjadinya induksi elektromagnetik. Sementara itu, rotor pada generator AC berfungsi untuk menghasilkan medan magnet yang akan mempengaruhi belitan stator. Rotor ini bisa berupa poros berbentuk sepatu (salient) atau poros yang memiliki celah udara yang seragam rata (rotor cylinder). Bentuk dan jenis rotor ini mempengaruhi efisiensi dan performa generator dalam menghasilkan listrik. Jumlah poros pada generator alternator dapat bervariasi, bergantung pada kecepatan rotor dan frekuensi gaya gerak listrik (GGL) yang dihasilkan.

Hubungan antara kecepatan rotor dan frekuensi GGL dapat digambarkan dengan rumus yang menunjukkan bahwa kecepatan sinkron dihasilkan oleh perputaran rotor yang memiliki kecepatan yang sama dengan medan magnet yang berputar di stator. Ketika rotor berputar pada kecepatan sinkron, medan magnet yang dihasilkan akan memotong belitan stator, menyebabkan arus bolak-balik dihasilkan. Proses ini sangat bergantung pada sinkronisasi kecepatan rotor dengan medan magnet yang berputar di stator. Jika kecepatan rotor tidak sinkron dengan medan magnet, maka generator tidak dapat berfungsi dengan baik.

Sebagaimana dijelaskan oleh Astuti (2019), efektivitas dalam operasional generator ditentukan oleh sejauh mana tujuan yang telah direncanakan dapat tercapai sesuai dengan biaya yang telah dianggarkan, waktu yang telah ditetapkan, dan personil yang telah ditentukan. Keberhasilan suatu proses dapat dinilai berdasarkan sejauh mana sasaran yang ditetapkan tercapai. Efektivitas ini sangat penting untuk memastikan bahwa generator beroperasi secara optimal dan efisien dalam menghasilkan energi listrik.

Efisiensi sendiri adalah kemampuan untuk mencapai hasil yang diinginkan dengan menggunakan sumber daya secara hemat dan optimal. Dalam hal ini, efisiensi generator AC tidak hanya bergantung pada desain dan kualitas komponen, tetapi juga pada penggunaan sumber daya yang minimal namun dapat menghasilkan output yang maksimal. Hal ini sesuai dengan pendapat Syam (2020), yang menyatakan bahwa efisiensi dapat diukur dengan melihat seberapa banyak sumber daya yang digunakan untuk mencapai hasil yang diinginkan, dan apakah ada perbaikan dalam proses operasional, misalnya menjadi lebih cepat atau lebih murah.

Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Tinggi Tegangan pada Generator AC:

1. Kecepatan Putaran (N) – Kecepatan rotasi rotor berpengaruh langsung terhadap besar tegangan yang dihasilkan oleh generator.

Semakin cepat rotor berputar, semakin besar tegangan yang dihasilkan.

2. Jumlah Kawat di Kumputan (Z) – Jumlah kawat di kumputan stator yang memotong fluks magnet juga mempengaruhi tegangan yang dihasilkan. Semakin banyak jumlah kawat yang terlibat dalam proses induksi, semakin besar tegangan yang dihasilkan.
3. Fluks Magnet (ϕ) – Fluks magnet yang dihasilkan oleh rotor akan dipengaruhi oleh medan magnet stator. Peningkatan medan magnet akan meningkatkan fluks magnet yang berinteraksi dengan belitan stator, yang pada gilirannya meningkatkan tegangan yang dihasilkan.
4. Konstruksi Generator – Desain atau konstruksi fisik generator, seperti jenis rotor dan stator yang digunakan, juga sangat berpengaruh pada efisiensi dan tegangan output generator.

Komponen-Komponen Penting pada Generator Arus Bolak-Balik (AC):

1. Stator – Stator adalah komponen yang berfungsi sebagai tempat untuk menerima medan magnet yang dihasilkan oleh rotor. Belitan stator ini kemudian menginduksi arus bolak-balik saat berinteraksi dengan medan magnet yang berputar.
2. Rotor – Rotor adalah komponen yang bergerak dan menghasilkan medan magnet. Putaran rotor yang terjadi dalam medan magnet stator menghasilkan arus listrik yang diteruskan ke rangkaian listrik eksternal sebagai output daya listrik.

Kedua komponen ini, stator dan rotor, bekerja secara sinergis untuk menghasilkan energi listrik dalam bentuk arus bolak-balik yang dapat digunakan untuk berbagai aplikasi, baik untuk kebutuhan industri, kapal, maupun pembangkit listrik lainnya. Generator AC, dengan berbagai komponen dan prinsip kerjanya, menjadi salah satu elemen kunci dalam menyediakan pasokan listrik yang stabil dan efisien.

F. Black Out

Menurut Jonshon (2012:8-9), black out atau mati listrik total merujuk pada kondisi kegagalan listrik yang terjadi karena sejumlah faktor yang mengganggu sistem distribusi atau pengaliran daya listrik. Secara umum, black out disebabkan oleh masalah yang muncul akibat terlalu banyak tekanan atau daya yang melebihi kapasitas suatu sistem kelistrikan, atau ketidakmampuan suatu mesin atau sistem untuk mengalirkan tegangan listrik atau arus yang terlalu tinggi. Ketika terjadi black out, seluruh peralatan atau mesin yang bergantung pada pasokan listrik akan berhenti berfungsi dengan baik.

Black out dapat dibagi menjadi dua jenis utama, yaitu:

1. Kekurangan Tegangan/Arus (Undervoltage)

Undervoltage terjadi ketika tegangan listrik yang tersedia jauh lebih rendah dari yang seharusnya, menyebabkan mesin atau peralatan yang bergantung pada tegangan tertentu tidak dapat berfungsi dengan baik. Kondisi ini sering kali terjadi ketika sistem kelistrikan tidak dapat menghasilkan daya yang cukup untuk memenuhi kebutuhan daya listrik, baik karena masalah teknis pada pembangkit listrik, atau beban yang melebihi kapasitas sistem distribusi.

2. Kelebihan Tegangan/Arus (Overvoltage)

Sebaliknya, overvoltage terjadi ketika tegangan yang disalurkan ke peralatan melebihi batas yang dapat ditoleransi oleh perangkat tersebut. Kondisi ini dapat mengakibatkan kerusakan pada komponen-komponen elektrik, karena peralatan yang tidak dirancang untuk menangani tegangan tinggi akan mengalami kegagalan fungsi. Kelebihan tegangan sering kali disebabkan oleh lonjakan atau gangguan pada sistem pembangkit listrik yang menyebabkan tegangan naik secara drastis dalam waktu singkat.

Ketika terjadi black out, baik karena undervoltage maupun overvoltage, semua mesin atau peralatan yang bergantung pada pasokan listrik akan terhenti. Dalam kasus undervoltage, mesin mungkin tidak dapat beroperasi karena kekurangan daya, sedangkan dalam kasus overvoltage, peralatan akan menghadapi kerusakan atau bahkan kegagalan permanen jika tegangan yang diterima terlalu tinggi.

Hal ini berpotensi menyebabkan gangguan yang sangat besar, baik pada tingkat operasional sehari-hari maupun pada keseluruhan sistem kelistrikan.

Pada saat terjadinya overvoltage, salah satu potensi masalah yang dapat timbul adalah ketidakmampuan sistem untuk menangani lonjakan tegangan. Ketika tegangan melebihi kapasitas yang dapat ditangani oleh mesin atau sistem pemutus kawat, maka peralatan yang berfungsi untuk melindungi sirkuit, seperti pemutus sirkuit, bisa teraktivasi. Namun, jika pemutus sirkuit tersebut tidak dapat merespons dengan cepat atau tidak berfungsi dengan baik, maka lonjakan tegangan akan terus mempengaruhi sistem, menyebabkan kerusakan atau bahkan kegagalan sistem secara keseluruhan.

Black out juga dapat disebabkan oleh kegagalan pada komponen utama dalam sistem kelistrikan, seperti generator atau transformator, yang gagal untuk menyuplai tegangan atau arus dengan kapasitas yang sesuai. Masalah ini bisa timbul karena berbagai faktor, termasuk kerusakan mekanis pada komponen, kelebihan beban, atau kegagalan sistem pemantauan dan pengendalian. Dalam konteks kapal atau fasilitas lainnya yang sangat bergantung pada kelistrikan, black out bisa mengakibatkan gangguan operasional yang sangat besar, yang memerlukan waktu dan biaya yang signifikan untuk memperbaiki dan memulihkan sistem.

Selain itu, black out pada kapal bisa memiliki konsekuensi yang lebih serius karena mengganggu sistem navigasi, komunikasi, dan sistem keselamatan lainnya yang bergantung pada pasokan listrik yang stabil. Oleh karena itu, penting bagi setiap kapal untuk memiliki sistem kelistrikan yang dapat diandalkan dan mekanisme pemulihan cepat dalam menghadapi situasi black out. Pemantauan rutin terhadap kondisi generator, sistem distribusi daya, dan perlindungan dari overvoltage dan undervoltage adalah langkah penting untuk menghindari terjadinya black out yang dapat merugikan operasi kapal secara keseluruhan.

G. Mesin Diesel

Mesin diesel termasuk dalam kategori mesin pembakaran dalam, atau sering disebut "mesin pembakaran dalam." Konsep dasar dari mesin diesel adalah pengubahan energi kimia menjadi energi mekanik. Reaksi kimia (pembakaran) antara oksidan (udara) dan bahan bakar (diesel) di dalam silinder menghasilkan energi kimia ini. Proses pembakaran bahan bakar di dalam silinder dapat menghasilkan energi yang terkandung dalam bahan bakar (diesel). Hanya sekitar 30% hingga 40% dari energi termal yang dihasilkan yang dapat diubah menjadi energi mekanik karena sifat material dan usaha yang terlibat, sementara sisanya hilang sebagai gesekan, gas buang, dan kehilangan panas ke sistem pendingin. Jumlah energi termal yang dihasilkan dari pembakaran yang dapat diubah menjadi tenaga yang dapat digunakan dari mesin diesel adalah dasar untuk menghitung efisiensi termal mesin tersebut.

Set generator diesel pada kapal sangat penting karena mereka menghasilkan listrik. Listrik ini diperlukan untuk penerangan, penggerak kapal, dan operasi lain yang bergantung pada tenaga listrik. Agar operasi kapal tidak terganggu oleh pasokan listrik yang tidak stabil, set generator diesel memerlukan pemeliharaan rutin dan terjadwal. Untuk mencegah jam operasional melebihi jam kerja yang ditentukan, set generator diesel harus dilengkapi dengan sistem pemeliharaan terencana (PMS).

Menurut Henri Londong Allo (2022), Kode Manajemen Keselamatan Internasional (ISM Code) mengharuskan pemasangan sistem pemeliharaan terencana (PMS) di atas kapal. Sistem pemeliharaan terencana yang efisien merupakan investasi dalam perlindungan aset dan optimisasi manajemen, di samping membantu mencapai tujuan keselamatan dan lingkungan yang ditetapkan dalam ISM Code. Sistem pemeliharaan terencana, yang mempertimbangkan suku cadang yang digunakan untuk tugas pemeliharaan, mempermudah perencanaan, pendokumentasian, dan pelaksanaan pekerjaan pemeliharaan serta survei di atas kapal.

Pemeliharaan generator diesel telah menjadi subjek dari beberapa

studi sebelumnya, termasuk "Analisis Pemeliharaan Tekanan Tinggi dan Rendah pada Pompa Bahan Bakar Mesin Pembantu pada AHTS Pelangi Escort 2" oleh Alfiat Aras Nursalam (2023). Berdasarkan temuan studi ini, injektor yang rusak dapat menurunkan daya mesin selain mempengaruhi suhu gas buang server. Dengan demikian, masalah ini dapat dihindari dengan pemeliharaan yang tepat dan teratur yang dilakukan sesuai dengan jam kerja manual kapal.

Generator diesel harus selalu dalam kondisi baik, siap digunakan kapan saja diperlukan, dan beroperasi seefisien mungkin untuk memutar rotor, menurut penelitian Yudantama (2024) yang berjudul "Strategi untuk Mengoptimalkan Kinerja Generator Diesel pada MV. Kartini Samudra." PMS (Sistem Pemeliharaan Terencana) sangat penting untuk kinerja generator diesel guna menjaga mesin tersebut dalam kondisi baik dan optimal.

H. Siklus Motor Diesel

Siklus motor diesel adalah rangkaian proses yang terjadi secara berulang pada motor bakar, yang menyebabkan serangkaian perubahan kondisi yang berganti-gantian pada gas yang ada di dalam silinder, sehingga gas tersebut kembali ke kondisi semula, baik dalam hal tekanan, suhu, dan volumenya. Gas yang menjalani proses ini mengalami perubahan bentuk melalui pemuaian dan penekanan, serta penyerapan dan pelepasan suhu panas. Dalam siklus ini, ada proses masuknya udara panas yang kemudian diproses menjadi energi mekanik, serta keluarnya udara panas setelah proses pembakaran selesai.

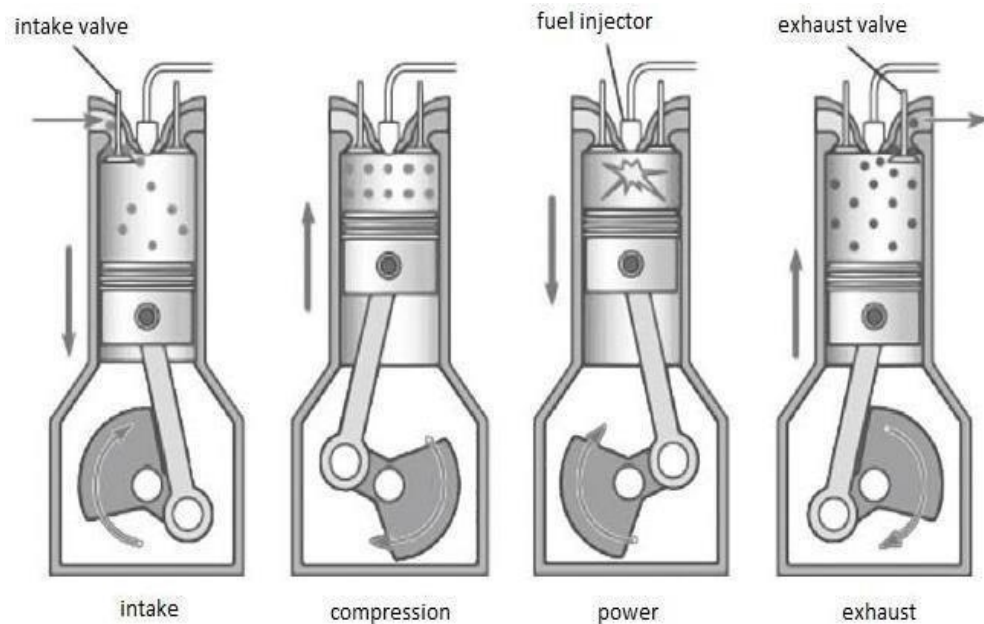
Proses kerja motor diesel secara umum meliputi beberapa langkah siklus, yaitu:

1. Langkah Hisap Pada langkah ini, piston bergerak turun dari Titik Mati Atas (TMA), menyebabkan katup hisap terbuka dan katup buang tertutup. Proses ini memungkinkan udara masuk ke dalam ruang bakar, mempersiapkan ruang untuk langkah berikutnya yang melibatkan kompresi udara.
2. Langkah Kompresi Pada langkah kompresi, piston bergerak naik menuju Titik Mati Bawah (TMB). Kedua katup (katup hisap dan katup buang) tertutup rapat pada saat ini. Udara yang ada di dalam silinder terkompresi hingga tekanan dan suhu meningkat drastis. Proses kompresi ini sangat penting untuk memastikan pembakaran yang efisien dan menghasilkan tenaga yang maksimal saat proses pembakaran berlangsung.
3. Langkah Usaha Langkah usaha dimulai ketika piston bergerak naik dari Titik Mati Bawah (TMB) menuju Titik Mati Atas (TMA). Pada langkah ini, bahan bakar disemprotkan ke dalam ruang bakar yang dipenuhi udara yang terkompresi. Pembakaran yang terjadi menghasilkan ledakan yang mendorong piston turun, mengubah energi kimia dalam bahan bakar menjadi energi mekanik yang digunakan untuk menggerakkan mesin.
4. Langkah Buang Setelah proses pembakaran selesai, piston bergerak kembali menuju TMA. Katup buang akan terbuka sementara katup hisap tetap tertutup. Gas buang hasil pembakaran dikeluarkan dari ruang bakar melalui katup buang, dan piston bergerak untuk mengeluarkan gas buang yang telah terkompresi, siap untuk siklus berikutnya..

Dengan melalui siklus yang berulang ini, motor diesel menghasilkan tenaga yang kemudian digunakan untuk menggerakkan mesin atau perangkat lain. Siklus ini berfokus pada efisiensi pembakaran dan pengeluaran energi dari bahan bakar yang digunakan, serta memastikan bahwa gas buang dikeluarkan dengan cara yang efisien agar proses berikutnya dapat berjalan dengan lancar. Untuk memahami lebih jelas proses kerjanya, biasanya digunakan diagram siklus motor diesel yang menggambarkan tiap langkah yang terlibat

dalam proses ini.

Gambar 2.4 Siklus Motor Diesel



Sumber : .*" Jurnal Penelitian Rumpun Ilmu Teknik 1.4 (2022): 53-63.*

I. Jenis Mesin Diesel

Mesin diesel dapat digolongkan berdasarkan beberapa aspek, seperti cara kerja, konstruksi, ukuran, dan kecepatan putaran. Berdasarkan penggolongan tersebut, berikut adalah rincian jenis-jenis mesin diesel:

1. Digolongkan sesuai dengan cara pembuangan piston/torak: a. Tipe batang torak (trunk piston type): Pada jenis ini, torak terhubung langsung dengan engkol dan batang penghubung (connecting rod). Mesin dengan tipe ini banyak digunakan pada mesin bakar dalam yang lainnya, yang menerapkan sistem kerja yang sederhana dan efisien. b. Tipe kepala silang (crosshead type): Batang torak terhubung pada torak, dan kemudian dihubungkan ke engkol (crank) melalui kepala silang dari batang penghubung. Jenis ini umumnya digunakan pada mesin diesel besar yang memiliki daya tinggi dan aplikasi yang membutuhkan sistem kerja yang lebih kompleks.
2. Digolongkan sesuai dengan cara kerjanya: a. Mesin bekerja tunggal (single acting): Pada mesin ini, proses pembakaran hanya terjadi di satu sisi piston/torak. Mesin jenis ini banyak ditemukan pada mesin

diesel yang lebih kecil dan sering digunakan dalam aplikasi umum, seperti kendaraan atau pembangkit listrik kecil. b. Mesin bekerja ganda (double acting): Proses pembakaran terjadi baik di sisi atas maupun sisi bawah piston/torak, yang menghasilkan tenaga yang lebih besar daripada mesin bekerja tunggal. Mesin jenis ini biasanya digunakan untuk aplikasi yang membutuhkan daya besar, seperti kapal atau mesin industri besar. c. Mesin piston berhadap-hadapan (opposed piston): Pada mesin ini, semua silinder dilengkapi dengan dua piston yang bergerak berlawanan arah. Pembakaran terjadi di antara kedua piston tersebut. Mesin jenis ini sering digunakan pada beberapa tipe mesin besar dan diatur dengan cara manajemen bahan bakar yang lebih kompleks.

3. Digolongkan sesuai dengan cara pengabutan bahan bakar: a. Mesin pengabutan dengan proses tekan (direct injection): Pada jenis ini, bahan bakar disemprotkan langsung ke dalam silinder dengan tekanan yang sangat tinggi, berkisar antara 200 kg/cm² hingga 700 kg/cm². Metode ini memberikan pembakaran yang lebih efisien dan sering digunakan pada mesin diesel modern. b. Mesin pengabutan dengan udara bertekanan (indirect injection): Pada metode ini, bahan bakar disemprotkan ke dalam silinder dengan menggunakan udara bertekanan tinggi. Meski pernah populer, metode ini sekarang sudah jarang digunakan.
4. Digolongkan sesuai dengan ukuran mesin: a. Mesin berukuran besar: Mesin dengan diameter silinder lebih dari 500 mm, umumnya digunakan pada mesin 2 tak dengan daya yang besar, seperti pada kapal laut atau pembangkit listrik skala besar. b. Mesin berukuran sedang: Mesin dengan diameter silinder antara 200 mm hingga 500 mm, biasanya digunakan untuk aplikasi industri menengah atau kendaraan besar. c. Mesin berukuran kecil: Mesin dengan diameter silinder kurang dari 200 mm, umumnya digunakan pada mesin 4 tak untuk kendaraan kecil dan aplikasi ringan lainnya.
5. Digolongkan sesuai dengan kecepatan mesin: a. Mesin berkecepatan rendah (low speed): Mesin dengan kecepatan putaran

kurang dari 300 RPM. Mesin jenis ini sering ditemukan pada aplikasi yang memerlukan torsi besar dan stabilitas dalam operasionalnya. b. Mesin berkecepatan sedang (medium speed): Mesin dengan kecepatan putaran antara 350 hingga 750 RPM, umumnya digunakan pada mesin diesel industri atau kendaraan berat. c. Mesin berkecepatan tinggi (high speed): Mesin dengan kecepatan putaran lebih dari 750 RPM. Mesin jenis ini biasanya digunakan pada kendaraan ringan atau mesin yang memerlukan kecepatan tinggi, seperti pembangkit listrik kecil.

6. Digolongkan sesuai dengan penempatan silinder: a. Jenis mesin bujur (inline engine): Mesin dengan susunan silinder yang sejajar secara linear. Banyak mesin dengan jenis ini digunakan pada kendaraan ringan dan kendaraan darat. b. Mesin-V (V engine): Mesin dengan susunan silinder dalam bentuk dua baris membentuk sudut "V". Mesin jenis ini sering digunakan pada kendaraan yang membutuhkan ruang mesin kompak dan lebih efisien.

Dengan berbagai jenis mesin diesel ini, penggunaannya disesuaikan dengan kebutuhan daya, efisiensi, dan ruang yang tersedia, baik untuk kendaraan, pembangkit listrik, ataupun aplikasi industri lainnya.

J. Perbedaan Generator Listrik antara (AC) Dan (DC)

Generator listrik atau alternator mekanik adalah perangkat yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Mesin penggerak utama pada generator ini menggerakkan komponen-komponen yang diperlukan untuk menghasilkan energi listrik sesuai daya yang ditentukan. Prinsip kerja dari generator adalah mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Penemu pertama generator adalah Michael Faraday pada tahun 1831. Generator pertama kali yang diciptakan adalah dalam bentuk kawat besi berbentuk huruf "U" yang terlilit di lingkaran kawat, yang dikenal dengan nama disk generator Faraday. Terdapat dua komponen utama pada generator listrik: stator, yang merupakan bagian yang diam, dan rotor, yang merupakan bagian yang bergerak dan berputar di sekitar stator. Rotor terhubung dengan

poros generator yang digerakkan oleh turbin air atau turbin uap.

Generator listrik dapat dibedakan menjadi dua jenis utama berdasarkan arus listrik yang dihasilkannya: Alternating Current (AC) dan Direct Current (DC).

1. Alternating current (generator alternator)

Dalam generator AC, kutub magnet yang berbeda arah saling berhadapan, menghasilkan medan magnet yang berputar. Kumparan yang ada dalam generator ini terletak di dalam medan magnet yang berputar, sehingga gaya magnetik di kumparan tersebut berubah-ubah. Karena kumparan terus bergerak berputar, nilai gaya magnet yang ada di gulungan akan terus berubah, menghasilkan arus listrik yang sifatnya bolak-balik (alternating current). Sifat arus listrik ini berupa gelombang yang berosilasi antara positif dan negatif, yang memungkinkan distribusi listrik yang lebih efisien untuk jarak jauh.

2. Direct current (Generator dinamo)

Meskipun cara kerja generator DC mirip dengan generator AC, terdapat perbedaan utama dalam cara arus listrik dihasilkan. Generator DC menggunakan komutator, yang merupakan cincin belah yang berfungsi untuk membalikkan arah arus listrik yang keluar dari generator. Komutator ini mengalihkan arus listrik induksi yang terjadi dalam kumparan sehingga menghasilkan arus searah, atau yang biasa disebut arus searah (direct current). Dengan menggunakan komutator, generator DC mampu menghasilkan arus yang tidak berubah arah, meskipun kumparan berputar dalam medan magnet yang sama.

K. Pengertian Governor

Governor adalah perangkat yang digunakan untuk mengatur dan menjaga kecepatan putaran mesin diesel atau turbin generator agar tetap stabil sesuai dengan yang diinginkan, meskipun ada perubahan beban pada mesin tersebut. Fungsi utama governor adalah untuk memastikan bahwa beban mesin tidak melebihi kapasitas maksimum yang dapat ditangani oleh mesin. Alat ini sangat penting dalam mengontrol operasi mesin diesel (baik pada turbin generator maupun

mesin diesel lainnya) untuk menjaga kecepatan putaran poros tetap stabil dalam mode isochronous atau mengatur penyesuaian otomatis kecepatan berdasarkan beban yang terdeteksi, melalui fitur speed droop.

Pada mode droop governor, terdapat “setting point” atau titik pengaturan yang disesuaikan dengan kapasitas daya mekanik generator atau sesuai kebutuhan. Dengan adanya titik pengaturan ini, daya listrik yang dihasilkan oleh generator akan meningkat secara proporsional dengan perubahan beban yang terjadi, menjaga kestabilan operasional generator.

L. Pembakaran

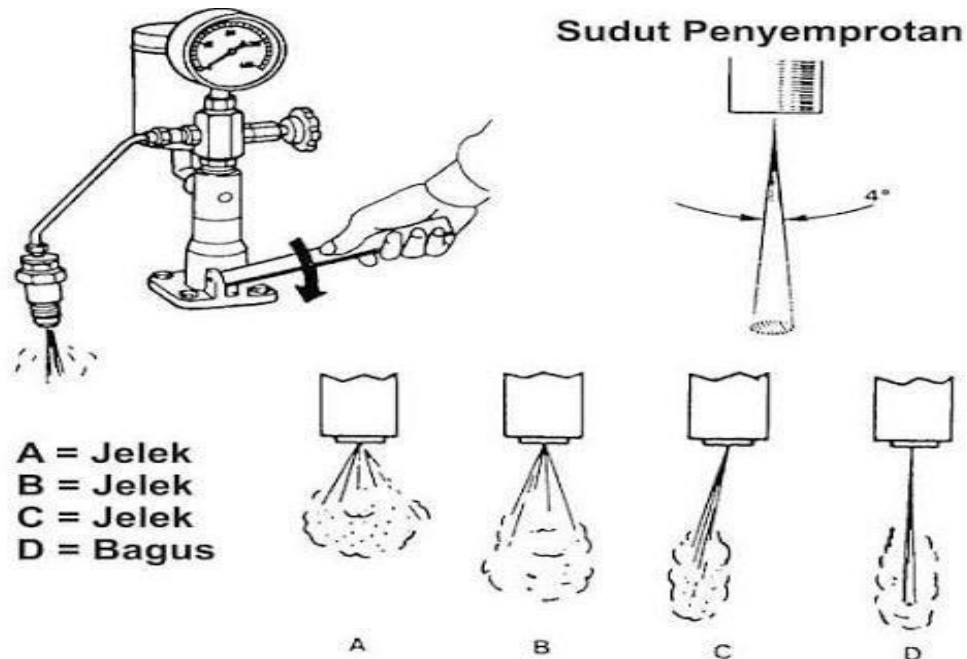
Menurut Jackson. L & T. D, Morton, T. D (2006), pembakaran adalah serangkaian reaksi kimia antara bahan bakar dan oksidan, yang menghasilkan panas dan sering kali disertai dengan pijar. Dalam proses pembakaran yang sempurna, bahan bakar dan oksidan bereaksi membentuk senyawa hasil pembakaran yang terdiri dari unsur-unsur dari bahan bakar dan oksidan tersebut. Mesin pembakaran dalam adalah mesin yang memperoleh energi dari gas panas yang dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar dan udara dalam ruang bakar mesin. Mesin ini biasa disebut mesin pembakaran internal, yang terdiri dari mesin 4-tak dan 2-tak.

M. Katup Penyemprotan Bahan Bakar

Katup penyemprotan bahan bakar adalah komponen yang berfungsi untuk menyemprotkan bahan bakar ke dalam ruang bakar pada mesin diesel. Agar pembakaran berjalan dengan sempurna, bahan bakar harus dikabutkan dengan sangat baik dan terdistribusi merata ke dalam ruang bakar. Bahan bakar yang disemprotkan melalui lubang kecil dengan diameter sekitar 0,2 hingga 0,8 mm akan bercampur dengan udara dan membentuk campuran bahan bakar-udara yang homogen. Pengabutan yang sempurna ini penting untuk memastikan bahwa pembakaran terjadi dengan efisien dan menghasilkan tenaga yang optimal. Katup penyemprotan ini beroperasi

pada tekanan tinggi, yang memungkinkan bahan bakar tersebar merata dan terbakar dengan baik tanpa menyentuh piston atau dinding silinder, sehingga menjaga kinerja mesin.

Gambar 2.5 Penyemprotan Bahan Bakar



Sumber.: " *Jurnal Voering* 7.1 (2022): 16-23.

N. Pengertian Bahan Bakar

Bahan bakar mesin diesel adalah produk hasil pengolahan minyak mentah yang biasa disebut minyak numi. Minyak diesel (solar) diproduksi dengan cara memisahkan fraksi minyak ringan dalam kilang minyak. Bahan bakar diesel merupakan hidrokarbon yang terdiri dari senyawa hidrogen dan karbon, seperti benzena, pentana, heksana, toluena, propana, dan butana. Proses pengolahan minyak mentah ini dilakukan dengan pemanasan untuk mendapatkan bahan bakar dengan titik didih rendah, seperti gas alam (LPG) yang digunakan untuk kebutuhan rumah tangga atau industri. Selain itu, pemanasan lebih lanjut digunakan untuk menghasilkan senyawa hidrokarbon dengan titik didih lebih tinggi, seperti bensin penerbangan.

1. Nilai satuan pembakaran (*Heat valve*)

Nilai satuan pembakaran menggambarkan kemampuan

bahan bakar untuk menghasilkan energi panas saat terbakar. Nilai ini dihitung berdasarkan jumlah kalori atau energi yang dihasilkan per kilogram bahan bakar. Karbon menghasilkan 33.000 KJ/kg atau 14.200 Btu/lb, sementara hidrogen menghasilkan 144.300 KJ/kg atau 62.100 Btu/lb.

2. Berat jenis (*Spesifik gravity*)

Berat jenis bahan bakar adalah perbandingan antara kekentalan bahan bakar dengan air. Pengukuran berat jenis dapat dilakukan dengan menggunakan alat hidrometer. Berat jenis yang lebih tinggi menunjukkan bahan bakar dengan kalori lebih tinggi, yang berpengaruh pada kualitas pembakaran.

3. Titik nyala (*Flash point*)

Titik nyala adalah suhu di mana bahan bakar dapat terbakar jika terkena api. Titik nyala bahan bakar diesel cukup tinggi untuk menghindari kebakaran spontan saat distribusi bahan bakar.

4. Titik beku (*Pour point*)

Titik beku adalah suhu di mana bahan bakar mulai kehilangan kelarutannya dan sulit untuk mengalir. Ini menjadi penting di daerah yang dingin karena bahan bakar dengan titik beku tinggi cenderung mengalami kesulitan dalam pengaliran.

5. Kekentalan (*Viscosity*)

Kekentalan bahan bakar berhubungan dengan kemampuan bahan bakar untuk mengalir. Viskositas yang terlalu tinggi dapat menyebabkan masalah dalam pengaliran bahan bakar dan mempengaruhi kinerja mesin.

6. Titik Uap (*Volatility*)

Volatilitas menunjukkan seberapa cepat bahan bakar dapat berubah menjadi uap. Bahan bakar dengan volatilitas rendah menghasilkan pembakaran yang lebih kotor dan meningkatkan jumlah karbon yang terbentuk.

7. Kualitas saat penyalaan (*Cetane number*)

Cetane number mengukur kualitas bahan bakar dalam menyala. Semakin tinggi angka cetane, semakin cepat bahan bakar

menyala di ruang bakar, menghasilkan pembakaran yang lebih efisien.

8. *Carbon Residu*

Carbon residue mengukur jumlah sisa karbon yang tertinggal setelah pembakaran. Tes ini penting untuk mengetahui seberapa bersih pembakaran yang dilakukan oleh bahan bakar tersebut.

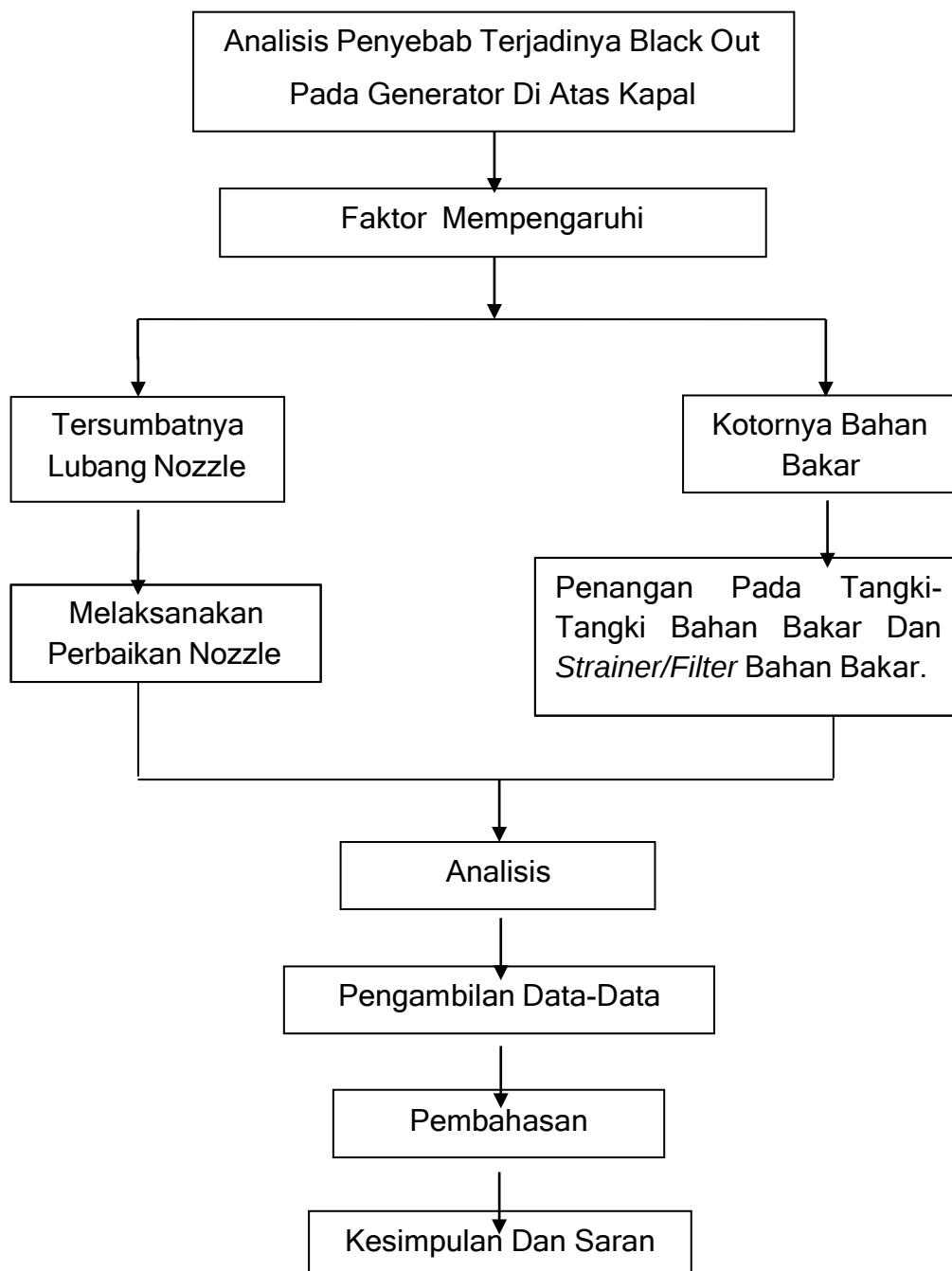
9. Kandungan Sulfur

Kandungan sulfur dalam bahan bakar dapat menghasilkan gas yang korosif saat terbakar, yang berpotensi merusak komponen mesin dan sistem pelumasan.

O. Kerangka Pikir

Berdasarkan kerangka pikir dari skripsi ini, yaitu membahas tentang faktor-faktor atau penyebab yang mempengaruhi terjadinya *black out* :

Gambar 2.6 Kerangka Pikir



P. Hipotesis

Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan sebelumnya, penulis menyimpulkan bahwa terjadinya pemadaman generator (black out) di kapal diduga disebabkan oleh pembakaran yang tidak optimal di ruang bakar. Hal ini disebabkan oleh kotoran dalam bahan bakar yang menyebabkan penyumbatan pada lubang nozzle, yang pada gilirannya mengurangi RPM pada generator dan menyebabkan terjadinya pemadaman.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Waktu Dan Tempat Penelitian

1. Waktu Penelitian

Selama bekerja sebagai kadet mesin di atas kapal, peneliti melakukan penelitian deskriptif kualitatif ini dalam kurun waktu sekitar 12 bulan. Data dikumpulkan melalui wawancara, observasi, dan dokumen terkait yang relevan dengan topik penelitian. Penelitian ini dilakukan dalam periode waktu yang cukup panjang, memberikan peneliti kesempatan untuk melakukan pengamatan yang mendalam serta mendapatkan informasi yang lebih komprehensif mengenai permasalahan yang diteliti.

2 Tempat Penelitian

Selama perjalanan dari Cilacap menuju Bali, pengumpulan data dan pelatihan praktis di laut dilakukan. Di atas kapal tersebut, peneliti terlibat langsung dalam pemeliharaan dan perbaikan generator diesel yang menjadi objek utama penelitian. Lokasi ini memberikan kesempatan bagi peneliti untuk melakukan observasi langsung dan mengambil data terkait kondisi mesin dan generator diesel yang dioperasikan di kapal.

B. Teknik Pengumpulan Data

Berdasarkan teknik dalam melakukan pengumpulan data penelitian yang gunakan yaitu diantaranya :

1. Teknik penelitian lapangan Survai (*observation*)

Selama perjalanan, peneliti secara aktif melakukan pemeliharaan dan perbaikan pada ruang bakar dan komponen lain dari generator diesel, serta mengumpulkan data melalui observasi langsung. Proses pengamatan ini memungkinkan peneliti untuk melihat secara langsung kondisi nyata yang terjadi pada generator

diesel, yang dapat memberikan gambaran lebih jelas mengenai masalah yang dihadapi oleh mesin tersebut.

2. Teknik penelitian pustaka (*library search*)

Selain itu, untuk membangun kerangka teori penelitian, peneliti juga mengumpulkan data dan informasi dari buku, artikel, serta literatur lain yang berhubungan dengan generator diesel. Kajian pustaka ini penting untuk mendalami teori-teori yang ada, serta untuk memahami lebih dalam aspek-aspek teknis yang berkaitan dengan masalah yang diteliti di lapangan.

C. Teknik Analisis Data

Dalam penelitian ini, pendekatan analisis kualitatif digunakan. Pendekatan ini melibatkan pengumpulan dan analisis informasi tertulis maupun lisan terkait topik penelitian. Peneliti mampu mengidentifikasi penyebab terjadinya pemadaman generator di kapal serta memberikan solusi yang mungkin dengan membandingkan data lapangan yang diperoleh dengan teori yang diterima dalam bidang teknik kelistrikan kapal. Pendekatan ini membantu peneliti dalam menyusun kesimpulan yang berbasis pada data empiris yang ada serta mengusulkan langkah-langkah perbaikan yang relevan.