

# Perencanaan Distribusi Penerangan Kapal Tug Boat 23 Meter dengan menggunakan *Zonal Cavity (Lumen) Method*

Suardi<sup>1\*</sup>, Rizky Risaldo<sup>1</sup>, Nabila Ayu Hermayanti<sup>1</sup>, Hafiz Hendry Haryawan<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Prodi Teknik Perkapalan, Jurusan Sains, Teknologi Pangan dan Kemaritiman,  
Institut Teknologi Kalimantan

Jl. Soekarno Hatta km. 11, Karang Joang, Kec. Balikpapan Utara, 76127, Indonesia

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

DOI: 10.25042/jpe.112022.03

## Abstrak

Kapal Tug boat biasa juga disebut sebagai kapal serbaguna karena memiliki fungsi yang begitu banyak seperti untuk menarik atau mendorong kapal yang lebih besar dan ingin sandar di pelabuhan. Kapal tugboat juga biasa digunakan dalam menarik kapal tongkang pengangkut batu bara, kapal yang rusak, dan peralatan lainnya di laut. Dengan melihat begitu besarnya pengaruh kapal tugboat maka kapal ini juga harus dilengkapi dengan sistem pendukung khususnya sistem penerangan yang lebih efisien dengan masa pakai yang lama. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besaran daya generator yang digunakan pada sistem distribusi penerangan kapal dengan menggunakan lampu LED. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode yang umum digunakan dalam penentuan intensitas standar pencahayaan dalam suatu ruangan yang biasa dikenal dengan istilah *zonal cavity (lumen) method*. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah dengan menggunakan lampu LED maka didapatkan total kebutuhan daya listrik untuk penerangan pada Main deck yaitu 1,77 kW, Inner Bootom Deck 1,15 kW, dan Navigation Deck 1,45 kW sehingga total kebutuhan daya listrik untuk penerangan kapal Tug Boat 28 meter adalah 4,73 kW.

## Abstract

*Design of Lighting Distribution for a 23-Meter Tug Boat Using the Zonal Cavity (Lumen) Method.* Tug Boats are also commonly referred to as multipurpose ships because they have so many functions such as towing or pushing larger ships and wanting to dock in the port. Tugboats are also commonly used in towing coal barges, damaged ships, and other equipment at sea. By looking at the magnitude of the tugboat's influence, this ship must also be equipped with a support system, especially a more efficient lighting system with a long service life. The purpose of this study is to determine the amount of generator power used in the ship's lighting distribution system using LED lights. The method used in this study is a method commonly used in determining the standard intensity of lighting in a room which is commonly known as the *zonal cavity (lumen) method*. The results obtained from this study are by using LED lights, the total electric power requirement for lighting on the Main deck is 1.77 kW, Inner Bottom Deck is 1.15 kW, and Navigation Deck is 1.45 kW so that the total electric power requirement for lighting a 28-meter Tug Boat is 4.73 kW.

**Kata Kunci:** *Distribusi penerangan, tug boat, lampu LED, zonal cavity (lumen) method*

## 1. Pendahuluan

Kapal tug boat 23 meter ini merupakan salah satu kapal tug boat yang dibuat pada tahun 2011 dibawah Klasifikasi *Nippon Kaiji Kyokai* dengan crew kapal sebanyak 10 orang [1]. Kapal ini ditenagai dengan mesin utama 2 x 485 kW yanmar marine engine dan untuk suplai kelistrikan di kapal menggunakan generator 2 x 28 kW yanmar 4TNE98-G1A [1]. Generator pada kapal memiliki fungsi yang sangat penting karena distribusi listrik untuk penerangan, power, *emergency*, dan komunikasi mendapatkan tenaga dari generator, sementara itu, mesin kapal juga diharapkan dapat beroperasi dengan biaya operasional yang serendah mungkin khususnya dalam hal konsumsi bahan bakar [2]. Beberapa penelitian menyebutkan

bahwa tingkat konsumsi bahan bakar (SFC) berbanding lurus dengan kenaikan daya dan torsi mesin, sedangkan daya dan torsi akan naik seiring dengan naiknya beban dari mesin [3], [4].

Setiap ruangan di atas kapal harus mendapatkan sistem dan instalasi penerangan yang baik, standar pencahayaan harus terpenuhi sesuai dengan regulasi yang berlaku. *American Bureau of Shipping* (ABS) class memberikan pedoman tentang kriteria pencahayaan untuk setiap ruang crew atau penumpang diatas kapal, penetapan ini bertujuan untuk mengatur sistem pencahayaan diatas kapal berdasarkan standar minimum serta untuk mempermudah crew atau penumpang kapal dalam melakukan aktifitasnya serta sebagai bentuk antisipasi keselamatan di atas kapal [5].

Sistem pencahayaan di atas kapal selalu mengalami perkembangan teknologi, jika dulu digunakan tipe lampu flourescent atau biasa disebut sebagai lampu neon, sekarang digunakan jenis lampu yang lebih hemat energi, memiliki masa pakai yang lama, ramah lingkungan dan biaya operasional yang rendah yaitu jenis *Light Emitting Diode* (LED) [6]. Macam-macam lampu LED yaitu lampu LED dengan tipe atau berbentuk tabung, tipe bohlam (*bulb*) atau seperti lampu pijar, dan juga lampu LED dengan tipe *downlight* [7].

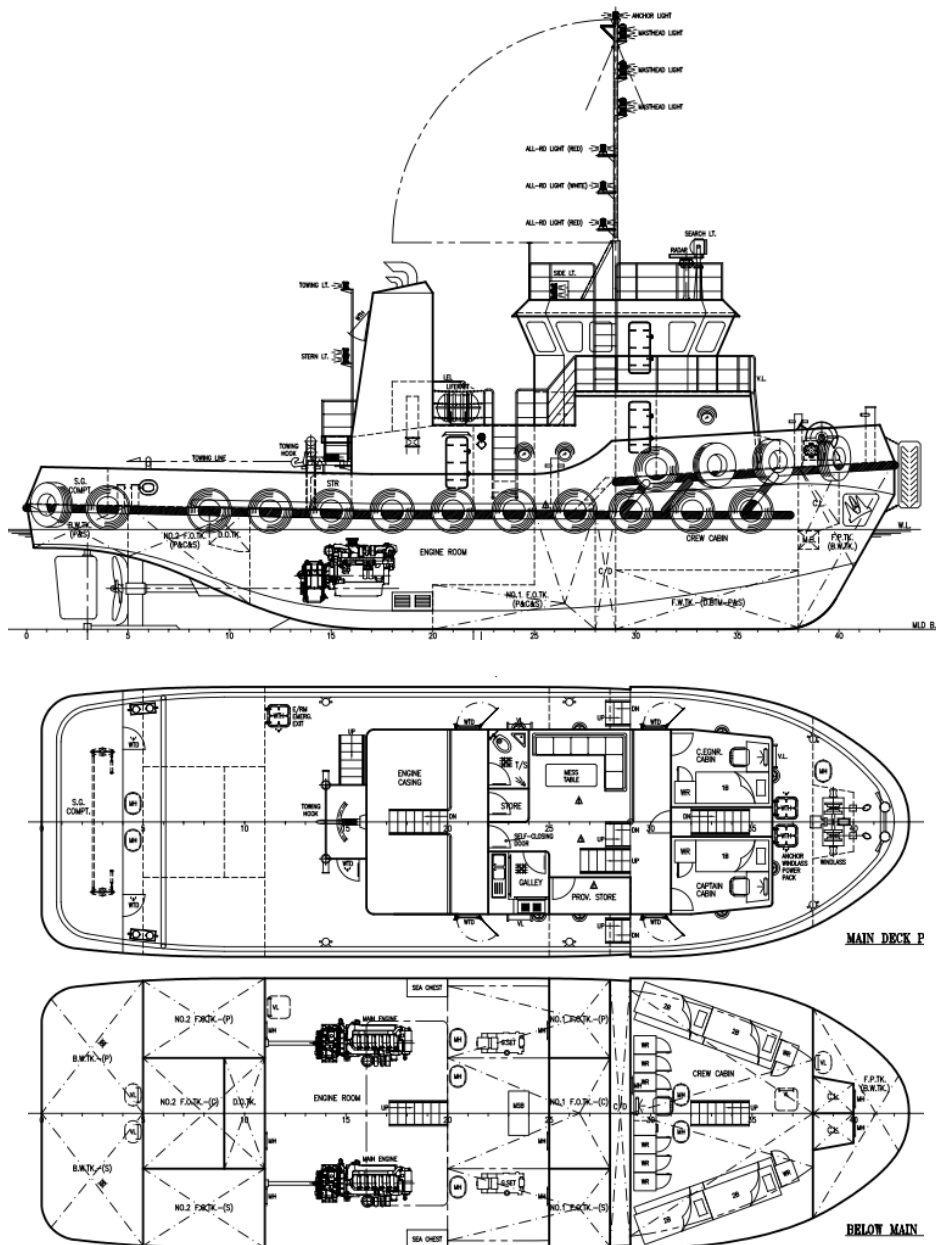
Untuk menentukan besar tingkat pencahayaan dalam sebuah ruangan umumnya digunakan metode *zonal cavity*, metode ini biasanya digunakan untuk menentukan intensitas pencahayaan di ruangan pada gedung dan rumah

(di darat) dan akan dicoba di aplikasikan untuk menentukan intensitas cahaya ruangan di atas kapal [8], sedangkan standar acuan pencahayaan di setiap ruangan diatur dalam regulasi *American Bureau of Shipping* (ABS) class [9].

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Deskripsi Tug Boat 28 Meter

Tug boat 28 meter merupakan salah satu jenis kapal tunda yang tenaga listriknya bersumber dari generator 3 pase 2 x 28 kW yanmar 4TNE98-G1A, kapal ini merupakan kapal berbendera Singapura dengan jumlah *crew* sebanyak 10 orang. Untuk gambar kapal dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain kapal TB 28 meter (*side and top view*) [1]



Gambar 2. Kapal TB 28 meter saat beroperasi [1]

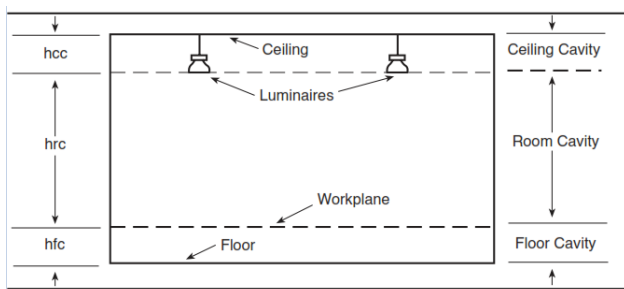
Untuk data utama kapal dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi umum tug boat 28 m [1]

Tug Boat 28 m	Unit
Panjang Kapal (LOA)	23,50 m
Lebar Kapal (BMLD)	7,315 m
Sarat Kapal (TMLD)	2.70 m
Tinggi Kapal (HMLD)	3.20 m
Mesin Utama	Yanmar 2 x 650 hp, 6AYM-STE [10]
Generator	2 x 28 Kw yanmar 4TNE98-G1A [10]

2.2. Zonal Cavity (Lumen)Method

Zonal cavity atau biasa disebut sebagai lumen method merupakan suatu metode yang sangat umum digunakan dalam menentukan tingkat pencahayaan dalam suatu ruangan. Umumnya setiap ruangan membutuhkan standar lumen yang tepat untuk menerangi ruangan tersebut, semakin besar dimensi suatu ruangan maka semakin besar pula lumen yang dibutuhkan, sementara itu semakin besar lumen maka akan membuat daya lampu juga akan semakin besar. Zonal cavity method dianggap paling efektif dalam menentukan besaran lumen suatu ruangan karena memperhitungkan pengaruh dari tiga dimensi ruangan yang ada yaitu langit-langit (ceiling), dinding (wall), dan lantai (floor) [11]. Untuk melihat perbandingan dari dimensi ruangan berdasarkan metode Zonal Cavity dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pembagian dimensi ruangan [10]

Tahap awal dalam menentukan tingkat pencahayaan dalam suatu ruangan adalah menentukan cavity ratio (RCR), langkah selanjutnya adalah menentukan faktor reflektansi, tahap selanjutnya yaitu menentukan koefisien utilisasi, kemudian langkah terakhir yaitu menentukan tingkat pencahayaan rata-rata. Untuk menghitung nilai cavity ratio dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut.

$$Room\ Cavity\ Ratio\ (RCR) = 5\ hrc\ \frac{(L + W)}{(L \times W)} \quad (1)$$

dimana :

hrc = Jarak sumber cahaya ke bidang kerja (m)

L = Panjang Ruangan (m)

W = Lebar Ruangan (m)

penentuan flux ruangan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$Room = \frac{(E\ Room \times A)}{(CU \times LLF)} \quad (2)$$

dimana :

Room = Fluks cahaya yang dihasilkan dalam ruangan (Lumen)

E room = Nominal penerangan yang dibutuhkan dalam ruangan (Lux)

A = Luas area ruangan (m<sup>2</sup>)

CU = Coefficient of Utilization

LLF = Faktor kehilangan cahaya total

Sedangkan untuk menghitung jumlah kebutuhan lampu pada suatu ruangan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$N\ Room = \frac{Room}{Lamp} \quad (3)$$

dimana:

N space = Jumlah lampu yang dibutuhkan

Room = Flux cahaya yang dihasilkan dalam ruangan (Lumen)

Φ lamp = Flux cahaya pada lampu yang akan digunakan (Lumen).

3. Hasil dan Pembahasan

Pengukuran intensitas pencahayaan pada setiap ruangan di atas kapal dilakukan dengan mengacu pada kondisi ruangan seperti lebar ruangan, tinggi ruangan, panjang ruangan, dan luas ruangan serta menentukan nilai iluminasi mengikuti regulasi yang telah ditetapkan pada setiap ruangan. Pada kapal Tug boat 28 meter generator digunakan untuk mensuplai semua

kebutuhan listrik di kapal yang meliputi listrik penerangan, listrik untuk instalasi pemompaan, dan listrik untuk telekomunikasi dan monitoring.

Untuk tabel hasil kalkulasi kebutuhan penerangan utama dan darurat pada kapal kapal dilihat pada Tabel 2 dan 3.

**Tabel 2. Hasil perhitungan fluks cahaya dan kebutuhan lampu total kapal (penerangan utama)**

No.	Ruang	Flux Cahaya Minimum	Flux Lampu	Jumlah Titik Lampu	Flux Cahaya	Pengadaan	Daya/Unit	Total Daya
		Lumen	Lumen	Perencanaan	Total Lumen	Unit	Watt	Watt
1	Geladak Terbuka Haluan	4560	1000	5	5000	5	11	55
2	Geladak Terbuka Buritan	15200	3900	4	15600	4	39	156
3	Geladak Terbuka P/S	7364	2100	4	8400	4	21	84
4	Kmr KKM (Saat On )	2640	1500	2	3000	2	15	30
5	Kmr KKM (Saat tidur )	528	576	1	576	1	4	4
6	Kmr Kapten (Saat on)	2640	1500	2	3000	2	15	30
7	Kmr Kapten (Saat tidur)	528	576	1	576	1	4	4
8	Provision Store	1568	1000	2	2000	2	11	22
9	Galley	5505	1500	4	6000	4	15	60
10	Store	1989	1000	2	2000	2	11	22
11	Toilet dan Shower	1322	1500	1	1500	1	11	11
12	Gangway	2544	1500	2	3000	2	11	22
13	Mess Room	7328	2100	4	8400	4	21	84

**Tabel 3. Hasil perhitungan fluks cahaya dan kebutuhan lampu total kapal (penerangan darurat)**

No.	Ruang	Flux Cahaya Minimum	Flux Lampu	Jumlah Titik Lampu	Flux Cahaya	Pengadaan	Daya/Unit	Total Daya
		Lumen	Lumen	Perencanaan	Total Lumen	Unit	Watt	Watt
1	Geladak Terbuka Haluan	608	1000	1	1000	1	22	22
2	Geladak Terbuka Buritan	2027	1000	3	3000	3	22	66
3	Mess Room	244	1000	1	1000	1	22	22
4	Kamar Kapten	176	1000	1	1000	1	22	22
5	(Galley) Dapur	220	1000	1	1000	1	22	22
6	Kamar KKM	176	1000	1	1000	1	22	22
7	Gangway	509	1000	1	1000	1	22	22

Acuan untuk menentukan besaran intensitas cahaya yang dibutuhkan pada suatu ruangan khususnya pada ruangan di atas kapal dapat menggunakan dimensi lebar ruangan, tinggi ruangan, panjang ruangan, luas ruangan serta penentuan nilai iluminasi sesuai dengan standar yang telah ditetapkan untuk setiap ruangan. Generator lah yang menjadi fokus pada penelitian kali ini karena alat tersebut yang berfungsi sebagai penghasil daya untuk kebutuhan kelistrikan dan daya untuk telekomunikasi dan monitoring. Sedangkan perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui berapa daya listrik yang dibutuhkan untuk penerangan menggunakan lampu LED sehingga bisa diketahui kebutuhan daya generator yang di perlukan untuk sebuah kapal Tug boat 23 meter berdasarkan aturan penerangan yang dikeluarkan oleh ABS.

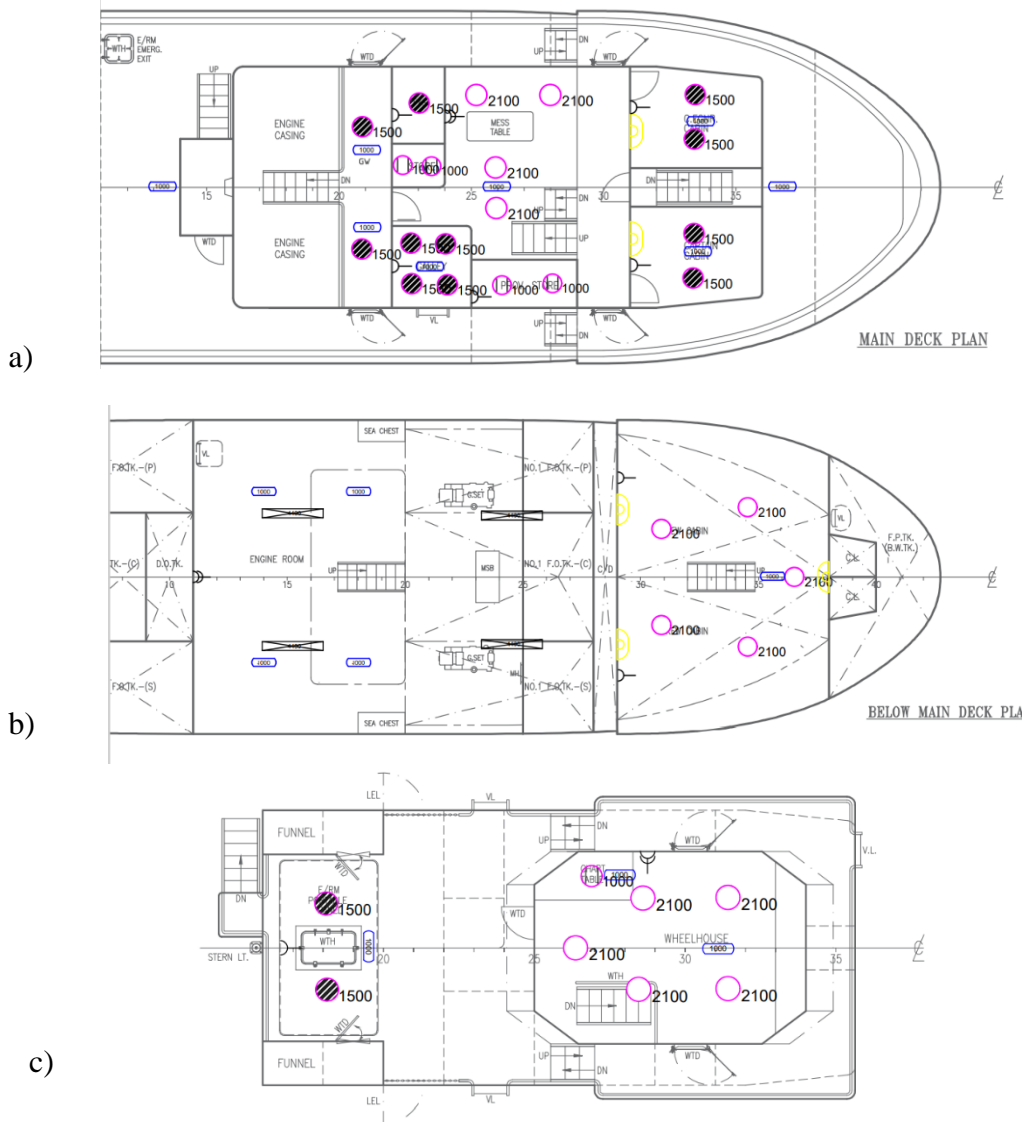
Jumlah kebutuhan daya untuk penerangan pada tug boat 23 meter dengan menggunakan lampu LED di tiap geladak yaitu sebesar 7 kW seperti pada Tabel 4.

**Tabel 4. Beban Daya Penerangan tiap Geladak**

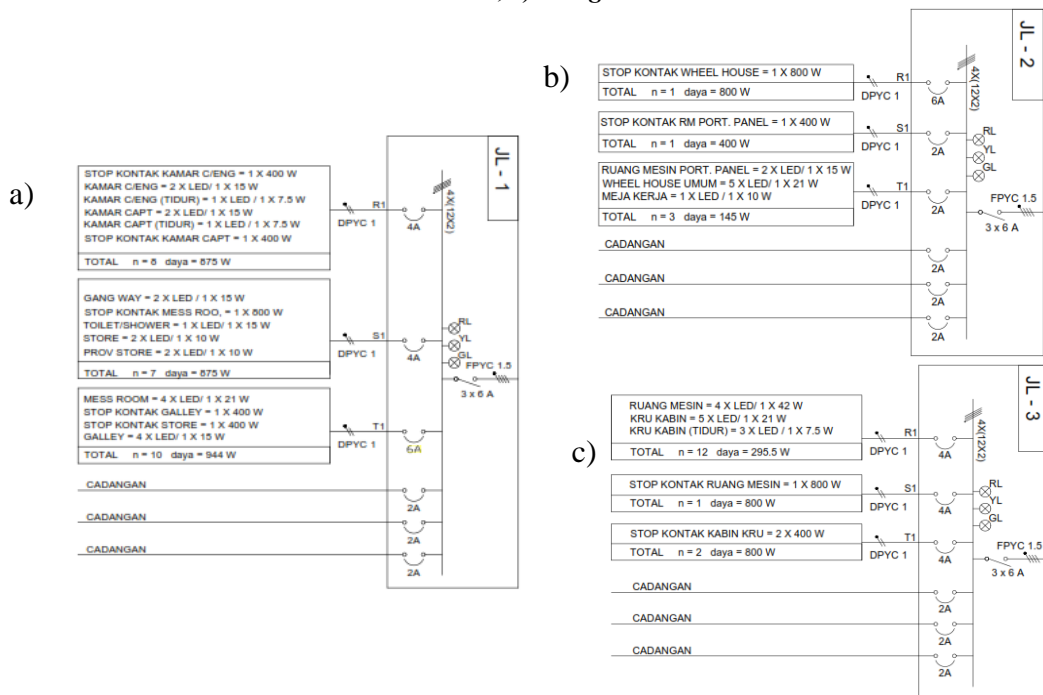
No.	Deck	Daya (kW)
1	Inner Bottom Deck	1.51 kW
2	Main Deck	1.77 kW
3	Navigation Deck	1.45 kW
Jumlah		4.73 kW

Jumlah halaman minimal adalah 6 halaman dan maksimal 12 halaman. Makalah yang memiliki jumlah halaman melebihi total halaman yang telah ditentukan akan dikenai tambahan biaya percetakan perhalamannya.

Untuk distribusi penerangan kapal di setiap geladak dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Distribusi penerangan dengan menggunakan lampu LED. a) Main deck, b) inner bottom deck, c) Navigation deck



Gambar 5. Wiring diagram tug boat, a) Junction lightning 1 (main deck), b) Junction lightning 2 (navigation deck), c) Junction lightning 3 (Inner bottom deck)



#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan perhitungan menggunakan metode *Zonal Cavity* untuk kebutuhan daya listrik yang digunakan sebagai penerangan di sebuah kapal Tug Boat 23 meter yang akan di bangun dan penerangan yang direncanakan adalah menggunakan lampu LED, maka didapatkan data sebagai berikut:

1. Jumlah beban listrik penerangan yang telah di akumulasi kan pada tiap dek sebesar 4.629 Kw.
2. Kebutuhan daya secara keseluruhan pada sistem kelistrikan kapal menggunakan lampu jenis LED adalah sebesar 5.6 Kw pada kondisi berlayar, 5.6 Kw pada kondisi masuk dan keluar pelabuhan, 5.6 Kw pada kondisi berlabuh dan 0.2 Kw pada kondisi *emergency*.
3. Kapasitas daya generator yang digunakan untuk penerangan sebesar 7 Kw

#### Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada para tim peneliti serta rekan-rekan mahasiswa yang telah membantu dalam proses penelitian khususnya dalam pengambilan dan pengolahan data.

#### Referensi

- [1] "Megalodon Marine Sdn. Bhd. | Shipbuilding & Ship Brokerage : 23 m 1300HP Tug Boat."
- [2] C. Ghenai, M. Bettayeb, B. Brdjanin, and A. K. Hamid, "Hybrid Solar PV/PEM Fuel Cell/Diesel Generator Power System for Cruise Ship: A Case Study in Stockholm, Sweden," *Case Stud. Therm. Eng.*, vol. 14, 2019.
- [3] Suardi, W. Setiawan, T. Hidayat, A. Zakari, and Ramadhan, "Analisa Penggunaan Biodiesel Minyak Jagung sebagai Campuran Bahan Bakar Alternatif Mesin Diesel," *J. Inovtek Polbeng*, vol. 9, pp. 280–288, 2019.
- [4] Suardi, M. Purwanto, A. Y. Kyaw, W. Setiawan, M. U. Pawara, and Alfawan, "Biodiesel Production from POME (Palm Oil Mill Effluent) and Effects on Diesel Engine Performance," *Int. J. Mar. Eng. Innov. Res.*, vol. 7, pp. 292–299, 2022.
- [5] X. Wang, Z. Liu, J. Wang, S. Loughney, Z. Zhao, and L. Cao, "Passengers' Safety Awareness and Perception of Wayfinding Tools in a Ro-Ro Passenger Ship During an Emergency Evacuation," *Saf. Sci.*, vol. 137, 2021.
- [6] H. Jeong, S. Yoo, J. Lee, and Y.-I. An, "The Retinular Responses of Common Squid *Todarodes Pacificus* for Energy Efficient Fishing Lamp Using LED," *Renew. Energy*, vol. 54, pp. 101–104, 2013.
- [7] A. Chumaidy and J. I. M. K. Jagakarsa, "Analisa Perbandingan Penggunaan Lampu TL, Cfl Dan Lampu Led (Studi Kasus Pada Apartemen X)," *Sinusoida*, vol. 19, pp. 1–8, 2017.
- [8] R. E. Levin, "Zonal-Cavity in Small Rooms and Long Corridors," *J. Illum. Eng. Soc.*, vol. 16, no. 1, pp. 89–99, 1987.
- [9] American Bureau of Shipping, "Guide For Crew Habitability On Ships," 2016.
- [10] "Yanmar 4TNE98 Specifications & Technical Data (2021-2023) | LECTURA Specs."
- [11] "Yanmar 6AYM-STE marine diesel engine 659hp H-rating - French Marine Motors Ltd."