

Analisa Beban Untuk Menentukan Daya Generator Pada Kapal Cement Barge di PT. Marine CadCam Indonesia

Mandha Subhika¹

Politeknik Negeri Batam

Electrical Engineering Study Program

Jalan Ahmad Yani, Tlk. Tering, Kec. Batam Kota,
Kota Batam, Kepulauan Riau 29461, Indonesia

E-mail: mandhasubhika98@gmail.com

Abstrak

Kapal Cement Barge merupakan jenis kapal yang digunakan untuk mengangkut dan membongkar muatan semen. Maka diperlukan suatu analisa terhadap kebutuhan daya listrik pada kapal dalam pemilihan generator sebagai sumber pembangkit listrik kapal. Generator merupakan sumber pembangkit listrik kapal berfungsi untuk menyuplai kebutuhan listrik yang ada di atas kapal. Kapasitas generator harus mampu memenuhi kebutuhan listrik kapal dalam operasionalnya dan harus memperhatikan keefektifan daya generator yang dipilih karena berhubungan dengan masalah investasi. Pemilihan kapasitas generator yang sesuai dengan kebutuhan sudah ditetapkan Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) Vol. IV Tahun 2004 Electrical Balance BKI adalah perhitungan untuk menentukan kebutuhan daya listrik kapal dari generator yang akan dioperasikan pada kapal dengan menghitung nilai Load Factor peralatan, mencari beban listrik dalam setiap operasional kapal pada saat Loading & Unloading, Sea Going, dan On Harbour. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini menunjukkan bahwa perbandingan Power consumption peralatan 80% dan 90% dengan nilai Diversity Factor yang diatas 0,70 dan Load factor Generator dalam operasional kapal masih layak dan sesuai standart yang ditetapkan oleh BKI yang tidak boleh lebih dari 80%

Kata kunci: Load Factor , Diversity Factor, Beban Listrik.

Abstract

Cement Barge Ship is a type of ship used to transport and unload cement cargo. So an analysis of the electrical Power Requirements on the ship is needed in selecting a generator as a source of electricity generation. The generator is a ship's source of electricity which functions to supply the electricity needs on board. The generator capacity must be able to meet the ship's electricity needs in its operations and the effectiveness of the selected generator Power must be taken into account because it is related to investment issues. The selection of generator capacity according to needs has been determined by the Indonesian Classification Bureau (BKI) Vol. IV of 2004 BKI's Electrical Balance is a calculation to determine the electrical Power Requirements of generators that will be operated on ships by calculating the Load Factor value of the Equipment, looking for the electrical load in each ship's operations during Loading & Unloading, Sea Going and On Harbor. The results obtained from this research show that the comparison of Equipment Power Consumption of 80% and 90% with a Diversity Factor value above 0.70 and Generator Load Factor in ship operations is still feasible and in accordance with the standards set by BKI which cannot be more than 80%.

Keywords: Load Factor, Diversity Factor, Electrical Load.

1. Pendahuluan

Kapal Cement Barge merupakan salah satu jenis kapal bulk carier yang mengangkut muatan curah. Kapal Cement Barge merupakan moda transportasi laut yang digunakan untuk mengangkut muatan semen untuk

kebutuhan pembangunan infrastruktur di Indonesia. Untuk menunjang proses operasional, kapal ini banyak menggunakan equipment-equipment diatas kapal yang membutuhkan tenaga listrik. Sumber utama tenaga listrik pada kapal yaitu generator. Generator adalah alat bantu kapal yang digunakan

untuk menyuplai seluruh kebutuhan listrik diatas kapal. Generator dapat mengubah energi panas menjadi energi mekanik (gerak). Pada kapal, regulasi mengenai sistem kelistrikan kapal diatur oleh lembaga-lembaga ahli.

Di Indonesia, salah satu lembaga ahli yang mengatur mengenai sistem kelistrikan kapal diatur oleh Biro Klasifikasi Indonesia. (Syifa Ath Thoriq,2021) Biro Klasifikasi Indonesia dalam rules Vol. IV 2004 mengisyaratkan sekurangnya 2 agregat yang terpisah dari mesin penggerak utama harus disediakan untuk pemberian daya listrik. Daya keluaran generator cukup untuk menutupi kebutuhan daya dalam pelayaran ketika agregat rusak ataupun dihentikan (di-off-kan). Daya cadangan harus dimasukkan perhitungan untuk menutup kebutuhan daya pada puncak beban dalam waktuyang singkat, misalnya bila secara otomatis mengasut motor-motor besar. Apabila tidak ada petunjuk yang terperinci untuk menentukan persediaan daya yang cukup, daya keluaran dari generator yang sekurang-kurangnya diperlukan untuk pelayanan selama pelayaran harus 20% lebih besar dari kebutuhan daya yang ditetapkan dalam electric balance daya Dalam menentukan kapasitas generator kapal untuk melayani kebutuhan daya listrik maka analisis beban listrik digunakan sebagai metode untuk menentukan jumlah daya listrik yang dibutuhkan dengan memvariasikan pemakaian generator sesuai kondisi operasional. Kondisi operasional tersebut yaitu Faktor Beban, Diversity Factor.

2. Metode Penelitian

2.1. Flowchart Perhitungan



Gambar 2.1 Flowchart Perhitungan

2.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Adapun waktu dan tempat pelaksanaan penelitian ini dilakukan di PT. Marine CadCam Indonesia yang berlokasi di Tiban Centre, Kecamatan Sekupang , Kota Batam. Penelitian ini dimulai pada bulan september sampai dengan bulan juni nanti sesuai periode selesai waktu magang

2.3. Pengelompokan Beban Peralatan

Pengelompokan beban peralatan pada kapal perlu dilakukan karena banyak nya jumlah peralatan di kapal. Pengelompokan beban ini dilakukan sebagai dasar perhitungan Electric Balance yang ada pada kapal.

1. *Machinery Par* terdiri dari beberapa equipment yang digunakan pada kapal guna mendukung kerja kapal. Peralatan pada machinery part biasa nya berisi mesin-mesin atau pompa-pompa yang digunakan pada sistem kerja kapal. Berikut merupakan equipment pada machinery part.

Tabel 2.1 Machinery Part

MACHINERY PART				
NO	PERALATAN (EQUIPMENT)	QTY	UNIT POWER (KW)	TOTAL POWER (KW)
1	SW COOLING PUMP	2	37.00	74.00
2	FO TRANSFER PUMP	2	2.20	4.40
3	BILGE PUMP	1	2.20	2.20
4	COMPRESSOR RM. AREA VENT FAN	2	30.00	60.00
5	G.S & FIRE PUMP	2	30.00	60.00
6	FW COOLING PUMP	2	37.00	74.00
7	CAPSTAN	3	13.00	39.00
8	HOSE CRANE	2	22.00	44.00
9	AUX. AIR COMPRESSOR	1	15.00	15.00
10	GENSET RM VENT FAN	2	30.00	60.00
TOTAL POWER (KW)				432.60

2. *Cement Cargo & Handling System* terdiri dari beberapa peralatan yang digunakan untuk proses bongkar muat semen di pelabuhan.

Tabel 2.2 Cement Cargo Handling System

CEMENT CARGO HANDLING SYSTEM				
NO	EQUIPMENT	QTY	UNIT POWER (KW)	TOTAL POWER (KW)
1	FLOW CONTROL DAMPER	2	0.40	0.80
2	AIR SLIDE BLOWER	1	37.00	37.00
3	DUST COLLECTOR FAN	2	30.00	60.00
4	ROOTS BLOWER	2	90.00	180.00
5	UNLOADING COMPRESSOR	2	250.00	500.00
6	REFRIGATION TYPE DRYER	2	13.00	26.00
7	CONTROL SOURCE FOR CCP	1	7.50	7.50
8	AUX. COMPRESSOR	2	15.00	30.00
9	AUX. AIR DRYER	2	1.45	2.90
TOTAL POWER (KW)				844.20

3. *Lightings & Radio Communications* terdiri beberapa peralatan penerangan dan komunikasi diatas kapal yang berguna untuk membantu penerangan di atas kapal dan sarana komunikasi orang yang bekerja di

kapal.

Tabel 2.3 Lighting & Radio

LIGHTINGS & RADIO COMMUNICATIONS				
NO	PERALATAN (EQUIPMENT)	QTY	UNIT POWER (KW)	TOTAL POWER (KW)
1	NORMAL LIGHTING AND SMALL POWER	1	15.00	15.00
2	EMERGENCY LIGHTING	1	0.50	0.50
3	BATTERY CHARGER	1	6.80	6.80
4	CCR AIR COND.	2	2.60	5.20
5	COMMUNICATION / RADIO PANEL	1	0.50	0.50
TOTAL POWER (KW)				28.00

2.4. Pengelompokkan Beban Daya 80% dengan Operasional Kapal

Regulasi BKI mensyaratkan untuk daya keluar dari generator sekurang-kurangnya diperlukan untuk pelayaran harus 20% lebih tinggi dari pada kebutuhan daya yang ditetapkan dalam keseimbangan daya.

1. Kondisi *Sailing*, pada kondisi ini di dapatkan hasil penggunaan daya 80% sebagai berikut :

Continuous Load = 22.00 KW

Intermitten Load = 24.00 KW

Tabel 2.4 Sailing Condition 80% Daya Consumption

SAILING CONDITION					
ITEM	POWER CONSUMPTION (%)	CONTINUOUS LOAD		INTERMITTEN LOAD	
		TOTAL EQUIPMENT	TOTAL POWER	TOTAL EQUIPMENT	TOTAL POWER (KW)
MACHINERY	0.8	0	0	1	24.00
CEMENT CARGO HANDLING	0.8	0	0	0	0
LIGHTINGS & RADIO	0.8	4	22	0	0
TOTAL POWER (KW)		4	22.00	1	24.00

2. Kondisi *Unloading*, pada kondisi ini di dapatkan hasil penggunaan daya 80% sebagai berikut :

Continuous Load = 774.32 KW

Intermitten Load = 150.72 KW

Tabel 2.5 Unloading Condition 80% Daya Consumption

UNLOADING CONDITION					
ITEM	POWER CONSUMPTION (%)	CONTINUOUS LOAD		INTERMITTEN LOAD	
		TOTAL EQUIPMENT	TOTAL POWER	TOTAL EQUIPMENT	TOTAL POWER (KW)
MACHINERY	0.8	2	77.60	10	150.72
CEMENT CARGO HANDLING	0.8	9	674.72	0	0
LIGHTINGS & RADIO	0.8	4	22	0	0
TOTAL POWER (KW)		15	774.32	10	150.72

3. Kondisi *Loading*, pada kondisi ini di dapatkan hasil penggunaan daya 80% sebagai berikut :

Continuous Load = 197.00 KW

Intermitten Load = 150.72 KW

Tabel 2.6 Loading Condition 80% Daya Consumption

LOADING CONDITION					
ITEM	POWER CONSUMPTION (%)	CONTINUOUS LOAD		INTERMITTEN LOAD	
		TOTAL EQUIPMENT	TOTAL POWER	TOTAL EQUIPMENT	TOTAL POWER (KW)
MACHINERY	0.8	2	77.60	10	150.72
CEMENT CARGO HANDLING	0.8	9	97.40	0	0
LIGHTINGS & RADIO	0.8	4	22	0	0
TOTAL POWER (KW)		15	197.00	10	150.72

4. Kondisi *Harbour*, pada kondisi ini di dapatkan hasil penggunaan daya 80% sebagai berikut :

Continuous Load = 0 KW

Intermitten Load = 59.76 KW

Tabel 2.7 Harbour Condition 80% Daya Consumption

HARBOUR CONDITION					
ITEM	POWER CONSUMPTION (%)	CONTINUOUS LOAD		INTERMITTEN LOAD	
		TOTAL EQUIPMENT	TOTAL POWER	TOTAL EQUIPMENT	TOTAL POWER (KW)
MACHINERY	0.8	0	0	2	43.20
CEMENT CARGO HANDLING	0.8	0	0	0	0
LIGHTINGS & RADIO	0.8	0	0	4	16.56
TOTAL POWER (KW)		0	0	6	59.76

2.5. Pengelompokkan Beban Daya 90% dengan Operasional Kapal

1. Kondisi *Sailing*, pada kondisi ini di dapatkan hasil penggunaan daya 90% sebagai berikut :

Continuous Load = 24.75 KW

Intermitten Load = 27 KW

Tabel 2.4 Sailing Condition 90% Daya Consumption

SAILING CONDITION					
ITEM	POWER CONSUMPTION (%)	CONTINUOUS LOAD		INTERMITTEN LOAD	
		TOTAL EQUIPMENT	TOTAL POWER	TOTAL EQUIPMENT	TOTAL POWER (KW)
MACHINERY	0.9	0	0	1	27.00
CEMENT CARGO HANDLING	0.9	0	0	0	0
LIGHTINGS & RADIO	0.9	4	24.75	0	0
TOTAL POWER (KW)		4	24.75	1	27.00

2. Kondisi *Unloading*, pada kondisi ini di dapatkan hasil penggunaan daya 80% sebagai berikut :

Continuous Load = 871.11 KW

Intermitten Load = 169.56 KW

Tabel 2.5 Unloading Condition 90% Daya Consumption

UNLOADING CONDITION					
ITEM	POWER CONSUMPTION (%)	CONTINUOUS LOAD		INTERMITTEN LOAD	
		TOTAL EQUIPMENT	TOTAL POWER	TOTAL EQUIPMENT	TOTAL POWER (KW)
MACHINERY	0.9	2	87.30	10	169.56
CEMENT CARGO HANDLING	0.9	9	759.06	0	0
LIGHTINGS & RADIO	0.9	4	24.75	0	0
TOTAL POWER (KW)		15	871.11	10	169.56

3. Kondisi *Loading*, pada kondisi ini di dapatkan hasil penggunaan daya 90% sebagai berikut :

Continuous Load = 221.63 KW

Intermitten Load = 169.56 KW

Tabel 2.6 Loading Condition 90% Daya Consumption

ITEM	POWER CONSUMPTION (%)	LOADING CONDITION			
		CONTINUOUS LOAD		INTERMITTEN LOAD	
		TOTAL EQUIPMENT	TOTAL POWER	TOTAL EQUIPMENT	TOTAL POWER (KW)
MACHINERY	0.9	2	87.30	10	169.56
CEMENT CARGO HANDLING	0.9	9	109.58	0	0
LIGHTINGS & RADIO	0.9	4	24.75	0	0
TOTAL POWER (KW)		15	221.63	10	169.56

4. Kondisi *Harbour*, pada kondisi ini di dapatkan hasil penggunaan daya 90% sebagai berikut :

Continous Load = 0 KW

Intermitten Load = 67.76 KW

Tabel 2.7 Harbour Condition 90% Daya Consumption

ITEM	POWER CONSUMPTION (%)	LOADING CONDITION			
		CONTINUOUS LOAD		INTERMITTEN LOAD	
		TOTAL EQUIPMENT	TOTAL POWER	TOTAL EQUIPMENT	TOTAL POWER (KW)
MACHINERY	0.9	0	0	2	48.60
CEMENT CARGO HANDLING	0.9	0	0	0	0
LIGHTINGS & RADIO	0.9	0	0	4	18.63
TOTAL POWER (KW)		0	0	6	67.23

2.6 Menghitung Power Requirement dengan Penggunaan Daya 80% & 90%

Menghitung Power Requirement dengan menjumlahkan Intermitten Load dikalikan dengan faktor kesamaratan kapal (diversity Factor). Rumus nya sebagai berikut :

$$Power\ Requirement = PT \times DF \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

PT : Total Beban Intermitten Load

DF : Diversity Factor (0.7)

1. Kondisi Penggunaan Daya 80%

a. Kondisi Sailing

PT : 24 KW

DF : 0.7

Power Requirement = $24 \times 0.7 = 16.8$ KW

b. Kondisi Loading

PT : 150.72 KW

DF : 0.7

Power Requirement = $150.72 \times 0.7 = 105.504$ KW

c. Kondisi Unloading

PT : 150.72 KW

DF : 0.7

Power Requirement = $150.72 \times 0.7 = 105.504$ KW

d. Kondisi Harbour

PT : 59.76 KW

DF : 0.7

Power Requirement = $59.76 \times 0.7 = 41.832$ KW

2. Kondisi Penggunaan Daya 90%

a. Kondisi Sailing

PT : 27 KW

DF : 0.7

Power Requirement = $27 \times 0.7 = 18.9$ KW

b. Kondisi Loading

PT : 169.56 KW

DF : 0.7

Power Requirement = $169.56 \times 0.7 = 118.69$ KW

c. Kondisi Unloading

PT : 169.56 KW

DF : 0.7

Power Requirement = $169.56 \times 0.7 = 118.69$ KW

d. Kondisi Harbour

PT : 67.23 KW

DF : 0.7

Power Requirement = $67.23 \times 0.7 = 47.06$ KW

2.7 Menghitung Daya Total Pembebanan

Untuk menghitung daya total pembebanan, jumlah Intermitten Load dikalikan dengan diversity Factor. Perhitungan total pembebanan di setiap operasional kapal dengan Consumption yang berbeda membantu kita untuk mencari Load Factor Generator, dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$PB = PA + (DF \times PT) \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

PB : Daya Total Pembebanan

PA : Beban Continous Load

PT : Beban Intermitten Load

DF : Diversity Factor (0.7)

1. Kondisi Penggunaan Daya 80%

- a. Kondisi Sailing
 PA : 22.00 KW
 PT : 24.00 KW
 DF : 0.7
 Maka perhitungannya sebagai berikut :
 $PB = 22.00 + (0.7 \times 24.00) = 38.8 \text{ KW}$
- b. Kondisi Loading
 PA : 197.00 KW
 PT : 150.72 KW
 DF : 0.7
 Maka perhitungannya sebagai berikut :
 $PB = 197.00 + (0.7 \times 150.72) = 302.504 \text{ KW}$
- c. Kondisi Unloading
 PA : 774.32 KW
 PT : 150.72 KW
 DF : 0.7
 Maka perhitungannya sebagai berikut :
 $PB = 774.32 + (0.7 \times 150.72) = 879.824 \text{ KW}$
- d. Kondisi Harbour
 PA : 0 KW
 PT : 59.76 KW
 DF : 0.7
 Maka perhitungannya sebagai berikut :
 $PB = 0 + (0.7 \times 59.76) = 41.382 \text{ KW}$
2. Kondisi Penggunaan Daya 90%
- a. Kondisi Sailing
 PA : 24.75 KW
 PT : 27 KW
 DF : 0.7
 Maka perhitungannya sebagai berikut :
 $PB = 24.75 + (0.7 \times 27) = 43.65 \text{ KW}$
- b. Kondisi Loading
 PA : 221.63 KW
 PT : 169.56 KW
 DF : 0.7
 Maka perhitungannya sebagai berikut :
 $PB = 221.63 + (0.7 \times 169.56) = 340,32 \text{ KW}$
- c. Kondisi Unloading
 PA : 871.11 KW
 PT : 169.56 KW
 DF : 0.7
 Maka perhitungannya sebagai berikut :
 $PB = 871.11 + (0.7 \times 169.56) = 989,80 \text{ KW}$

- KW
- d. Kondisi Harbour
 PA : 0 KW
 PT : 67.23 KW
 DF : 0.7
 Maka perhitungannya sebagai berikut :
 $PB = 0 + (0.7 \times 67.23) = 47,06 \text{ KW}$

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Menghitung Opsi Pemilihan Kapasitas Generator Kapal

Untuk menentukan generator kapal yang akan digunakan, perlu dilakukan perbandingan total beban di setiap kondisi operasional kapal dengan penggunaan daya agar load factor generator tidak melebihi sesuai dengan ketentuan BKI Class. Selain itu, kita juga harus memperhatikan ketersediaan kapasitas generator yang ada di pasaran. Sesuai peraturan BKI, load Factor generator tidak boleh melebihi 0,8. Berikut opsi yang pemakaian generator yang akan di gunakan pada kapal cement barge :

Tabel 3.1 Opsi Pemilihan Generator

Opsi Pemilihan Kapasitas Generator			
Kondisi Operasional	Beban Operasional (KW)		Kapasitas Generator (KW)
	90%	80%	
Sailing	43.65	38.8	50
Loading	340.32	302.504	400
Unloading	989.8	879.824	1100
Harbour	47.06	41.832	50

Hasil analisis penulis memberi opsi menggunakan 4 generator dengan kapasitas 2pcs generator 50KW , 1pcs generator 400 KW , 1pcs generator 1100 KW. Opsi kapasitas generator yang penulis pilih sesuai dengan ketersediaan yang ada pada vendor yang dipilih dari shipyard. Kemudian untuk selanjutnya kita menghitung load Factor generator agar tidak lebih dari 80% sesuai dengan ketentuan Biro Klasifikasi Indonesia.

3.2 Menghitung Load Factor Generator

Nilai load Factor generator ini digunakan untuk menentukan kapasitas generator yang akan digunakan. Ketika kapal dalam kondisi beroperasi, maka load factor tidak boleh melebihi dari 80% sesuai dengan ketentuan dari BKI class. Load Factor Generator dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$LF = \frac{PB}{GK} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

LF : Load Factor

PB : Daya Total Beban

GK : Generator Output

GO : 1100

Maka, perhitungannya sebagai berikut :

$$LF=989.8/1100 \times 100\%=89.9\%$$

1. Kondisi Beban Operasional 80%

a. Kondisi Sailing

PB : 38.8 KW

GO : 50

Maka, perhitungannya sebagai berikut :

$$LF=38.8/50 \times 100\%=77.6\%$$

b. Kondisi Loading

PB : 302.504 KW

GO : 400

Maka, perhitungannya sebagai berikut :

$$LF=302.504/400 \times 100\%=75.6\%$$

c. Kondisi Unloading

PB : 879.824 KW

GO : 1100

Maka, perhitungannya sebagai berikut :

$$LF=879.824/1100 \times 100\%=79.9\%$$

d. Kondisi Harbour

PB : 41.832 KW

GO : 50

Maka, perhitungannya sebagai berikut :

$$LF=41.832/50 \times 100\%=83.7\%$$

2. Kondisi Beban Operasional 90%

a. Kondisi Sailing

PB : 43.65 KW

GO : 50

Maka, perhitungannya sebagai berikut :

$$LF=43.65/50 \times 100\%=87.3\%$$

b. Kondisi Loading

PB : 340.32 KW

GO : 400

Maka, perhitungannya sebagai berikut :

$$LF=340.32/400 \times 100\%=85.08\%$$

c. Kondisi Unloading

PB : 989.8 KW

d. Kondisi Harbour

PB : 47.06 KW

GO : 50

Maka, perhitungannya sebagai berikut :

$$LF=47.06/50 \times 100\%=94.12\%$$

4. Kesimpulan

Dari hasil analisa, maka penulis membuat kesimpulan total beban dalam 4 kondisi kapal dengan perbandingan antara penggunaan daya 90% dan 80% di dapatkan hasil pada saat yang berbeda. Pembebanan terbesar terjadi ketika penggunaan daya dipakai dengan presentase 90%. Maka dengan penggunaan daya 90%, tidak memenuhi syarat BKI. Maka dari itu untuk opsi generator yang akan digunakan sesuai dengan hasil analisa penulis menggunakan 4 generator dengan output generator pada saat Sailing 50KW, Loading 400KW, Unloading 1100KW, Harbour 50KW. Dengan kapasitas generator tersebut sudah memenuhi syarat BKI jika penggunaan daya berada di presentase 80%. Load Factor yang di dapat tidak melebihi 80% pada saat kapal beroperasi. Hasil analisa penentuan kapasitas generator sudah sesuai dengan aturan BKI yaitu tidak boleh melebihi 80% pada saat beroperasi.

References

- [1] Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) 2004. "Rules For Electrical Instalation"; Vol. IV, BKI; Jakarta.
- [2] Suyanto, Aris. 2017. "Perancangan Kebutuhan Daya Listrik Pada Kapal Perintis 2000 GT Dengan Electric Balance BKI". Laporan Tugas Akhir Universitas Muhammadiyah Semarang.
- [3] Sakti, Bima. 2020. "Analisa Kebutuhan Daya Listrik Kapal KM. SABUK NUSANTARA 92 Dengan Electric Balance BKI". Laporan Tugas Akhir Universitas Semarang.

- [4] Thoriq, Syifa. 2021 “REKALKULASI BEBAN LISTRIK KAPAL UNTUK PENENTUAN DAYA GENERATOR PADA MV. PRATIWI MENGGUNAKAN RULE BKI”. Majalah Ilmiah Gema Maritim Politeknik Bumi Akpelni Semarang.
- [5] Marwan, Rizka. 2021 “Analisis Kebutuhan Daya Listrik Pada Kapal Curah KM TL XVIII Dalam Rangka Efisiensi Energi”. Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- [6] Sarwito, Sardono. 1993. “Perhitungan Kapasitas Generator yang Optimum di Kapal”. Laporan Penelitian Lembaga Penelitian ITS Surabaya.
- [7] Haryono, E. 2002. “Studi Penentuan Load Factor Operasional Peralatan Pada Kapal PAX – 500”; Thesis; PPs-FTK ITS Surabaya..
- [8] Harington, Roy L. 1992. “Marine Engineering”. SNAME. New York.
- [9] Kuskamu. “Perencanaan Kapasitas Generator Set. Internet: navalwomengineer.wordpress.com/2013/01/16/perencanaan-kapasitas-generator/, Jan. 16, 2013 [Nov. 29, 2023].
- [10] Bestari, Freniko Eka. 2011. “Analisis Karakteristik Kebutuhan Daya Listrik Pada Kapal Ferry Dalam Rangka Efisiensi Energi”. Institut Teknologi Surabaya.