

## ANALISA PENGHEMATAN ENERGI PADA KAPAL PENUMPANG-BARANG (CARGO – PASSENGER) 850 DWT DENGAN MENGGUNAKAN METODE PERUBAHAN RATING PADA GENERATOR

Aldyn Clinton Partahi Oloan<sup>1\*</sup>, Mohammad Danil Arifin<sup>2</sup>, Ayom Buwono<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Dosen Program Studi Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan Universitas Darma Persada

\*Koresponden : [clintonaldyn19@gmail.com](mailto:clintonaldyn19@gmail.com), [aldyn\\_clinton@ftk.unsada.ac.id](mailto:aldyn_clinton@ftk.unsada.ac.id)

### ABSTRAK

Kapal adalah Kendaraan pengangkut Penumpang di laut pada semua daerah yang mempunyai perairan tertentu. Saat ini kebutuhan bahan bakar untuk operasional kapal sangat tinggi sekitar 45% - 67% dari total biaya operasional perusahaan. Hal ini menyebabkan biaya kebutuhan untuk konsumsi bahan bakar menjadi tinggi. Saat ini sudah banyak perusahaan pelayaran, dan pelabuhan yang membuat metode untuk melakukan penghematan energi, tapi belum ada metode yang jelas untuk menganalisa potensi penghematan energi di Kapal. Oleh Sebab itu saat ini Perusahaan Pelayaran mendesak agar dibuatkan Metode yang tepat untuk melakukan Potensi Penghematan Energi di Kapal. Pada Penelitian kali ini akan membahas mengenai Potensi penghematan energi pada kapal Khususnya Kapal Cargo Passenger 850 DWT dengan menggunakan metode perubahan rating pada generator. Dari segi kelistrikan kapal ini menghasilkan daya yang cukup besar sehingga mengakibatkan tingginya biaya yang harus dikeluarkan untuk konsumsi bahan bakar, oleh sebab itu kebutuhan kelistrikan pada Kapal – Kapal diatas akan di klasifikasikan menjadi 4 Keadaan : Keadaan Kapal Saat Berlayar, Keadaan Kapal Saat Keluar Masuk Pelabuhan, Keadaan Kapal saat Bongkar Muat, dan Keadaan Kapal saat sedang Berlabuh. Setelah dilakukan Analisa Potensi Penghematan Energi pada Kapal dapat diketahui Efisiensi Energi saat Kapal sedang berlayar adalah 14,64%, Saat sedang Keluar Masuk Pelabuhan 23,53%, Saat Sedang Bongkar Muat 22,14%, dan Saat Sedang Berlabuh adalah 22,28%.

**Kata kunci** : Kapal, Efisiensi Energi, Rating Generator.

### 1. PENDAHULUAN

Kapal Penumpang - barang atau kapal Cargo - Passengers adalah kapal yang membawa Penumpang, dan barang dari suatu pelabuhan ke pelabuhan lainnya[1]. Kapal Cargo Passengers pada umumnya didesain khusus untuk tugasnya, melayani penumpang – barang pada pelayaran pantai (Perintis) dilengkapi dengan crane dan mekanisme lainnya untuk bongkar muat. Saat ini industri perkapalan sedang melakukan peningkatan efisiensi energi[2]. Meskipun demikian, perusahaan pelayaran tampaknya enggan untuk mengadopsi langkah-langkah teknis dan operasional yang dapat menghemat biaya ini, yang bertujuan mengurangi biaya energi[3]. Fenomena seperti ini nampaknya tidak spesifik untuk industri perkapalan dan biasanya disebut sebagai kesenjangan efisiensi energi[4]. Belum ada dasar yang dapat digunakan untuk menunjukkan keberhasilan atau kegagalan mengenai

peningkatan efisiensi secara keseluruhan[5]. Saat ini, konsep efisiensi energi atau optimalisasi energi di kapal telah menjadi salah satu masalah utama di seluruh dunia. Untuk itu guna meningkatkan efisiensi energi pada kapal dapat dilakukan perubahan operasional misalnya, pengurangan kecepatan kapal. Hal tersebut dapat mengurangi biaya untuk operasional kapal[6]. Meskipun efek pengurangan biaya dari beberapa teknologi baru tersebut telah cukup baik, namun nampaknya perusahaan masih enggan untuk berinovasi meskipun ada keuntungan finansial dan sosial[7]. Untuk itu metode ini diharapkan dapat meyakinkan pihak perusahaan untuk dapat melakukan penghematan energi di kapal[8].

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1. Data Yang Digunakan

Metode yang digunakan adalah Metode Perubahan Rating Pada Generator dengan data survey dari lapangan.



Gambar 1. Kapal Penumpang Barang 850 DWT

#### Data Utama Ukuran Kapal

- Panjang Keseluruhan Kapal (*LOA*) : 61,48 m
- Panjang Garis Tegak Kapal (*LBP*) : 54,90m
- Sarat air (*T*) : 3,40 m
- Lebar Kapal (*B*) : 12,41 m
- Tinggi Kapal (*H*) : 5,01 m
- Tonnase Bobot Mati Kapal : 297 ton
- Kecepatan Kapal : 12 *Knots*

### 2.2 Metode Penelitian

#### 2.2.1. Metode Perubahan Rating Pada Generator

Metode ini adalah Metode yang akan dikembangkan pada penelitian Kali ini yaitu dengan cara mengubah Generator yang sudah ada dikapal sesuai dengan Peringkat Beban yang sesuai. Seperti telah dijelaskan sebelumnya sudah banyak Metode yang dibuat untuk Potensi Penghematan Energi pada Kapal dan Industri Perkapalan tapi belum ada Metode yang Jelas yang mampu memberikan dampak yang signifikan untuk

Potensi Penghematan Energi di Kapal. Berikut adalah langkah – langkah untuk Melakukan Metode Penghematan Energi dengan cara Mengubah Rating Generator.

Langkah – Langkah tersebut diantaranya :

1. Mengumpulkan Data Primer Kapal (*General Arrangement, Main Switchboard Single Line Plant, Wiring Diagram*).
2. Mengumpulkan Data Besaran Listrik di Kapal.
3. Menghitung Kapasitas Ruangan untuk Sistem Penerangan di Kapal.
4. Menghitung Kapasitas Ruangan untuk Sistem Pendingin Kapal.
5. Menghitung Kapasitas Peralatan Peremesinan kapal
6. Menghitung Peralatan Akomodasi & Kipas Ventilasi Udara
7. Menghitung Peralatan Listrik untuk Navigasi & Komunikasi
8. Membagi Kelompok Permesinan menjadi 4 Keadaan : Keadaan Saat Berlayar, Keadaan Saat Keluar Masuk Pelabuhan, Keadaan Saat Bongkar Muat, dan Keadaan saat Berlabuh
9. Mengelompokkan Komponen Permesinan Berdasarkan Rating Pada Generator.
10. Menghitung Potensi Penghematan Energi pada Kapal.

### 2.2.2. Rumus Perhitungan

#### a. Kebutuhan Lampu di Kapal

Untuk menentukan jumlah unit lampu yang digunakan di Kapal maka menggunakan rumus sebagai berikut:

$$N = \frac{E \times A}{\text{lumen} \times UF \times LLF} \quad (1)$$

Dimana :

N = Jumlah Pencahayaan Lampu yang dibutuhkan setiap ruangan.

E = Standar iluminasi berdasarkan tipe ruangan (Lux)

A = Luas Area (m<sup>2</sup>)

Lumen = Keluaran Cahaya sesuai dengan spesifikasi lampu

UF = Faktor Utilisasi

LLF = Faktor Rugi – Rugi Cahaya.

#### b. Perhitungan Daya Mesin di Kapal

Daya Mesin di Kapal adalah daya yang dibutuhkan oleh *Main Engine* untuk menggerakkan Kapal (memutar baling – baling). Untuk Menghitung Daya Mesin pada Kapal digunakan Rumus :

$$\text{BHP} = \text{SHP} + (\text{Kerugian Letak Kamar Mesin (3-5)\%} + \text{Kerugian Gear Box (2-3)\%} + \text{Sea Margin (10-15)\%}) \quad (2)$$

#### c. Kebutuhan Bahan Bakar di Kapal

Pada mesin diesel, bahan bakar yang digunakan adalah HFO (*Heavy Fuel Oil*).

Untuk menghitung Konsumsi Bahan Bakar pada Kapal digunakan Rumus [11] :

$$W_{fo} = 2 \times \text{BHP} \times \text{SFOC} \times t \times 10^{-6} \times (1,3 \sim 1,5) \text{ (ton)} \quad (3)$$

$t = S/V_s$

Dimana :

BHP = Daya Mesin Kapal

SFOC = Kebutuhan Bahan Bakar pada Kapal

t = waktu tempuh

S = Radius Pelayaran

V<sub>s</sub> = Kecepatan Kapal

Faktor 1,3 – 1,5 adalah faktor cadangan untuk : *Fuel Rest in Tanks, Wind, Seaway, waiting time*.

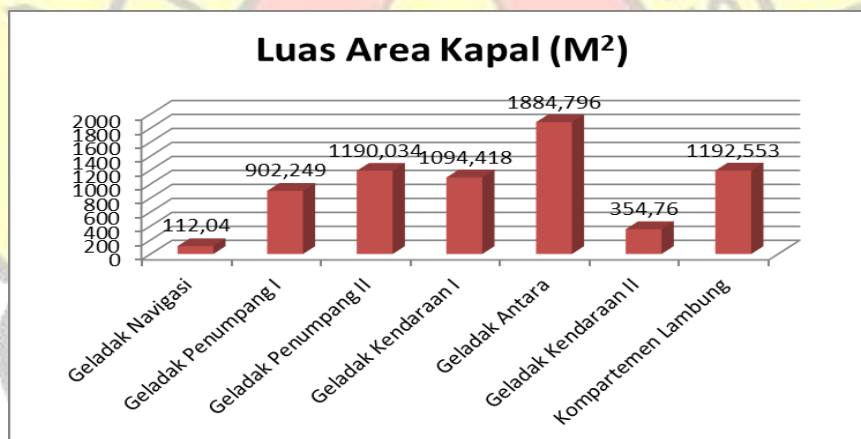
- d. Untuk menghitung Daya Total di Kapal dapat menggunakan Rumus :  
 Daya Total =  $CL + (Factor\ diversity \times IL)$  (4)  
 Dimana :  
 CL = *Continuous Load* (KW)  
 IL = *Intermiten Load* (KW)  
 Faktor Diversity = Diambil 0,7
- e. Untuk Menghitung Efisiensi Energi di Kapal dapat Menggunakan Rumus :  
 Dimana : Daya Total =  $Continuous\ Load + 0,7 \times Intermiten\ Load$  (5)  
 CL = *Continuous Load* (KW)  
 IL = *Intermiten Load* (KW)  
 Faktor Diversity = Diambil 0,7
- f. Untuk Menghitung Daya Total di Kapal dapat Menggunakan Rumus:  
 $Efisiensi\ Energi = \frac{Potensi\ Penghematan\ Energi}{Daya\ Total} \times 100\ %$  (6)  
 Dimana : Daya Total :  $Continuous\ Load + 0,7 \times Intermiten\ Load$

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Beban Listrik Sistem Penerangan

##### a. Luas Area Kapal

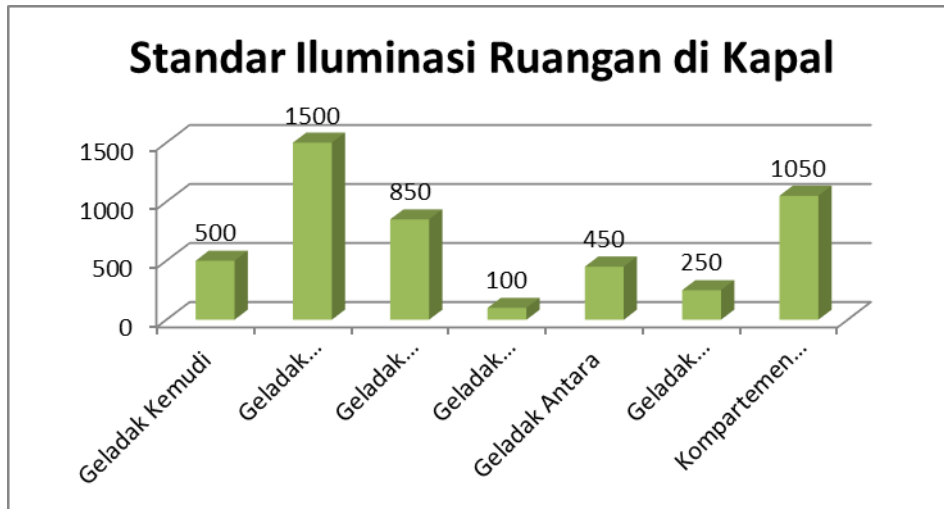
Data-data Luas Area Kapal didapat dari Panjang x Lebar dari Setiap Ruangannya di Kapal.



Grafik 1. Luas Area Kapal

##### b. Standar Iluminasi Ruangannya di Kapal

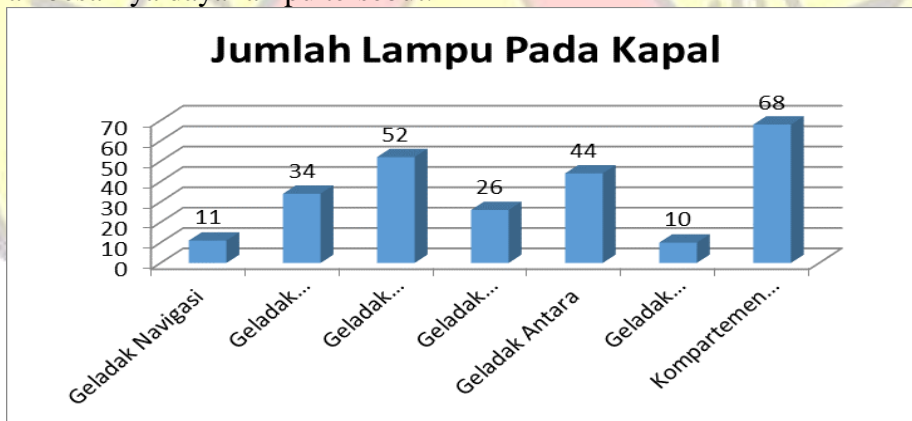
Total iluminasi yang dibutuhkan dalam setiap ruangannya di kapal adalah sebagai berikut :



Grafik 2. Standar Iluminasi Ruangan di Kapal

**c. Jumlah Lampu Pada Kapal**

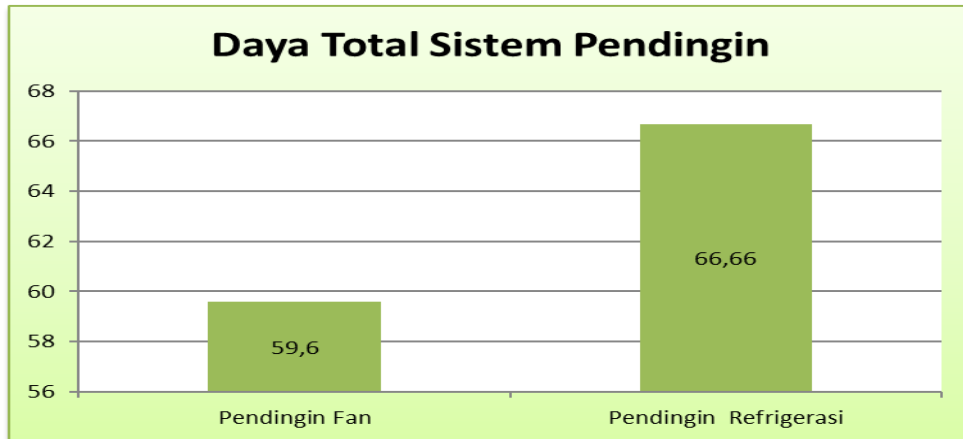
Cahaya keluaran dari luminary akan berkurang seiring dengan bertambahnya usia pemakaian karena terjadinya akumulasi debu dan kotoran pada lampu. Faktor ini berkisar 0,8 – 0,9. Diasumsikan faktor rugi cahaya = 0,8 jarak minimum antara luminary diatur berdasarkan besarnya daya lampu tersebut.



Grafik 3. Jumlah Lampu di Kapal

**3.2 Daya Total Sistem Pendingin**

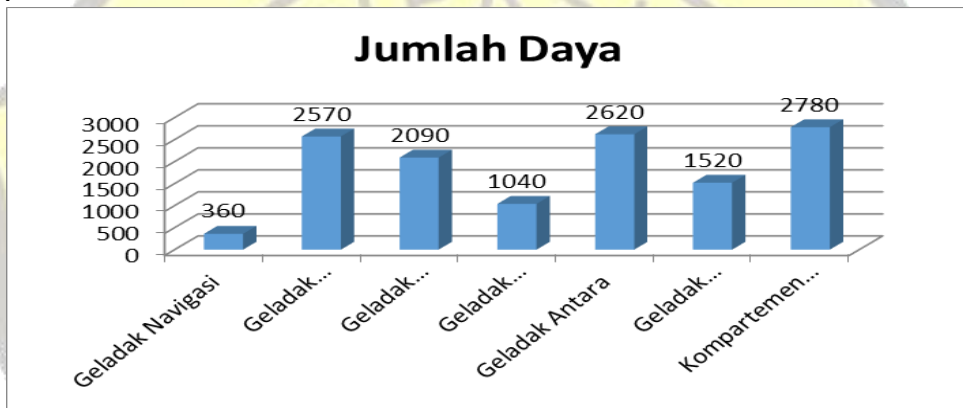
Untuk Total Daya Komponen – Komponen Sistem Pendingin di Kapal adalah Sebagai Berikut :



Grafik 4. Daya Total Sistem Pendingin di Kapal

### 3.3. Jumlah Daya Tiap Geladak

Dari Hasil Perhitungan Total Jumlah Daya pada setiap geladak adalah sebagai berikut :



Grafik 5. Jumlah Daya di Kapal

### 3.4 Perhitungan Perencanaan Generator

Berdasarkan *Rules BKI* [15]. Setiap kapal harus memiliki minimum 2 (dua) buah *independent generating set*. Perhitungan kapasitas dari generating sets dihitung dimana apabila salah satu *generating set* rusak, *generating set* lainnya mampu mensuplai kebutuhan seperti:

- Kondisi Normal Pelayaran dan Keselamatan Kapal
- Kondisi minimum kenyamanan dalam kapal meliputi :
  1. Penerangan yang cukup
  2. Refrigerasi
- Ventilasi memadai dan sanitari serta penyediaan air minum.

Daya yang di Butuhkan Pada Berbagai Kondisi Kapal :

➤ Kondisi Saat Berlayar

$$\text{Daya Total} = CL + (\text{Factor diversity} \times IL)$$

Dimana :

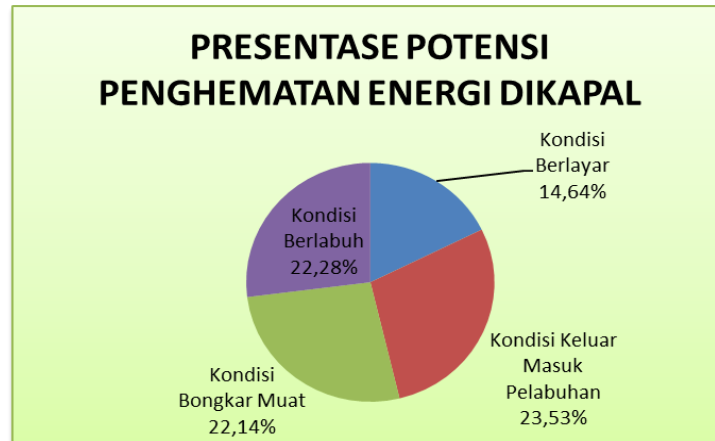
$$CL = \text{Continuous Load (KW)}$$

$$IL = \text{Intermiten Load (KW)}$$

- Faktor Diversity* = Diambil 0,7  
Maka :  
Daya Total =  $84,04 + (0,7 \times 250)$   
= 259,04 KW
- Kondisi Saat Keluar Masuk Pelabuhan  
Daya Total =  $CL + (Factor\ diversity \times IL)$   
Dimana :  
*CL* = *Continuos Load (KW)*  
*IL* = *Intermiten Load (KW)*  
*Faktor Diversity* = diambil 0,7  
Maka :  
Daya Total =  $84,04 + (0,7 \times 246,6)$   
= 256,66 KW
- Kondisi Saat Bongkar Muat  
Daya Total =  $CL + (Factor\ diversity \times IL)$   
Dimana :  
*CL* = *Continuos Load (KW)*  
*IL* = *Intermiten Load (KW)*  
*Faktor Diversity* = diambil 0,7  
Maka :  
Daya Total =  $140,96 + (0,7 \times 261)$   
= 323,66 KW
- Kondisi Saat Berlabuh  
Daya Total =  $CL + (Factor\ diversity \times IL)$   
Dimana :  
*CL* = *Continuos Load (KW)*  
*IL* = *Intermiten Load (KW)*  
*Faktor Diversity* = diambil 0,7  
Maka :  
Daya Total =  $19,55 + (0,7 \times 2,94)$   
= 21,608 KW

### 3.5 Hasil Potensi Penghematan Energi

Setelah dilakukan Metode Perubahan Rating pada Generator Maka di dapatkan Potensi Penghematan 4 Keadaan pada kapal sebagai berikut :



Grafik 6. Potensi Penghematan Energi

#### 4. KESIMPULAN

1. Banyak metode yang dibuat untuk potensi penghematan energi di pelabuhan, maupun di kapal tapi belum ada Metode yang membahas secara detail tentang Metode Potensi Penghematan Energi di Kapal.
2. Metode Perubahan Peringkat Beban Pada Generator terdiri dari 10 Langkah, dan dapat digunakan untuk menghemat potensi energi di Kapal.
3. Dari Hasil Analisa dapat disimpulkan Kebutuhan Listrik terbesar dikapal adalah saat Keadaan Kapal Hasil sedang Bongkar Muat karena pada saat Bongkar Muat mengaktifkan seluruh komponen peralatan mesin termasuk crane - crane.
4. Dari Hasil Analisa Potensi Penghematan terbesar yang dapat dilakukan adalah saat kapal keluar masuk pelabuhan.
5. Dengan menggunakan Metode Perubahan Rating Generator Efisiensi Energi yang di dapat saat Kapal sedang berlayar adalah 14,64%, Saat sedang Keluar Masuk Pelabuhan 23,53%, Saat Sedang Bongkar Muat 22,14%, dan Saat Sedang Berlabuh adalah 22,28%.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Fransesco Baldi, 2014, *Energy Analysis Of Ship Energy Systems - The Case of A Chemical Tanker*. The 6<sup>th</sup> International Conference on Applied Energy - ICAE
2. W. Haribowo, E. S. Hadi, F. Teknik, and U. Diponegoro, *Analisa Hambatan Pada Variasi Bentuk Lambung Kapal Ikan Tradisional Catamaran dengan Metode CFD*, vol. 4, no. 1, pp. 64–73.
3. Gaguk Suhardjito, 2016, *Tentang Rencana Umum Kapal*.
4. P. J. Ballou, 2013, *Ship Energy Efficiency Management Requires A Total Solution Approach*, Mar. Technol. Soc. J., vol. 47, no. 1, pp. 83–95
5. [5] H. Johnson and K. Andersson, 2016, *Barriers To Energy Efficiency in Shipping*, *WMU J. Marit. Aff.*, vol. 15, no. 1, pp. 79–96
6. [6] Ramy El Geneidy, 2016, *Increasing Energy Efficiency in Passenger Ships by Novel Energy Conservation Measures*. Journal of Marine Engineering and Technology, ISSN:2046-4177
7. [7] C. Faitar and I. Novac, 2017, *Basic Aspects And Contributions to The Optimization Of Energy Systems Exploitation Of A Super Tanker Ship*, *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 227, no. 1



8. C. Spandonidis, N. Themelis, G. Christopoulos, and C. Giordamalis, 2018, **Evaluation of Ship Energy Efficiency Predictive and Optimization Models Based on Noon Reports and Condition Monitoring Datasets**, *DATA Anal. 2018, Seventh Int. Conf. Data Anal. Athens, Greece*, no. November, pp. 103–108
9. C. L. Su, M. C. Lin, and C. H. Liao, 2013, **A Method For Evaluating Energy Efficiency to Justify Power Factor Correction in Ship Power Systems,** *IEEE Trans. Ind. Appl.*, vol. 49, no. 6, pp. 2773–2782
10. Z. Bazari, 2007, **Ship Energy Performance Benchmarking/Rating: Methodology And Application,** *Proc. Inst. Mar. Eng. Sci. Technol. Part A J. Mar. Eng. Technol.*, vol. 4177, no. 9, pp. 11–18
11. Y. Sharifi, H. Ghassemi, and H. Zanganeh, 2017, **Various Innovative Technologic Devices in Shipping Energy Saving and Diminish Fuel Consumption,** *Int. J. Phys.*, vol. 5, no. 1, pp. 21–29
12. T. Smith, 2012, **Technical energy efficiency, its interaction with optimal operating speeds and the implications for the management of shippings carbon emissions,** *Carbon Manag.*, vol. 3, no. 6, pp. 589–600
13. Michele Achiaro, **Energy Management In Seaports : A New Role For Ports Authorities.** The kuhne logistic University, grofser grassbrook 17, Hamburg, Germany.
14. Sepideh Jafarzadeh, 2014, **A Frame Work to Bridge the energy efficiency gap in shipping,** Departement of Marine Technology, Norwegian University of Science and Technology (NTNU), No 7491
15. BKI Rules 2019