

Evaluasi Kebutuhan Energi Listrik untuk Sistem Penerangan dan Peralatan Pendukung Operasi pada Kapal Rumah Sakit Tipe LCT

Suardi^{1,*}, Muhammad Yogi Raditya^{2,3}, Azhar Aras Mubarak⁴, Hariyono¹, Chris Jeremy Verian Sitorus¹, Harlian Kustiawansa¹

¹ Program Studi Teknik Perkapalan, Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan, Kalimantan Timur, Indonesia, 76127

² Program Studi Arsitektur, Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan, Kalimantan Timur, Indonesia, 76127

³ Architecture and Civil Engineering, Toyohashi University of Technology, Japan

⁴ Program Studi Teknik Perkapalan, Universitas Sembilanbelas November, Kolaka, 93517, Indonesia

*Email: suardi@lecturer.itk.ac.id

Abstrak

Analisis kebutuhan daya generator untuk mendukung sistem penerangan dan peralatan operasional pada kapal rumah sakit tipe LCT (*Landing Craft Tank*) merupakan aspek krusial dalam menjamin keandalan dan efisiensi operasional sistem kelistrikan kapal. Kapal ini berfungsi sebagai rumah sakit terapung, sehingga memerlukan pasokan listrik yang stabil dan andal untuk menunjang perangkat medis, sistem navigasi, serta peralatan pendukung lainnya. Permasalahan utama yang diangkat dalam penelitian ini adalah belum optimalnya perencanaan kapasitas daya generator dalam memenuhi beban listrik secara menyeluruh, khususnya pada kondisi puncak dan situasi darurat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan kapasitas optimal generator berdasarkan total konsumsi daya dari setiap beban listrik yang ada, dengan mempertimbangkan margin keamanan, kondisi operasional, serta keberlanjutan sistem daya. Metode yang digunakan meliputi identifikasi dan penghitungan beban listrik, analisis distribusi daya, serta evaluasi terhadap keandalan sistem kelistrikan berdasarkan referensi teknis terkini. Sebagai *state of the art*, pendekatan ini selaras dengan praktik terbaik dalam perancangan sistem kelistrikan kapal modern, yang mengutamakan efisiensi energi, keberlanjutan, dan keselamatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemilihan kapasitas generator yang tepat tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional, tetapi juga berperan penting dalam menjaga keselamatan pasien dan awak kapal. Rekomendasi dari studi ini menekankan pentingnya integrasi sistem monitoring daya secara *real-time* dan pemeliharaan berkala untuk mendukung keberlanjutan layanan kapal rumah sakit. Temuan ini diharapkan menjadi rujukan dalam pengembangan sistem kelistrikan kapal serupa di masa depan, khususnya dalam konteks pelayanan medis maritim yang tanggap dan andal.

Abstract

Evaluation of Electrical Energy Requirements for Handling Systems and Operational Support Equipment on LCT Type Hospital Ships. The analysis of generator power requirements to support lighting systems and operational equipment on a Hospital LCT (Landing Craft Tank) vessel is a critical aspect in ensuring the reliability and efficiency of the ship's electrical systems. As a floating hospital, this vessel demands a stable and reliable power supply to operate medical equipment, navigation systems, and other essential tools. The primary issue addressed in this study is the lack of optimal planning in generator capacity to fully accommodate electrical loads, especially under peak and emergency conditions. The objective of this research is to determine the optimal generator capacity by analyzing the total power consumption of each electrical load, while accounting for safety margins, operational conditions, and power sustainability. The methodology includes identifying and calculating all electrical loads, evaluating power distribution, and assessing system reliability based on the latest technical standards. As part of the state-of-the-art approach, this study aligns with modern marine electrical system design practices that emphasize energy efficiency, sustainability, and safety. The results demonstrate that selecting an appropriately sized generator significantly enhances operational efficiency and plays a vital role in ensuring the safety of both patients and crew onboard. The study recommends the integration of real-time power monitoring systems and scheduled maintenance practices to support the long-term reliability of hospital ship operations. These findings are expected to serve as a valuable reference for the future development of similar maritime healthcare platforms.

Kata Kunci: Hospital LCT vessel; generator power requirements; electrical load; marine power system; operational efficiency

1. Pendahuluan

Kapal *Landing Craft Tank* (LCT) Rumah Sakit merupakan salah satu bentuk inovasi transportasi laut yang dirancang secara khusus untuk berfungsi sebagai unit medis bergerak [1], [2]. Kapal ini bertujuan untuk menyediakan layanan kesehatan dasar hingga lanjutan di wilayah pesisir dan kepulauan yang sulit dijangkau oleh fasilitas kesehatan darat. Dalam konteks negara kepulauan seperti Indonesia, keberadaan kapal LCT Rumah Sakit sangat penting sebagai solusi dalam mengatasi keterbatasan akses pelayanan medis, khususnya di daerah terpencil karena jenis kapal ini memiliki *motion* gerak yang tenang dan stabil [3], [4].

Berbeda dengan kapal konvensional, kapal LCT Rumah Sakit dilengkapi dengan ruang perawatan pasien, peralatan medis, ruang operasi, serta akomodasi bagi tenaga medis dan kru kapal [5]. Seluruh fasilitas tersebut membutuhkan sistem kelistrikan yang andal dan berkesinambungan guna memastikan operasional yang efisien dan aman, terutama dalam kondisi darurat atau selama pelayaran jangka panjang [6], [7].

Keandalan sistem kelistrikan menjadi komponen vital dalam mendukung seluruh aktivitas di atas kapal, mulai dari penerangan, navigasi, komunikasi, hingga pengoperasian alat-alat medis [8]. Oleh karena itu, analisis terhadap kebutuhan daya listrik dan pemilihan kapasitas generator yang tepat menjadi sangat penting. Generator utama harus mampu mencukupi seluruh beban listrik kapal, termasuk mempertimbangkan beban puncak, margin keamanan, dan kemungkinan kebutuhan cadangan saat terjadi gangguan [7], [9]. Selain itu, sistem kelistrikan pada kapal juga harus mematuhi standar klasifikasi kelautan seperti yang ditetapkan oleh BKI (Biro Klasifikasi Indonesia) atau ABS (American Bureau of Shipping), untuk menjamin aspek keselamatan dan keandalan operasional kapal [10].

Penelitian ini berfokus pada analisis kebutuhan daya listrik untuk distribusi penerangan dan peralatan operasional penunjang di atas kapal LCT Rumah Sakit. Kajian dilakukan dengan mengidentifikasi total beban listrik yang diperlukan dalam kondisi operasional normal, serta mempertimbangkan metode pencahayaan yang efisien dan hemat energi. Salah satu pendekatan yang digunakan dalam desain sistem penerangan adalah *metode zonal cavity*, yang umum diterapkan untuk perancangan pencahayaan ruang dalam [11], [12]. Metode ini membantu memastikan tingkat iluminasi yang memadai di berbagai zona fungsional kapal seperti ruang perawatan, ruang navigasi, serta akomodasi kru dan tenaga medis.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi teknis dalam pemilihan kapasitas generator yang optimal, peningkatan efisiensi distribusi listrik, serta mendukung misi kapal LCT Rumah Sakit sebagai fasilitas kesehatan

terapung yang handal dan berkelanjutan. Temuan ini juga diharapkan dapat menjadi acuan teknis dalam pengembangan kapal rumah sakit di masa mendatang. Metode Penelitian

2. Kapal LCT Rumah Sakit

Dalam Kapal LCT (*Landing Craft Tank*) Rumah Sakit merupakan jenis kapal multi-fungsi yang dirancang untuk mendukung layanan kesehatan bergerak, khususnya di wilayah kepulauan atau daerah terpencil yang sulit dijangkau oleh fasilitas medis darat. Kapal ini mengadaptasi struktur dasar kapal pendarat (LCT) yang memiliki dek luas dan stabil, sehingga ideal untuk dimodifikasi menjadi rumah sakit terapung.

Fasilitas di dalam kapal meliputi ruang rawat inap, ruang pemeriksaan, ruang operasi ringan, apotek, laboratorium sederhana, serta akomodasi bagi tenaga medis dan awak kapal. Seluruh fasilitas medis ini didukung oleh sistem kelistrikan yang handal untuk menjamin operasional peralatan kesehatan, pencahayaan, ventilasi, serta sistem navigasi dan komunikasi. Dengan perannya sebagai rumah sakit terapung, kapal LCT ini sangat penting dalam mendukung pemerataan layanan kesehatan, khususnya dalam program tanggap bencana, pelayanan kesehatan keliling, atau misi sosial kemanusiaan lainnya.



Gambar 1. 3D kapal rumah sakit

2.1. Instalasi kelistrikan kapal LCT rumah sakit

Sebagaimana halnya fasilitas di darat, sistem kelistrikan pada kapal LCT Rumah Sakit memegang peranan yang sangat vital dalam mendukung seluruh aktivitas operasional kapal. Sistem ini menyuplai energi listrik untuk berbagai fungsi penting, seperti pencahayaan, pengoperasian peralatan medis, sistem navigasi dan komunikasi, serta sistem keselamatan kapal. Sumber utama tenaga listrik berasal dari generator utama (*main generator*) yang mendistribusikan listrik ke seluruh instalasi kapal,

meliputi ruang mesin, dek utama, anjungan navigasi, dan titik-titik distribusi untuk sistem komunikasi, pemantauan, serta tanggap darurat [13], [14].

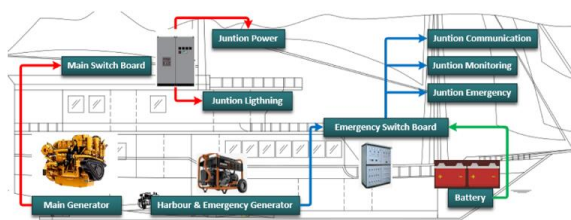
Perencanaan sistem kelistrikan dilakukan dengan pendekatan redundansi, di mana disediakan generator cadangan (*emergency generator*) serta jalur distribusi cadangan [15]. Konfigurasi ini memastikan kontinuitas pasokan listrik, sehingga apabila terjadi gangguan pada sistem utama, sistem cadangan dapat segera mengambil alih tanpa mengganggu operasional kritis, terutama layanan medis yang tidak boleh terputus.

Pemilihan komponen kelistrikan seperti generator, panel distribusi, kabel, serta peralatan bantu lainnya dilakukan dengan mengedepankan keandalan tinggi dan kesesuaian terhadap standar internasional kelautan. Semua komponen harus memenuhi sertifikasi yang ditetapkan oleh lembaga klasifikasi seperti American Bureau of Shipping (ABS) dan Biro Klasifikasi Indonesia (BKI), guna memastikan ketahanan dan performa optimal di lingkungan laut yang keras dan menantang [10].

Kapal ini juga dilengkapi dengan sistem pemantauan dan kendali terintegrasi (*integrated monitoring and control system*) yang memungkinkan pengawasan kondisi sistem kelistrikan secara real time. Sistem ini mendeteksi potensi gangguan atau kerusakan sejak dini, sehingga tindakan korektif atau pencegahan dapat segera dilakukan. Integrasi sistem ini juga mempermudah proses operasional dan perawatan seluruh sistem kelistrikan kapal.

Untuk menjaga kinerja sistem tetap prima, kapal menerapkan prosedur pemeliharaan terjadwal, termasuk inspeksi rutin, perbaikan, dan penggantian komponen sesuai dengan rekomendasi pabrikan serta standar industri kelautan. Dengan demikian, sistem kelistrikan kapal tetap andal dan siap mendukung misi kemanusiaan sepanjang masa operasionalnya [16].

Secara umum, instalasi *wiring diagram* pada kapal LCT Rumah Sakit tidak jauh berbeda dengan kapal lainnya, mencakup jalur utama dan sekunder dari generator hingga beban akhir. Contoh skema wiring kelistrikan ini dapat dilihat pada Gambar 2, yang menunjukkan konfigurasi umum distribusi listrik pada kapal.

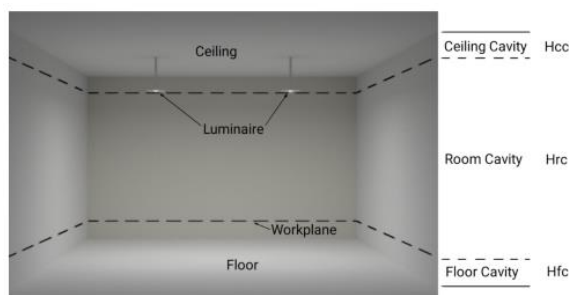


Gambar 2. Skema distribusi kelistrikan kapal Phinisi [11]

2.2. Standar pencahayaan rungan kapal rumah sakit

Pencahayaan (iluminasi) didefinisikan sebagai intensitas fluks cahaya yang diterima oleh suatu permukaan dalam satuan luas, dan dinyatakan dalam satuan lux [17]. Konsep ini sangat penting dalam merancang sistem pencahayaan yang efektif, baik untuk kebutuhan di darat maupun di atas kapal. Tingkat pencahayaan sangat erat kaitannya dengan intensitas cahaya; salah satu contoh ekstrem adalah sinar matahari terang di musim panas, yang menghasilkan tingkat iluminasi tertinggi yang dapat dirasakan manusia [17].

Tingkat pencahayaan yang memadai sangat penting untuk menciptakan lingkungan yang aman, nyaman, dan produktif, terutama di ruang kerja dan ruang akomodasi. Pada kapal, termasuk kapal LCT Rumah Sakit, standar pencahayaan untuk setiap ruangan dirancang secara khusus agar sesuai dengan kebutuhan operasional dan aktivitas masing-masing ruang, seperti ruang perawatan pasien, ruang mesin, anjungan navigasi, serta area publik lainnya.



Gambar 3. Simulasi cavity dimensions pada ruangan [17]

Penerapan standar iluminasi ini bertujuan untuk memastikan setiap aktivitas di atas kapal dapat dilakukan dengan baik, mengurangi risiko kecelakaan kerja, serta meningkatkan efisiensi kerja kru kapal. Pada kapal LCT yang berfungsi sebagai rumah sakit terapung, pencahayaan yang optimal menjadi sangat krusial, terutama di ruang medis dan ruang darurat, di mana visibilitas tinggi sangat dibutuhkan untuk menunjang kegiatan penyelamatan dan perawatan pasien.

3. Metode Zonal Cavity

Metode *Zonal Cavity*, yang juga dikenal sebagai metode lumen, merupakan salah satu pendekatan yang paling umum digunakan dalam menentukan tingkat pencahayaan di dalam ruangan. Metode ini dinilai efektif dan cukup akurat untuk diaplikasikan pada lingkungan tertutup, termasuk pada ruang-ruang dalam kapal LCT Rumah Sakit, karena memperhitungkan kontribusi pantulan cahaya dari permukaan dinding, langit-langit, dan lantai.

Prinsip dasar metode ini adalah pembagian ruangan ke dalam tiga bagian utama atau "cavity", yaitu rongga langit-langit, rongga dinding (atau ruang utama), dan rongga lantai. Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3, ketiga bagian tersebut masing-masing berkontribusi terhadap seberapa besar cahaya dipantulkan atau diserap oleh permukaan ruangan. Gambar 3 menggambarkan secara visual pembagian dimensi ruang dalam konteks metode ini.

Langkah-langkah perhitungan dalam metode *Zonal Cavity* dimulai dari penentuan rasio rongga (*cavity ratio*), penetapan koefisien reflektansi dari permukaan, perhitungan faktor pantulan (*reflectance factor*), hingga akhirnya didapatkan tingkat pencahayaan rata-rata di dalam ruang (*average illuminance*).

Dalam konteks kapal LCT Rumah Sakit, penerapan metode ini sangat relevan untuk menjamin tercapainya standar pencahayaan yang sesuai pada berbagai ruang fungsional seperti ruang operasi darurat, ruang akomodasi pasien, ruang kontrol navigasi, serta ruang-ruang umum lainnya. Pemanfaatan metode *Zonal Cavity* dalam perancangan sistem pencahayaan juga menjadi bagian penting dalam perhitungan total kebutuhan daya listrik kapal, sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam menentukan kapasitas generator yang optimal demi kelangsungan operasional dan keselamatan di atas kapal.

Untuk mendapatkan nilai dari rasio *Room Cavity Ratio* (RCR) bisa didapatkan dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Room Cavity R. (RCR)} = 5 \text{ hrc (L + W) / (LxW)} \quad (1)$$

Dimana :

hrc = Jarak pencahayaan ke bidang kerja

L = Panjang ruangan (m)

W = Lebar ruangan (m)

Besarnya flux cahaya yang diperlukan dalam suatu ruangan dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$\Phi \text{ Room} = (E \text{ Room} \times A) / (CU \times LLF) \quad (2)$$

Dimana :

$\Phi \text{ Room}$ = Flux cahaya yang dihasilkan dalam suatu ruang (Lumen)

E Room = Iluminasi yang diperlukan dalam suatu ruang (Lux)

A = Luas suatu ruangan (m²)

CU = *Coefficient of Utilization*/ koefisien pemanfaatan lumener

LLF = *Total light loss factor*

Sedangkan untuk menghitung jumlah lampu yang diperlukan dalam suatu ruangan dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut.

$$N \text{ Room} = \Phi \text{ Room} / \Phi \text{ Lamp} \quad (3)$$

Dimana:

N ruang = Jumlah lampu yang diperlukan dalam suatu ruangan

$\Phi \text{ Room}$ = Flux cahaya yang dihasilkan dalam suatu ruang (Lumen)

$\Phi \text{ lamp}$ = Flux cahaya pada lampu yang akan dipilih (Lumen).

4. Pembahasan

Pengukuran intensitas pencahayaan di setiap ruangan pada kapal dilakukan dengan mengacu pada kondisi ruangan, seperti lebar, tinggi, panjang, dan luas ruangan, serta penentuan nilai pencahayaan sesuai dengan standar yang ditetapkan untuk masing-masing ruangan. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, generator kapal menyuplai daya untuk seluruh kebutuhan listrik di atas kapal, termasuk pencahayaan, instalasi pompa, telekomunikasi, dan sistem pemantauan. Analisis ini difokuskan pada kebutuhan pencahayaan dan peralatan rumah sakit, dengan tujuan untuk menentukan total daya yang dibutuhkan oleh Kapal Rumah Sakit berdasarkan regulasi pencahayaan yang diterbitkan oleh ABS. Total kebutuhan daya untuk instalasi pencahayaan dan peralatan rumah sakit, dengan menggunakan lampu LED pada setiap dek, adalah sebesar 107,8 kW.

Tabel 1. Beban pencahayaan lampu (menggunakan LED)

No.	Deck	Daya (KW)
1	Engine Room	2.452 Kw
2	Main Deck	99.299 Kw
3	Navigation Deck	4.3962 Kw
Quantity		107.8 Kw

Berdasarkan Tabel 1, akumulasi beban terjadi pada *Main Deck* yang berfungsi sebagai area rumah sakit. Hal ini disebabkan oleh kebutuhan daya listrik yang besar untuk mengoperasikan peralatan penunjang rumah sakit. Total kebutuhan daya generator pada Kapal Rumah Sakit dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Total kebutuhan daya generator Kapal RS

Information	Berlayar	In Out Pelabuhan	Berlabuh	Emergency
Daya Total				
<i>Continuous load</i> (kW)	5.1	0.6	6.2	-
<i>Intermiten Load</i> (kW)	107.8	14.5	8.9	0.34
<i>Diversity Factor</i> (0,7)	75.5	10.1	6.2	-
Total Load (kW)	80.5	10.7	12.5	0.20
<i>Total Generator Power</i> kW	1 x 96	1 x 68	1 x 96	1 x 25
<i>Available Power Capacity</i> (kW)	96	96	96	15
<i>Generator Load Factor</i>	87%	83%	61.70%	82.60%



Gambar 4. Tata letak pencahayaan di kapal

Distribusi peletakan lampu untuk geladak pada kapal setelah dilakukan perhitungan kebutuhan daya listrik untuk penerangan seperti yang ditampilkan pada gambar 4. Metode *cavity* memungkinkan untuk dapat melihat besaran kebutuhan daya penerangan tiap ruangan dengan efisien, jika kasus pada kapal ini, penggunaan lampu LED juga dilakukan mengingat lampu tipe ini lebih hemat dibandingkan dengan lampu *Fluorescent* (TL).

5. Kesimpulan

Hasil analisis perbandingan konsumsi daya pencahayaan pada Kapal Rumah Sakit sepanjang 24 meter, dengan menggunakan lampu LED dan instalasi kelistrikan untuk kebutuhan rumah sakit, menunjukkan total daya sebesar 80,5 kW. Besarnya nilai ini disebabkan oleh tingginya beban listrik yang dibutuhkan oleh peralatan rumah sakit untuk memastikan fungsinya berjalan dengan baik. Kebutuhan daya keseluruhan sistem kelistrikan kapal dengan penggunaan lampu LED adalah sebagai berikut: 80,5 kW saat kondisi berlayar, 10,7 kW saat masuk dan keluar pelabuhan, 12,5 kW saat kapal berlabuh, dan 0,20 kW pada kondisi darurat. Perhitungan kelistrikan pada kapal rumah sakit ini hanya mempertimbangkan kebutuhan daya untuk pencahayaan dan pengoperasian peralatan rumah sakit yang diperlukan guna mendukung kelancaran operasional kapal rumah sakit. Demikian pula, perhitungan daya darurat dibatasi hanya untuk kebutuhan pencahayaan

Referensi

[1] P. Cremonesi *et al.*, "Transformation of a Ferry Ship into a Ship Hospital for COVID-19 Patients," *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 17, no. 23, p. 8976, 2020, doi: 10.3390/ijerph17238976.

[2] Suardi *et al.*, "Freeboard and Trim Measurement: A Case Study of Landing Craft Tank Conversion to Ship Power

Plan," *Zo. Laut J. Inov. Sains dan Teknol. Kelaut.*, vol. 5, no. 1, pp. 1–6, 2024, doi: 10.62012/zl.v5i1.27886.

[3] Alamsyah, A. Hidayatullah, Suardi, W. Setiawan, Habibi, and S. D. Nurcholik, "Motion Response on The Water Ambulance Ship," *Int. J. Mar. Eng. Innov. Res.*, vol. 8, no. 1, pp. 1–7, 2023.

[4] Alamsyah *et al.*, "An Estimation Method for the Overthrowing Moment of Vehicles on the Car Deck of the Ro-Ro Ferry," *Eng. Technol. Appl. Sci. Res.*, vol. 15, no. 1, pp. 19303–19309, 2025, doi: 10.48084/etasr.8887.

[5] Sunarsih, A. Baidowi, and K. A. Surbakti, "Design Optimization of Ventilation and Air-Conditioning Systems—A Case Study of a Hospital Ship," in *Marine Technology*, R. S. Widjaja, Hasanudin, Y. A. Hermawan, A. Ismail, F. N. Zulkipli, and A. Öchsner, Eds., Cham: Springer Nature Switzerland, 2024, pp. 117–124. doi: 10.1007/978-3-031-67788-5_14.

[6] Suardi, W. Setiawan, and S. N. N. Pos-Pos, "Desain Ship Power Plant sebagai Alternatif Krisis Listrik di Pulau Kangean, Jawa Timur," *JST (Jurnal Sains Ter.)*, vol. 6, no. 2, pp. 68–73, 2020, doi: 10.32487/jst.v6i2.873.

[7] Suardi, W. Setiawan, A. Y. Kyaw, Nurbaya, and M. R. T, "Plan for the Power Requirements of The Lights in the Fishing Boat Room Using LED Lights," *Indones. J. Marit. Technol.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2023.

[8] M. U. Pawara, F. Mahmuddin, S. Klara, M. R. Alwi, and A. B. Z. Abidin, "Analisis Keandalan dan Risiko Sistem Pelumasan Mesin Utama Sabuk Nusantara 43," *INOVTEK POLBENG*, vol. 13, no. 2, pp. 205–214, 2023.

[9] Suardi, A. Y. Kyaw, A. I. Wulandari, and F. Zahrotama, "Impacts of Application Light-Emitting Diode (LED) Lamps in Reducing Generator Power on Ro-Ro Passenger Ship 300 GT KMP Bambit," *JMES – Int. J. Mech. Eng. Sci.*, vol. 7, no. 1, pp. 44–53, 2023, doi: 10.12962/j25807471.v7i1.15004.

[10] American Bureau of Shipping (ABS), "Guide for Crew Habitability on Ships," Houston, Texas, 2016.

[11] Suardi *et al.*, "Calculation of Lighting Capacity on the Pinisi Tourist Ship Using the Zonal Cavity Method," *JMES – Int. J. Mech. Eng. Sci.*, vol. 8, no. 2, pp. 60–66, 2024, doi: 10.12962/j25807471.v8i2.17251.

[12] Suardi, M. U. Pawara, Alamsya, A. M. N. Arifuddin, F. Mahmuddin, and S. Klara, "Perencanaan Distribusi Penerangan untuk Ruangan di Atas Kapal TB Liberty 217 GT menggunakan Metode Zonal Cavity," *INOVTEK POLBENG*, vol. 13, no. 1, pp. 29–36, 2023, doi: 10.35314/ip.v13i1.3164.

[13] D. S. Dwiyanti *et al.*, "Design of the Electrical System on a General Cargo Ship with a Length of 105.669 Meters," *Indones. J. Marit. Technol.*, vol. 1, no. 2, pp. 60–64, 2023, doi: 10.35718/ismatech.v1i2.1044.

[14] Suardi, M. K. Maulana, R. J. Ikhwan, M. U. Pawara, F. Mahmuddin, and M. Tasrief, "Design and Implementation of Solar Cells as an Alternative Power Source for Pinisi Ships," *Comput. Exp. Res. Mater. Renew. Energy*, vol. 7, no. 2, pp. 93–104, 2024, doi: 10.19184/cerimre.v7i2.52111.

[15] E. P. Hidayat, D. D. K. R. Antarikasih, I. Sutrisno, Ardiansyah, and D. D. Suharso, "Pengembangan Sistem

- Kelistrikan Kapal untuk Mendukung Operasional Sea and Coast Guard Indonesia,” *Bull. Community Engagem.*, vol. 4, no. 2, pp. 159–165, 2024, doi: 10.51278/bce.v4i2.1353.
- [16] U. Adeli, C. Y. A. Nalle, R. P. Sumarta, and Filemon, “Penurunan Kinerja Kompresor pada Kapal: Faktor Penyebab dan Upaya Perbaikan di MV. Jales Mas,” *JPB J. Patria Bahari*, vol. 4, no. 2, pp. 28–32, 2024, doi: 10.54017/jpb.v4i2.150.
- [17] “Lighting Design: Zonal-Cavity Method (Lumen Method).”