

PERENCANAAN DISTRIBUSI PENERANGAN UNTUK RUANGAN DI ATAS KAPAL TB *LIBERTY* 217 GT MENGGUNAKAN METODE *ZONAL CAVITY*

Suardi¹, Muhammad Uswah Pawara¹, Alamsyah¹, Andi Mursid Nugraha Arifuddin¹, Faisal Mahmuddin², Syerly Klara²

¹ Prodi Teknik Perkapalan, Jurusan Sains, Teknologi Pangan dan Kemaritiman, Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan, Kalimantan Timur, Indonesia, 76127

² Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin Jl. Poros Malino km. 6, Bontomarannu, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan, Indonesia, 92171

Email: suardi@lecturer.itk.ac.id

Abstrak

Perencanaan kelistrikan kapal harus dilakukan secara cermat dan akurat karena akan berpengaruh terhadap besar daya generator yang akan digunakan. Generator kapal dirancang untuk mampu mendistribusikan listrik untuk kebutuhan *power* (pompa), Penerangan (*Lightning*), Komunikasi dan Navigasi untuk berbagai kondisi pelayaran. Sama halnya dengan kapal lainnya, TB *Liberty* juga memerlukan distribusi tenaga dari generator untuk suplai kebutuhan listrik di atas kapal khususnya untuk penerangan kapal. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besaran daya listrik yang dibutuhkan untuk distribusi penerangan di atas kapal dengan menggunakan lampu *Light-Emitting Diode* (LED). Metode yang digunakan adalah metode *zonal cavity* dengan konsep dasar membagi setiap ruangan menjadi tiga bagian yaitu *height ceiling cavity* (hcc), *height room cavity* (hrc), dan *height floor cavity* (hfc) serta penentuan nilai iluminasi sesuai dengan standar yang telah ditetapkan oleh American Bureau of Shipping (ABS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa besar beban listrik untuk distribusi penerangan pada kapal TB *Liberty* dengan menggunakan lampu LED yaitu *deck bottom plane* sebesar 0.633 Kw, pada *main deck* sebesar 0.6625 Kw dan pada geladak navigasi didapatkan sebesar 0.238 Kw. Penelitian ini mampu menjadi rujukan dalam penentuan kelistrikan di atas kapal khususnya untuk instalasi penerangan kapal.

Kata Kunci: Distribusi Penerangan, Metode *Zonal Cavity*, Lampu LED, Daya Listrik

Abstract

The ship's electrical planning must be carried out carefully and accurately because it will affect the amount of generator power to be used. The ship's generator is designed to be able to distribute electricity for the needs of power (pumps), lighting (*Lightning*), Communication, and Navigation for various shipping conditions. As with other ships, TB *Liberty* also requires power distribution from generators to supply electricity needs on board, especially for ship lighting. The purpose of this study is to determine the amount of electrical power needed for the distribution of lighting on board using *Light-Emitting Diode* (LED) lamps. The method used is the *zonal cavity* method with the basic concept of dividing each room into three parts, namely the *height ceiling cavity* (hcc), *height room cavity* (hrc), and *height floor cavity* (hfc) as well as determining the illumination value according to the standards set by American Bureau of Shipping (ABS). The results showed that the amount of electrical load for the distribution of lighting on the TB *Liberty* ship using LED lights, namely the *bottom deck* was 0.633 Kw, on the *main deck* was 0.6625 kW, and on the navigation deck it was 0.238 kW. This research can be a reference in determining the electricity on board, especially for ship lighting installations.

Keywords: Lighting Distribution, Cavity Zoning Methods, LED Lighting, Electrical Power

1. PENDAHULUAN

TB *Liberty* 217 GT merupakan salah satu jenis kapal tunda yang dibangun pada tahun 2013 dan beroperasi di wilayah perairan Jakarta hingga ke Banjarmasin [1]. Sebagaimana dengan fungsinya, kapal ini digunakan untuk menarik atau mendorong kapal lainnya di pelabuhan, laut atau melalui sungai, kapal ini juga biasa digunakan untuk menarik tongkang dengan

muatan batu bara (*coal*) dan sar [2]. Letak kamar mesin kapal *tub boat* berada di lambung kapal (bagian tengah) dan umumnya memiliki daya mesin penggerak yang besar [3]. Semua jenis kapal termasuk *tug boat* juga memerlukan instalasi kelistrikan di dalamnya seperti halnya dengan bangunan-bangunan yang ada di daratan.

Dalam sistem desain penerangan kapal tentunya membutuhkan daya listrik yang maksimal sesuai dengan kebutuhan

kelistrikan di kapal itu. Listrik kapal adalah sistem kelistrikan di atas kapal yang menunjang seluruh kebutuhan tenaga kelistrikan di kapal tersebut, yang terdiri dari peralatan pembangkit listrik, sistem distribusi dan juga berbagai peralatan listrik. Tenaga listrik digunakan untuk menjalankan beberapa mesin bantu, serta di berbagai peralatan di geladak kapal, penerangan, ventilasi, dan pendingin udara [4]. Disisi lain, konsep hemat energi juga mutlak harus terpenuhi di atas kapal karena berpengaruh terhadap biaya operasional mesin khususnya untuk bahan bakar, sehingga beberapa penelitian juga mengkaji potensi penggunaan energi alternatif seperti sel surya dan angin sebagai pembangkit listrik di atas kapal [5].

Untuk teknologi sistem penerangan khususnya penggunaan lampu selalu mengalami perkembangan teknologi dari masa ke masa, jika dulu digunakan lampue pijar, maka berganti menjadi lampu neon (*Fluorescent*) dan saat ini digunakan lampu LED (*Light Emitting Diode*). Keunggulan menggunakan lampu LED adalah memiliki daya yang baik (hemat energi), ramah lingkungan karena tidak mengandung merkuri seperti lampu *Fluorescent*, masa pakai yang jauh lebih lama dibanding lampu lainnya [6]. Beberapa penelitian tentang penggunaan lampu LED pada kapal telah dilakukan seperti kajian penggunaan lampu LED pada kapal ro-ro KMP Bambit yang mampu mengurangi beban daya generator hingga 8 kW [7], penghematan biaya bahan bakar hingga 50% untuk kapal nelayan di tanzania setelah mengganti lampu kapal mereka dengan LED [8], penelitian lainnya juga dilakukan pada kapal nelayan yang beroperasi di *Saharan African Lake* yang menguji tingkat perbandingan lampu LED dan *fluorescent* setelah dilakukan pergantian lampu menjadi lampu LED [9]. Dari penelitian tersebut semuanya memberikan hasil yang baik dalam penggunaan lampu LED karena mampu mengurangi biaya konsumsi bahan bakar yang tinggi karena semakin besar daya generator (mesin) yang digunakan maka akan semakin

tinggi pula besar konsumsi bahan bakar yang digunakan sehingga akan berpengaruh pada biaya operasional kapal yang sangat tinggi pula [10], [11].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besaran daya listrik yang digunakan dalam proses penerangan di atas kapal. Dengan menggunakan metode *cavity* akan diketahui kebutuhan pencahayaan yang optimal di setiap ruangan di atas kapal sesuai dengan standar pencahayaan yang ditetapkan oleh ABS (*American Bureau of Shipping*). Penelitian ini mampu menjadi alternatif dalam penentuan daya penerangan di atas kapal.

2. METODE

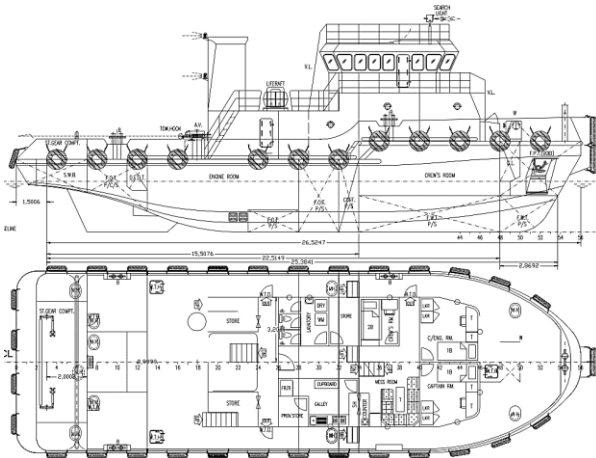
2.1 Deskripsi Kapal TG Liberty

Kapal TB Liberty (IMO: 8678114, MMSI 525022279) adalah Kapal Tunda yang dibangun pada tahun 2013 (10 tahun) dan saat ini berlayar di bawah bendera Indonesia [12]. Untuk spesifikasi kapal secara lengkap dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Dimensi Kapal

TB.Liberty	Unit
<i>Length over all</i> (LOA)	28 meter
<i>Moulded breadth</i> (B)	9.00 meter
<i>Moulded Draught</i>	3.2 meter
<i>Molded depth</i> (H)	3,60 meter
Kecepatan Service (Vs)	12,00 knot
<i>Crew Capacity</i>	10 Persons
<i>Main Engine</i>	Mitsubitsi 2 x 759 hp, 5249 series
Generator	Tekiro RYU Generator Set 6000 Watt

Untuk desain kapal TB Liberty dapat dilihat pada gambar 1.

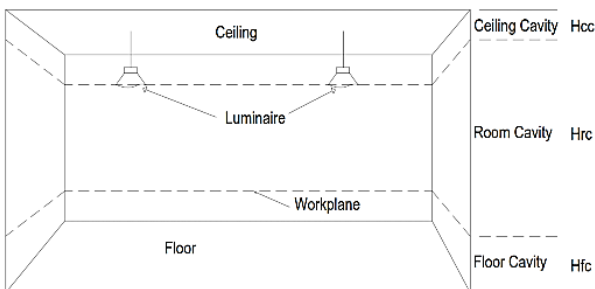


Gambar 1. Desain TB Liberty (Side and top view)

2.2 Metode Zonal Cavity

Metode *zonal cavity*, atau umumnya metode lumen, saat ini merupakan metode yang banyak digunakan untuk menentukan tingkat pencahayaan dalam ruangan. Cara ini dinilai akurat di lingkungan indoor, termasuk kabin kapal, karena memperhitungkan pantulan pencahayaan. Dasar dari metode ini adalah adanya rongga pada ruangan, Gambar 3 memperlihatkan distribusi dimensi rongga pada ruangan, meliputi rongga langit-langit, rongga lantai dan ruangan [13]. Langkah perhitungan untuk mencari tingkat cahaya terlebih dahulu menentukan rasio rongga, kemudian koefisien refleksi, kemudian faktor reflektansi, dan terakhir menghitung tingkat cahaya rata-rata.

Gambar 2 memperlihatkan pembagian dimensi *cavity* sebuah ruangan yang dibagi menjadi tiga bagian yaitu langit-langit (*Ceiling*), dinding (*wall*), dan lantai (*Floor*).



Gambar 2. Dimensi *Cavity* suatu ruangan [7][13]

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

$$Room\ Cavity\ R. (RCR) = 5\ hrc\ (L + W) / (L \times W) \quad (1)$$

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.

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

Dimana:

$\Phi\ Room$ = 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.

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

Dimana:

N ruang = Jumlah lampu yang diperlukan dalam suatu ruangan

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

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

2.3 Standar Iluminasi diatas Kapal

Penerangan atau iluminasi adalah jumlah cahaya pada tingkat pencahayaan/permukaan

tertentu, dengan kata lain iluminasi adalah jumlah cahaya yang jatuh pada permukaan tertentu. iluminasi berhubungan dengan tingkat cahaya. Di atas kapal, standar pencahayaan setiap ruangan harus dipenuhi agar setiap aktivitas dapat dilakukan dengan benar. Kriteria pencahayaan untuk akomodasi kru diberikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pencahayaan Ruang Akomodasi Kapal
Sumber; ABS GUIDE [14]

Ruangan	Level Iluminasi (Lux)
Kabin dan ruang sanitari	
<i>General Lighting Reading</i>	150
<i>Reading and Writing Desk</i>	500
<i>Bunk Light</i>	200
<i>Changing Room</i>	200
Ruang Sanitari	
<i>Lavatory/Toilet</i>	200
<i>Kamar Mandi/shower area</i>	150
<i>Periode Lampu Tidur</i>	<30
<i>Dining Room</i>	
<i>Mess Room dan Cafeteria</i>	300
<i>Snack or Coffee Area</i>	150
<i>Recreation Space</i>	
<i>Lounges</i>	200
<i>Library</i>	
<i>General Lighting</i>	150
<i>Reading Area</i>	500
<i>Multimedia/Computer Room</i>	300
<i>TV room/Movie Theater</i>	150
<i>Gymnasiums</i>	300
<i>Bulletin Board</i>	150
<i>Game Rooms</i>	200
<i>Area Reception</i>	300

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran intensitas penerangan di tiap ruangan di atas kapal dilakukan dengan cara mengacu pada kondisi ruangan seperti lebar ruangan, tinggi ruangan, panjang ruangan, luas ruangan serta penentuan nilai iluminasi sesuai dengan standar yang telah ditetapkan

untuk setiap ruangan. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa generator pada kapal mensuplay daya untuk seluruh kebutuhan kelistrikan diatas kapal yang meliputi daya penerangan, power untuk instalasi pemompaan, daya untuk telekomunikasi dan monitoring. Analisa ini difokuskan pada kebutuhan penerangan dengan rujukan untuk mengetahui seberapa besar perbandingan daya dan lampu LED pada kapal TB. *Liberty* berdasarkan aturan penerangan yang dikeluarkan oleh ABS.

Jumlah kebutuhan daya untuk penerangan pada TB. *Liberty* tiap dek dengan menggunakan lampu LED seperti pada tabel 3, 4, dan 5.

Tabel 3. Beban Penerangan *Bottom Deck*

Ruang	(a)	(b)	(c)	(e)	(f)
Kamar mesin kemudi	300	25200	4	60.0	240.0
Tween Room 1 (PS)	150	7500	3	41.0	123.0
Tween Room 1 (PS) Saat Tidur	30	1950	3	22.0	66.0
Tween Room 2 (SB)	150	7500	3	41.0	123.0
Tween Room 2 (SB) Saat Tidur	30	1950	3	22.0	66.0
Tangga Akomodasi & Gang Way	150	1500	1	15.0	15.0

Tabel 4. Beban Penerangan *Main Deck*

Ruang	(a)	(b)	(c)	(e)	(f)
<i>Captain Room</i>	150	4200	2	22	44
<i>Captain Room (saat tidur)</i>	30	1300	2	7.5	15
<i>Chief Engine Room</i>	150	4200	2	22	44
<i>Chief Engine Room (saat tidur)</i>	30	1300	2	7.5	15
<i>Mess Room</i>	150	4200	2	22	44
<i>Mess Room (Saat Tidur)</i>	30	1300	2	7.5	15
<i>Crews Room</i>	150	4200	2	22	44
<i>Crews Room (Saat Tidur)</i>	30	650	1	7.5	8
<i>Galley</i>	300	8000	2	41	82
<i>Lavatory</i>	150	2100	1	15	15

Ruang	(a)	(b)	(c)	(e)	(f)
Store 1	150	2100	1	15	15
Store 2	150	4200	2	15	30
Store 3	150	4200	2	15	30
Toilet room Lavatory 1	150	1500	1	11	11
Toilet room Lavatory 2	150	1500	1	11	11
Toilet room Lavatory 3	150	1500	1	11	11
Tangga Akomodasi & Gang way	200	2100	1	15	15
Geladak Terbuka Haluan	200	8000	2	34	68
Geladak Terbuka Buritan	200	12000	3	34	102

Tabel 5. Beban Penerangan Main Deck

Ruang	(a)	(b)	(c)	(e)	(f)
Ruang Navigasi	300	2100	7	34	238

Keterangan tabel; a) Standar Iluminasi (Lux). b) Flux Cahaya (Lumen). c) Pengadaan (Unit). d) Daya per Unit (watt). e) Total daya yang dibutuhkan (watt). Sehingga jumlah kebutuhan daya untuk penerangan pada TB. Liberty total dengan menggunakan lampu LED seperti pada tabel 6.

Tabel 6. Beban Penerangan tiap Deck

Deck	Daya (kW)
Buttom	0.633 Kw
Main Deck	0.663 Kw
Geladak Navigasi	0.238 Kw
Jumlah	1.533 Kw

Dari tabel 6 dapat dilihat bahwa kebutuhan power secara keseluruhan di atas kapal untuk lampu LED sehingga secara teknis penggunaan lampu LED, seperti pada Bottom deck total daya dilakukan analisis cavity (Lumen) method menggunakan lampu LED yaitu sebesar 0.633 kW, Main deck 0,6625 kW, Navigation Deck 0.238 kW.

Untuk desain peletakan lampu (distribusi penerangan tiap geladak dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 3. Denah TB Liberty menggunakan lampu LED

4. KESIMPULAN

Hasil Perencanaan pada penerangan sistem instalasi kapal TB.Liberty 2 dengan jenis LED Lamp didapatkan hasil sebesar seperti pada Bottom Plan total daya dilakukan analisis cavity (Lumen) method menggunakan lampu LED yaitu sebesar 0.633 kW, Main deck 0,6625 kW, Navigation Deck 0.238 kW.

Penentuan tingkat intensitas pencahayaan di atas kapal dengan menggunakan metode cavity dapat dilakukan dengan acuan standar pencahayaan yang diberikan oleh ABS serta nilai daya listrik yang digunakan untuk penerangan lebih rendah jika dibandingkan dengan menggunakan lampu fluorescent.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kepada Jurusan dan tim peneliti kami ucapkan banyak terimakasih atas dukungannya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] "TB LIBERTY 2, Tug - Details and current position - IMO 8678114 - VesselFinder." <https://www.vesselfinder.com/vessels/details/8678114> (accessed Apr. 11, 2023).
- [2] A. U. Ryadin, W. Ohara, and A. R. Hakim, "Analisa Kualitas Pengelasan Flux Cored Arc Welding (FcaW) Pada Pabrikasi Tugboat 23 M, Hull 302," *Sigma Tek.*, vol. 3, no. 1, pp. 39–49, 2020, doi: 10.33373/sigma.v3i1.2483.
- [3] M. B. Rifki Fajar, "Perhitungan berat kapal kosong sebagai fungsi dari daya mesin utama," *Semin. Teknol. Kebumihan dan Kelaut. (SEMITAN II)*, vol. 2, no. 1, pp. 247–254, 2020, doi: <https://doi.org/10.31284/j.semitan.2020.1072>.
- [4] A. Boveri, F. Silvestro, and P. Gualeni, "Ship electrical load analysis and power generation optimisation to reduce operational costs," *2016 Int. Conf. Electr. Syst. Aircraft, Railw. Sh. Propuls. Road Veh. Int. Transp. Electrif. Conf. ESARS-ITEC 2016*, no. November, 2017, doi: 10.1109/ESARS-ITEC.2016.7841422.
- [5] W. Setiawan, R. Hermawan, and S. Suardi, "Analisa Potensi Angin Dan Cahaya Matahari Sebagai Alternatif Sumber Tenaga Listrik Di Wilayah Laut Sawu," *JST (Jurnal Sains Ter.)*, vol. 4, no. 1, pp. 57–62, 2018, doi: 10.32487/jst.v4i1.453.
- [6] H. Jeong, S. Yoo, J. Lee, and Y. Il An, "The retinular responses of common squid *Todarodes pacificus* for energy efficient fishing lamp using LED," *Renew. Energy*, vol. 54, pp. 101–104, 2013, doi: 10.1016/j.renene.2012.08.051.
- [7] A. I. Suardi, Kyaw, Aung Ye, 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," vol. 7, no. 1, pp. 45–53, 2023.
- [8] E. Mills, T. Gengnagel, and P. Wollburg, "Solar-LED alternatives to fuel-based Lighting for night fishing," *Energy Sustain. Dev.*, vol. 21, no. 1, pp. 30–41, 2014, doi: 10.1016/j.esd.2014.04.006.
- [9] M. P. McHenry, D. Doepel, B. O. Onyango, and U. L. Opara, "Small-scale portable photovoltaic-battery-LED systems with submersible LED units to replace kerosene-based artisanal fishing lamps for sub-saharan african lakes," *Renew. Energy*, vol. 62, pp. 276–284, 2014, doi: 10.1016/j.renene.2013.07.002.
- [10] Suardi, M. Purwanto, A. Y. Kyaw, W. Setiawan, and M. U. Pawara, "Biodiesel Production from POME (Palm Oil Mill Effluent) and Effects on Diesel Engine Performance," *Int. J. Mar. Eng. Innov. Res.*, vol. 7, no. 4, pp. 292–299, 2022, doi: 10.12962/j25481479.v7i4.14492.
- [11] S. S. Suardi, "Analisa Penggunaan Biodiesel Minyak Jagung Sebagai Campuran Bahan Bakar Alternatif Mesin Diesel," *Inovtek Polbeng*, vol. 9, no. 2, p. 280, 2019, doi: 10.35314/ip.v9i2.1041.
- [12] "BKI Reliable | Homepage." <https://www.bki.co.id/shipregister-19083.html> (accessed Apr. 11, 2023).
- [13] R. E. Levin, "Zonal-Cavity in Small Rooms and Long Corridors," *J. Illum. Eng. Soc.*, vol. 16, no. 1, pp. 89–99, 1987, doi: 10.1080/00994480.1987.10748669.
- [14] ABS, *Guide For Crew Habitability On Ships*, no. September. 2016, pp. 1–96. [Online]. Available: http://www.eagle.org/eagleExternalPortalWEB/ShowProperty/BEARepository/Rules&Guides/Current/102_CrewHabitabilityonShips/Pub102_CrewHabitability