

Kegagalan Sistem Kerja *Start-Stop Emergency Generator* di Kapal AHTS Logindo Sturdy

Failure of the Emergency Generator Start-Stop Working System on the AHTS Logindo Sturdy Ship

Sultan^{1*}, Muhammad Faris Abid Abiyyu², Dedi Kurniawan³, Eka Nurmala⁴, Indra Muda⁵

^{1,2,3,4} Politeknik Pelayaran Malahayati, Aceh

⁵ Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran, Jakarta

Article Info

Article history:

Received Jul 11, 2024

Revised Jul 21, 2024

Accepted Jul 22, 2024

Kata Kunci:

Sistem, Generator, Darurat,
Generator Darurat, Kapal.

Keywords:

System, Generator, Emergency,
Emergency Generator, Ships.

ABSTRAK

Emergency generator merupakan generator cadangan yang dipergunakan hanya untuk keadaan darurat sehingga saat kapal berada dalam keadaan normal, *genset* akan berada dalam keadaan stand by atau siapdiaktifkan sewaktu-waktu. Disaat kondisi darurat, yaitu ketika kapal mengalami kerusakan dimana sumber tenaga penggerak utama, permesinan bantu, dan peralatan lainnya pada kapal tidak beroperasi karena tidak adanya pasokan listrik yang disebabkan oleh kegagalan pada sistem kelistrikan yang mengakibatkan kapal tidak dapat melanjutkan pelayaran. Dibutuhkan sistem *emergency generator* untuk menggantikan fungsi dari generator kapal. Penelitian ini menggunakan metode kualitatif deskriptif. Hasil dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa: 1) Penerapan keselamatan kerja di kapal dinilai kurang optimal; 2) Penerapan keselamatan kerja sangat berpengaruh terhadap mental dan kualitas kerja; dan 3) Kegiatan pengawasan di atas kapal dilakukan melalui *safety meeting*.

ABSTRACT

An emergency generator is a backup generator that is used only for emergencies. When the ship operates normally, the generator is on stand-by or ready to be activated at any time. During an emergency, such as when the ship experiences damage that causes the main propulsion power source, auxiliary machinery, and other equipment to stop operating due to a lack of electricity supply from a failure in the electrical system, the emergency generator system is needed to replace the function of the ship's main generator. This research uses descriptive qualitative methods. The results of this research can be summarized as follows: 1) The implementation of work safety on ships is considered less than optimal; 2) The implementation of work safety significantly influences the mentality and quality of work; and 3) Supervision activities on board the ship are carried out through safety meetings.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Corresponding Author:*

Name: Sultan

Institution: Politeknik Pelayaran Malahayati, Jl. Laksamana Malahayati KM. 19 No. 12, Desa Durung, Kecamatan Mesjid Raya, Kabupaten Aceh Besar, Provinsi Aceh, Indonesia – 23381

Email: SULTANbp2ip02@gmail.com**1. PENDAHULUAN**

Transportasi laut merupakan salah satu sumber daya yang saat ini menjadi sarana transportasi terpenting, sebagai media dalam pengangkutan jasa barang antar pulau, negara ataupun benua, hal ini membuat peluang bagi perusahaan pelayaran seperti yang menyediakan jasa angkutan akan memberikan pelayanan yang terbaik (Siregar, Shevchenko, & Wiweko, 2023). Infrastruktur transportasi laut seperti pelabuhan sebagai salah satu prasarana penting untuk memperlancar arus transportasi laut mempunyai peran yang sangat strategis baik sebagai penghubung daratan maupun sebagai penghubung lautan (Hartati, Sulastriani, & Nurmala, 2024).

Generator merupakan suatu alat yang memiliki kemampuan untuk mengonversi energi mekanik menjadi bentuk energi listrik (Ghazali & Stefanie, 2024). *Emergency generator* merupakan generator cadangan yang dipergunakan hanya untuk keadaan darurat sehingga saat kapal berada dalam keadaan normal, *genset* akan berada dalam keadaan *stand-by* atau siap diaktifkan sewaktu-waktu. Dalam keadaan darurat, dibutuhkan proses *starting genset* yang cepat agar tersedia waktu yang cukup untuk melakukan perbaikan, pengaktifan kembali generator utama. Berbeda dengan generator utama yang menggunakan sistem udara bertekanan untuk proses *starting*, *emergency* menggunakan listrik untuk proses *starting*.

ATS (*Automatic Transfer Switch*) adalah peralatan sistem yang dapat mengatur pergantian suplai catu daya listrik dari sumber listrik utama ke sumber listrik cadangan atau genset yang bekerja secara otomatis dengan mengendalikan pengaturan waktu (Rusli et al., 2024). *Automatic Transfer Switch* merasakan hilangnya daya, dan secara

otomatis mengalihkan daya ke sumber utama. *Automatic transfer switch* otomatis mengubah daya ke sumber utama (generator), tetapi pertama generator menerima sinyal dari ATS yang diperlukan untuk menghidupkan mesinnya, dan kemudian setelah mencapai tegangan dan frekuensi yang tepat, daya dialihkan ke generator. Setelah ATS kemudian merasakan kekuatan kembali dari sumber listrik utama, kemudian *switch* dioperasikan lagi untuk membawa kembali sumber daya utama dan mengirim sinyal ke generator untuk mematikan. Penundaan ini dari sumber daya utama ke generator biasanya berlangsung kurang dari 10 detik, namun penundaan dari generator darurat kembali ke sumber utama. Daya sering ditetapkan pada 30 menit, ini untuk memungkinkan sumber utama stabil sebelum memindahkan kembali beban dari generator darurat ke sumber utama (biasanya utilitas). Ini berarti bahwa saklar *transfer* otomatis selalu memiliki arus yang melewatinya.



Gambar 1. AHTS Logindo Sturdy.

Ketersedianya daya listrik sangat berguna dan sangat penting apalagi untuk sistem navigasi dan sistem penerangan pada kapal. *Black-out* adalah kondisi dimana sumber tenaga penggerak utama, permesinan

bantu, dan peralatan lainnya pada kapal tidak beroperasi karena tidak adanya pasokan listrik yang disebabkan oleh kegagalan pada sistem kelistrikan dan *emergency generator* yang berfungsi sebagai generator bantu pada saat terjadi *black-out* tidak dapat beroperasi untuk memasok daya listrik karena mengalami kegagalan pada sistem *Automatic Transfer Switch*. Kondisi gangguan adalah suatu kondisi dimana kontrol tidak bekerja sesuai deskripsi kerja normal. Gangguan yang biasanya terjadi adalah *short circuit* (hubungan arus pendek) dan *over load* (beban lebih). Pada saat kapal berlayar dari Lhokseumawe menuju Selat Malaka mengalami *black-out* karena faktor yang mempengaruhi kinerja sistem otomatis pada *emergency generator* yang berkaitan dengan modul ATS (*Automatic Transfer Failure*). Kerja dari ATS berkaitan dengan tegangan yang ada pada baterai sebagai sumber utama penggerak *motor starter* pada *emergency generator* mengalami kerusakan.

Maka dari itu penulis ingin membahas tentang apa saja kegagalan sistem kerja yang berhubungan dan berpengaruh pada saat *start-stop emergency generator* yang terdapat dalam sistem tersebut karena di dalam dunia kemaritiman ilmu tentang sistem otomatis *emergency generator* kurang mendapat perhatian khusus.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan cara atau teknik yang dilakukan dalam penelitian sehingga metode ini harus sudah direncanakan sebelum penelitian dilakukan agar penelitian dapat berjalan dengan lancar dan data yang diperoleh sesuai dengan kebutuhan dan juga valid, reliabel, objektif serta rasional (Siregar & Hartati, 2023).

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kualitatif deskriptif. Penelitian deskriptif merupakan tradisi tertentu dalam ilmu pengetahuan sosial yang secara fundamental bergantung pada pengamatan manusia dan pada kawasannya sendiri akan berhubungan dengan orang-orang tersebut

dalam bahasanya dan dalam peristiwanya. Penulis memilih jenis penelitian deskriptif karena dalam penyusunan penulisan ini, penulis akan menjelaskan tentang masalah kegagalan sistem otomatis *emergency generator*. Teknik pengumpulan data yaitu observasi langsung yang dilakukan untuk mengamati berbagai kegiatan dan peristiwa yang terjadi serta wawancara mendalam yang dilakukan untuk mendapat data informasi yang menggambarkan keadaan yang sebenarnya terjadi (Siregar, 2022).

Data-data yang dikumpulkan dan diperoleh selama penulisan dideskripsikan kembali dan dipaparkan sesuai data aslinya saat penulisan, dan data dalam penulisan ini berkaitan dengan *emergency generator* di kapal, data diperoleh dari pengamatan langsung terhadap *emergency generator* di atas kapal, lalu data-data dan dokumen yang dibutuhkan, wawancara terhadap pihak yang bertanggung jawab terhadap *emergency generator*, memo atau naskah lain yang berisi tentang operasional *emergency generator* di kapal, foto, dan dokumen resmi lainnya yang berhubungan dengan sistem otomatis *emergency generator* di kapal.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang telah dilakukan penulis sebelumnya membahas tentang kinerja *emergency generator* untuk cadangan ketika generator utama *black-out*, berikut tabel *review* penelitian:

Sedangkan penulis membahas tentang apa yang menyebabkan sistem otomatis *emergency generator* itu mengalami kegagalan saat terjadi *black-out* dan bagaimana cara mengatasi bila terjadi kegagalan dalam sistem otomatis tersebut.

Generator

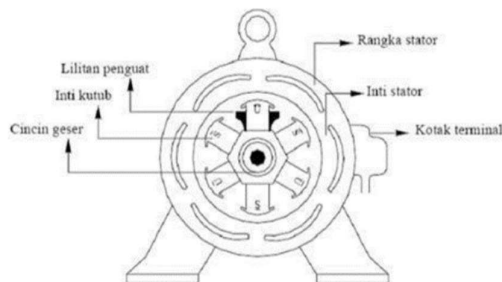
Generator adalah mesin listrik yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik (Hutasuhut, 2024). Yang dimaksud dengan prinsip induksi magnet adalah saat sebuah konduktor digerakkan pada medan magnet sehingga gerakan konduktor

memotong *flux magnetic*, maka pada konduktor akan timbul tegangan.

Sehingga listrik yang timbul dalam siklus: positif-nol-negatif-nol (AC). Generator DC membalik arah arus saat tegangan negatif, menggunakan mekanisme cincin-belah, sehingga hasilnya jadi siklus: positif-nol-positif-nol (DC). Pada kapal biasanya digunakan generator AC atau lebih dikenal dengan istilah alternator.

Baik pada generator DC maupun AC, konstruksi dasarnya berupa konduktor sebagai penghasil tegangan dan sebuah bagian yang menghasilkan medan magnet. Sebagai representasi dari dua bagian tersebut, setiap generator pasti memiliki rotor dan stator. Rotor merupakan bagian yang berputar dan stator merupakan bagian yang diam. Pada generator DC, yang menghasilkan tegangan adalah rotor sedangkan pada generator AC, baik rotor maupun stator dapat menghasilkan tegangan.

Untuk generator AC dengan rotor sebagai penghasil tegangan, konstruksi hampir sama dengan generator DC hanya saja tegangan yang dihasilkan tidak disearahkan dengan komutator melainkan langsung dialirkan langsung melalui *slip-ring* dan arus penguat dialirkan menuju bagian stator.



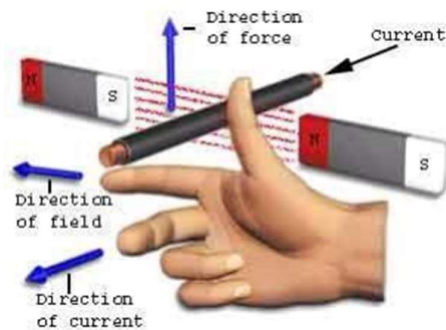
Gambar 2. Struktur Generator.

Generator dengan tipe seperti ini biasanya digunakan untuk memasok kebutuhan listrik yang tidak besar. Untuk generator AC dengan stator sebagai penghasil tegangan, arus penguat di alirkan menuju rotor sehingga saat rotor berputar, terjadi medan putar. Keuntungan dari generator AC adalah tegangan yang dihasilkan dapat

langsung dihubungkan dengan beban listrik dan dapat mengurangi resiko *short circuit* karena tidak menggunakan *slip-ring* ataupun sikat arang sebagai pengalir tegangan yang dihasilkan, karena *slip-ring* dan sikat arang merupakan komponen yang sulit untuk di isolasi. Biasanya generator pada kapal memiliki *output* daya yang besar karena di kapal terdapat banyak alat yang di *supply* beban ke kapal tersebut.

Prinsip Kerja Generator

Hukum Faraday mengenai induksi elektromagnetik sebagai fenomena dasar yang diterapkan pada generator. Hukum Faraday menyebutkan jika terjadi perubahan garis gaya magnet pada sebuah kumparan kawat, maka akan timbul Gaya Gerak Listrik (GGL) pada kawat tersebut. Jika kumparan kawat dihubungkan dengan rangkaian listrik tertutup, maka akan timbul pula arus listrik yang mengalir pada rangkaian. Memahami hukum Faraday, kita tidak dapat lepas dengan kaidah tangan kanan yang diperkenalkan oleh John Ambrose Fleming.



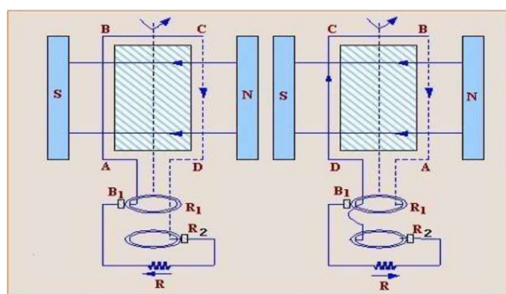
Gambar 3. Kaidah Tangan Kanan.

Kaidah tangan kanan fleming adalah sebuah metode mneumonik untuk memudahkan kita menentukan arah vector dari ketiga komponen hukum Faraday, yakni arah gaya gerak kumparan kawat, arah medan magnet, serta arah arus listrik. Jika Anda menirukan posisi jari tangan kanan, maka ibu jari akan menunjukkan arah gaya (torsi), jari telunjuk menunjukkan arah medan magnet, dan jari tengah menunjukkan arah arus listrik. Kembali pada skema komponen-komponen generator AC, rotor generator di skema dengan sebuah kawat angker

penghantar listrik (armature) yang membentuk persegi panjang. Masing-masing ujung kawat angker terhubung dengan cincin logam yang biasa kita kenal dengan sebutan *slip-ring*. *Slip-ring* ini termasuk bagian dari rotor, sehingga ikut berputar dengan rotor. Komponen *slip-ring* inilah yang membedakan antara generator AC dengan DC. Jika pada generator DC digunakan cincin belah sebagai penyearah arus, pada generator AC *slip-ring* berbentuk lingkaran penuh dan terhubung dengan masing-masing ujung armature. Untuk sisi stator generator tersusun atas dua magnet dengan kutub berbeda yang saling berhadapan. Pada bagian yang kontak langsung dengan *slip-ring*, stator dilengkapi dengan sikat karbon yang berfungsi untuk menghubungkan arus listrik yang dibangkitkan pada kawat angker ke rangkaian listrik di luar generator.

Prinsip Kerja secara Elektrikal

Kawat angker ABCD dapat berputar terhadap sumbu a-b, dan berada di tengah-tengah medan magnet N-S. Kawat angker sedang dalam kondisi diputar oleh sumber dari luar, dengan arah yang berlawanan arah putaran jarum jam sesuai pada gambar. Putaran ini memberikan gaya torsi dengan arah yang selalu tegak lurus dengan kawat angker.



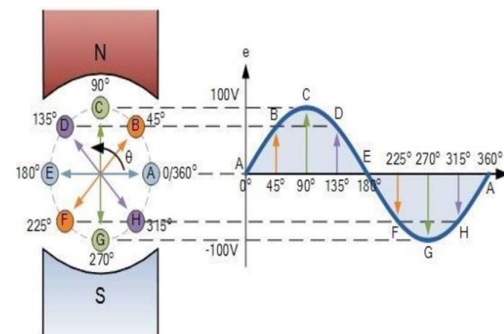
Gambar 4. Skema Prinsip Kerja.

Bagian kawat angker sisi C-D pada gambar sebelah kiri. Kawat tersebut bergerak ke atas sesuai dengan torsi arah putaran gaya luar. Gerakan kawat angker ini memotong garis gaya magnet sehingga akan timbul gaya gerak listrik di kawat angker tersebut. Dengan menggunakan kaidah tangan kanan

Fleming, maka dengan mudah dapat kita tentukan arah arus listrik yang terbangkitkan yakni kebawah dari titik C ke D. Sehingga arah arus pada tahanan R adalah dari kanan ke kiri. Begitu pula pada kawat angker sisi A-B yang mengalami gaya torsi kebawah sehingga jika kita menggunakan kaidah tangan kanan Fleming maka akan kita dapat kan arah arus listrik dari titik A ke B.

Seiring dengan berputarnya poros generator, maka kawat angker generator akan berpindah posisi sesuai dengan gambar sebelah kanan. Pada kondisi ini, dengan menggunakan cara yang sama seperti sebelumnya, akan dapat dengan mudah kita simpulkan bahwa aliran arus listrik di sisi kawat angker A-B adalah dari titik B ke A.

Sedangkan pada sisi kawat C-D arah arus listrik yakni dari titik D ke C. Dengan masing-masing sisi kawat angker yang selalu bersentuhan dengan *slip-ring* tersendiri, maka arah arus listrik yang dibangkitkan pada konfigurasi kawat angker adalah kebalikan dari gambar kiri. Di sinilah arus bolak-balik listrik AC berasal.



Gambar 5. Gelombang Sinusoidal Arus AC.

Maka arus listrik AC memiliki karakter unik yakni nilai arus yang fluktuatif dari positif hingga negatif. Tiap-tiap posisi kawat angker memiliki nilai arus yang berbeda-beda, dan akan kembali bernilai sama jika kawat angker rotor kembali keposisi nolnya (telah berputar 360°). Gambar di atas adalah gelombang sinusoidal arus listrik yang dibangkitkan oleh generator AC. Gambar sebelah kiri adalah ilustrasi penampang generator AC dengan berbagai posisi kawat

angker rotor. Sedangkan gambar yang sisi kanan adalah grafik sinusoidal arus listrik AC dengan sumbu X adalah waktu, dan sumbu Y adalah nilai arus listrik. Grafik arus listrik AC disebut dengan grafik sinusoidal karena nilai arus listrik sesuai dengan prinsip trigonometri fungsi sinus ($x(t) = A_{max} \cdot \sin\theta$).

Pada listrik AC dan DC tersebut juga memiliki perbedaan yaitu Arus bolak-balik (AC) adalah jenis arus listrik yang mengalir maju-mundur secara periodik. Artinya, arah aliran elektron berubah secara teratur antara positif dan negatif. Sumber utama arus bolak-balik adalah generator AC yang menghasilkan tegangan yang berubah-ubah sepanjang waktu. Salah satu karakteristik utama AC adalah tegangan dan arusnya berfluktuasi secara siklis, mencapai nilai puncak positif dan negatif pada setiap siklus.

Sedangkan Arus searah (DC) memiliki karakteristik yang berbeda dari AC. DC adalah jenis arus listrik yang mengalir dalam satu arah atau searah. Sumber umum arus searah adalah baterai, sel surya, dan sumber daya DC lainnya. Tegangan dan arus dalam DC tetap konstan sepanjang waktu, tidak mengalami fluktuasi seperti pada arus bolak-balik.

Emergency Generator

Emergency generator adalah suatu permesinan bantu yang berfungsi untuk menghasilkan daya listrik guna memenuhi kebutuhan listrik kapal pada saat situasi darurat (*black-out*) (Utomo, 2024). Dalam hal ini dapat dibayangkan apabila *Emergency generator* tidak ada, maka apabila terjadi gangguan akan dapat menghentikan aktivitas pengontrolan dan juga dapat mengakibatkan kerusakan yang lebih fatal dari peralatan-peralatan yang tidak boleh berhenti dengan mendadak. *Emergency generator* juga merupakan peralatan pembangkit tenaga listrik yang bertujuan untuk dapat membantu atau menggantikan fungsi dari generator utama untuk memberikan *supply* pada *Essential Panel*. *Essential panel* merupakan panel yang berfungsi men-*supply* daya ke peralatan-peralatan penting di atas kapal,

selain itu dengan adanya *Emergency Generator*, maka akan banyak peralatan-peralatan yang dapat dioperasikan pada saat darurat dan juga sekaligus sebagai unit utama yang dapat menggantikan pasokan daya bila terjadi keadaan darurat sampai saat unit utama yang mengalami masalah bekerja secara normal.



Gambar 6. *Maintenance and Cleaning of Emergency Generator.*

Alat itu juga dapat mengubah tegangan DC ke AC, dimana peralatan ini dapat sumber listrik dari AC *System* dan DC *System* (Beroperasi *Interlock*), dari sumber AC yang dibangkitkan, maka di dapatkan pasokan listrik ke peralatan-peralatan *emergency* (melalui panel *emergency*). *Emergency generator* yang digunakan saat kondisi darurat (*Emergency*), dimana peralatan ini terdiri dari mesin penggerak (*Prime Mover*) yang menggunakan mesin *diesel* dengan bahan bakarnya yang dipasok dari tangki bahan bakar minyak *dsiesel* dan digunakan untuk menggerakkan generator, selanjutnya diteruskan ke panel *essential* (peralatan-peralatan penting), dimana untuk pemasangannya harus memenuhi standar yang berlaku, baik dari *power*, daya, sampai dengan perakitan peralatan mesin dan generator agar mengikuti ketentuan yang berlaku, juga mengacu kepada manual pabrik.

Pentingnya *emergency generator* ada pada setiap kapal guna untuk memenuhi persyaratan atau aturan internasional (SOLAS) mengenai instalasi kelistrikan pada kapal untuk keselamatan kapal, ABK,

penumpang, maupun muatan pada *chapter II-I construction-structure, sub division and stability, machinery and electrical installation part, D*. Pada Biro Klarifikasi Indonesia memberikan aturan mengenai instalasi kelistrikan pada kapal untuk keselamatan, ABK, penumpang, maupun muatan pada *volume IV, rules for electrical installations*. Dari kedua peraturan di atas dapat ditentukan peralatan yang harus tetap beroperasi pada keadaan darurat yaitu: a) Lampu penerangan untuk daerah peluncuran sekoci, gangway, tangga pada dek akomodasi, kamar mesin dan engine control room, ruang main switch board dan emergency switchboard, ruang steering gear, CO2 room, serta ruang penyimpanan perlengkapan pemadam kebakaran; b) Lampu navigasi; c) Radio komunikasi; d) Sistem alarm dan deteksi kebakaran; e) Sistem alarm dan informasi; f) Peralatan navigasi; g) Automatic sprinkler pump; dan h) Sistem pintu kedap air.

Semua perlengkapan di atas harus mampu beroperasi selama 36 jam terkecuali pintu kedap air yang beroperasi selama 30 menit.

Bagian-Bagian Emergency Generator

Bagian-bagian *emergency generator* di kapal hampir sama dengan generator utama kapal namun pada *emergency generator* hanya digunakan untuk keadaan darurat, maka dari itu *emergency generator* memiliki daya atau *power* yang lebih kecil dari pada generator utama, dan bagian-bagian tersebut meliputi: a) Mesin; b) Alternator; c) Stator; d) Rotor; dan e) Sistem bahan bakar.

Mesin adalah perangkat elektromekanis yang bekerja dengan mengubah pulsa elektronis menjadi gerakan mekanis diskrit (Tjandi, 2024). Dan bila mesin tidak di rawat dengan baik maka *output* dari generator akan tidak stabil. Untuk ukuran mesin berbanding lurus dengan *output* daya maksimum yang dikeluarkan generator. Maka mesin yang terdapat pada *emergency generator* tidak terlalu besar karena *output* yang dihasilkan untuk keadaan darurat dan

agar tidak terlalu memakan tempat yang terlalu banyak.

Alternator merupakan satuan dalam pembangkit listrik (Ginting, Fahreza, & Dalimunthe, 2024). Alternator, bagian dari generator yang menghasilkan *output* listrik dari *input* mekanis yang diberikan oleh mesin. Bagian ini berisi rotor dan stator yang terbungkus di dalam rangka stator.

Komponen tersebut saling bekerja sama untuk menyebabkan gerakan relatif antara medan magnet dan listrik, yang pada gilirannya menghasilkan listrik.

Stator adalah komponen motor induksi yang tidak bergerak dan menciptakan medan magnet konstan (Filiani, Joko, Rijanto, & Wrahatnolo, 2024). Bagian yang dari alternator yang diam, bagian ini berisi gulungan atau lilitan kawat yang menghasilkan listrik. Fungsi stator digunakan untuk menghasilkan medan magnet di dalam celah udara mesin listrik.

Rotor adalah bagian yang berputar dan terdiri dari magnet permanen atau gigi besi yang diatur secara teratur (Prasetyo, Fauzi, Subito, Ardias, & Mustari, 2024). Rotor, bagian dari alternator yang bergerak dan akibat pergerakan tersebut dapat menghasilkan medan magnet. Pada generator listrik, rotor berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Rotor pada generator listrik terdiri dari kumparan-kumparan kawat yang terpasang pada poros rotor.

Ketika rotor diputar, kumparan-kumparan kawat tersebut akan menghasilkan medan magnetik yang kemudian akan menghasilkan arus listrik.

Sistem bahan bakar pada generator digunakan untuk menyalurkan bahan bakar ke semua bagian yang membutuhkannya sebagai sumber penerak utama dari bagian tersebut. Biasanya tangki bahan bakar generator memiliki kapasitas yang biasanya dapat bertahan 6 sampai 8 jam setiap kali beroperasi.

Bagian-bagian dari sistem bahan bakar meliputi sebagai berikut: 1) Pipa sambungan dari tangki bahan bakar untuk mesin; 2) Ventilasi pipa untuk tangki bahan bakar, tangki bahan bakar memiliki pipa ventilasi untuk mencegah penumpukan tekanan atau vakum selama pengisian ulang dan drainase tangki; 3) Sistem *overflow* menuju ke arah pipa pembuangan, dimana sistem ini diperlukan sehingga setiap meluap selama mengisi ulang tangki tidak menyebabkan tumpahan cairan pada *genset*; 4) Pompa bahan bakar merupakan pompa yang bertugas menyalurkan bahan bakar dari tangki utama menuju ke tangki harian dan biasanya sistem ini menggunakan sistem elektrik; dan 5) Separator merupakan sistem yang digunakan untuk memisahkan air dengan bahan bakar agar dapat melindungi komponen yang ada pada generator dari korosi.

Sistem Pendingin dan Pembuangan pada Emergency Generator

Penggunaan generator secara terus menerus dapat membuat komponen pendukung lain dari generator akan memanas. Maka dari itu sangat dibutuhkan sistem pendingin dan sebuah ventilasi untuk menarik panas dari generator. Untuk pendingin dari *emergency generator* dapat berupa air tawar agar menjaga agar temperatur pendingin tidak meningkat terus, maka setelah menyerap panas, media pendingin ini didinginkan untuk membuang panas yang dikandungnya. Oleh karena itu media pendingin harus didinginkan dan disirkulasikan.

Sebagai media pendingin udara atau gas hidrogen biasanya dengan menggunakan air dengan melalui *box cooler* atau pipa-pipa air yang diletakkan didalam kerangka stator. Air nya di ambil dari air *make-up* yang disirkulasi. Air tersebut juga didinginkan menggunakan air laut di dalam *heat exchanger*. Temperatur yang diijinkan dapat diketahui dengan rumus temperatur titik didih dikurangi temperatur embeyen atau temperature ruangan/sekitar atau $100^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$

$=70^{\circ}\text{C}$. Jika temperatur melebihi nilai yang diijinkan maka akan mengaktifkan alarm.

Sistem pendingin lainnya yaitu oil yang terdapat pada bearing generator. Oil ini disirkulasi dan didinginkan menggunakan *oil cooler* menggunakan air tawar. minyak layak pakai sebagai lubrikasi berdasarkan viscositasnya, index acid/tingkat keasamannya, semakin asam dapat menyebabkan korosif serta kandungan airnya yang disebabkan karena proses penguapan.

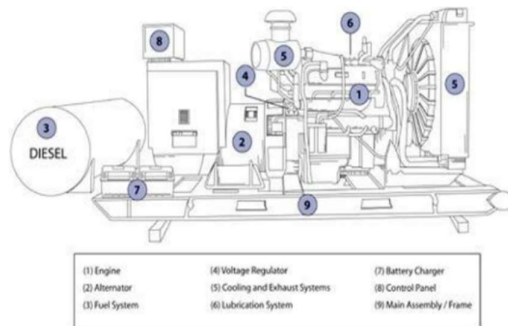
Generator mengandung bahan kimia yang sangat beracun yang perlu dikelola dengan baik. Oleh karena itu, penting untuk menginstal sistem pembuangan yang memadai untuk membuang gas buang. biasanya sistem pembuangan menggunakan pipa sebagai penghubung dari *emergency generator* ke udara. Pipa dibuat dari bahan yang tidak mudah pecah akibat tekanan atau getaran yang ditimbulkan dari *emergency generator*.

Emergency Generator memiliki bagian yang bergerak secara terus menerus dan pada suatu ketika bagian tersebut sulit untuk bergerak maka dari itu terdapat suatu sistem dimana sistem tersebut digunakan untuk melumasi bagian yang bergerak agar dapat terus bekerja secara konstan, sistem itu dikenal dengan sistem pelumasan.

Battery merupakan suatu proses perubahan energi kimia menjadi energi listrik yang berupa sel listrik. Pada dasarnya sel listrik terdiri dari dua buah logam/konduktor yang berbeda dicelupkan ke dalam larutan maka akan bereaksi secara kimia dan menghasilkan gaya gerak listrik antara kedua konduktor tersebut.

Proses pengisian *battery* dilakukan dengan cara mengalirkan arus melalui sel-sel dengan arah yang berlawanan dengan aliran arus dalam proses pengosongan sehingga sel akan dikembalikan dalam keadaan semula. *Battery* yang digunakan pada sistem otomatis *Emergency Generator* berfungsi sebagai sumber arus DC pada *starting diesel*.

Digunakan untuk mengontrol setiap aktivitas yang digunakan pada *emergency generator* maupun generator utama.



Gambar 7. Bagian *Emergency Generator*.

Kerangka Generator digunakan untuk melindungi pengguna dari kecelakaan dan biasanya bagian ini di *grounding* atau dihantarkan ke bagian kapal yang tidak mudah tersengat listrik. *Emergency generator* di kapal terletak pada bagian atas kapal atau berada pada buritan kapal bukan berada pada kamar mesin karena berguna untuk mempermudah anak buah kapal saat terjadi keadaan yang darurat.

Cara Kerja *Emergency Generator*

Emergency generator sebagai generator cadangan yang dipergunakan hanya dalam keadaan darurat sehingga saat kapal berada dalam keadaan normalnya, generator akan berada dalam keadaan *stand-by* atau siap diaktifkan sewaktu-waktu. Dalam keadaan darurat, dibutuhkan proses *starting genset* yang cepat agar tersedia waktu yang cukup.

Berbeda dengan generator utama yang menggunakan sistem udara bertekanan untuk proses *starting*, *emergency generator* menggunakan listrik untuk proses *starting*. Secara garis besar proses *starting* dibagi menjadi dua yaitu manual dan otomatis.

Manual, proses *starting* dengan sistem listrik namun operator harus menekan tombol pengaktifan yang terdapat pada panel *emergency genset* yang biasanya terletak terpisah dari panel generator utama. Proses manual dengan mengengkol *crankshaft* maupun *camshaft* dapat saja dilakukan namun

terbatas pada generator dengan penggerak kecil karena keterbatasan tenaga manusia.

Otomatis, proses pengaktifan ini dilakukan tanpa perlu ada operator yang mengaktifkan *emergency generator* dari panelnya. Sistem ini akan membaca keadaan gagalnya generator utama dengan membaca signal yang diolah oleh sebuah komponen yang biasa dikenal dengan *generator controller*. Saat *genset* utama mengalami kerusakan atau gagal, *generator controller* akan membaca signal tersebut dan memulai proses pengaktifan *emergency generator* secara otomatis.

Sistem *Interlock*

Sistem *interlock* mengamankan jalannya proses serta pengamanan peralatan dari unit yang paling kecil sampai keseluruhan sistem. Dimana alat pengaman tersebut terkait satu dengan yang lainnya, sehingga membentuk satu kesatuan yang akan bekerja secara serentak apabila kondisi proses atau alat mengalami gangguan. Disamping itu, sistem *interlock* ini juga dilengkapi dengan sistem untuk menjaga kelancaran operasinya suatu mesin. Sistem *interlock* ada dua macam, yaitu sistem OR dan sistem AND.

Yang di maksud dengan sistem OR ialah apabila salah satu atau semua input A, B atau C memberikan sinyal *interlock*, maka output D langsung menerima sinyal tersebut yang selanjutnya untuk ke *relay-relay interlock* tersebut.

Yang dimaksud dengan sistem AND adalah apabila salah satu input A, B atau C memberikan sinyal *interlock* maka D tidak akan menerima sinyal tersebut, jadi D akan menerima sinyal jika hanya ketiga input memberikan sinyal secara bersamaan. Ada dua tahapan sistem pengamanan, yaitu alarm dan *shut-down/trip*.

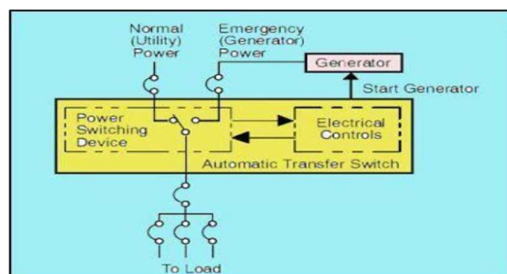
Alarm atau peringatan tanda bahaya dapat berupa lampu, bel, *horn* dan tanda-tanda lain yang menyatakan bahwa proses atau alat dalam keadaan bahaya (ada gangguan) dan hal ini bila tidak diadakan

koreksi maka kondisi akan berkembang menjadi situasi yang krisis dan bahkan pabrik akan berhenti (*shut down*).

Shut Down atau Trip, suatu kondisi proses yang sudah mencapai batas bahaya yang tertinggi atau adanya kerusakan pada peralatan sehingga menyebabkan mati sebagian atau keseluruhan. Peralatan yang terkait dalam sistem *interlock* ini adalah sakelar tekanan (*pressure switch*), katup solenoida (*solenoid valve*), *level switch* dan *relay*.

Cara Kerja Sistem Otomatis *Emergency Generator*

Kombinasi sistem kerja panel ATS dan AMF untuk pertukaran sumber baik dari generator darurat ke generator utama maupun sebaliknya, bilamana suatu saat sumber listrik dari generator utama tiba-tiba padam, maka AMF bertugas untuk menjalankan *emergency generator* sekaligus memberikan proteksi terhadap sistem *emergency generator*, baik proteksi terhadap unit mesin yang berupa pengamanan terhadap gangguan rendahnya tekanan minyak pelumas (*Low Oil Pressure*) maupun kondisi temperatur mesin serta media pendinginannya, dan juga memberikan perlindungan terhadap unit generatornya. baik berupa pengamanan terhadap beban pemakaian yang berlebih maupun perlindungan terhadap karakteristik lain seperti tegangan maupun frekuensi *genset*, apabila parameter yang diamankan melebihi batasan normal/*setting* maka tugas ATS adalah melepas hubungan arus listrik ke beban sedangkan AMF bertugas untuk memberhentikan kerja mesin.



Gambar 8. Blok Diagram *Auto Transfer Switch*.

Apabila generator yang dijalankan beroperasi dengan tidak normal, berikutnya ATS bertugas memindahkan sambungan dari sebelumnya yang tersambung dengan generator utama dipindahkan secara otomatis ke sisi *emergency generator* sehingga aliran listrik bisa tersambung ke sisi pengguna.

Apabila kemudian generator utama kembali normal, selanjutnya ATS bertugas untuk mengembalikan jalurnya dengan memindahkan *switch* kembali ke sisi utama dan untuk kemudian disusul dengan tugas AMF untuk memberhentikan kerja mesin diesel tersebut, demikian seterusnya semua sistem *control* dikendalikan secara otomatis dengan sendirinya.

Ada tiga proses penting dalam sistem otomatis *emergency generator*: a) Proses penginderaan; b) Proses *starting-stopping*; dan c) Proses *transferring*.

Proses penginderaan, proses ini memonitoring catu daya sumber utama apakah normal atau terjadi gangguan

Proses *starting-stopping*, proses ini adalah proses *follow-up*/tindak lanjut terhadap hasil penginderaan sumber utama energi listrik. Jika sumber utama mengalami gangguan maka *genset* akan *starting*. Sebaliknya jika sumber utama sudah kembali normal maka *genset* harus *stopping*.

Proses *Transferring*, proses pemindahan beban (*switching*) dari catu daya utama ke *genset* atau sebaliknya dengan sumber catu daya sebagai prioritas utama. Proses *switching* ini harus *interlocking* boleh secara *electrical* maupun secara mekanikal bagian utama sistem otomatis *Emergency Generator*: a) *Change Over system* yang berfungsi sebagai media tukar sumber; b) *Metering* yang berfungsi sebagai media indikator kondisi kelistrikan; c) *Battery Charger* yang berfungsi sebagai *charging battery genset*; d) *Battery* yang berfungsi untuk penggerak utama saat *starting genset*, maka diperlukan peralatan *battery charger* agar kondisi batrei selalu siap. *Battery charger* diperlukan karena *genset* hanya bekerja saat kondisi tertentu saja berbeda dengan *genset* yang bekerja secara kontinyu

yang mekanisme *charging* sudah ada generator DC khusus; dan e) *Modul controller* berfungsi sebagai media *start-stop genset*.

Emergency generator menjadi peralatan pembangkit tenaga listrik yang bertujuan untuk dapat membantu atau menggantikan fungsi dari generator utama untuk memberikan *supply* pada *essential panel*. *Essential panel* merupakan panel yang berfungsi men-*supply* daya ke peralatan-peralatan penting di atas kapal, selain itu dengan adanya *emergency generator*, maka akan banyak peralatan-peralatan yang dapat dioperasikan pada saat darurat dan juga sekaligus sebagai unit utama yang dapat menggantikan pasokan daya bila terjadi keadaan darurat sampai saat unit utama yang mengalami masalah bekerja secara normal.

Alat itu juga dapat mengubah tegangan DC ke AC, dimana peralatan ini dapat sumber listrik dari AC sistem dan DC Sistem (Beroperasi *Interlock*), dari sumber AC yang dibangkitkan, maka di dapatkan pasokan listrik ke peralatan-peralatan *emergency* (melalui panel *emergency*).

Emergency generator yang digunakan dikala kondisi darurat (*Emergency*), dimana peralatan ini terdiri dari mesin penggerak (*Prime Mover*) yang menggunakan mesin *diesel* dengan bahan bakarnya yang dipasok dari tanki bahan bakar minyak *diesel* dan digunakan untuk menggerakkan generator, selanjutnya diteruskan ke panel *essential* (peralatan-peralatan penting), dimana untuk pemasangannya harus memenuhi standar yang berlaku, baik dari *power* daya, sampai dengan perakitan peralatan mesin dan generator agar mengikuti ketentuan yang berlaku, juga mengacu kepada manual pabrik.

Pentingnya *emergency generator* ada pada setiap kapal guna untuk memenuhi persyaratan atau aturan internasional (SOLAS) mengenai instalasi kelistrikan pada kapal untuk keselamatan kapal, ABK, penumpang, maupun muatan pada *chapter II-I construction-structure, sub division and stability, machinery and electrical installation*

part, D dalam Biro Klarifikasi Indonesia memberikan aturan mengenai instalasi kelistrikan pada kapal untuk keselamatan, ABK, penumpang, maupun muatan pada *volume IV, rules for electrical installations*.

Generator cadangan digunakan hanya dalam keadaan darurat sehingga saat kapal berada dalam keadaan normalnya, generator akan berada dalam keadaan *stand-by* atau siap diaktifkan sewaktu-waktu. Dalam keadaan darurat, dibutuhkan proses *starting genset* yang cepat agar tersedia waktu yang cukup untuk melakukan perbaikan. Berbeda dengan generator utama yang menggunakan sistem udara bertekanan untuk proses *starting*, *emergency generator* menggunakan listrik untuk proses *starting*. Secara garis besar proses *starting* dibagi menjadi dua yaitu manual dan otomatis.

Manual, yang dimaksud dengan manual adalah proses *starting* dengan sistem listrik namun operator harus menekan tombol pengaktifan yang terdapat pada panel *emergency generator* yang biasanya terletak terpisah dari panel generator utama. Proses manual dengan mengengkol *crankshaft* dapat saja dilakukan namun terbatas pada generator dengan penggerak kecil karena keterbatasan tenaga manusia.

Otomatis, proses pengaktifan ini dilakukan tanpa perlu ada operator yang mengaktifkan *emergency generator* dari panelnya. Sistem ini akan membaca keadaan gagalnya generator utama dengan membaca signal yang diolah oleh sebuah komponen yang biasa dikenal dengan *generator controller*. Saat *genset* utama mengalami kerusakan atau gagal, *generator controller* akan membaca sinyal tersebut.

4. KESIMPULAN

Penerapan keselamatan kerja di kapal AHTS Logindo Sturdy dinilai kurang optimal. Hal ini dibuktikan dengan masih rendahnya kedisiplinan para *crew* terhadap keselamatan. Namun, dalam beberapa kesempatan, telah dilakukan evaluasi, yang memungkinkan adanya pengawasan dan

perbaikan pada kedisiplinan para crew. Kegiatan tersebut efektif, sehingga dapat meningkatkan kedisiplinan para crew terhadap keselamatan kerja.

Penerapan keselamatan kerja sangat berpengaruh terhadap mental dan kualitas kerja para karena adanya rasa aman dan terlindungi di dalam diri mereka sehingga fokus mereka dalam melakukan pekerjaan tidak terpecah hanya karena memikirkan keselamatan kerja mereka.

Kegiatan pengawasan di atas kapal AHTS Logindo Sturdy dilakukan melalui *safety meeting* di pagi hari sebelum melaksanakan pekerjaan harian, kemudian melakukan pengecekan alat-alat keselamatan sebelum digunakan. Tujuan utama dari kegiatan pengawasan ialah untuk memantau kinerja para ABK, mengawasi pelaksanaan perbaikan, dan melakukan pemantauan terhadap keselamatan.

Berdasarkan penelitian dan pembahasan masalah tentang *emergency generator* untuk keadaan darurat di AHTS Logindo Sturdy, sebagai masukan yang bermanfaat. Adapun saran-saran berdasarkan hasil penelitian ini, ialah sebagai berikut:

DAFTAR PUSTAKA

- Filiani, F. D., Joko, J., Rijanto, T., & Wrahatnolo, T. (2024). Optimalisasi Kinerja Motor Induksi ditinjau dari Perbandingan Metode Pengasutan Soft Starter dan Inverter. *Scientica: Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi*, 2(10), 38–51. <https://doi.org/10.572349/scientica.v2i10.2480>
- Ghazali, D., & Stefanie, A. (2024). Perancangan Sistem Pembangkit Energi Angin menggunakan Generator 12 V untuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 10(1), 265–270. <https://www.jurnal.peneliti.net/index.php/JIWP/article/view/6033/4999>
- Ginting, E., Fahreza, M., & Dalimunthe, M. E. (2024). Analisis Sistem Kelistrikan pada Laboratorium Central Service Kuala Namu. *Power Elektronik: Jurnal Orang Elektro*, 13(1), 52–57. <https://doi.org/10.30591/polekro.v13i1.6551>
- Hartati, D. V., Sulastriani, R., & Nurmala, E. (2024). Influential Factors Affecting Sea Transportation Services to Enhance Customer Satisfaction: Faktor-faktor yang Mempengaruhi Layanan Transportasi Laut guna Mendukung Kepuasan Pengguna Jasa. *ALTAIR: Jurnal Transportasi Dan Bahari*, 1(1), 21–27. <https://doi.org/10.62554/gbm3p709>
- Hutasuhut, A. A. (2024). Analisis Pengaruh Perubahan Beban terhadap Efisiensi Generator Kapasitas 12 MW dengan Metode Trial and Error di PT. Permata Hijau Palm Oleo Belawan. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 6(2), 95–99. <https://tinyurl.com/ne263yss>
- Prasetyo, B. P., Fauzi, R., Subito, M., Ardias, E., & Mustari, A. (2024). Rancang Bangun Trainer Robot Lengan untuk Praktikum Robotika pada Prodi S1 Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tadulako. *Foristek*, 14(1). <https://doi.org/10.54757/fs.v14i1.373>
- Rusli, R., Misriana, M., Mellyssa, W., Akhyar, A., Jufriadi, J., Wazir, K., & Hasannuddin, T. (2024). Perancangan Pemograman Automatic Transfer Switch (ATS) dan Automatic Main Failure (AMF) menggunakan PLC CP1E pada PLTD. *Jurnal Mekanova: Mekanikal, Inovasi Dan Teknologi*, 10(1), 45–51. <https://doi.org/10.35308/jmkn.v10i1.8458>
- Siregar, M. (2022). Principal Managerial Competency in Learning Quality Improvement. *Jurnal Curere*, 6(1), 104–112. <http://dx.doi.org/10.36764/jc.v6i1.718>
- Siregar, M. S., & Hartati, D. V. (2023). Pengoperasian Dynamic Positioning System di Kapal PSV. WM Sulawesi saat Snatching pada Drillship GSF Explorer. *Airman: Jurnal Teknik Dan Keselamatan Transportasi*, 6(2), 189–198. <https://doi.org/10.46509/ajtk.v6i2.413>

-
- Siregar, M. S., Shevchenko, R. Z., & Wiweko, A. (2023). Penyebab Menurunnya Kinerja Mesin Pendingin di MV. Vancouver. *Mutiara: Jurnal Ilmiah Multidisiplin Indonesia*, 1(2), 89–100. <https://doi.org/10.61404/jimi.v1i2.13>
- Tjandi, Y. (2024). Diagnosa Pengaruh Over Voltage Dan Over Heating Pada Mesin Induksi Berbasis Logika Samar. *Jurnal MediaTIK*, 182–185. <https://journal.unm.ac.id/index.php/MediaTIK/article/view/2452/1773>
- Utomo, M. N. S., Wiweko, A., Siregar, M. S., David, M., & Nurmala, E. (2024). The Role of Emergency Generator during Black-Out on the MV. Kelud: Peranan Emergency Generator saat Black-Out di Kapal KM. Kelud. *ALTAIR: Jurnal Transportasi Dan Bahari*, 1(1), 9–20. <https://doi.org/10.62554/fk4ny376>