

**Research Field : Naval System and Control**

Study of Software Design in Calculation Engine Propeller Matching Analysis

Habibi  
Department of System and Marine  
Control, Faculty of Marine  
Technology  
habibi\_bje@yahoo.com

I Made Ariana  
Department of System and Marine  
Control, Faculty of Marine  
Technology  
@yahoo.com

***ABSTRAK-** Kriteria kapal yang baik bukan hanya mampu terapung di perairan, namun harus memiliki perencanaan pembangunan yang sangat kompleks. Kekuatan memanjang dan melintang kapal, stabilitas kapal, kebocoran, lengkung sekat, probabilitas ketenggelaman kapal, gerak kapal dan sebagainya merupakan kriteria yang saling berkaitan yang harus di perhitungkan demi kenyamanan dan keselamatan kapal beserta muatannya. Matching point merupakan suatu titik operasi dari putaran motor penggerak kapal (engine speed) yang sedemikian hingga tepat (match) dengan karakter beban baling baling, yaitu titik operasi putaran motor dimana power yang di-absorb oleh propeller sama dengan power produced oleh engine dan menghasilkan kecepatan kapal yang mendekati (sama persis) dengan kecepatan servis kapal yang direncanakan. Salah satu tahapan dalam mengevaluasi desain kapal adalah EPM (Engine Propeller Matching). Belum adanya software yang tersedia untuk menganalisa hubungan karakteristik antara propeller dengan mesin (main engine) dan lambung kapal (hull), sehingga perancang membutuhkan waktu lama dalam perhitungan EPM (Engine Propeller Matching). Aplikasi java mempunyai popularitas yang sangat tinggi terutama di dunia enterprise application. Sehingga penggunaan aplikasi Java bisa digunakan untuk membangun bahasa pemrograman aplikasi engine propeller matching.*

***ABSTRACT-** The criteria of ship are good not only capable of floating in the sea, but should have a very complex development planning. Longitudinal Strength and transversal of ship, stability of ship, flood and bulkhead, ship motion etc. was interrelated criteria should be calculated that safety and comfort for ship, passenger and cargo passenger. Match point is an operating point of rotation main engine (engine speed) such that match with the load propeller characters in another word the operating point is main engine rotation where absorbed power by propeller is equal produced power by main engine with the speed service was planned. One of steep for evaluating ship design is EPM (Engine Propeller Matching). The absence of provided software to analyze relationship between characteristics of propeller with main engine and hull, that need a long time in calculation EPM (Engine Propeller Matching). Java programing has a very high popularity, especially for enterprise application. So the use of Java applications can be used to build the application programming language Engine Propeller Matching.*

***Keywords :** Engine propeller matching, Language programming, Java.*

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi berdampak terhadap peningkatan kemampuan komputer yang memungkinkan proses desain kapal dapat dikerjakan dalam waktu yang relatif singkat. Hal ini didukung oleh perkembangan perangkat lunak untuk melakukan analisis numerik yang lengkap seperti C++, Vb.Net, Delphi™, Fortran™, Matlab™ dan lain-lain. Tahapan desain yang berkaitan satu dengan yang lainnya memungkinkan untuk membuat program yang berintegrasi sehingga evaluasi desain dapat dilakukan secara bersamaan.

Salah satu tahapan dalam mengevaluasi desain kapal adalah EPM (*Engine Propeller Matching*). Matching point merupakan suatu titik operasi dari putaran motor penggerak kapal (*engine speed*) yang sedemikian hingga tepat (*match*) dengan karakter beban baling baling, yaitu titik operasi putaran motor dimana *power* yang di-*absorb* oleh propeller sama dengan *power produced* oleh engine dan menghasilkan kecepatan kapal yang mendekati (sama persis) dengan kecepatan servis kapal yang direncanakan.

Belum adanya software yang tersedia untuk menganalisa hubungan karakteristik antara propeller dengan mesin (*main engine*) dan lambung kapal (*hull*), sehingga perancang membutuhkan waktu lama dalam perhitungan EPM (*Engine Propeller Matching*).

Oleh karena itu perlu dilakukan pengembangan program untuk perhitungan dan analisis sebagai alternatif untuk mengevaluasi EPM (*Engine Propeller Matching*).

### 1.1. Engine Propeller Matching

Secara umum kapal yang bergerak di media air dengan kecepatan tertentu, maka akan mengalami gaya hambat (*resistance*) yang berlawanan dengan arah gerak kapaltersebut. Besarnya gaya hambat yang terjadi harus mampu diatasi oleh gaya dorong kapal (*thrust*) yang dihasilkan dari kerja alat gerak kapal (*propulsor*). Daya yang disalurkan (PD) ke alat gerak kapal adalah berasal dari Daya Poros (P), sedangkan Daya Poros sendiri bersumber dari Daya Rem (P) yang merupakan daya luaran motor penggerak kapal (Adji Surjo, 2005).

### 1.2. Karakteristik Lambung (Hull) Kapal

Salah satu tahapan yang sangat berpengaruh didalam melaksanakan proses *Analisa Engine - Propeller Matching* adalah tahap pemodelan dari karakteristik badan kapal yang dirancang/diamati. Hal ini disebabkan karena *Karakteristik Badan Kapal* mempunyai efek langsung terhadap karakteristik baling-baling (*propeller*).

Tahanan kapal ini merupakan gaya hambat dari media fluida yang dilalui oleh kapal saat beroperasi dengan kecepatan tertentu. Besarnya gaya hambat total ini merupakan jumlah dari semua komponen gaya hambat (*tahanan*) yang bekerja di kapal.

### 1.3. Karakteristik Umum Propeller Pada Open Water

Gaya dan momen yang dihasilkan oleh propeller dapat digambarkan dalam bentuk paling pokok yaitu yang disajikan dalam serangkaian karakteristik tak bersatuan (*non dimensional*). Karakteristik ini digunakan untuk menggambarkan secara umum

performa dari suatu propeller. Karakteristik tersebut adalah (Kristensen, 2013):

$$\text{Thrust Coefficient} \quad K_T = \frac{T}{\rho n^2 D^4} \quad \dots(1)$$

$$\text{Torque Advance Coefficient} \quad K_Q = \frac{Q}{\rho n^2 D^5} \quad \dots(2)$$

$$\text{Coefficient} \quad J = \frac{V_a}{nD} \quad \dots(3)$$

$$\text{Cavitation number} \quad \sigma = \frac{P_0 - e}{\frac{1}{2}\rho V^2} \quad \dots(4)$$

Dimana :

D = Diameter propeler

V<sub>a</sub> = Kecepatan advance aliran fluida

n = Kecepatan putar propeler

ρ = Massa jenis fluida

P<sub>0</sub> – e= Tekanan statis fluida di sekitar propeler

#### 1.4. Interaksi Lambung Kapal dengan Baling-baling

Interaksi lambung kapal dan baling-baling (*Hull & Propeller Interaction*) merupakan upaya-upaya pendekatan *diatas kertas* untuk mendapatkan karakteristik kinerja balingbaling saat beroperasi untuk kondisi *behind the ship*. Metodenya adalah dengan mengolah sebagai berikut (Carlton, 2007):

$$T_{SHIP} = \frac{\alpha V_A^2}{(1-t)(1-w)^2} \quad \dots(5)$$

$$T_{Prop} = K_T \times \rho \times n^2 \times D^4 \quad \dots(6)$$

$$T_{Ship} = T_{Prop} ,$$

$$K_T = \frac{\alpha \times V_A^2}{(1-t)(1-w)^2 \rho n^2 D^4} \quad \dots(7)$$

#### 1.5. Pemrograman Java Dekstop

Bahasa pemrograman Java pada awalnya dibuat oleh James Gosling pada tahun 1995 sebagai

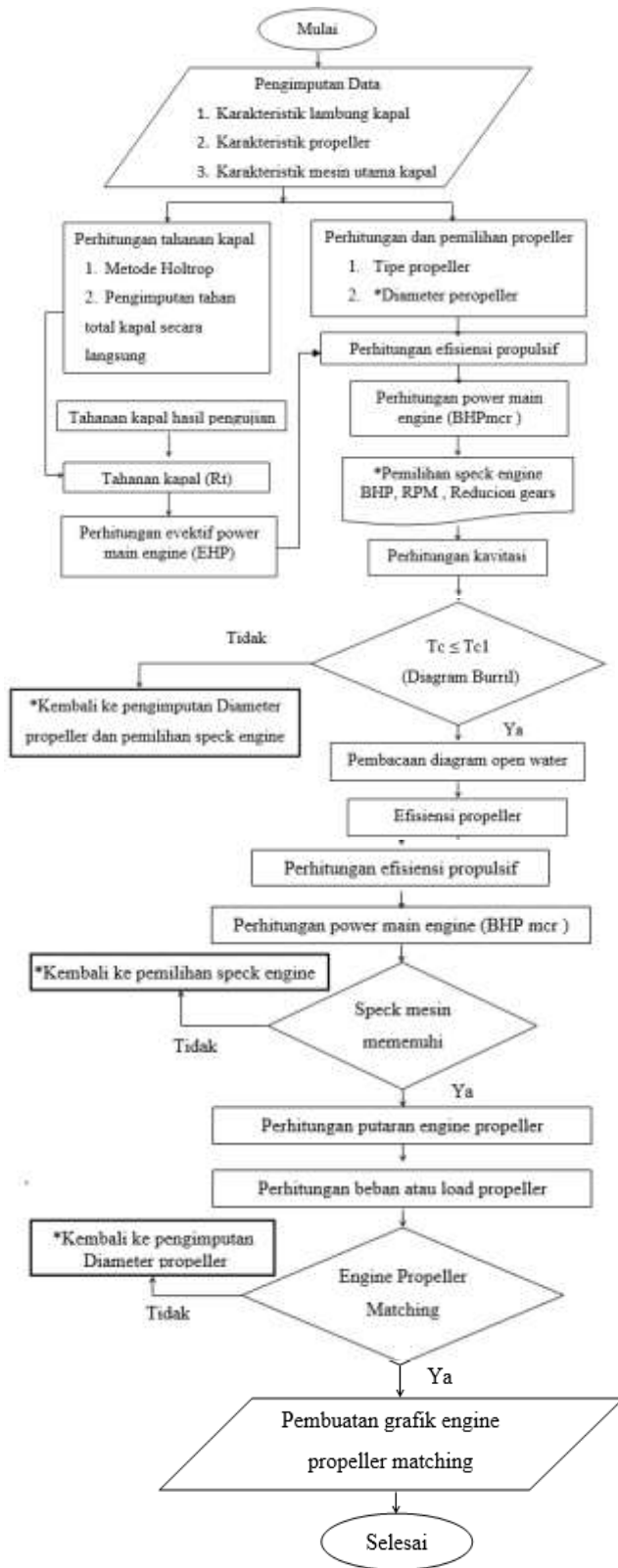
bagian dari Sun Microsystem Java Platform. Sintaks Java banyak diturunkan dari C dan C++ tetapi lebih sederhana, ketat dan mempunyai akses ke OS yang lebih terbatas. Hal ini karena Java ditujukan sebagai bahasa pemrograman yang cukup sederhana untuk dipelajari dan mudah dibaca. Aplikasi Java ditulis sebagai file berekstensi .java yang dicompile menjadi file .class. File .class ini adalah bytecode yang bisa dijalankan di semua Java Virtual Machine, tidak peduli apapun OS-nya ataupun arsitektur processornya. Java adalah bahasa yang ditujukan untuk semua kebutuhan, concurrent, berbasis class, object oriented serta didesain agar tidak tergantung terhadap lingkungan dimana aplikasi dijalankan (Bima,2011).

## 2. PERANCANGAN SISTEM

Sistem dirancang untuk mendapatkan match point antara lambung kapal, propeller dan mesin utama kapal, yaitu titik dimana power yang diabsorb oleh propeller sama dengan power produced oleh engine dan menghasilkan kecepatan kapal yang mendekati (sama persis) dengan kecepatan servis kapal yang direncanakan. Sistem dari aplikasi bias dilihat pada gambar1.

Data yang telah dikumpulkan akan diolah, adapun tahapan dalam analisa data meliputi:

1. Penyajian Data Kapal
2. Langkah-langkah pengerjaan
3. Pembacaan diagram open water
  - a) Perhitungan tahanan total kapal
  - b) Perhitungan *power main engine*
  - c) Perhitungan karakteristik propeller



Gambar 1. Alur dan perencanaan sistem

4. Perhitungan putaran engine
5. Perhitungan load propeller
6. Penentuan engine propeller matcing
7. Grafik engine propeller matcing

### 3. PENGUJIAN APLIKASI/SOFTWARE

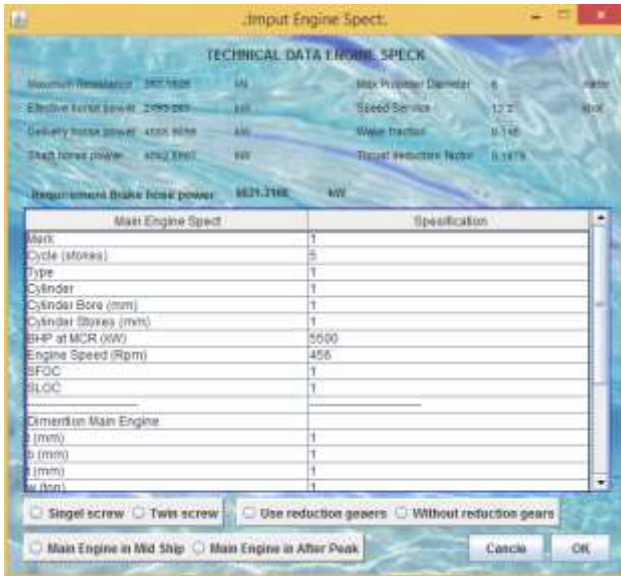
#### 3.1 Pengimputan Data

Pengujian aplikasi/software engine propeller matching diawali pegimputan data dimensi kapal dan pemilihan metode perhitungan tahanan kapal yang akan digunakan. Langkah tersebut dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Form pengimputan dimensi kapal dan pemilihan metode perhitungan tahanan kapal.

Proses perhitungan tahanan total kapal oleh sistem dengan menekan button/tombol execute dan akan berakhir dengan munculnya form input mesin utama seperti tampak pada gambar 3. Pada form input mesin ini akan mengitung karakteristik dari mesin utama yang akan digunakan selama kapal berlayar. Form input mesin ini selain karakteristik mesin yang diinput juga disediakan tabel untuk inputan data gear reduction.



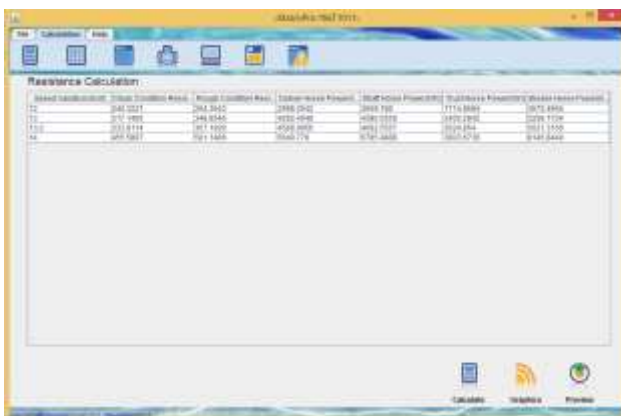
Gambar 3. Form input mesin

### 3.2 Output Hasil Pengujian Aplikasi/software

Output hasil pengujian aplikasi/software meliputi:

#### 1. Perhitungan hambatan total kapal

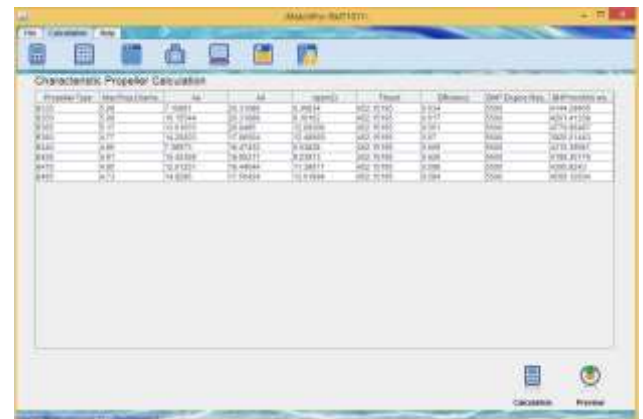
Hambatan total kapal akan ditampilkan oleh aplikasi dalam bentuk table berdasarkan variasi kecepatan yang diinput pada form input. Hasil perhitungan hambatan total kapal dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Form Perhitungan hambatan total kapal

#### 2. Perhitungan karakteristik propeller

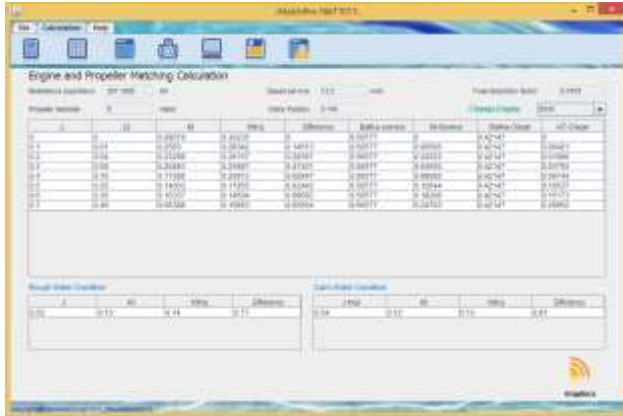
Pada form karakteristik propeller akan menampilkan tipe propeller yang bias di pasang di kapal. Data base aplikasi Ep ini menyediakan 8 (delapan) buah tipe propeller B-series yang bisa dipilih yaitu B335, B350, B365, B380, B440, B455, B470 dan B485. Tipe propeller yang akan ditampilkan oleh aplikasi adalah tipe propeller yang tidak kavitasi, memiliki diameter maksimal yang memenuhi tinggi sarat kapal dan memiliki power yang lebih kecil dari power mesin utama ang diinput pada saat pengoperasian di kecepatan dinas kapal.



Gambar 5. Form Karakteristik propeller

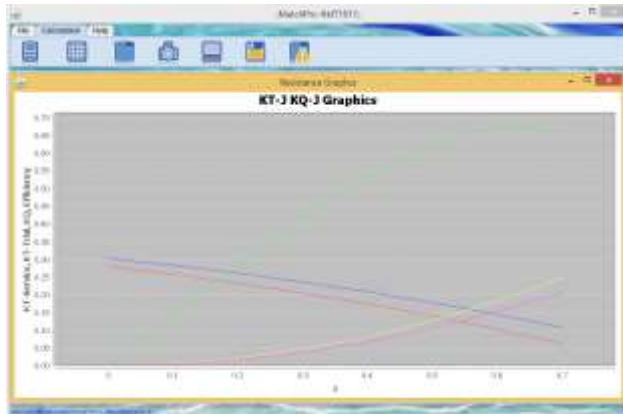
#### 3. Perhitungan engine and propeller matching

Form ini menampilkan match pada titik operasi operasi putaran motor dimana *power* yang di-*absorb* oleh propeller sama dengan *power produced* oleh engine dan menghasilkan kecepatan kapal yang mendekati (sama persis) dengan kecepatan servis kapal yang direncanakan. Hasil perhitungan bias dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Form Perhitungan Engine and propeller matching

Pada form Perhitungan Engine and propeller matching terdapat button graphics yang menampilkan grafik KT-KQ-J yang secara otomatis akan menentukan titik J (advance coeficient) yang merupakan perpotongan antara KT propeller dan KT kapal. Tampilan grafik bias dilihat pada gambar7.



Gambar 7. Form Grafik KT-KQ-J

#### 4. Perhitungan engine power load

Aplikasi/software Epm menghitung persentase putaran dan power engine yang dibutuhkan tipe propeller yang dipilih dan ditampilkan dalam form Engine power load calculation. Pada form Engine power load calculation dapat dianalisa kecepatan dinas

kapal dan tipe propeller yang memaksimalkan power engine yang dipasang di kapal.

#### 4. HASIL PERBANDINGAN

Untuk mendapatkan validasi hasil perhitungan, maka dilakukanlah perbandingan hasil perhitungan. Berikut Tabell. data kapal yang telah beroperasi akan dibandingkan hasil perhitungannya Hasil perhitungan aplikasi dibandingkan dengan hasil perhitungan kapal yang telah beroperasi.

Tabel1 .Data Kapal

|             |                      |
|-------------|----------------------|
| NamaKapal 1 | Kapal Sungai 75      |
| TypeKapal   | Car ferries          |
| ResMetode   | Was experment result |
| Typepro     | B-Series             |
| lbp         | 18.95m               |
| lwl         | 20.453m              |
| H           | 2.7m                 |
| T           | 1.9m                 |
| B           | 8m                   |
| Cb          | 0.6                  |
| Cp          | 0.646                |
| Cm          | 0.929                |
| Cw          | 0.9                  |
| V           | 11.22knot            |
| lcb         | -0.965               |
| D           | 1m                   |

##### 4.1. Perhitungan EHP

Hasil perbandingan perhitungan EHP dapat dilihat pada Tabel2 sebagai berikut:

| Speed(Knot) | Expriment |          |           |            | Aplikasi<br>EHP (kW) | Selisih<br>EHP (kW) | Persentase<br>(%kW) |
|-------------|-----------|----------|-----------|------------|----------------------|---------------------|---------------------|
|             | RT (kN)   | EHP (HP) | EHPsc(HP) | EHPsc(kW)  |                      |                     |                     |
| 10.13       | 21.01     | 146.77   | 168.7855  | 124.141524 | 131.3765             | 7.2350              | 0.07                |
| 11.22       | 37.24     | 292.234  | 336.0691  | 247.178403 | 232.8634             | 14.3150             | 0.14                |
| 11.63       | 44.62     | 357.87   | 411.5505  | 302.694878 | 320.3255             | 17.6306             | 0.18                |
| 12          | 52.2      | 432.1    | 496.915   | 365.480361 | 386.6642             | 21.1838             | 0.21                |

Dari hasil perhitungan pada Tabel2 persentase perbedaannya pada kecepatan

dinas kapal adalah 0.14 %. Hal tersebut disebabkan karena adanya perbedaan rumus yang dipakai oleh pihak galangan kapal dan aplikasi. Aplikasi memberikan nilai  $1+20\%$  Resistance pada *sea margin*, sedangkan pengujian galangan menambahkan 15% EHP untuk mendapatkan BHP pada service condition.

#### 4.2. Perhitungan Propeller

Perhitungan propeller disesuaikan dengan tipe peropeller yang dopasang di Kapal Sungai 75 yaitu B-470. Hasil perbandingan perhitungan propeller dapat dilihat pada Tabel3, sebagai berikut:

| Perhitungan          | Diamete       | Prop rps | Ae/Ao    | Eff (%) | Trust (kN) | Kavitasi |
|----------------------|---------------|----------|----------|---------|------------|----------|
| Perhitungan Galangan | 1             | 10.69    | 0.7      | 0.5311  | 21.83909   | Tidak    |
| Aplikasi             | 1             | 10.69079 | 0.699997 | 0.46    | 28.373335  | Tidak    |
|                      | Selisih       | 0.00079  | 0.000003 | 0.0711  | 6.534245   |          |
|                      | Persentase(%) | 0.0000   | 0.0000   | 0.0007  | 0.0653     |          |

Dari hasil perhitungan proleer pada Tabel3, persentase perbedaan yang tetinggi berada pada trust yang dihasilkan oleh propeller yaitu mencapai 0.06%, sedangkan putaran dan effisiensi propeller mendekati 0%. Berdasarkan hasil perhitungan Propeller tipe B-470 dapat digunakan karena dari kedua perhitungan baik perhitungan galangan maupun aplikasi tidak terjadi kavitasi.

### 5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Aplikasi/ software ini telah mampu menghasilkan Match point antara propeller dan mesin utama yang dipasang kapal.

2. Dengan menggunakan aplikasi ini dalam analisis engine and propeller matching dapat mengurangi kesalahan dalam pembacaan grafik secara manul.

3. Aplikasi ini dapat mempercepat perhitungan dan analisis engine and propeller matching dimana 8 (delapan) buah tipe propeller B-Series mampu di kalkulasi/running selama  $\pm 60$  detik.

### 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Adji, S.W. “*Engine Propeller Matching*”. 2005.
- [2]. Bima, Ifnu. “*Java Decstop*”. Bogor .2011.
- [3].Carlton, JS, ”*Marine propellers and propulsion*” second edition, Butterworth-Heinemann. 2007.
- [4]. H Otto Kristensen. “*Prediction of Resistance and Propulsion Power Of Ships*”, DTU. 2013.
- [5].Norwegian University of Science and Technology “*Speed And Powering Prediction For Ships Based On Model Testing*”,. 2012.