

# STUDI PERANCANGAN PROPULSI KAPAL PETI KEMAS 100 TEUS

**Budi Utomo, Samuel Febriary Khristyson**

Program Studi Diploma III Teknologi Perencanaan dan Konstruksi Kapal, Departemen Teknologi Industri,  
Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro,  
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

## ABSTRACT

*Budi Utomo, Samuel Febriary Khristyson, explain that sea transportation is the link between needs and economy of islands in Indonesia, transport capacity is optimal as possible to be able supply the needs of the community. The ship reviewed is type container ship. The planning of the hull influenced by several factors including in terms use of the ship to built. From the calculation of obstacles, it can be seen how much Trust Horse Power can be used to calculate the efficiency of ship propulsion. The ship propulsion to fight all possible obstacles the hull of ship. From analysis of container vessels with capacity 100 teus having engine power 1530 HP with double drive system laying engine room located behind of ship. The type propeller planned is fixed pitch propeller B - 4. 40, with bronze material. The size leaf pitch of propeller is 1650 mm with a propeller diameter 1850 mm.*

**Keywords:** Designing; Propulsion; Container ship;

## PENDAHULUAN

Transportasi laut menjadi penghubung kebutuhan dan perekonomian antar pulau di Indonesia. Dengan menitikberatkan pada kapasitas daya angkut maka dibuat seoptimal mungkin untuk dapat menyuplai kebutuhan masyarakatnya. Salah satu Transportasi laut disini yang akan di bahas lebih dalam adalah jenis kapal barang peti kemas (*Container Ship*). Selain lebih efektif pemakaian peti kemas dirasa lebih aman dari segi pengiriman barang. Kapal peti kemas memiliki jenis deck yang datar dan dengan sistem pengikat peti kemas *Twishlock*.

Konstruksi pada kapal barang peti kemas dibuat sedemikian rupa, yaitu campuran antara jenis konstruksi memanjang dan melintang, sehingga barang-barang yang ada tetap aman ketika beroperasi [1].

Performa kecepatan dinas kapal merupakan hal yang sangat diprioritaskan dalam sebuah perencanaan sistem propulsi kapal. Untuk dapat menghasilkan suatu produk kapal yang dapat beroperasi secara optimal terdapat beberapa persyaratan yang digunakan. Seperti bentuk lambung yang menghasilkan rekomendasi terhadap gaya gesek dan hambatan yang terjadi. Kinerja Propulsi yang digunakan harus disesuaikan dengan total hambatan dan kebutuhan daya dorong guna menghasilkan gerakan kapal yang disesuaikan dengan kecepatan yang diinginkan [2].

Perencanaan bentuk lambung kapal dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah dari segi kegunaan kapal yang akan dibangun. Kapal barang memiliki bentuk lambung yang cukup luas untuk meletakkan logistik dan barang-barang yang dikemas dalam bentuk peti kemas.

Dari perhitungan hambatan yang terbentuk dapat diketahui berapa THP (*Trust Horse Power*) sehingga dapat digunakan untuk menghitung efisiensi propulsi kapal. Didalam sebuah

perencanaan baling-baling perlu diperhatikan energi yang mungkin terbuang, energi yang terbuang oleh mesin dikarenakan putaran *propeller* yang kurang optimal, mengakibatkan sisa gaya yang terbuang [3]. Industri galangan perkapalan tentunya dapat merencanakan dan menganalisis bagaimana cara mengurangi kerugian-kerugian akibat sisa gaya yang terbuang. Dari penelitian eksperimen terdahulu mengenai bentuk *propeller*, optimalisasi dapat dipengaruhi oleh jenis *propeller*, hub *propeller*, rotasi *propeller* dan bentuk permukaan bawah air kapal [4].

Secara garis besar batasan masalah penelitian dalam perencanaan sistem propulsi meliputi pembuatan desain lambung kapal untuk kapasitas kontainer 100 teus. Perhitungan hambatan yang terjadi ketika kapal beroperasi pada lambung kapal. Melalui perhitungan nilai hambatan tersebut maka dapat menentukan berapa perencanaan daya mesin kapal yang digunakan untuk menggerakkan kapal ketika beroperasi. Setelah mengetahui berapa nilai daya mesin maka dapat menentukan desain baling-baling kapal. Namun dalam perencanaan sistem propulsi ini diasumsikan poros *propeller* dan sistem pelumasan menggunakan sistem pelumasan yang menggunakan media minyak / *oil lubrication*. Kondisi gelombang lautan diasumsikan pada perairan dalam kepulauan dan keadaan cuaca tenang. Beban yang diterima kapal ketika percobaan adalah volume badan kapal yang tercelup kedalam air (*displacement* total kapal) dan dilakukan simulasi percobaan beroperasi dengan muatan penuh.

Tujuan dari penelitian ini dapat merencanakan dan membandingkan ukuran *propeller* sebagai sistem propulsi yang efektif sesuai kebutuhan desain lambung kapal kapasitas 100 teus, dengan pendekatan perhitungan hambatan total yang terjadi pada kapal ketika disimulasi / percobaan untuk beroperasi.

## KAJIAN LITERATUR

### Design Lambung Kapal

Bentuk lambung kapal dapat didesain dengan menggunakan bantuan *software*. Sehingga didapatkan pendekatan dan perhitungan secara komputasional. Dari data ukuran utama kapal yang diperoleh maka dilakukan penggambaran ulang/pembuatan model dengan *software* komputer.

Kelebihan menggunakan model dan pendekatan komputasional adalah dapat dengan mudah dan cepat melakukan perhitungan untuk menganalisis bentuk model yang akan dibuat dalam perencanaan kapal baru.

### Tahanan Kapal

Bentuk badan kapal akan mempengaruhi nilai dari tahanan kapal dan tenaga mesin penggerak pada perencanaan sebuah kapal baru. Tahanan kapal terjadi akibat oleh karena bentuk lambung (badan kapal) dan parameter lain-lainnya antara lain seperti ukuran utama kapal, koefisien bentuk, displacement, dan power mesin penggerak [5].

Tahanan kapal dapat diartikan juga sebagai bentuk gaya fluida yang bekerja dengan melawan gerakan kapal. Jumlah dari nilai tahanan total ini merupakan jumlah dari semua komponen yang memiliki gaya hambat pada kapal antara lain Tahanan Gesek, Tahanan Gelombang, Tahanan Appendages, Tahanan Udara, dsb. Secara sederhana dapat dituliskan Tahanan Total Kapal dapat diperoleh dengan persamaan [5]:

$$T = 0,5 x \rho x CT x S x V2s \quad (1)$$

Keterangan :

$P$  : massa jenis fluida

$Vs$  : kecepatan kapal

$CT$  : koefisien tahanan total kapal

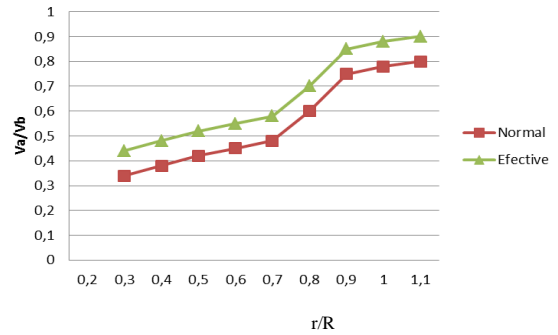
$S$  : luasan permukaan basah dari badan kapal

Jika  $\rho$ ,  $CT$ , dan  $S$  dalam persamaan 1 adalah constan ( $\alpha$ ), maka tahanan total kapal merupakan fungsi dari kuadrat kecepatan kapal, dan dapat dituliskan [6] sebagai berikut :

$$RT = \alpha x V2s = f(V2s) \quad (2)$$

### Efisiensi Propeller

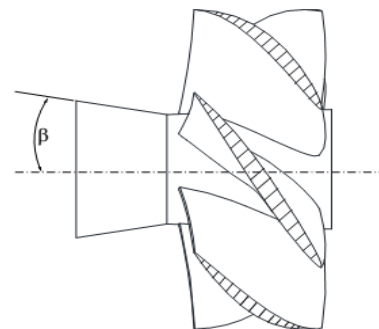
Fenomena bentuk geometri *propeller* memberika informasi terhadap hasil putaran dan distribusi gaya yang bekerja, serta struktur dari desain *propeller* menggambarkan kemampuan dan tingkat keefektifan ketika *propeller* tercelup air, lihat gambar 1 .[7]



Gambar 1. Grafik Perbandingan Efisiensi Baling-baling [7]

### Design Propeller

Kapal harus memiliki propulsi untuk menahan seluruh hambatan yang mungkin terjadi pada lambung kapal tersebut. Bila ada ombak/hambatan gelombang yang terjadi di laut ketika kapal beroperasi maka akan menimbulkan gesekan terhadap lambung kapal. Penggolongan jenis baling-baling terdapat 2 tipe yakni tipe *fixed pitch* dan *controllable pitch* [8]. Untuk jenis baling-baling yang tetap (*fixed*) umumnya digunakan untuk kapal dengan kemampuan kecepatan operasionalnya yang tetap atau stabil, cocok untuk kapal-kapal barang dengan ukuran yang relatif besar dan kecepatan yang cukup stabil. Sedangkan untuk tipe *control pitch* adalah dengan kemampuan mengatur *pitch* baling-baling sehingga dapat sangat efektif untuk kapal dengan kecepatan tinggi dan kemampuan operasionalnya yang dituntut untuk segera berubah.[9]



Gambar 2. Pandangan Samping Pitch Propeller [9]

## METODOLOGI PENELITIAN

Dalam proses penelitian ini dibutuhkan data data dari obyek yang akan dianalisis. Adapun proses pengambilan data terbagi menjadi beberapa tahap, antara lain:

### Studi Lapangan

Dalam penelitian ini penulis perlu melakukan studi lapangan dan wawancara secara langsung dengan pihak - pihak yang berkaitan dengan penelitian ini dan bertujuan untuk melengkapi

kebutuhan data dalam pengerjaan penelitian ini, adapun studi lapangan tersebut antara lain :

- Pengambilan Data Penelitian  
Data yang dibutuhkan dalam pengerjaan penelitian ini antara lain :
  - Data primer
  - Data sekunder
- Metode Pengambilan Data  
Dalam proses pengambilan data, ada beberapa metode yang digunakan dalam pengambilan data tersebut, diantaranya :
  - Metode observasi
  - Metode wawancara
- Tempat Penelitian ini dilakukan pada Industri Galangan Kapal PT. Janata Marina Indah , Jalan Yos Sudarso, Pelabuhan Tanjung Emas, Semarang.
- Mempelajari sistematika perhitungan yang akan dikemukakan di dalam penelitian ini dari berbagai macam referensi baik berupa buku, majalah, artikel, jurnal dan melalui internet.
- Setelah melakukan pengamatan dan pengambilan data dilapangan, maka selanjutnya data tersebut dilakukan proses analisis.
- Semua hasil pengolahan data berupa pemaparan analisis, rangkuman hasil hasil analisis yang terjadi kemudian dilakukan pengelompokkan agar mudah dalam penyusunan laporan.

#### Alat

Dalam penelitian ini penulis menggunakan beberapa metode komputasi desain untuk mempermudah melakukan proses perencanaan dan analisis, antara lain :

- Software untuk membuat desain lambung kapal dengan kapasitas peti kemas 100 teus.
- Setelah pembuatan desain lalu *export* ke software analisis hambatan total kapal.
- Dilakukan perhitungan dengan pendekatan beberapa rumus sehingga didapatkan nilai efektif yang digunakan untuk acuan pembuatan desain geometri baling-baling kapal menggunakan software perencanaan baling-baling.
- Penyajian dengan membandingkan hasil perhitungan beserta metode numerik menggunakan software dalam bentuk matrik.

#### Hasil Dan Pembahasan

Ukuran Utama:

Nama Kapal: KM. Kendhaga Nusantara 6

LOA : 74,05 M

LBP : 69,20 M

B : 17.20 M

T : 4.90 M

Kapasitas : 1766 GT / 100 Teus

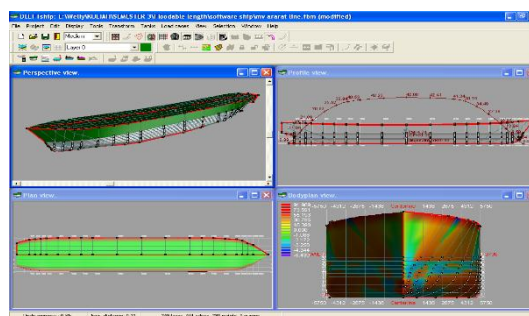
Mesin bantu : 3 unit , tipe

- Moteurs Baudoin 6W126S :  
BHP : 369  
Ukuran :  
Panjang : 1,695 M  
Lebar : 0,883 M  
Tinggi : 1,351 M  
Berat : 1,2 Ton

Mesin utama : 2 unit , tipe

- Yanmar 4602 :  
Jumlah Cyl. : 6 set  
BHP : 1530  
RPM : 1840  
Ukuran :  
Panjang : 2,814 M  
Lebar : 1,200 M  
Tinggi : 1,712 M  
Berat : 4,9 Ton

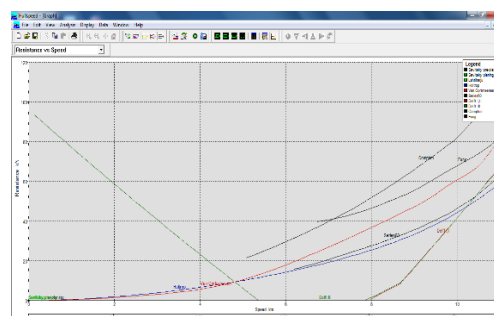
Dari data ukuran kapal tersebut dituangkan dalam bentuk model melalui software komputer sehingga didapatkan hasil , lihat gambar 3.



Gambar 3. Model kapal

#### Perhitungan Hambatan Kapal

Perhitungan Hambatan kapal yang dimaksud adalah tahanan total yaitu gabungan dari hambatan gesek dan hambatan tekan [10]. Pada gambar 4. dapat dilihat hubungan antara kecepatan dengan tahanan kapal dimana ditinjau dari beberapa metode seperti *Holtrop*, *Van Oortmersen*, dsb. Pada kecepatan 12 Knot didapatkan hasil Tahanan menurut *Holtrop* sebesar 58 KN dengan *Froude Number* sebesar 0,10. Nilai tahanan maksimum sebesar 112 KN dengan perhitungan metode *Compton*.



Gambar 4. Perhitungan Tahanan Kapal dengan software

### Daya Dorong Baling-Baling

Dalam perencanaan daya dorong yang akan dihasilkan oleh baling-baling maka dapat menggunakan pendekatan rumus berikut ini :

$$T = \rho \cdot Fv \left( Va + \frac{1}{2} Ca \right) Ca \quad (3)$$

Ca adalah kecepatan setelah sampai ke baling-baling. Dari data perhitungan tersebut maka dapat digunakan untuk mengetahui perhitungan efisiensi baling –baling yang direncanakan.

### Efisiensi Baling-Baling

Bilangan *Froude Number* digunakan untuk mengetahui bentuk lambung kapal termasuk dalam jenis kapal cepat atau kapal dengan muatan besar sehingga kecepatan tidak terlalu di pertimbangkan [7]. Efisiensi baling-baling merupakan perbandingan antara BHP (*Brake Horse Power*) dengan THP (*Trush Horse Power*). Efisiensi baling-baling dapat diketahui pada kondisi percobaan (*towing power*) dan pada saat baling-baling telah jadi dan terpasang (*propering power*) [7]. Perhitungan menggunakan pendekatan rumus :

$$THP = \frac{T \cdot Va}{75} \quad (4)$$

Keterangan :

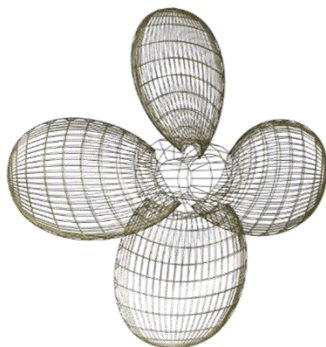
Va : kecepatan yang dihasilkan oleh baling-baling.

T : gaya dorong .

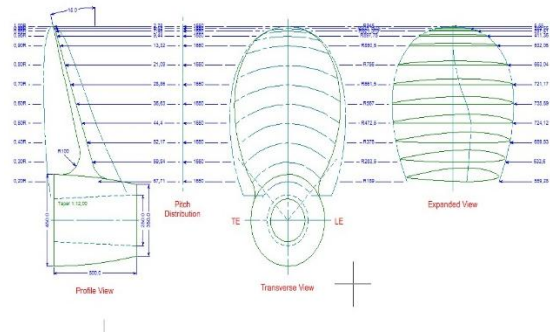
Dan Dari hasil perhitungan tersebut didapatkan nilai THP sebesar 1260 HP, dengan nilai BHP 1736 HP.

### Perencanaan Baling-Baling

Proses desain baling-baling merupakan proses pra perancangan dari sebuah sistem pembangunan kapal. Dengan sistem komputerisasi maka didapatkan desain ukuran propeler yang disesuaikan dengan perhitungan efisiensi baling-baling, lihat gambar 5.



Gambar 5. Desain 3D Baling-baling



Gambar 6. Geometri baling

Berdasarkan pengukuran baling-baling, lihat gambar 6 maka didapatkan ukuran pitch daun baling-baling 1667 mm dengan ukuran diameter sebesar 1900 mm. Dengan type B-series, *Multiple screw* karena direncanakan mesin yang akan terpasang adalah 2 unit. Dengan jumlah daun baling-baling 4 buah sehingga dapat digolongkan kapal termasuk kapal sedang dengan pelayaran antar pulau.

Tabel 1. Tabel perbandingan hasil dan aktual

No	Komponen	Hasil Perhitungan	Aktual
1	BHP mesin (hp)	1736	1530
2	Rpm mesin	1800	1800
3	Pitch baling-baling (mm)	1667	1650
4	Diameter baling-baling (mm)	1980	1850

### KESIMPULAN

Kapal peti kemas dengan kapasitas 100 teus ini berdasarkan perhitungan diatas, dibandingkan dengan data aktual dapat disimpulkan memiliki hasil yang memenuhi toleransi pada perencanaan propeler. Dengan data aktual daya mesin sebesar 1530 HP dengan sistem *multiple screw* atau penggerak ganda. Peletakan kamar mesin berada di belakang.

Semakin panjang poros baling-baling maka semakin besar pula energi yang terbuang dari putaran mesin untuk menggerakkan baling-baling. Untuk itu efisiensi dari baling-baling tergantung dari putaran mesin, panjang poros, luas *pitch* baling-baling dan diameter baling-baling [11].

Tipe baling-baling yang dipilih berdasarkan perhitungan diatas adalah *fixed pitch propeller B - 4. 40* , dengan bahan material *bronze* .

## DAFTAR PUSTAKA

1. Djaya, I.K., 2008, **Teknik Konstruksi Kapal Baja jilid 2**, Jakarta : BSE
2. Sukadana, I.B.P., 2009, **Rancangan Propeller optimum kapal ikan tradisional**, Journal rancang bangun dan teknologi. Lobic. Vol 9 no 2 Juli Hal 88 – 92.
3. Ouchi, K., Kawasaki, T. and Tamashima, M., 1990, **Propeller efficiency enhanced by PBCF**, 4th International symposium of Marine Engineering, Kobe, Japan, 15-19 October 1990.
4. Amini, H., Steen, S., 2011, **Experimental and theoretical analysis of propeller shaft loads in oblique in flow**, J. Ship Res. 55 (4), 1e21.
5. Harvald, Sv. Aa., 1983, **Resistance and Propulsion of Ship**, Denmark. p. 209.
6. Holtrop, J.A., 1984, **Statistical re-Analysis of Resistance and Propulsion Data**, International Shipbuilding Progress. Vol.31
7. Dubbioso, G., Muscari, R., Mascio, A.D., 2013, **Anasazis of the performance of a marine propeller operating in oblique flow**. Comput. Fluids 75, 86e102.
8. Khanfir, S., Nagarajan, V., Shouji, K., Lee, S.K., 2011, **Manoeuvring characteristics of twin-rudder systems: rudder-hull interaction effect on the manoeuvrability of twin-rudder ships**, J. Mar. Sci. Technol. 16 (4), 472e490.
9. Ortolani, F., Mauro, S., Dubbioso, G., 2015, **Investigation of the radial bearing force developed during actual ship operations. Part 2: unsteady maneuvers**. Ocean Eng. 106, 424e445.
10. Hou, L.X., Wang, C.H., Hu, A.K., Han, F.L., 2015, **Wake-adapted design of fixed guide wane type energy saving device for marine propeller**, Ocean Eng. 110, 11e17.
11. Purwono, Arif. 2010, **Analisis Teoritis Perbandingan Perancangan Bentuk Badan Kapal antara Bentuk Rounded dengan Multi-Chine pada Kapal Ikan**, Tugas Akhir ITS Surabaya.