

OPTIMASI SISTEM SUMBER DAYA LISTRIK DARURAT (ESEP) pada KAPAL TANGKER untuk NAVIGASI dan KOMUNIKASI yang AMAN

Rita Hariningrum¹, Candra Yogatama¹, Sukarno Budi Utomo²

¹Teknik Kelistrikan Kapal, Universitas Ivet,
Jl. Pawiyatan Luhur IV No.17 Bendan Duwur Kec. Gajahmungkur Semarang, 50235, Jawa Tengah

²Prodi Teknik Elektro & Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Sultan Agung,
Jl. Raya Kaligawe Km 4 Semarang, 50112, Jawa Tengah

*E-mail: hariningrumrita70@gmail.com

Abstrak

Kapal tangker memerlukan sumber daya listrik darurat yang handal untuk mendukung operasi peralatan kunci, termasuk navigasi, komunikasi, penerangan, sistem kemudi darurat, pompa kebakaran darurat, dan pengisian baterai. Dalam penentuan kebutuhan daya generator darurat untuk kapal tangker, dilakukan perhitungan teliti, termasuk faktor start-up yang signifikan. Hasil analisis menunjukkan bahwa total kebutuhan daya listrik darurat adalah sekitar 79,84 kW, dengan mempertimbangkan faktor start-up, total daya yang dibutuhkan adalah sekitar 128,64 kW. Generator darurat yang dipilih harus memiliki daya output minimal sekitar 128,64 kW. Sebagai solusi, generator darurat Volvo Penta tipe D9 MG / UCM274H-1 dengan daya 136 kW atau 170 kVA dan beroperasi pada 1500 RPM sesuai dengan kebutuhan daya listrik yang telah dihitung. Dengan pemilihan yang cermat, kapal tangker dapat memastikan kelangsungan pasokan daya listrik yang andal selama situasi darurat di laut, meningkatkan keamanan dan kesiapan operasionalnya.

Kata Kunci : Generator Darurat, Kapal Tangker, Solas Chapter II, Kelistrikan, ESEP

Abstract

Tanker ships require a reliable emergency power source to support the operation of essential equipment, including navigation, communication, lighting, emergency steering systems, emergency fire pumps, and battery charging. Calculations for determining the emergency generator power requirement for tanker ships involve careful consideration, including significant start-up factors. The analysis results indicate that the total emergency electrical power requirement is approximately 79.84 kW. Taking into account start-up factors, the total power needed amounts to about 128.64 kW. Consequently, the selected emergency generator should have a minimum output power of around 128.64 kW. As a solution, the Volvo Penta emergency generator type D9 MG / UCM274H-1, with a power rating of 136 kW or 170 kVA, and operating at 1500 RPM, aligns with the calculated electrical power needs. With this meticulous selection, tanker ships can ensure a reliable power supply during emergencies at sea, thereby enhancing safety and operational readiness.

Keywords: Emergency Generator, Tanker Ship, Solas Chapter II, Electrical, ESEP

1. PENDAHULUAN

Electrical Source of Emergency Power (ESEP) sesuai dengan Perjanjian Internasional untuk Keselamatan Jiwa di Laut (SOLAS). Persyaratan Ketersediaan Listrik Darurat SOLAS mengatur persyaratan yang jelas terkait dengan ketersediaan listrik darurat di kapal. kapasitas ESEP pada kapal yang beroperasi di perairan Indonesia tergantung pada berbagai faktor, termasuk jangkauan operasi kapal [1]. Keselamatan awak kapal dan penumpang dalam situasi darurat, terutama saat generator

utama mengalami gangguan atau mati total. Ketersediaan Pelayanan Penting ESEP harus dapat menyediakan listrik untuk semua layanan yang dianggap penting dalam situasi darurat. Ini mencakup pencahayaan darurat di tempat-tempat seperti stasiun persiapan perahu penyelamatan, stasiun muster, dan stasiun naik-turun. pengembangan CESEP merupakan langkah positif dalam meningkatkan keandalan sistem kelistrikan kapal dan keamanan operasionalnya [5]. Selain itu, layanan yang diperlukan juga mencakup pencahayaan di lorong-lorong, tangga, ruang mesin, stasiun

kontrol, dan banyak lagi. Durasi Pemenuhan Kebutuhan SOLAS menetapkan durasi yang berbeda untuk berbagai layanan. Sebagai contoh, pencahayaan darurat di stasiun perahu penyelamatan harus dipenuhi selama setidaknya 3 jam, sedangkan beberapa layanan lainnya harus mendapatkan pasokan listrik darurat selama 18 jam. Persyaratan Transitori ESEP harus mampu mengatasi beban awal (*starting currents*) dan karakteristik beban yang bersifat transitoria. Hal ini penting untuk memastikan bahwa pasokan listrik darurat tidak terputus selama proses awal start-up peralatan penting. Lokasi Pemasangan ESEP harus dipasang di lokasi yang strategis dan mudah diakses di seluruh kapal. Hal ini termasuk di ruang mesin utama, stasiun kontrol, dan papan saklar darurat. Persyaratan ini dirancang untuk memastikan bahwa pasokan listrik darurat dapat diakses dengan cepat dalam situasi darurat. Pentingnya Keselamatan Seluruh persyaratan SOLAS ini didasarkan pada prioritas keselamatan di kapal. Penyediaan listrik darurat yang andal dan tahan lama menjadi sangat penting untuk melindungi awak kapal dan penumpang dalam situasi darurat di laut. Dalam keseluruhan, persyaratan ini menciptakan panduan yang ketat untuk penyediaan sumber listrik darurat di kapal agar memastikan keselamatan semua orang di atas kapal dalam situasi darurat. Analisis ini menunjukkan betapa pentingnya persyaratan SOLAS dalam menjaga keandalan sistem listrik darurat di kapal dan melindungi nyawa manusia.

2. METODE

Peralatan listrik harus dapat disuplai dengan listrik selama minimal 18 jam saat menggunakan Sumber Listrik Darurat (ESEP). ESEP dapat menggunakan generator atau baterai. Pada saat penulisan ini, kedua jenis ESEP digunakan, di mana baterai akan digunakan untuk memasok komunikasi, navigasi, dan lampu darurat. Baterai berfungsi sebagai perantara antara generator utama dan generator darurat sehingga peralatan

komunikasi dan navigasi tidak mengalami mati mendadak, sementara lampu darurat digunakan untuk mengindikasikan bahwa kapal berada dalam keadaan darurat. Penyebab penurunan kinerja *emergency* generator adalah adanya kotoran pada filter bahan bakar dan pengabutan *injector* yang tidak berjalan optimal [4]. Generator darurat digunakan untuk memasok peralatan navigasi dan komunikasi, pencahayaan, listrik untuk sistem kemudi, pengisian baterai, kipas ruang mesin, dan pompa pemadam kebakaran darurat [6].

a. Perhitungan Battery

Rescue Time : 18 jam

Total Battery Power

$$P_{Total\ Emergency} \times T_{emergency} \tag{1}$$

AH Required

$$\frac{total\ battery\ power}{voltage\ of\ emergency\ battery} \tag{2}$$

Load Factor

$$\frac{AH\ required}{voltage\ AH\ battery} \tag{3}$$

Space for Battery

$$h \times l \times w \times n \tag{4}$$

Dimana:

h: *Height Battery*

l: *Length Battery*

w: *Width Battery*

n: Jumlah *Battery*

Charger Battery

80% kapasitas total baterai

$$jumlah\ baterai \times kapasitas\ baterai \times 80\% \tag{5}$$

Arus min. *charging* /jam

$$80\% \text{ kapasitas total baterai/waktu maks} \tag{6}$$

Jumlah *charger* baterai

$$\text{Minimal arus total per jam/(jumlah outlet x arus)} \tag{7}$$

b. *Electrical for Emergency steering gear.*
BKI

$$wrs = \frac{2\alpha}{\tau} \cdot \frac{\pi}{180} \tag{8}$$

$$N_{RS} = \frac{Q_R \cdot \omega_{rs}}{75} \quad (9)$$

$$N_{ST} = \frac{N_{rs}}{\eta_{SG}} \quad (10)$$

c. *Electrical for Emergency Bilge Pump*

$$P = \frac{\rho \times g \times Q \times H}{\eta} \quad (11)$$

Dimana:

P : Daya listrik yang dibutuhkan oleh *Emergency Bilge Pump* (dalam watt atau kilowatt).

ρ : Massa jenis fluida yang akan dipompa (dalam kg/m^3).

g : Percepatan gravitasi (sekitar $9.81 m/s^2$).

Q : Kapasitas pompa, yaitu volume fluida yang dipompa per unit waktu (dalam m^3/s atau m^3/h).

H : *Head*, yaitu perbedaan tinggi antara permukaan fluida yang akan dipompa dan permukaan di mana fluida dikeluarkan (dalam meter).

η : Efisiensi pompa (biasanya berupa nilai desimal antara 0 hingga 1).

d. *Electrical for Emergency Fire Pump*

Menurut SOLAS Chapter 2-2 Regulation 10 part 2.2 mengenai pompa pemadam kebakaran, disebutkan bahwa kapasitas total dari pompa pemadam kebakaran tidak boleh kurang dari 4/3 dari kapasitas pompa bilge. Ketika pompa pemadam kebakaran darurat digerakkan secara listrik, daya harus dipasok dari sumber yang berbeda dengan yang memasok pompa pemadam kebakaran utama. Kapasitas pompa pemadam kebakaran darurat tidak boleh kurang dari 40% dari kapasitas total set pompa pemadam kebakaran sekitarnya dan tidak boleh kurang dari 25 m^3/jam . Hal ini menggarisbawahi pentingnya kapasitas dan sumber daya yang memadai untuk pompa pemadam kebakaran darurat dalam menjaga keamanan kapal dan pencegahan kebakaran di laut.

$$Q_{firepump} = 4/3 Q_{bilgepump} \quad (12)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perhitungan Battery

a. Desain Peralatan Komunikasi dan Navigasi

Hasil analisis yang disajikan dalam deskripsi di atas berkaitan dengan persyaratan ketersediaan daya listrik untuk peralatan navigasi dan komunikasi pada kapal, sesuai dengan peraturan SOLAS Chapter II-1 Part D Regulation 43. Berikut adalah analisis terkait hasil tersebut dalam bahasa Indonesia. Persyaratan Ketersediaan Listrik: SOLAS mengatur persyaratan yang mengharuskan kapal menyediakan pasokan listrik yang cukup untuk semua peralatan yang diperlukan untuk keselamatan dalam situasi darurat, serta peralatan navigasi dan komunikasi selama 18 jam. Hal ini menunjukkan pentingnya ketersediaan daya listrik yang andal untuk memastikan kapal dapat beroperasi dan berkomunikasi dalam kondisi darurat. Total Daya yang Dibutuhkan: Dari hasil analisis, total daya yang dibutuhkan untuk peralatan navigasi dan komunikasi pada kapal adalah sekitar 5241,66 Watt. Ini mencakup berbagai peralatan seperti peralatan radar, sistem komunikasi, peralatan GPS, dan banyak lagi. Daya ini harus tersedia selama setidaknya 18 jam tanpa gangguan.

b. Penerangan Darurat yang Harus Disuplai Saat Terjadi Kondisi Mati Lampu.

Menurut Konvensi Internasional untuk Keselamatan Jiwa di Laut (SOLAS Bab II, Bagian D, Peraturan 43, 2.2), sumber daya listrik darurat harus mampu mendukung penerangan darurat selama 18 jam.

- Ruang mesin dan pusat pembangkit utama termasuk posisi kontrolnya;
- Semua stasiun kontrol, ruang mesin, dan di setiap switchboard utama dan darurat;

- Semua posisi penyimpanan alat pemadam kebakaran;
- Perangkat kemudi; dan
- Pompa pemadam kebakaran darurat, pompa sprinkler, jika ada, dan pompa bilge darurat, jika ada, dan di posisi awal motor mereka;
- Semua ruang pompa kargo kapal tangker.

Tabel 1. *Emergency Lighting*

No	Item	Power (Watt)	Quantity (Pcs)	Total (Watt)
1	Gangway Main Deck + Ladder	5	10	50
2	Gangway Poop Deck + Ladder	5	13	65
3	Gangway Boat Deck + Ladder	5	10	50
4	Gangway Bridge Deck + Ladder	5	6	30
5	Gangway Navigation Deck + Ladder	5	3	15
6	Radio Room	5	1	5
7	Chart Room	5	1	5
8	AHU Room	5	1	5
9	Engine control room	5	1	5
10	Upper Platform	5	15	75
11	Lower Platform	5	15	75
12	Tank Top	5	13	65
13	Steering Gear Room	5	4	20
14	Muster Station	5	2	10
15	Forecastle Deck	5	1	5
16	Emergency Pump Room	5	1	5
Total				485

Standar SOLAS Chapter II-1 Part D Regulation 43, 2.2 mengamanatkan bahwa sumber daya listrik darurat harus dapat menyediakan daya yang cukup untuk berbagai peralatan vital seperti penerangan darurat di berbagai lokasi strategis. Total daya listrik yang diperlukan dalam situasi darurat, yang mencakup peralatan radio, peralatan navigasi, peringatan kebakaran darurat, dan pencahayaan darurat, adalah sekitar 5,73

kilowatt. Berdasarkan persamaan empiris, waktu penyelamatan yang diharapkan adalah selama 18 jam, sesuai dengan regulasi SOLAS Chapter II Regulation 43-2 tahun 2014. Untuk menyediakan daya dalam situasi darurat, diperlukan total daya baterai sekitar 103,08 kilowatt-jam atau setara dengan 103,08 kilowatt. Baterai darurat ini bekerja pada tegangan 24 volt. Kebutuhan amper-jam (AH) yang diperlukan untuk baterai darurat adalah sekitar 4466,79 AH, dengan memperhitungkan toleransi sebesar 4%. Dengan kapasitas baterai yang mencukupi, kapal dapat menjaga kelangsungan operasi peralatan kritis selama 18 jam dalam situasi darurat. Hal ini penting untuk memastikan keselamatan dan kesiapan kapal dalam menghadapi berbagai kondisi darurat di laut.

3.2 Selection of battery

Dalam konteks persiapan daya listrik darurat, terdapat tiga jenis baterai yang dipertimbangkan, yaitu *Deep Blue (Power)*, *Relion*, dan *Lithium Battery Power*. Masing-masing baterai memiliki spesifikasi yang berbeda [6].

a. *Deep Blue (Power)*:

- Merek: *Deep Blue (Power)*
- Tipe : D B 1 2 - 2 - 3 E T X
- Tegangan Nominal: 24 Volt
- Kapasitas Rating: 220 Ah
- Berat: 77,1 kg
- Dimensi : Tinggi = 561 mm, Panjang = 265 mm, Lebar = 286 mm

Untuk mencapai total kapasitas Ampere-jam (AH) yang dibutuhkan sebesar 20,30, dibutuhkan sekitar 21 unit baterai. Faktor Beban (*Load Factor*) untuk baterai ini adalah sekitar 0,9668, dan ruang yang dibutuhkan untuk baterai ini adalah sekitar 0,8929 m³.

b. *Region*:

- Merek: Relion
- Type: *LITHIUM IRON PHOSPHATE BATTERY*
- Tegangan Nominal : 24 Volt
- Kapasitas Rating : 200 Ah
- Berat: 50 kg

- Dimensi :
Tinggi = 349 mm, Panjang = 417 mm, Lebar = 410 mm

Untuk mencapai total kapasitas Ampere-jam (AH) yang dibutuhkan sebesar 22,334, dibutuhkan sekitar 23 unit baterai. Faktor Beban (*Load Factor*) untuk baterai ini adalah sekitar 0,9710, dan ruang yang dibutuhkan untuk baterai ini adalah sekitar 1,3724 m³. [6].

c. *Lithium Battery Power:*

- Merek: *Lithium Battery Power*
- Type: *Lithium Iron-Phosphate (LiFePO4)*
- Tegangan Nominal: 24 Volt
- Kapasitas Rating: 150 Ah
- Berat: 32,60 kg
- Dimensi: Tinggi = 217 mm, Panjang = 500 mm, Lebar = 239 mm

Untuk mencapai total kapasitas Ampere-jam (AH) yang dibutuhkan sebesar 29,78, dibutuhkan sekitar 30 unit baterai. Faktor Beban (*Load Factor*) untuk baterai ini adalah sekitar 0,9926, dan ruang yang dibutuhkan untuk baterai ini adalah sekitar 0,7779 m³.

3.3 Penentuan Pengisi Daya Baterai

Berdasarkan ketentuan yang terdapat dalam [3], peralatan pengisian daya (*charging equipment*) harus mampu mengisi daya hingga 80% kapasitas baterai dalam waktu tidak lebih dari 10 jam. Dengan merujuk pada perhitungan terkait dengan kebutuhan sumber daya listrik darurat (ESEP), total baterai yang dibutuhkan adalah [masukkan jumlah baterai]. Hal ini penting karena ketepatan waktu pengisian daya baterai merupakan faktor krusial dalam memastikan ketersediaan sumber daya listrik darurat yang memadai pada kapal. Dengan mematuhi peraturan ini, kapal dapat memastikan bahwa sistem ESEPNya dapat beroperasi secara optimal dalam situasi darurat.

Tabel 2. Total Pemakaian *Battery*

Brand		Lithium Battery Power			
Type	Lithium Iron-Phosphate (LiFePO4)				
<i>Voltage</i>	24	Volt	<i>Load Factor</i>	0,993	
<i>Capacity</i>	150	Ah	<i>Max. Charging Current</i>	100	A
<i>Capacity Pack</i>	4500	Ah	<i>Amount</i>	30,00	
<i>Capacity (80%)</i>	3600	Ah	<i>Charging Current Need</i>	10	h
			<i>Charging Max Time (0%-80%)</i>		

Tabel 2. *Charger Battery*

Brand		Victron Energy	
Type	Skylla-i 24/100		
<i>Input Voltage</i>	230 V (45-65 Hz)		
<i>Output Voltage</i>	26,4	Volt	
<i>Charge Current</i>	100	A	
<i>Battery Capacity</i>	500-1000	Ah	
<i>Weight</i>	7	kg	
<i>Dimension (L x W x H)</i>	150 x 250 x 405	mm	
<i>Suitable</i>	<i>Lithium Ion</i>		

Berdasarkan perhitungan di atas, kapasitas total baterai yang dibutuhkan adalah 3600 Ah dengan asumsi mengisi hingga 80% dari kapasitas baterai. Untuk mengisi baterai ini dalam waktu maksimal 10 jam, arus pengisian minimal per jam adalah 360 A. Oleh karena itu, jumlah charger baterai yang diperlukan adalah 4 buah untuk memenuhi kebutuhan pengisian baterai dengan efisiensi maksimal.

3.4 Perhitungan Generator Darurat

Emergency Generator Set adalah salah satu jenis Sumber Daya Listrik Darurat. Ada beberapa peraturan yang mengatur tentang peralatan ini dalam regulasi instalasi listrik bagian D, Bab II-1, tentang Sumber Daya Listrik Darurat di Kapal Kargo dalam Konvensi SOLAS. Aturan-aturan tersebut antara lain:

- a. ESEP harus terletak di atas dek berkelanjutan tertinggi dan harus mudah diakses dari dek terbuka.
- b. Generator Darurat harus mampu menyuplai daya listrik untuk peralatan berikut:
 - Peralatan navigasi dan komunikasi listrik.
 - Penerangan listrik.
 - Sistem penggerak kemudi listrik.
 - Pengisian baterai listrik.
 - Kipas ruang mesin listrik.
 - Pompa pemadam kebakaran darurat listrik.

Generator Darurat dirancang untuk menyediakan daya untuk berbagai peralatan penting di kapal, termasuk navigasi, komunikasi radio, peralatan darurat, sistem penggerak kemudi, kompresor udara awal, pompa pemadam kebakaran darurat, dan pengisi baterai.

- a. Untuk peralatan navigasi dan komunikasi listrik, daya yang diperlukan adalah sekitar 5,24 kilowatt (kW).
- b. Untuk penerangan listrik, daya yang dibutuhkan adalah sekitar 11,1 kW.
- c. Untuk sistem penggerak kemudi darurat, daya yang diperlukan dihitung berdasarkan beberapa parameter teknis seperti torsi penggerak kemudi dan diameter poros kemudi. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan sistem ini adalah sekitar 23,3 kilowatt (kW).

Tabel 3. *Steering Gear Specification*

<i>Steering Gear Specification</i>	
<i>Brand</i>	<i>MacGregor</i>
<i>Type</i>	<i>HATLAPA piston type neptune/type160</i>
<i>Power</i>	24,4 kW

Tabel 4. *Electrical for battery charger*

<i>Merk</i>	<i>Victron Energy</i>
<i>Type</i>	<i>Skylla-i 24/100</i>
INPUT	
<i>Voltage</i>	230 V

<i>Power</i>	2920 W
OUTPUT	
<i>Output Banks</i>	1 Outlet
<i>Voltage</i>	25,9 V
<i>Charge Current Output</i>	100 A
Battery	
<i>Battery capacity</i>	150 AH
<i>Number of battery</i>	30 Battery

Spesifikasi pompa *bilge* darurat adalah sebagai berikut: Pompa ini berasal dari merek *Gorio Pump* dengan kecepatan putaran 1500 RPM (Rotasi Per Menit) dan beroperasi pada frekuensi 50 Hz (Hertz). Kapasitas pompa ini mencapai 100 meter kubik per jam, yang berarti dapat mengeluarkan air sebanyak 100meter kubik dalam satu jam. Selain itu, pompa ini memiliki tinggi kepala (*head*) sebesar 21 meter, yang menunjukkan kemampuannya untuk mengangkat air hingga ketinggian tersebut. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan dengan mempertimbangkan efisiensi pompa (yang berkisar antara 0,5 hingga 0,7), daya yang dibutuhkan untuk pompa bilge darurat adalah sekitar 9,97 kilowatt (kW). Daya ini diperlukan agar pompa dapat berfungsi dengan efektif untuk mengeluarkan air dari dalam kapal dalam situasi darurat.

Untuk keperluan Pompa Air Kebakaran Darurat, sesuai dengan Peraturan SOLAS Chapter 2-2 Bagian 2.2 mengenai pompa air kebakaran, disebutkan bahwa kapasitas total pompa air kebakaran tidak boleh kurang dari 4/3 dari kapasitas pompa bilge. Ketika pompa air kebakaran darurat ini dioperasikan secara listrik, daya harus disuplai oleh sumber yang berbeda dengan pasokan utama pompa pemadam kebakaran. Kapasitas pompa air kebakaran darurat tidak boleh kurang dari 40% dari kapasitas total set pompa air kebakaran sekitarnya dan tidak boleh kurang dari 25meter kubik per jam. Dalam perhitungan ini, kapasitas pompa pemadam kebakaran darurat, *Qe.firepump*, dihitung sebagai 40% dari kapasitas pompa air kebakaran total yang dihasilkan, yaitu

Qfirepump. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kapasitas minimal pompa air kebakaran darurat ini adalah sekitar 53,33meter kubik per jam, sesuai dengan persyaratan SOLAS untuk menjaga keamanan dan kesiapan kapal dalam menghadapi situasi kebakaran. Pompa air kebakaran darurat ini sangat penting dalam menjaga keselamatan kapal dan awaknya ketika menghadapi kejadian darurat.

Tabel 5. Spesifikasi Pompa Pemadam Kebakaran Darurat

<i>Emergency Fire Fighting Pump Specification</i>			
Merk	<i>Gorio Pump</i>	Speed	2950 RPM
Tipe	GVC-65-200	Freq	50 Hz
Capacity	54 m ³ /h	Head	55 m

Dengan menggunakan rumus perhitungan yang sesuai, daya yang diperlukan oleh pompa pemadam kebakaran darurat ini dihitung sebesar 14,09375 kilowatt. Hasil ini menunjukkan bahwa pompa pemadam kebakaran darurat ini memiliki kemampuan untuk menghasilkan daya sekitar 14,09375 kilowatt. Daya ini sangat penting dalam memastikan pompa dapat berfungsi secara efektif dalam memadamkan kebakaran pada kapal. Keandalan dan kemampuan pompa pemadam kebakaran darurat ini adalah faktor kunci dalam menjaga keselamatan kapal dan awaknya ketika menghadapi situasi darurat.

Daya listrik untuk ventilasi ruang mesin (E/R) didasarkan pada pemilihan kipas ruang mesin yang dipilih. Spesifikasi kipas ruang mesin adalah sebagai berikut: [Spesifikasi Kipas Ruang Mesin].

Tabel 6. Spesifikasi Engine Room Fan

Engine room fan			
<i>Equipment</i>	<i>Merk</i>	<i>Type</i>	<i>Power (kW)</i>
E/R Exhaust	Elta	SLC630/ 4 –	3,36
Fan x 3	Fan	1AC	

Berdasarkan spesifikasi kipas ruang mesin tersebut, daya yang dibutuhkan untuk

ventilasi ruang mesin adalah sekitar 3,36 kilowatt (kW). Kipas ruang mesin memiliki peran penting dalam menjaga sirkulasi udara dan suhu yang tepat di dalam ruang mesin kapal, yang sangat krusial untuk menjaga kinerja mesin dan mencegah kelebihan panas. Dengan daya sebesar itu, kipas ruang mesin dapat memastikan lingkungan di dalam ruang mesin tetap optimal untuk operasi kapal yang aman dan efisien.

Jadi, total daya yang dibutuhkan untuk generator darurat adalah:

Tabel 7. Total Kebutuhan Power Generator Darurat

No	Equipment	Power (kW)
1	<i>Navigation Communication</i>	5,24
2	<i>Lighting</i>	11,1
3	<i>Emergency Steering Gear</i>	24,4
4	<i>Battery Charger</i>	11,68
5	<i>Emergency Bilge Pump</i>	9,97
6	<i>E/R Fan</i>	3,36
7	<i>Emergency Fire Pump</i>	14,09
Total		79,84

Namun, angka ini tidak diperlukan untuk memilih generator darurat, karena angka tersebut harus ditambahkan dengan arus awal peralatan motor tertinggi. Arus awal bisa tiga kali lipat dari arus tertinggi. Jadi, total daya yang dibutuhkan oleh generator darurat adalah:

$$\begin{aligned}
 P_{total} &= Total\ Power + (2 \times Highest\ Power) \\
 &= 79,84 + (2 \times 24,4)\ kW \\
 &= 128,64\ kW
 \end{aligned}$$

3.5 Pemilihan Generator Darurat

Dalam memilih generator darurat yang tepat untuk kapal, penting untuk mempertimbangkan spesifikasi yang sesuai dengan kebutuhan daya listrik darurat. Berdasarkan perhitungan dan analisis yang telah dilakukan, penentuan generator darurat menjadi langkah kunci dalam memastikan kelangsungan operasi peralatan penting di kapal. Dalam bagian selanjutnya, kita akan

menjelajahi spesifikasi generator darurat yang sesuai dengan kebutuhan daya listrik yang telah dihitung sebelumnya, sehingga dapat menjaga keamanan dan kesiapan kapal dalam menghadapi situasi darurat di laut.

Tabel 8. Spesifikasi Generator Darurat

<i>Emergency Generator</i>	
<i>Maker</i>	Volvo Penta
<i>Type</i>	D9 MG / UCM274H-1
<i>Power</i>	136 kW
	170 kVA
<i>Frequency</i>	50 Hz
<i>RPM</i>	1500 RPM

4. KESIMPULAN

Kebutuhan Daya Listrik Darurat pada kapal tangker: Kebutuhan daya listrik darurat di kapal meliputi berbagai peralatan, seperti peralatan navigasi, komunikasi, penerangan, sistem kemudi darurat, pompa kebakaran darurat, dan pengisian baterai. Semua peralatan ini harus mendapatkan pasokan daya yang andal selama situasi darurat. Spesifikasi Generator Darurat: Pemilihan generator darurat harus mempertimbangkan kebutuhan daya total, termasuk faktor start-up untuk peralatan dengan daya start tinggi. Generator darurat harus mampu menyediakan daya dengan kapasitas yang memadai untuk memenuhi semua kebutuhan ini.

Dalam kasus menentukan kebutuhan daya generator darurat untuk kapal tangker, telah dilakukan perhitungan dan analisis yang mendalam. Berdasarkan hasil perhitungan dan spesifikasi peralatan, berikut adalah kesimpulan utama: Kebutuhan Total Daya Listrik: Kapal memerlukan pasokan daya listrik darurat untuk berbagai peralatan penting, seperti navigasi, komunikasi, penerangan, sistem kemudi darurat, pengisian baterai, pompa *bilge* darurat, kipas ruang mesin, dan pompa pemadam kebakaran darurat. Total kebutuhan daya listrik darurat adalah sekitar 79,84 kW. Faktor Start-Up: Penting untuk memperhitungkan faktor start-up peralatan motor tertinggi yang bisa

mencapai tiga kali lipat dari daya nominalnya. Oleh karena itu, total daya yang dibutuhkan oleh generator darurat setelah mempertimbangkan faktor ini adalah sekitar 128,64 kW.

Spesifikasi Generator Darurat: Generator darurat yang dipilih harus memiliki daya output minimal sekitar 128,64 kW untuk memastikan pasokan daya listrik yang memadai selama keadaan darurat. Dalam hal ini, generator darurat Volvo Penta tipe D9 MG / UCM274H-1 dengan daya 136 kW atau 170 kVA, serta beroperasi pada 1500 RPM, sesuai dengan kebutuhan daya listrik yang telah dihitung.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya ingin mengucapkan terima kasih yang mendalam atas kerja keras dan dedikasi yang luar biasa dalam menyelesaikan jurnal ini. Kerjasama dan kontribusi masing-masing dari Anda telah menghasilkan sebuah karya yang luar biasa dan berharga.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Angjuang A, et al. Determination of Emergency Source of Electrical Power Capacity for Ship With Restricted Service Study Case on Ships Operated in Indonesia Waters. 11th International Conference on Marine Technology MARTEC 2018
- [2] Biro Klasifikasi Indonesia. (Vol IV) Rule of Electrical Installation. In: Section 2B - Generator. 2022 Jakarta: s.n., pp. 2-1.
- [3] Biro Klasifikasi Indonesia. (Vol IV) Rule of Electrical Installation. In: Section 3C - Emergency Electrical Power Supply. 2022 Jakarta: s.n., pp. 3-7.
- [4] Fikri A. Analisis Turunnya Kinerja Emergency Generator Terhadap Situasi Black Out di Kapal MV. ENERGY PROSPERITY. 2019.

https://repository.pip-semarang.ac.id/1902/1/52155828T_Open_Access.pdf

- [5] Rahino, at, All. Continual Emergency Source of Electrical Power (CESEP) pada Kapal Berbasis IoT. 2022, Diploma thesis, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- [6] SOLAS statutory CHAPTER II-1 Part D Electrical installations regulation 43 (Emergency Source of Electrical Power in Cargo Ships).