

ANALISIS PENENTUAN SISTEM KEMUDI PADA KAPAL KARGO 14.715 DWT BERDASARKAN BKI CLASS

Triyanti Irmiyana¹⁾, Akhmad Maulidi¹⁾, dan Heni Siswanti¹⁾ Windra Iswidodo¹⁾

¹⁾Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Negeri Madura, Jl. Raya Camplong Km 4,
Camplong, Sampang, 69281
E-mail: triyanti.i@gmail.com

Abstract

Cargo Ship Planning is very important for sea transportation. One important factor in ship planning is the steering system which regulates the ship's maneuverability and directs the ship to its destination. In this study, it uses the full type of spade because it can prevent cavity gaps and must comply with the minimum standards of the Classification Bureau, and must be approved before being used on board.

The formulation of the problem in this study is about the motor power system that is driven on a Cargo Ship based on BKI class. The analysis system research method was conducted using the literature study method based on BKI class 2014 volume II.

The conclusion of this study is the area of the rudder leaf of 24,025 m², torque of the rudder leaf of 197,927.02 Nm; the diameter of the steering wheel is 234.27 mm; and the steering engine 322.86 HP.

Keywords: rudder, BKI, torque, ship, cargo.

Abstrak

Perencanaan Kapal Kargo sangat berperan penting bagi transportasi laut. Salah satu faktor penting dalam perencanaan kapal adalah penentuan sistem kemudi yang berfungsi sebagai alat yang menentukan kemampuan *maneuver* kapal dan mengarahkan kapal ke tujuan. Dalam penelitian ini, menggunakan tipe kemudi *full spade* karena dapat mencegah *gap cavitation* dan harus sesuai dengan standar minimum Biro Klasifikasi, dan harus diuji sebelum digunakan di atas kapal.

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah berapa daya motor sistem kemudi pada Kapal Kargo berdasarkan BKI *class* Sedangkan tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui daya motor sistem kemudi pada kapal kargo berdasarkan BKI *class*. Metode penelitian analisis sistem kemudi dilakukan dengan metode studi literatur yang berdasarkan BKI class 2014 volume II.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah diketahuinya luas daun kemudi sebesar 24,025 m², torsi pada daun kemudi sebesar 197.927,02 Nm; diameter tongkat kemudi sebesar 234,27 mm; dan mesin kemudi sebesar 322,86 HP.

Kata Kunci: kemudi, BKI, torsi, kapal, kargo.

PENDAHULUAN

Perencanaan Kapal Kargo sangat berperan penting bagi transportasi laut. Salah satu faktor penting dalam perencanaan kapal adalah penentuan sistem kemudi. Sistem kemudi berfungsi sebagai alat yang menentukan kemampuan *maneuver* kapal dan

mengarahkan kapal ke tujuan. Berdasarkan penelitian Abdurrahman (2017), untuk kapal besar menggunakan tipe kemudi *full spade* karena dapat mencegah *gap cavitation*. Sistem kemudi tersebut harus sesuai dengan standar minimum Biro Klasifikasi, dan harus diuji sebelum digunakan di atas kapal.

Dalam penelitian Kusumo(2017), telah melakukan penelitian tentang Perancangan Kapal Kargo 14.715 DWT, rute Pelayaran Tanjung Perak-Batu Ampar. Perancangan kapal dilakukan dengan metode perbandingan regresi linear. Dari hasil penelitian diketahui ukuran utama kapal $L = 120,3$ m, $B = 19,8$ m; $H = 14,6$ m; $T = 9,51$ m, $V_s = 15,7$ knot, $C_b = 0,7$; Displamen 16.639 ton; LWT = 4523 ton; DWT = 14715 ton; dan Daya mesin max 9450 bhp. Berdasarkan data kapal kargo tersebut, maka dalam penelitian ini akan menganalisa permesinan geladak kapal kargo 14.715 DWT berdasarkan BKI *class*.

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah berapa daya motor sistem kemudi pada Kapal Cargo berdasarkan BKI *class* ? Sedangkan tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui daya motor sistem kemudi pada kapal kargo berdasarkan BKI *class*.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian analisis sistem kemudi dilakukan dengan metode studi literature. Analisis penentuan sistem kemudi berdasarkan BKI *class* 2014 volume II.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Luas Daun Kemudi

Berdasarkan gambar Rencana garis yang diperoleh dari penelitian sebelumnya, maka diperoleh Tahanan total kapal dengan menggunakan metode *Harvald* sebesar 492,37 kN, dengan V_s sebesar 15,7 knots. Sehingga diperoleh kebutuhan daya *Main Engine* kapal sebesar 8600 HP atau 6320 kW.

Berdasarkan BKI 2014 Vol II, *Section 14 Rudder and Manuvering*, proses perhitungan luasan daun kemudi didapat dengan persamaan sebagai berikut :

$$A = c_1 \times c_2 \times c_3 \times c_4 \times \frac{1.75 \times L \times T}{100} [m^2] \dots\dots\dots 1)$$

Dimana :

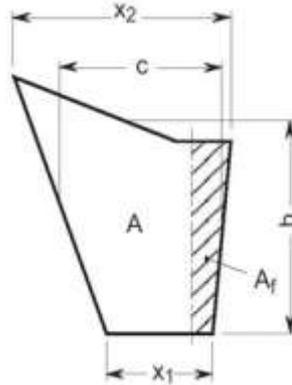
c_1 = Faktor untuk tipe kapal, 1 untuk general;

c_2 = Faktor untuk tipe *rudder*; 1 untuk general;

c_3 = Faktor untuk bentuk profil kemudi, 0.8 untuk profil berongga dan campuran

c_4 = Faktor untuk susunan/pengaturan/letak kemudi, 1.5 untuk *rudders outside the propeller jet*

maka diperoleh luasan daun kemudi sebesar 24,025 m²



Gambar 1 Geometri luas daun kemudi (BKI, 2014)

Dimensi utama daun kemudi Berdasarkan *Lamerens*(1962), untuk daun kemudi pada kapal dengan *single propeller* memiliki luasan di depan sumbu poros daun kemudi kurang dari 23% A , adalah sebagai berikut :

$$A_f = 0,23 \times A \dots\dots\dots 2)$$

$$= 5,53 \text{ m}^2$$

Menurut Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) 2014 Volume II *section* 14, bahwa perhitungan gaya pada daun kemudi ditentukan berdasarkan rumusan sebagai berikut :

Gaya Pada Daun Kemudi :

$$C_R = 132 \times A \times v^2 \times k_1 \times k_2 \times k_3 \times k_t [N] \dots\dots\dots 2)$$

Dimana :

$v = 15,7 \text{ kn}$;

k_1 = koefisien yang tergantung pada rasio Λ , yaitu sebesar 0,45

k_2 = koefisien yang tergantung pada jenis daun kemudi berdasarkan gambar di bawah ini, yaitu sebesar 1,1

Rudder Type	k_2	
	Ahead Condition	Afters Condition
See Ordinary Rudders:		
1. Straight stem	1.0	1.0
2. SACA-OO Givens	1.1	0.80
3. Flat stem	1.1	0.80
4. Skewed (e.g. HSYAD)	1.25	0.80
5. Raked	1.30	0.80
See High-Lift/Performance Rudders:		
6. Full foil (e.g. Schlick's high lift rudder)	1.4	0.8
7. Flat rudder	1.7	1.1
8. Rudder with suction panels	1.8	1.1

Gambar 2 tabel koefisien k_2 (BKI, 2014)

K_3 = koefisien yang tergantung pada lokasi kemudi, yaitu sebesar 0,8;

K_t = koefisien yang tergantung pada *thrust coefficient*, umumnya sebesar 1;

Sehingga diperoleh gaya pada daun kemudi sebesar 309550,72 N.

b. Torsi pada Daun Kemudi

Menurut BKI (2014), bahwa perhitungan Torsi pada daun kemudi ditentukan berdasarkan rumusan sebagai berikut :

$$Q_R = C_R \times c \times (\alpha - k_b) \dots\dots\dots 3)$$

c = lebar daun kemudi sebesar 3,7 m

$\alpha = 0,75$

k_b = perbandingan antara luas di depan sumbu poros dengan luas daun kemudi, sebesar 4,34 m;

sehingga diperoleh torsi pada daun kemudi sebesar 197.927,02 Nm.

c. Diameter tongkat kemudi

Menurut BKI (2014), bahwa diameter tongkat daun kemudi (*Rudder Stock*) untuk mentransmisikan momen torsi tidak boleh kurang dari rumusan berikut ini :

$$D_t = 4,2 \sqrt[3]{Q_R \times k_r} \dots\dots\dots 4)$$

Material secara umum memiliki nilai minimum dari titik *yield* teratas R_{eH} kurang dari 200 N/mm² dan nilai minimum tegangan tarik 400 N/mm² atau lebih dari 900

N/mm² tidak harus digunakan untuk *rudder stock*, *pintles*, *keys* dan baut pengikat. Pertimbangan dalam Klasifikasi bahwa material yang harus digunakan memiliki nilai nominal pada titik yield tidak kurang dari 235 N/mm².

Dengan mengasumsikan bahwa material yang digunakan memiliki tegangan tarik (Rm) 400 N/mm² sehingga $R_{eH} = 0,7 \times 400 = 280 \text{ N/mm}^2$

Maka diperoleh nilai Kr sebesar :

$$k_r = \left(\frac{235}{R_{eH}} \right)^{0,75} \dots\dots\dots 5)$$

Dengan demikian diperoleh diameter *rudder stock* sebesar 234,27 mm.

d. Mesin Kemudi

Berdasarkan rumusan dalam buku Khetagurov(2004), daya yang dibutuhkan untuk memutar tongkat kemudi adalah sebagai berikut :

Daya Poros Kemudi

$$N_{rs} = \frac{Q_R \cdot \omega_{rs}}{75} \dots\dots\dots 6)$$

Dimana :

$$\omega_{rs} = 2\alpha/t \times \pi / 180^\circ \text{ rad/s}$$

$$\alpha = \text{Sudut putar kemudi} = 35^\circ$$

$$t = \text{waktu putar daun kemudi} = 28 \text{ detik}$$

Maka :

$$\omega_{rs} = 0,043 \text{ Rad / second}$$

Sehingga daya yang dibutuhkan untuk memutar tongkat kemudi sebesar 113,48 Hp.

Daya Motor Penggerak Kemudi

$$N_{st} = \frac{N_{sr}}{\eta_{sg}} \dots\dots\dots 7)$$

$$\eta_{sg} = \text{Effisiensi steering gear antara } (0,1 - 0,35)$$

Sehingga diperoleh daya motor penggerak kemudi sebesar 322,86 HP

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian analisis sistem kemudi pada kapal kargo 14.715 DWT. Dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- a. Luas daun kemudi : 24,025 m²
- b. Torsi pada daun kemudi : 197.927,02 Nm;
- c. Diameter tongkat kemudi : 234,27 mm
- d. Mesin Kemudi : 322,86 HP

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, (2017). *Preliminary Design Kemudi Kapal LCT 200 GT*, *Jurnal Inovtek Polbeng*, Vol. 07, No. 1, Juni 2017.
- BKI, (2014). *Rules for the Classification and Construction, pasrt 1. Seagoing Ships, Volume II*.
- Kusumo, Setto Pramudyo, (2017). *Studi Perancangan Kapal Kargo 14.715 Dwt Rute Pelayaran Tanjung Perak-Batu Ampar*, Semarang.
- Lamerens, (1962). *Resistance, propulsion and steering of ships*. Haarlem, H. Stam.
- M. Khetagurov, (2004). *Marine Auxiliary Machinery and system*. University Press of the Pacific.