



**SKRIPSI - ME141501**

**ANALISA TEKNIS PERFORMANSI SISTEM PROPULSI  
AKIBAT MODIFIKASI PENAMBAHAN PANJANG KAPAL  
PADA KM.KHATULISTIWA-8**

**ELMA WAHYU NOVIANA  
NRP. 4212 106 001**

**Dosen Pembimbing  
Dr. Eng. I Made Ariana, S.T., M.T.  
NIP. 1971 0610 1995 12 1001**

**JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2016**



**SKRIPSI - ME141501**

***TECHNICAL ANALYSIS OF PERFORMANCE  
PROPULSION SYSTEM AS A RESULT OF  
MODIFICATION THE ADDITION SHIP LENGTH AT  
KM.KHATULISTIWA-8***

**ELMA WAHYU NOVIANA  
NRP. 4212 106 001**

***Advisor***

**Dr. Eng. I Made Ariana, S.T., M.T.  
NIP. 1971 0610 1995 12 1001**

***DEPARTEMEN OF MARINE ENGINEERING  
Faculty of Marine Technology  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2016***

**LEMBAR PENGESAHAN**

**ANALISA TEKNIS PERFORMANSI SISTEM  
PROPULSI AKIBAT MODIFIKASI PENAMBAHAN  
PANJANG KAPAL PADA KM.KHATULISTIWA-8**

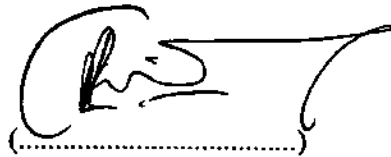
**SKRIPSI**

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Bidang Studi Marine Power Plant (MPP)  
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :  
**Elma Wahyu Noviana**  
**NRP. 4212 106 001**

Disetujui oleh Pembimbing Skripsi :

Dr. Eng. I Made Ariana, S.T., M.T.  
NIP. 1971 0610 1995 12 1001



SURABAYA  
JULI 2016

## LEMBAR PENGESAHAN

### ANALISA TEKNIS PERFORMANSI SISTEM PROPULSI AKIBAT MODIFIKASI PENAMBAHAN PANJANG KAPAL PADA KM.KHATULISTIWA-8

### SKRIPSI

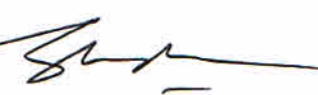
Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Bidang Studi *Marine Power Plant* (MPP)  
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**Elma Wahyu Noviana**  
NRP. 4212 106 001

Disetujui oleh Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan :



  
Dr. Eng. M. Badrus Zaman S.T., M.T.

NIP. 1977 0802 2008 01 1007

# **ANALISA TEKNIS PERFORMANSI SISTEM PROPULSI AKIBAT MODIFIKASI PENAMBAHAN PANJANG KAPAL PADA KM.KHATULISTIWA-8**

**Nama Mahasiswa** : Elma Wahyu Noviana  
**NRP** : 4212 106 001  
**Jurusan** : Teknik Sistem Perkapalan, FTK-ITS  
**Dosen Pembimbing** : Dr. Eng. I Made Ariana, S.T., M.T.

## **Abstrak**

KM KHATULISTIWA-8 merupakan jenis kapal kargo yang dimodifikasi dengan menambah konstruksi memanjang pada badan kapal agar kapal dapat membawa muatan dengan jumlah yang lebih banyak. Modifikasi panjang kapal dari panjang semula (LPP) 54,10 meter menjadi panjang (LPP) 64,00 meter, tentunya akan membuat luasan permukaan badan kapal yang tercelup air semakin besar. Hal ini menyebabkan kecepatan kapal ( $V_s$ ) semula 11 knot menjadi menurun 9 knot. Sehingga pada penelitian ini direncanakan sistem propulsi yang lebih baik dengan memanfaatkan penggunaan daya motor yang ada secara maksimal dengan pemilihan diameter & putaran propeller yang sesuai. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, maka diperoleh kesimpulan bahwa dengan menggunakan mesin induk yang telah ada yaitu Yanmar Z280ST 1500 HP putaran 650 RPM didapatkan pemilihan jenis propeller yang efisien yaitu propeller series B4-70. Dimana pada daya 0,85%  $BHP_{mcr}$  kecepatan yang mampu dihasilkan adalah 10,25 knot dengan putaran 620 Rpm kondisi *rough hull* dan pada kecepatan 10,55 knot dengan putaran 628 Rpm kondisi *clean hull*.

***Kata kunci : KM KHATULISTIWA-8, Modifikasi panjang kapal, Power prediction, Rpm Prediction, Speed Prediction.***

**TECHNICAL ANALYSIS OF PERFORMANCE  
PROPULSION SYSTEM AS A RESULT OF MODIFICATION  
THE ADDITION SHIP LENGTH AT KM.KHATULISTIWA-8**

**Name of Student** : Elma Wahyu Noviana  
**NRP** : 4212 106 001  
**Department** : Teknik Sistem Perkapalan, FTK-ITS  
**Advisor** : Dr. Eng. I Made Ariana, S.T., M.T.

**Abstract**

*KM KHATULISTIWA – 8 is the type of a Cargo Ship modified by adding construction lengthwise on the body of a ship so that ships may carry a load for more. Modification length of a Ship it is original length (lpp) 54, 10 meters to length (lpp) 64,00 meters of course will make covering the surface area of the body of a Ship submerged water the bigger. This can cause the ship speed ( $V_s$ ) will decrease from 9 knot became 10 knot. This study was planned so that the propulsion system better by utilizing the power usage of existing motors with choosen propeller who appropriate for engine. Based on the results of research conducted obtained the conclusion that with the use of a machine a have there those are Yanmar Z280ST 1500 HP 650 RPM obtained election kind of propeller efficient is propeller series B4-70. Where the power 0,85%  $Bhp_{mcr}$  the speed that can be produced is 10.25 knots (rough hull condition) with a round of engine 620 Rpm and 10.55 knots (clean hull shape) with a round of engine 628 Rpm.*

**Key Words:** *KM KHATULISTIWA-8, Modification length ship, Power prediction, Rpm Prediction, Speed Prediction.*

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah dan puji syukur pertama-tama penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan seluruh rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan *Skripsi* dengan judul **“ANALISA TEKNIS PERFORMANSI SISTEM PROPULSI AKIBAT MODIFIKASI PENAMBAHAN PANJANG KAPAL PADA KM. KHATULISTIWA-8”**. *Skripsi* ini dibuat untuk memenuhi salah satu syarat dalam meraih kelulusan sebagai Sarjana pada Program Studi Teknik Sistem Perkapalan FTK - ITS.

Sebagai bentuk rasa syukur, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Tarmudji dan Ibu Sutarmi selaku kedua orang tua penulis tercinta serta keluarga dan Denta Suwaninggar yang tiada hentinya memberikan dukungan baik moral maupun materiil selama penulis menempuh studi di FTK - ITS.
2. Dr. Eng. I Made Ariana, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing dan Wali Kelas yang telah banyak memberi masukan, kritik dan saran selama pembuatan *Skripsi*.
3. Indra Ranu Kusuma, ST, M.Sc selaku Ketua Progam Studi Sarjana (S1) jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK – ITS.
4. Dr. Eng. M. Badrus Zaman, ST, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK - ITS.
5. Bapak dosen pengajar yang telah mendidik dan memberi pengetahuan selama penulis menempuh pendidikan di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK- ITS
6. Sesama rekan Program Studi Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK- ITS & rekan Lintas Jalur, terima kasih atas kerjasamanya yang baik, semoga ini akan terus berlangsung.
7. Pihak-pihak lain yang terkait dan tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu kelancaran dalam pengerjaan *Skripsi*.

Semoga *Skripsi* ini dapat memberikan manfaat bagi rekan-rekan Program Studi Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS pada khususnya, serta bagi pembaca pada umumnya. Penulis menyadari *Skripsi* ini masih jauh dari sempurna sehingga penulis juga mengharapkan adanya kritik dan saran yang bersifat membangun, agar pada penulisan berikutnya dapat menyajikann tulisan yang lebih baik.

Terima kasih.

Surabaya , 20 Juli 2016

Penulis



## DAFTAR ISI

|  |     |
|--|-----|
| <b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....         | i   |
| <b>ABSTRAK</b> .....                   | iii |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....            | v   |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                | vii |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....             | x   |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....              | xii |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....         | 1   |
| 1.1 Latar Belakang .....               | 1   |
| 1.2 Perumusan Masalah.....             | 2   |
| 1.3 Batasan Masalah.....               | 2   |
| 1.4 Tujuan Penelitian.....             | 2   |
| 1.5 Manfaat Penelitian.....            | 3   |
| 1.6 Hipotesis .....                    | 3   |
| 1.7 Sistematika Laporan.....           | 3   |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....   | 5   |
| 2.1 Tahanan Kapal .....                | 5   |
| 2.1.1 Pengertian Tahanan Kapal .....   | 5   |
| 2.1.2 Perhitungan Tahanan Kapal .....  | 5   |
| 2.2 Kebutuhan <i>Power</i> Motor ..... | 13  |

|                |   |    |
|----------------|---|----|
| 2.2.1          | Pengertian Daya Mesin Induk Kapal.....                                | 13 |
| 2.2.2          | Perhitungan Daya Mesin Induk Kapal....                                | 13 |
| 2.3            | Konfigurasi Sistem Penggerak.Kapal.....                               | 17 |
| 2.4            | Pemilihan Daun Propeller .....  | 21 |
| 2.4.1          | Pengertian.....   | 21 |
| 2.4.2          | Perhitungan Propeller.....  | 22 |
| 2.5            | Kavitasi. ....  | 24 |
| 2.6            | Propeller B-Series. ....  | 25 |
| 2.7            | <i>Engine Propeller Matching</i> .....                                | 26 |
| <b>BAB III</b> | <b>METODOLOGI</b> .....   | 27 |
| 3.1            | Bentuk Skripsi.....   | 27 |
| 3.2            | Tahapan Skripsi. ....   | 27 |
| 3.3            | Jadwal Kegiatan Skripsi.....  | 30 |
| <b>BAB IV</b>  | <b>ANALISA DAN PEMBAHASAN</b> .....                                   | 31 |
| 4.1            | Identifikasi Data Kapal. ....   | 31 |
| 4.2            | Perhitungan Tahanan Kapal dan Kebutuhan Daya<br>Motor Penggerak. .... | 33 |
| 4.3            | Perhitungan Pemilihan Propeller. ....                                 | 41 |
| 4.4            | <i>Engine Propeller Matching</i> .....                                | 45 |

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| <b>BAB V KESIMPULAN</b> ..... | 68 |
| 5.1 Kesimpulan.....           | 68 |
| 5.2 Saran.....                | 68 |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....   | 70 |
| <b>LAMPIRAN</b>               |    |
| <b>BIOGRAFI PENULIS</b>       |    |

## DAFTAR GAMBAR

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| Gambar 2.1  | Tahanan Berlawanan Arah Gerak Kapal. ....                                    | 5  |
| Gambar 2.2  | Transmisi Daya.....  | 13 |
| Gambar 2.3  | Diagram Urutan Sistem Propulsi.....  | 17 |
| Gambar 2.4  | <i>Pitch Propeller.</i> .....  | 18 |
| Gambar 2.5  | <i>Strut Propeller.</i> .....  | 19 |
| Gambar 2.6  | Diagram 0,1739. Bp1. ....  | 22 |
| Gambar 2.7  | Diagram Burril.....  | 25 |
| Gambar 3.1  | <i>Flowchart</i> Skripsi. ....   | 29 |
| Gambar 4.1  | Modifikasi KM. KHATULISTIWA-8. ....  | 31 |
| Gambar 4.2  | <i>Open Water Test Curve</i> B4-70 Vs 11 Knot. ....                          | 46 |
| Gambar 4.3  | <i>Open Water Test Curve</i> B4-70 Vs 10 Knot. ....                          | 47 |
| Gambar 4.4  | <i>Open Water Test Curve</i> B4-70 Vs 9 Knot. ....                           | 48 |
| Gambar 4.5  | <i>Open Water Test Curve</i> B4-70 Vs 8 Knot. ....                           | 49 |
| Gambar 4.6  | <i>Open Water Test Curve</i> B4-70 Vs 8 Knot. ....                           | 50 |
| Gambar 4.7  | <i>Grafik Engine &amp; Propeller (Rpm) Prediction</i><br><i>B4-70.</i> ..... | 52 |
| Gambar 4.8  | <i>Grafik Speed (knot) &amp; Power Prediction</i><br><i>B4-70</i> .....      | 52 |
| Gambar 4.9  | <i>Open Water Test Curve</i> B4-85 Vs 11 Knot. ....                          | 53 |
| Gambar 4.10 | <i>Open Water Test Curve</i> B4-85 Vs 10 Knot. ....                          | 54 |
| Gambar 4.11 | <i>Open Water Test Curve</i> B4-85 Vs 9 Knot. ....                           | 55 |
| Gambar 4.12 | <i>Open Water Test Curve</i> B4-85 Vs 8 Knot. ....                           | 56 |
| Gambar 4.13 | <i>Open Water Test Curve</i> B4-85 Vs 7 Knot. ....                           | 57 |
| Gambar 4.14 | <i>Grafik Engine &amp; Propeller (Rpm) Prediction</i><br><i>B4-85.</i> ..... | 59 |
| Gambar 4.15 | <i>Grafik Speed (knot) &amp; Power Prediction</i><br><i>B4-85</i> .....      | 59 |
| Gambar 4.16 | <i>Open Water Test Curve</i> B4-100 Vs 11 Knot. ....                         | 60 |
| Gambar 4.17 | <i>Open Water Test Curve</i> B4-100 Vs 10 Knot. ....                         | 61 |
| Gambar 4.18 | <i>Open Water Test Curve</i> B4-100 Vs 9 Knot. ....                          | 62 |
| Gambar 4.19 | <i>Open Water Test Curve</i> B4-100 Vs 8 Knot. ....                          | 63 |
| Gambar 4.20 | <i>Open Water Test Curve</i> B4-100 Vs 7 Knot. ....                          | 64 |

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| Gambar 4.21 | <i>Grafik Engine &amp; Propeller (Rpm) Prediction</i> |    |
|             | <i>B4-85</i> .....                                    | 66 |
| Gambar 4.22 | <i>Grafik Speed (knot) &amp; Power Prediction</i>     |    |
|             | <i>B4-85</i> .....                                    | 66 |

## DAFTAR TABEL

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Tabel 2.1  | Persyaratan Holtrop.....   | 5  |
| Tabel 2.2  | Nilai Faktor Tambahan Lambung.....                                   | 9  |
| Tabel 2.3  | Tingkatan propeller B-Series.....                                    | 26 |
| Tabel 3.1  | Jadwal Kegiatan Skripsi.....   | 30 |
| Tabel 4.1  | Data Spesifikasi Kapal.....  | 31 |
| Tabel 4.2  | Data Kapal Sebelum Modifikasi.....                                   | 32 |
| Tabel 4.3  | Data Kapal Sebelum Modifikasi.....                                   | 32 |
| Tabel 4.4  | Data Mesin Induk.....  | 33 |
| Tabel 4.5  | Pebandingan Nilai Tahanan Kapal Sebelum dan Setelah Modifikasi.....  | 34 |
| Tabel 4.6  | Pebandingan Kebutuhan Daya Motor Sebelum dan Setelah Modifikasi..... | 38 |
| Tabel 4.7  | Nilai $0,1739 \cdot Bp_1$ .....                                      | 41 |
| Tabel 4.8  | Nilai Db yang Memenuhi.....  | 42 |
| Tabel 4.9  | Nilai P/Db dan Propeller.....  | 43 |
| Tabel 4.10 | Perhitungan Resiko Kavitasi.....                                     | 44 |
| Tabel 4.11 | <i>Rough Hull Condition Propeller Series B4-70. ...</i>              | 51 |
| Tabel 4.12 | <i>Clean Hull Condition Propeller Series B4-70. ...</i>              | 51 |
| Tabel 4.13 | <i>Rough Hull Condition Propeller Series B4-85. ...</i>              | 58 |
| Tabel 4.14 | <i>Clean Hull Condition Propeller Series B4- 85. ...</i>             | 58 |
| Tabel 4.15 | <i>Rough Hull Condition Propeller Series B4-100. ...</i>             | 65 |
| Tabel 4.16 | <i>Clean Hull Condition Propeller Series B4- 100. ...</i>            | 65 |

**BAB V**  
**KESIMPULAN DAN SARAN**

**BAB I**  
**PENDAHULUAN**



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dewasa ini terdapat beragam jenis modifikasi pada kapal, diantaranya yang pertama adalah modifikasi penambahan panjang kapal pada kapal kargo agar kapal dapat membawa muatan dengan jumlah yang lebih besar. Kemudian yang kedua adalah modifikasi peninggian *car-deck* pada kapal Ferry RO-RO agar nantinya kapal dapat mengangkut kendaraan yang lebih tinggi dan besar, dan yang ketiga adalah modifikasi perpanjangan *rampdoor* (pintu kapal) yang ditujukan untuk menunjang proses *loading unloading*.

KM KHATULISTIWA-8 merupakan jenis kapal kargo yang dimodifikasi dengan menambah konstruksi memanjang pada badan kapal (*parallel middle body*), sehingga kapal akan bertambah panjangnya dari ukuran semula. Akibat modifikasi tersebut dikhawatirkan dapat menimbulkan terjadinya penurunan kecepatan kapal. Dimana secara teoritis semakin besar luasan permukaan badan kapal yang tercelupair, maka dapat menyebabkan kecepatan kapal ( $V_s$ ) juga semakin menurun. Hal ini tentu akan sangat merugikan bagi pemilik kapal.

Sehingga pada skripsi ini akan dilakukan sebuah penelitian yang mengarah kepada “Analisa Teknis Performansi Sistem Propulsi Akibat Modifikasi Penambahan Panjang Kapal Pada KM KHATULISTIWA-8”. Diharapkan dari penelitian ini dapat direncanakan sistem propulsi yang lebih baik dengan memanfaatkan penggunaan daya motor mesin induk yang telah ada / terpasang secara maksimal dengan pemilihan diameter & putaran propeller yang sesuai. Dan berikutnya diharapkan perhitungan sistem propulsi yang benar akan dapat dijadikan budaya bagi pemilik kapal maupun galangan agar operasional motor induk & sistem propulsi menjadi optimal.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, maka identifikasi yang dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Seberapa besar tahanan kapal yang dihasilkan setelah dilakukan modifikasi panjang kapal.
2. Seberapa besar pengaruh dari modifikasi penambahan panjang kapal terhadap performansi sistem propulsi dalam mencapai kecepatan dinas.
3. Bagaimana menentukan sistem propulsi yang lebih sesuai, daya motor yang optimal, diameter & putaran propeller yang sesuai.

## **1.3 Batasan Masalah**

Dalam penulisan skripsi ini terdapat beberapa batasan masalah, diantaranya :

1. Analisa dilakukan hanya pada kemampuan sistem propulsi dalam mencapai kecepatan dinas akibat adanya modifikasi penambahan panjang kapal.
2. Data spesifikasi dan data pendukung lainnya merupakan data aktual yang diambil dari lapangan.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Penulisan ini bertujuan untuk:

1. Mengidentifikasi besarnya tahanan kapal yang dihasilkan setelah dilakukan modifikasi penambahan panjang kapal.
2. Menganalisa performansi daya yang mampu dihasilkan oleh sistem propulsi pada KM KHATULISTIWA-8 setelah dilakukan modifikasi penambahan panjang kapal.
3. Menentukan sistem propulsi yang lebih sesuai, daya motor yang optimal, diameter & putaran propeller yang sesuai agar operasional motor induk & sistem propulsi menjadi optimal tanpa mengganti mesin induk yang ada.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Penulisan ini mempunyai manfaat sebagai berikut :

1. Bagi Akademisi
  - Mahasiswa mendapatkan ilmu dalam mencermati teknologi dan dapat menjalin *networking* dengan masyarakat industri.
  - Fakultas Teknologi Kelautan - ITS khususnya Jurusan Teknik Sistem Perkapalan dapat menghasilkan lulusan yang berkualitas pada bidang yang bersesuaian dengan minat mahasiswa dan masyarakat industri.
2. Bagi perusahaan
  - Pemilik Kapal (*Owner*) pada umumnya dan ABK pada khususnya dapat mengetahui hal-hal yang perlu diperhatikan agar didapatkan performa sistem propulsi yang optimal sehingga akan menunjang pelayaran dengan baik.

## **1.6 Hipotesis**

Hipotesis dari skripsi ini adalah mengetahui seberapa besar performansi sistem propulsi yang dapat dihasilkan setelah dilakukan modifikasi penambahan panjang kapal termasuk kaitannya dalam hal menentukan sistem propulsi yang lebih sesuai, daya motor yang optimal, diameter & putaran propeller yang sesuai tanpa harus mengganti mesin induk yang ada.

## **1.7 Sistematika Laporan**

Untuk memperoleh hasil laporan skripsi yang sistematis dan tidak keluar dari pokok permasalahan yang telah ditentukan, maka dibuat sistematika penulisan sebagai berikut :

### **BAB I. Pendahuluan**

Bab ini berisi uraian secara umum dan singkat meliputi latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penulisan, manfaat penulisan dan sistematika penulisan dari skripsi yang disusun.

## BAB II. Tinjauan pustaka

Bab ini berisi penjelasan tentang berbagai referensi dan teori yang terkait dengan judul penelitian yang meliputi pengertian tahanan kapal, kebutuhan *power* motor, konfigurasi peralatan sistem transmisi penggerak kapal, pemilihan daun propeller, kavitasi, propeller B-series, dan *engine propeller matching*.

## BAB III. Metodologi penelitian

Pada bab ini akan dipaparkan mengenai dasar-dasar dalam penelitian, tahap-tahap pengumpulan data, metode-metode yang digunakan serta kerangka pemikiran sebagai penyelesaian masalah.

## BAB IV. Analisa dan pembahasan

Bab ini berisi uraian data yang telah diolah dan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik grafik untuk mempermudah dalam proses penganalisaan sehingga dapat ditarik kesimpulan.

## BAB V. Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi tentang jawaban dari pertanyaan yang terkandung pada tujuan penelitian.

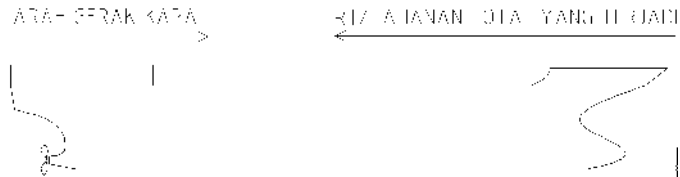
# **BAB II**

# **TINJAUAN PUSTAKA**

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tahanan Kapal

#### 2.1.1 Pengertian Tahanan Kapal



Gambar 2. 1 Tahanan Berlawanan Arah Gerak Kapal

Tahanan (*resistance*) kapal adalah suatu gaya yang diakibatkan oleh fluida yang berlawanan arah dengan gerak laju kapal. Tahanan kapal diaplikasikan untuk mencari kebutuhan gaya dorong (*thrust*) yang dibutuhkan oleh kapal agar kapal dapat bergerak dengan kecepatan dinas (*service speed*) yang sesuai dengan perencanaannya (S.Adji,2009).

#### 2.1.2 Perhitungan Tahanan Kapal

Pada perhitungan tahanan kapal terdapat beberapa jenis perhitungan yang biasa digunakan untuk menghitung tahanan. Salah satunya adalah perhitungan tahanan dengan metode Holtrop. Adapun batasan perhitungan tahanan kapal dengan metode Holtrop yaitu dimensi kapal sebagai berikut :

Tabel 2.1 Tabel Persyaratan holtrop

| Persyaratan |   |     |        |
|-------------|---|-----|--------|
| 0,55        | < | Cp  | < 0,85 |
| 3,9         | < | L/B | < 15   |
| 2,1         | < | B/T | < 4,0  |

Metode Holtrop yang dikemukakan oleh J.Holtrop dan G.G.J.Mennen dituliskan dalam jurnalnya yang berjudul “*An Approximate Power Prediction Method*”. Komponen tahanan total pada kapal yang dihitung dengan metode holtrop, meliputi :

$$R_{TOTAL} = R_F (1+k) + R_{APP} + R_W + R_B + R_{TR} + R_A$$

Dimana :

$R_F$  = *Frictional resistance according to the ITTC 1957 formula.*

$1 + k$  = *Form faktor of the hull.*

$R_{APP}$  = *Appendage resistance.*

$R_W$  = *Wave resistance.*

$R_B$  = *Additional pressure resistance of bulbous bow near the water surface.*

$R_{TR}$  = *Additional pressure resistance due to transom immersion.*

$R_A$  = *Model-ship corelation resistance.*

Tahapan perhitungan tahanan kapal total ( $R_{TOTAL}$ ) dengan metode Holtrop, adalah sebagai berikut :

1. Perhitungan Volume Displacement ( )

$$= L \times B \times T \times C_{bw}$$

Dimana : L adalah  $L_{wl}$  (m)

2. Perhitungan Dsiplacement

$$= \quad \times$$

Dimana :  $C_{airlaut} = 1.025$

3. Perhitungan Luas Permukaan Basah (S), berdasarkan *Principles of naval Architecture Vol.II P. 91* :

$$S = L(2T + B) C_M (0.453 + 0.4425 C_B - 0.2862 C_M - 0.003467 B/T + 0.3696 C_{WP}) + 2.38 A_{BT}/C_b$$

Dimana :

L :  $L_{wl}$

- $C_M$  : Koef. Midship  
 $C_B$  : Koef. Block  
 $C_{WP}$  : Koef. Waterline  
 $A_{BT}$  : Karena kapal ini tidak menggunakan Bulbous Bow.  
 Jadi tidak memiliki luas penampang melintang  
 Bulbous Bow

4. Perhitungan Tahanan Gesek Kapal (RF) dengan Metode ITTC 1957.

$$R_F = 1/2 \cdot C_F \cdot S \cdot V^2$$

Dimana :

V = Kecepatan kapal (m/s)

$$= \text{ton/m}^3 = 1,025 \text{ ton/m}^3$$

S = Luas Permukaan Basah (m<sup>2</sup>)

a. Menghitung Reynold Number (Rn)

$$R_n = V \cdot L / \nu$$

Dimana :

$$L = L_{wl}$$

V = kecepatan (m/s)

$$= \text{Viscositas air laut Pada } 15^\circ \text{ C} = 1,18831 \times 10^{-6}$$

b. Menghitung Koefisien Gesekan

$$C_F = 0,075 / (\log_{10} R_n - 2)^2$$

c. Menghitung nilai LR

$$L_R = L(1 - CP + 0,06CP \cdot LCB / (4CP - 1))$$

Dimana :

- L adalah L<sub>wl</sub> (m)

- LCB adalah LCB standar

d. Menentukan faktor C<sub>14</sub>

$$\text{Faktor } C_{14} = 1 + 0,011 C_{STERN}$$

C<sub>stern</sub> = -25 to 20 barge shaped forms

= -10 after body with V sections



= 0 normal shape of after body  
 =+10 after body with U sections

e. Menghitung Form Faktor (1 + k)

$$1 + k = 0,93 + 0,487118 C_{14} \left(\frac{B}{L}\right)^{1,06806} \left(\frac{T}{L}\right)^{0,46106} \left(\frac{L}{L_R}\right)^{0,121563} \left(\frac{L^3}{\dots}\right)^{0,36486} (1-C_p)^{-0,604247}$$

5. Perhitungan Tahanan Tambahan (RAPP) Berdasarkan *An Approximate Power Prediction Method by J.Holtrop & G.G.J.Mennen P.167* :

$$R_{APP} = 0.5 V^2 S_{APP}(1+k)eq C_F$$

Dimana :

$C_F$  = Koefisien tahanan gesek dari kapal (ITTC 1957)

V = Kecepatan kapal (m/s)  
 = ton/m<sup>3</sup> = 1,025 ton/m<sup>3</sup>

a. Menghitung S boss

$$S_{boss} = 1,5 \cdot D^2$$

Dimana :

$D_{boss}$  = Diameter boss (m)

b. Menghitung  $S_{APP}$

$$S_{APP} = c_1 \cdot c_2 \cdot c_3 \cdot c_4 (1,75 L T/100)$$

Dimana :

L = Lwl (m)

$c_1$  = 1,0 untuk kapal umum  
 = 0,9 untuk bulk carier dan tanker dengan displacement 50.000 ton.  
 = 1,7 untuk tug dan trawler

- c<sub>2</sub> = untuk faktor tipe rudder
  - = 1,0 untuk kapal umum
  - = 0,9 semi spade rudder
  - = 0,8 untuk double rudder
  - = 0,7 untuk high lift rudder
- c<sub>3</sub> = untuk faktor profil rudder
  - = 1,0 untuk NACA-profil dan plat rudder
  - = 0,8 untuk hollow profil
- c<sub>4</sub> = untuk rudder arrangement
  - = 1,0 untuk rudder in the propeller jet
  - = 1,5 untuk rudder outside the propeller jet

- c. Menghitung nilai  $(1+K_2)$ eq  
 Nilai tersebut dapat dilihat pada tabel 2.2 dibawah ini.

Tabel 2.2 Tabel Nilai Faktor Tambahan Pada Lambung

| tipe of appendage | S <sub>APP</sub> (m <sup>2</sup> ) | 1+K <sub>2</sub> | S <sub>APP</sub> * $(1+K_2)$ |
|-------------------|------------------------------------|------------------|------------------------------|
| rudder            | 1.192.464                          | 1.5              | 1.788.696                    |
| bossing           | 2.692                              | 2                | 5.384                        |
|                   | 14.617                             | 3.5              | 2.327.096                    |

6. Perhitungan Tahanan Gelombang (RW),  
 Berdasarkan *A Statistical Re-Analysis Of Resistance and Propulsion Data by J. Holtrop P.272* ; Untuk Fn 0.4

$$R_w = c_1 \times c_2 \times c_5 \times \dots \times g \times \exp[m_1 F_n^d + m_2 \cos(F_n^{-2})]$$

- a. Menentukan faktor C7  
 $c_7 = B/L$  Ketika  $0,11 < B/L < 0,25$

- b. Menentukan nilai  $F_n$   

$$F_n = V / (g \times Lwl)$$
- c. Menghitung nilai  $I_E$   

$$I_E = 1 + 89 \exp\left\{ -\left(\frac{L}{B}\right)^{0.80856} (1 - C_{WP})^{0.30484} (1 - C_P - 0.0225 L_{CB})^{0.6367} \left(\frac{LR}{B}\right)^{0.34574} (100 - \frac{L}{L^3})^{0.16302} \right\}$$
- d. Menghitung faktor  $C_1$  (Koeffisien karena bentuk lambung kapal)  

$$c_1 = 2223105 \times 0.1594^{3.7861} (8.9/22)^{1.07961} (90-12)^{-1.37565}$$
- e. Menghitung faktor  $c_2$   

$$c_2 = \text{Exp}(-1.89 \times c_3^{0.5})$$
- f. Menghitung faktor  $c_3$   

$$c_3 = 0.56 A_{BT}^{1.5} / \{BT(0.31 A_{BT} + T_F - h_B)\}$$

Dimana :

$A$  = Luas transom atau luas yg tercelup ke air.

$h_B$  = Tinggi pusat bulb dari base line = 0

$T_F$  = Sarat pada bagian haluan

$A_{BT}$  = Luas penampang melintang dari Bulbus Bow.

Karena kapal tidak menggunakan Bulbous Bow.

Jadi tidak memiliki luas penampang melintang

Bulbous Bow, sehingga  $A_{BT} = 0$

- g. Menghitung faktor  $c_5$   

$$c_5 = 1 - 0.8(A_T/BTC_M)$$

Dimana :

$A_T$  = Luas transom atau luas yg tercelup ke air.

Karena kapal didesain pada transom yang luas permukaan seluruhnya berada diatas permukaan air, maka  $A_T = 0$

- h. Menghitung nilai  
 $= 1,446 C_p - 0,03 L/B \rightarrow$  Ketika  $L/B < 12$ ,
- i. Menghitung faktor  $c_{16}$   
 $c_{16} = 8,07981 C_p - 13,8673 C_p^2 + 6,984388 C_p^3$   
 Ketika  $C_p < 0.80$
- j. Menghitung nilai  $m_1$   
 $m_1 = 0,0140407 L/T - 1,75254 \quad 1/3 /L + 4,79323 B/L -$   
 $c_{16}$
- k. Menghitung faktor  $c_{15}$   
 $c_{15} = -1,69385 \quad \text{Ketika } L^3 / \quad 512$
- l. Menghitung nilai  $m_2$  (Koeffisien karena bentuk lambung kapal.)  
 $m_2 = c_{15} C_p^2 \exp(-0,1 Fn^{-2})$

7. Perhitungan Tahanan Tambahan Dari Bulbous Bow (RB).  
 Berdasarkan *An Approximate Power Prediction Method by J.Holtrop & G.G.J.Mennen P.168*:

$$R_B = 0.11 \exp(-3 P_B^{-2}) Fni^3 A_{BT}^{1.5} p g / (1 + Fni^2)$$

Karena kapal tidak menggunakan Bulbous Bow, maka  $R_B = 0$

8. Perhitungan Tahanan Tambahan Dari Transom (RTR).  
 Berdasarkan *An Approximate Power Prediction Method by J.Holtrop & G.G.J.Mennen P.168*:

$$R_{TR} = 0.5 \cdot V^2 \cdot A_T \cdot c_6$$

Dimana :

$A_T =$  Luas transom atau luas yg tercelup ke air.

Transom pada kapal ini luas permukaannya seluruhnya berada diatas permukaan air. Maka  $A_T = 0$

9. Model - Ship Correlation allowance (RA)

Adalah nilai koreksi yang berhubungan dengan model kapal :

$$R_A = 0,5 \cdot V^{0,2} \cdot C_A \cdot S$$

Menghitung nilai  $C_A$

$$C_A = 0,006(L+100)^{-0,16} - 0,00205 + 0,003(L/7,5)^{0,5} C_B^4 \\ c_2(0,04 - c_4)$$

Dimana :

Untuk nilai  $T/L > 0.04$  maka nilai  $C_4 = 0.04$

10. Perhitungan Tahanan Total Kapal (RT)

$$R_{TOTAL} = R_F(1+k) + R_{APP} + R_W + R_B + R_{TR} + R_A$$

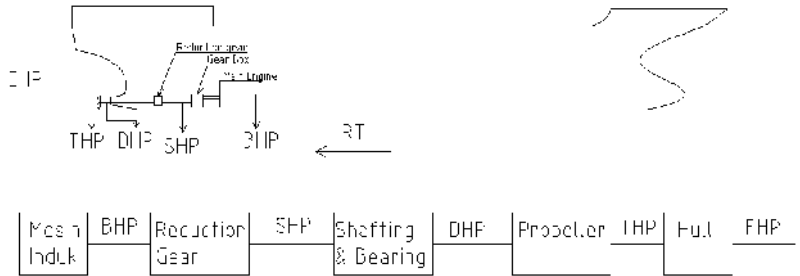
11. Perhitungan *Sea Margin*

- Jalur pelayaran Atlantik utara, ke timur, untuk musim panas 15% dan musim dingin 20%
- Jalur pelayaran Atlantik Utara, ke barat, untuk musim panas 20% dan musim dingin 30%
- Jalur pelayaran Pasifik, 15 - 30 %
- Jalur pelayaran Atlantik selatan dan Australia, 12 - 18 %
- Jalur pelayaran Asia Timur, 15 - 20 %

Kapal berlayar di pelayaran Nusantara, maka diasumsikan nilai *sea margin*-nya = 15% - 20%.

## 2.2 Kebutuhan Power Motor

### 2.2.1 Pengertian Daya Mesin Induk Kapal



Gambar 2.2 Transmisi Daya

Daya adalah tenaga atau *power* yang dapat menggerakkan suatu benda, sedangkan pengertian daya mesin induk pada kapal adalah *power* yang dibutuhkan untuk memutar propeller sehingga dapat menggerakkan kapal dengan kecepatan tertentu.

Perhitungan daya kapal bertujuan untuk mendapatkan daya yang diperlukan untuk membuat kapal bergerak maju melawan tahanan yang berlawanan arah dengan arah gerak kapal.

### 2.2.2 Perhitungan Daya Mesin Induk Kapal

Setelah besar tahanan dari kapal yang direncanakan dapat diketahui, maka selanjutnya dihitung besar gaya dorong yang dapat mengatasi gaya tahanan tersebut. Berikut adalah perhitungannya :

#### 1. *Effective Horse Power (EHP/PE)*

Merupakan daya efektif kapal yang diperlukan untuk menggerakkan kapal melawan gaya tahanan yang terjadi dari badan kapal (*hull*), agar kapal dapat bergerak dari satu tempat ke tempat yang lain dengan kecepatan servis sebesar  $V_s$ . Daya Efektif ini merupakan fungsi dari besarnya gaya hambat total dan kecepatan kapal.

$$\text{EHP} = \text{RT (dinas)} \times \text{Vs}$$

Keterangan :

RT : Tahanan total kapal (Newton)

V : Kecepatan kapal yang direncanakan (m/s)

EP : *Effective Power* (Watt)

## 2. *Delivered Horse Power (DHP/PD)*

Adalah daya yang diserap oleh propeller dari sistem perporosan atau daya yang diteruskan oleh sistem perporosan ke propeller untuk diubah menjadi daya dorong (*thrust*).

$$\text{DHP} = \text{EHP} / \text{Pc}$$

Keterangan :

Pc : Adalah besarnya kehilangan daya yang diterima system perporosan akibat pengaruh badankapal, kecepatan *relative* aliran air serta letak propeller di belakang badan kapal.

$$\text{Pc} = \text{H} * \text{rr} * \text{p}$$

Keterangan :

Sebelum mengetahui nilai Pc, maka yang harus dicari dahulu adalah nilai dari faktor-faktor berikut ini :

### ❖ *Menghitung Wake fraction (w)*

*Wake fraction* atau arus ikut, merupakan perbandingan antara kecepatan kapal dengan kecepatan air yang menuju ke propeller, perbedaan antara kecepatan kapal dengan kecepatan aliran air akan menghasilkan harga koefisien arus ikut. Didalam perencanaan ini menggunakan *single screw propeller*. Berdasarkan *Taylor (Resistance, Propulsion*

*and Steering of Ships, Van Lammeren, hal 178*), maka didapat nilai *wake fraction*:

$$w = 0,5 C_b - 0,05$$

❖ **Menghitung *trust deduction factor*(*t*)**

Gaya dorong *T* yang diperlukan untuk mendorong kapal harus lebih besar dari *R* kapal, selisih antara *T* dengan *R* adalah *T - R*, disebut penambahan tahanan yang pada prakteknya hal ini dianggap sebagai pengurangan atau deduksi dalam gaya dorong baling-baling, kehilangan gaya dorong sebesar (*T-R*) ini dinyatakan dalam fraksi deduksi gaya dorong (*Principles Of Naval Architecture Vol. II Edward V. Lewis, Editor published by the society of naval architects and marine engineers, tabel 4 hal. 159*).

Nilai *k* adalah antara 0,7- 0,9

$$t = k \times w$$

❖ **Menghitung *Efisiensi Propulsif***

• ***H (hull efficiency)***

Merupakan efisiensi rasio antara daya efektif dengan daya dorong.

$$H = (1 - t) / (1 - w)$$

• ***rr (relative rotative efficiency)***

Merupakan rasio antara efisiensi baling-baling pada saat *open water test*. (*Principles of naval architecture vol. II Edward V. Lewis, Editor published by the society of naval architects and marine engineers, hal. 152*). Nilai *rr* (efisiensi relative rotatif) adalah sebagai berikut :



Untuk single screw = 1 - 1,1

- **p (propeller efficiency)**

Merupakan rasio antara daya dorong dengan daya yang disalurkan. Efisiensi propulsi perkiraan awal:

$$p = (40\% - 70\%) \text{ asumsi pertama}$$

### 3. **Trust Horse Power (THP/ PT)**

Merupakan besarnya daya yang dihasilkan oleh kerja dari alat gerak kapal (propulsor) untuk mendorong badan kapal.

$$\text{THP} = \text{EHP} / h$$

### 4. **Shaft Horse Power (SHP/ PS)**

Merupakan besarnya daya yang disalurkan oleh mesin penggerak, untuk menggerakkan propeller.

$$\text{SHP} = \text{DHP} / s b$$

\* Dimana :

$s b = \text{shaft transmission efficiency}$ . Pengurangan 2% untuk kamar mesin di kapal bagian belakang.

### 5. **Brake Horse Power (BHP/PB)**

Merupakan besarnya daya yang dihasilkan oleh mesin penggerak kapal. *Brake horse power* memiliki dua (2) jenis, diantaranya :

- Daya hasil mesin penggerak kapal saat kondisi *service continuous rating*.

$$\text{BHP}_{\text{scr}} = \text{SHP} / G$$

Keterangan :

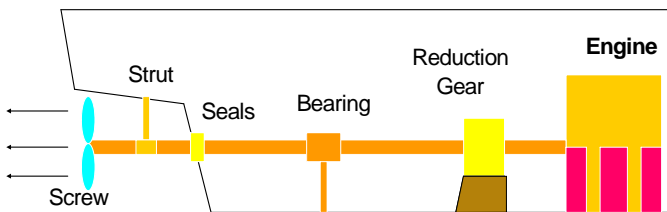
$G = \text{gearbox efficiency}$ , pengurangan 2% untuk penggunaan gearbox.

- Daya hasil mesin penggerak kapal saat kondisi *maximum continuous rating* (daya keluaran pabrik). Nilainya berkisar 85 ~ 90% dari PB SCR (Kawasan Indonesia).

$$\text{BHP}_{\text{MCR}} = \text{BHP}_{\text{scr}} / 0,85$$

### 2.3 Konfigurasi Peralatan Sistem Penggerak Kapal

Berikut merupakan urutan peralatan baku yang terdapat pada sistim transmisi propulsor utama:



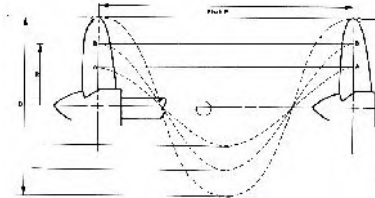
Gambar 2.3 Diagram Urutan Peralatan Pokok Pada Sistim Propulsi

#### a. *Screw/ Propeller*

Propeller merupakan alat yang dapat mengkonversikan daya mekanis dari poros menjadi daya dorong (*thrust*). Bentuk dan jenis propeller menurut jumlah daunnya secara umum dapat terbagi menjadi propeller dengan jumlah daun dua, tiga, empat dan lima.

Seperti layaknya suatu benda konstruksi, propeller tentunya memiliki bagian bentuk geometris seperti :

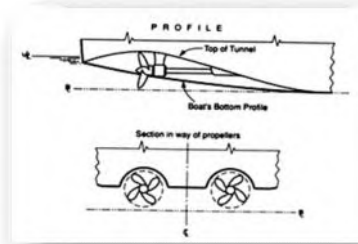
- *Diameter (D)* : Diameter suatu propeler dinyatakan sebagai diameter yang dibentuk oleh *tip circle*.
- *Hub (Boss)* : Berbentuk silinder konis, yang berguna untuk memasang propeller pada poros propeller.
- *Leading Edge* (ujung Potongan Daun) : Adalah tepi daun propeller dimuka, jadi pada saat propeller berputar bagian ujung potongan daun ini berada di depan.
- *Trailing Edge* (ekor Potongan Daun) : Adalah tepi daun propeller dibelakang, jadi pada saat propeller berputar bagian tepi daun propeler ini berada di belakang.
- *Forward* : Menyatakan arah posisi pemasangan propeler ke arah haluan kapal.
- *Plan (Looking Aft)* : Pandangan gambar merupakan pandangan kearah belakang kapal.
- *Rake Angle* : sudut yang di bentuk antara garis proyeksi daun pada akar /dasar daun yang terdapat pada hub dengan garis proyeksi daun pada bagian ujung/tip .
- *Blade* : Daun propeller
- *Pressure face* : Sisi tekanan tinggi
- *Suction Back* : Sisi tekanan rendah
- *Z – O* : *Blade tickness* (tebal daun propeller)
- *Pitch* : Panjang langkah, menyatakan jarak pergeseran /perpindahan (*displasement*) suatu propeller pada satu putaran penuh (lihat gambar 2.4)



Gambar 2.4 Pitch pada Srew Propeller

b. *Strut*

Fungsi *strut* pada dasarnya hanya untuk menopang tabung poros propeller (*stern tube*). *Strut* biasanya digunakan pada kapal dagang yang menggunakan baling - baling ganda, atau pada jenis kapal penumpang dengan kecepatan tinggi.



Gambar 2.5 *Strut Propeller*

*Strut* juga digunakan pada konfigurasi kapal yang menggunakan tiga atau lebih propeller pada kapal. Konstruksi strut yang berhubungan langsung dengan permukaan poros secara prinsip sama seperti konstruksi pada *stern tube*. Sedangkan bagian yang menopang pada badan kapal memiliki konstruksi seperti pada penyangga (*girder*) secara umum.

c. *Stern Tube*

Fungsi *stern tube* ialah sebagai tabung kedap sekaligus penopang dan pelumas pada poros propeller. Secara umum bila ditinjau dari fluida pendingin, maka *stern tube* terbagi menjadi dua bagian. Bagian pertama ialah *stern tube* dengan fluida pendingin air laut, dan *stern tube* dengan media pendingin minyak pelumas. Perbedaan pada media pendingin inilah juga yang menyebabkan bahan dari tabung penyumbat yang berhubungan dengan poros menjadi berbeda. Untuk

poros dengan media pendinginan air laut menggunakan bahan penyumbat pada *stern tube* ialah dengan menggunakan kayu pogot (*pookaute*). Sedangkan untuk bahan pendingin dengan menggunakan pelumasan, maka bahan penyumbatnya ialah karet sintetik. Pemeriksaan pada *clearance stern tube* dilakukan 1 tahun sekali ialah pada kapal menjalani *annual docking*.

d. Bantalan

Fungsi bantalan ialah sebagai penyangga poros transmisi (*tail shaft*). Bantalan ini biasanya digunakan bila panjang poros dinilai terlalu panjang (lebih dari 5m). Pemberian bantalan ini disamping agar memudahkan dalam proses pemeliharaan juga sebagai peredam terjadinya defleksi poros. Pada sisi lain, pemberian bantalan dapat menurunkan daya yang akan diterima oleh propeller, karena adanya kehilangan berupa panas dari hasil gesekan antara komponen-komponen yang bergerak. Pemasangan pondasi bantalan harus tepat agar pada kegiatan pelevelan titik pusat bantalan, titik pusat dari bantalan tersebut dapat setingkat (*selevel*) dengan titik pusat poros.

e. *Reduction Gear*

Fungsi *reduction gear* ialah sebagai penurun putaran. *Reduction gear* ini bila ditinjau dari kedudukan poros input dan output dapat digolongkan sebagai *reduction gear* bertingkat dan *reduction gear* sejajar. Secara prinsip, penggunaan *reduction gear* ditujukan untuk mendapatkan nilai operasional propeller yang optimum. Seperti yang telah diketahui sebelumnya, bahwa untuk suatu jenis propeller konvensional (*marine screw propeller*), agar mendapatkan efisiensi propeller yang optimal, maka putaran propeler tersebut disarankan

beroperasi pada putaran yang rendah (seperti 105 hingga 120 Rpm).

## 2.4 Pemilihan Daun Propeller

### 2.4.1 Pengertian

Perhitungan pemilihan daun propeller adalah perencanaan yang bertujuan untuk mendapatkan karakteristik dari daun propeller baik diameter maupun efisiensi propeller yang sesuai dengan kapal yang akan di rancang. Prinsip dalam perhitungan ini adalah dengan mengacu pada karakteristik propeller yang diteliti pada *open water test* oleh Taylor yang kemudian dengan perumusan dan perhitungan akan didapatkan karekateristik propeller pada *behind the ship* kapal yang dirancang.

Pemilihan jumlah daun propeller yang bekerja pada kapal tergantung faktor-faktor dan batasan operasional. Faktor-faktor tersebut antara lain adalah jumlah daya yang ditransmisikan, sarat kapal batasan diameter, posisi, tinggi dan tipe mesin induk, serta batasan keamanan yang diinginkan. Disamping itu faktor lain yang juga menjadi pertimbangan adalah investasi awal, biaya operasional, efisiensi propulsi dan lain– lain (*Van Lammeren, Resistance, Propulsion, and Steering of Ship, 1948*).

Selain faktor tersebut di atas dalam melakukan perancangan dan pemilihan baling-baling hal yang perlu dipahami adalah tentang definisi yang mempunyai hubungan langsung dengan perancangan baling-baling tersebut, yaitu *power*, kecepatan, gaya, dan efisiensi. Ada beberapa komponen utama dalam merancang propeller, yaitu :

- *Delivered Power*

*Delivered power* adalah daya yang diserap oleh propeller dari *shafting system* untuk diubah menjadi *Thrust Power*.

- *Rate of Rotation (N)*

*Rate of rotation* adalah putaran propeller.

- *Speed of Advance (Va)*.

*Speed of advance* adalah kecepatan aliran fluida pada *disk propeller*. Nilai dari  $V_a$  ini lebih rendah dari nilai servis

kapal, hal ini disebabkan oleh dampak gesekan dari fluida yang bekerja sepanjang lambung kapal hingga *disk propeller*.

### 2.4.2 Perhitungan Propeller

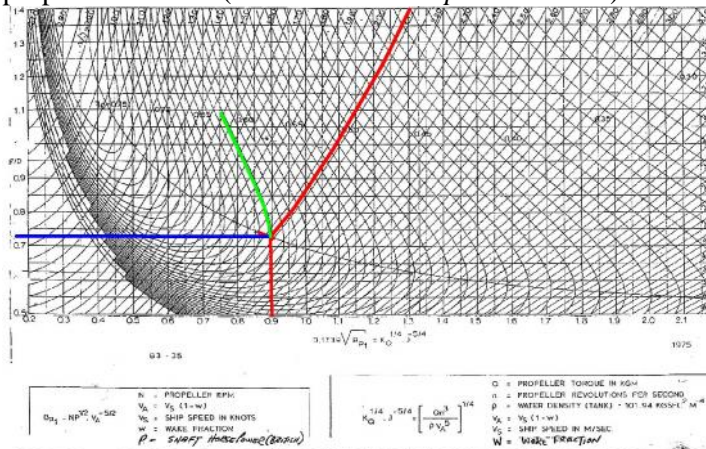
Dalam pemilihan daun propeller B series terdapat tahapan dalam perhitungan propeller, yaitu sebagai berikut :

1. Penentuan series propeller apa saja yang akan dihitung
2. Perhitungan  $V_a$  (kecepatan *advance*) dengan rumusan :  
 $V_a = (1 - w) V_s = (\text{m/s})$
3. Perhitungan  $Bp_1$  (variabel untuk pembacaan kurva *open water test*) dengan rumusan :

$$BP1 = \frac{N_{propeller} \times P_{DHP}^{0,5}}{V_a^{2,5}}$$

(Tahanan dan propulsi kapal, Hal 145)

4. Pembacaan 0,1739.  $Bp_1$  didapatkan P/D(rasio pitch propeller dan 1/ $J_o$  (1/*advance Ratio open water test*).



Gambar 2.6 Diagram 0,1739.  $Bp_1$

5. Perhitungan  $J_0$  (koefisien advance taylor open water test) dengan rumus  $1/J_0 \times 0,009875$
6. Perhitungan  $D_0$  (diameter propeller open water test) dengan rumusan :

$$D_0 = \frac{V_a \times u_0}{N}$$

7. Perhitungan  $D_b$  (diameter propeller behind the ship)  
Besarnya  $D_b$  tergantung dari jumlah propeller yang dipakai, yaitu :  
Untuk *Single-Screw Propeller*  $D_b = 0,96 D_0$   
Untuk *Twin-Screw Propeller*  $D_b = 0,98 D_0$

8. Koreksi  $D$  maksimal, dalam hal ini harus diperhitungkan / dipertimbangkan pula diameter maksimal propeller yang bisa dipasang. Koreksi  $D_b$  adalah  $D_b < D_{max}$
9. Perhitungan  $u_b$  (koefisien advance taylor behind the ship), didapatkan melalui persamaan :

$$u_b = \frac{D_b \times N}{V_a}$$

10. Perhitungan  $1/J_b$  (*1/advance ratio behind the ship*) melalui persamaan  $1/J_b = 0,009875 \times u_b$
11. Pembacaan  $1/J_b$  dihasilkan  $P/D_b$  dan  $\eta$  (*pitch ratio behind the ship dan efisiensi propeller*)
12. Menghitung nilai  $A_o$  dan  $A_e$  ( $A_d$ ), hal tersebut bergantung pada propeller yang dipilih. Untuk menghitung besarnya  $A_o$  (*Real Area of propeller*) digunakan persamaan :

$$A_o = \frac{1}{4} f D_b^2$$



Sehingga nilai  $A_e$  ( $A_d$ ) dapat diketahui dengan rumus :

$$A_e = A_e/A_o \times A_o$$

13. Pemilihan daun propeller yang dipilih.

## 2.5 Kavitas

Kavitasi adalah peristiwa munculnya gelembung-gelembung uap air bertekanan pada permukaan daun propeller yang disebabkan oleh perbedaan tekanan yang cukup besar pada bagi *back* dan *face* pada propeller. Kavitasasi sangat merugikan bagi propeller karena gelembung-gelembung uap air tersebut dapat mengikis permukaan daun propeller, selain itu kavitasasi juga dapat mengurangi efisiensi propeller. Perhitungan resiko kavitasasi sangat penting untuk memastikan bahwa propeller yang dipilih bebas dari kerusakan yang diakibatkan oleh kavitasasi.

Perhitungan resiko kavitasasi dapat dilakukan dengan metode diagram burril, untuk pembacaan diagram burril diperlukan variable yang dihitung, tahapan perhitungan resiko kavitasasi adalah sebagai berikut :

1. Perhitungan proyeksi luasan *disk propeller* ( $A_p$ ), dengan rumusan :

$$A_p = (1,067 - 0,229 \times \frac{P}{D_b}) \times A_d$$

(*Principles naval architecture, hal 181, pers 59*)

2. Perhitungan kecepatan *relative* ( $V_r$ )

$$V_r^2 = V_a^2 + (0,7 \times f \times n \times D)^2 \quad [\text{m/s}]$$

(*Tahanan dan propulsi kapal, hal 199*)

3. Perhitungan  $T_c$  hitungan

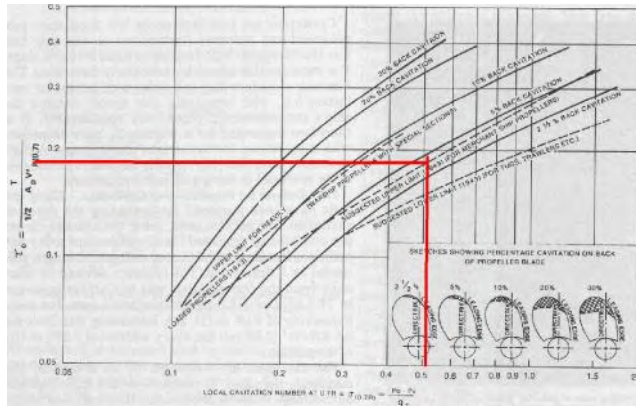
$$T_c = \frac{T}{A_p \times 0,5 \times \dots \times (V_r)^2}$$

(*Principles naval architecture, hal 181*)

$$\dagger 0.7R = \frac{188,2 + 19,62h}{Va^2 + (4,836xn^2xD^2)}$$

(Principles naval architecture, hal 181, pers 61)

#### 4. Perhitungan Tc Diagram burril



Gambar 2.7 Diagram Burril

5. Tc hitungan < Tc diagram burril maka propeller aman dari resiko kavitasi

### 2.6 Propeller B-Series

Propeller B-Series atau lebih dikenal dengan Wageningen merupakan propeller yang paling sering digunakan terutama pada kapal jenis *merchant ship*. Bentuk dari propeller B-Series sangatlah sederhana. Propeller ini mempunyai *section* yang *modern* dan karakteristik kinerja yang baik (Carlton, J. S, 2007, *Marine Propellers and propulsion Second Edition, Elsevier Ltd*).

Pada umumnya, propeller B-Series mempunyai variasi sebagai berikut :

|       |                 |
|-------|-----------------|
| P/D   | 0.5 sampai 1.4  |
| Z     | 2 sampai 7      |
| Ae/A0 | 0.3 sampai 1.05 |

Di bawah ini adalah karakteristik dasar dari propeller B-Series :

1. Berdiameter 250 mm dan RH/R 0.167 (RH adalah jari-jari hub)
2. Memiliki distribusi *radial pitch* yang konstan
3. Sudut *rake* sampai  $15^0$  dengan distribusi *rake linier*
4. Kontur *blade* yang cukup lebar
5. Mempunyai segmental tip *blade section* dan *aerofoil section* pada jari-jari dalam

Tabel 2.3 Tingkatan propeller B-Series

| Blade Number (Z) | Blade Area Ratio Ae/A0 |      |      |      |      |
|------------------|------------------------|------|------|------|------|
| 2                | 0.30                   |      |      |      |      |
| 3                | 0.35                   | 0.50 | 0.65 | 0.80 |      |
| 4                | 0.40                   | 0.55 | 0.70 | 0.85 | 1.00 |
| 5                | 0.45                   | 0.60 | 0.75 | 1.05 |      |
| 6                | 0.50                   | 0.65 | 0.80 |      |      |
| 7                | 0.55                   | 0.70 | 0.85 |      |      |

## 2.7 Engine Propeller Matching

*Engine Propeller Matching* (EPM) adalah mematch-kan antara kebutuhan daya yang dapat diterima oleh propeller (karakteristik beban propeller) dengan *operating range* dari *engine* sehingga bertemu pada titik dimana karakteristik beban propeller masuk pada *engine operation range* tersebut dengan efisiensi daya yang dikeluarkan propeller harus lebih dari 98% daya yang dikeluarkan engine pada saat perencanaan. Dikutip dari modul buku Ir Suryo Adji Widodo maka dalam EPM direncanakan dalam kondisi rpm 100% putaran motor dan  $BHP_{SCR}$  berkisar 85% dari  $BHP_{MCR}$ .

# **BAB III**

# **METODOLOGI**

## **BAB III METODOLOGI**

### **3.1 Bentuk Skripsi**

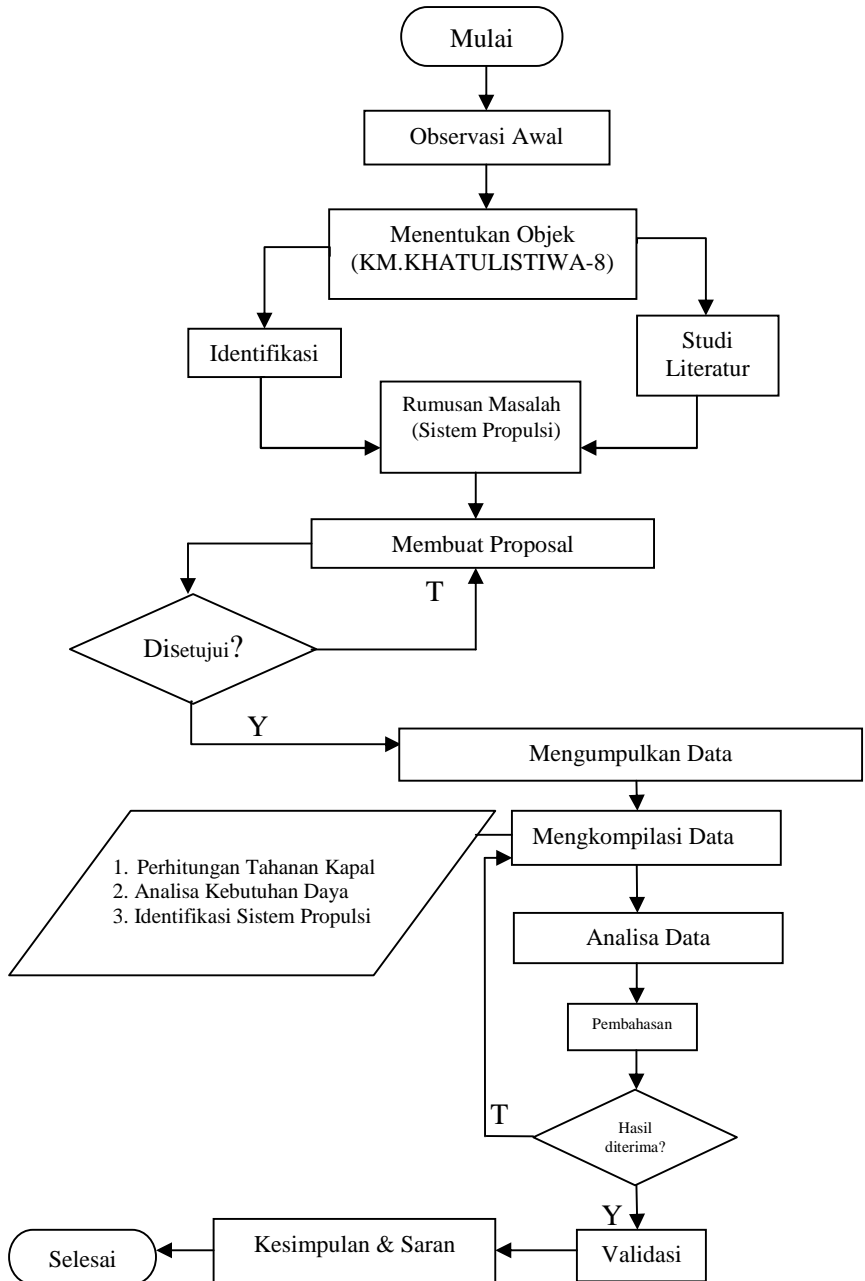
Skripsi ini merupakan sebuah studi kasus yang mengambil objek pada KM KHATULISTIWA-8 dengan topik modifikasi panjang kapal dan fokus skripsi diarahkan untuk mencermati performansi sistem propulsi setelah dilakukan modifikasi panjang kapal berdasarkan hasil perhitungan dan analisa. Observasi merupakan salah satu cara untuk mengenal spesifikasi mesin induk yang digunakan pada KM KHATULISTIWA-8. Penyusunan metodologi bertujuan untuk memperoleh gambaran tentang langkah- langkah yang akan dilakukan selama proses perencanaan dan pengerjaan skripsi agar mendapatkan hasil yang baik, sistematis dan sesuai prosedur yang telah ditetapkan.

### **3.2 Tahapan Skripsi**

Langkah - langkah pengerjaan skripsi perlu direncanakan agar dapat memaksimalkan dalam pelaksanaan studi kasus. Langkah - langkah penelitian tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Pemilihan obyek, topik, dan fokus skripsi  
Tahap ini merupakan tahap awal yang dilakukan dengan berdiskusi bersama dosen pembimbing sehingga pemilihan obyek, topik, dan fokus siap dituliskan dalam format proposal.
- b. Observasi dan studi literatur  
Tahap observasi bertujuan mengetahui spesifikasi teknis KM KHATULISTIWA-8 dengan cara wawancara terhadap pihak- pihak terkait. Maka dari proses observasi akan didapatkan data - data teknis.  
Studi literatur bertujuan untuk melengkapi dan menyiapkan konsep teori yang dibutuhkan selama mengerjakan skripsi. Studi literatur yang digunakan meliputi *manual book*, *textbook*, *handbook*, artikel ilmiah, wawancara, konsultasi dengan dosen pembimbing dan buku- buku penunjang lainnya yang relevan.

- c. Perumusan masalah  
Tahap perumusan masalah merupakan tahap penuangan gagasan yang akan di analisa pada skripsi ini berdasarkan data yang telah didapat dari observasi dan studi literatur. Dalam perumusan masalah perlu di beri batasan masalah untuk memfokuskan analisa yang dibahas pada skripsi. Sehingga masalah tidak akan melebar.
- d. Pengumpulan dan pengolahan data  
Tahap ini menghasilkan parameter dari hasil observasi, tabel-tabel pengambilan data, serta grafik -grafik yang mendukung. Selanjutnya dapat dilakukan kompilasi data agar hasil yang didapat bisa terukur sehingga dapat dianalisa.
- e. Analisa dan pembahasan  
Pada tahap ini dilakukan analisa yang didukung data kompilasi serta rujukan yang relevan dengan gagasan pokok yang ada. Sehingga dari hasil analisa dapat ditarik kesimpulan untuk skripsi.
- f. Penyusunan laporan  
Penyusunan laporan merupakan tahap akhir dari pengerjaan skripsi dimana harus dilakukan secara sistematis. Laporan di buat dalam bentuk tulisan yang sesuai dengan aturan etika penulisan karya ilmiah menggunakan bahasa baku.
- g. Sidang  
Tahap ini merupakan bentuk pertanggung jawaban dari penyusunan laporan skripsi yang telah dibuat dengan cara presentasi dan tanya jawab dengan tim penguji. Adapun pemberian kritik dan saran serta diskusi untuk perbaikan hasil skripsi.



Gambar 3.1 Flowchart Skripsi

### 3.3 Jadwal Kegiatan Skripsi

Untuk memudahkan dalam pengerjaan skripsi perlu dijadwalkan kegiatan agar dapat memaksimalkan dalam pelaksanaan penelitian tersebut, adapun jadwal kegiatan skripsi adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Skripsi

| No. | Kegiatan                          | Minggu Ke- |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----|-----------------------------------|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
|     |                                   | 1          | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| 1   | Pemilihan Obyek, Topik, dan Fokus | ■          | ■ |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 2   | Observasi dan Studi Literatur     |            |   | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 3   | Perumusan Masalah                 |            |   |   |   |   | ■ | ■ | ■ |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 4   | Pendataan                         |            |   |   |   |   | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■  |    |    |    |    |    |
| 5   | Analisa Permasalahan              |            |   |   |   |   |   |   |   |   | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  |    |    |    |
| 6   | Penyusunan Laporan                |            |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  |



**BAB IV**  
**ANALISA DAN PEMBAHASAN**

## **BAB IV**

### **ANALISA & PEMBAHASAN**

#### **4.1 Identifikasi Data Kapal**

Berikut merupakan data – data yang di peroleh guna menunjang penulisan skripsi.



Gambar 4.1 Modifikasi KM KHATULISTIWA-8

Tabel 4.1 Data Spesifikasi Kapal

| <b>NO.</b> | <b>URAIAN</b>      | <b>KETERANGAN</b>          |
|------------|--------------------|----------------------------|
| 1          | Nama Kapal         | KM KHATULISTIWA - 8        |
| 2          | Bendera Kebangsaan | Indonesia                  |
| 3          | Call Sign          | YHIS                       |
| 4          | Galangan Pembuatan | Japan                      |
| 5          | Tahun Pembuatan    | 1985                       |
| 6          | Bahan              | Baja                       |
| 7          | Tipe Kapal         | General Cargo With Crane   |
| 8          | Klasifikasi        | Biro Klasifikasi Indonesia |

Data di bawah ini merupakan ukuran utama kapal (*ship particular*) sebelum dilakukan modifikasi dan setelah dilakukan modifikasi penambahan panjang kapal :

Tabel 4.2 Data Kapal Sebelum Modifikasi

| <b>NO.</b> | <b>URAIAN</b>         | <b>KETERANGAN</b> |
|------------|-----------------------|-------------------|
| 1          | Panjang Seluruh (LOA) | 58.50 M           |
| 2          | Panjang (LPP)         | 54.10 M           |
| 3          | Lebar                 | 12.00 M           |
| 4          | Tinggi                | 06.10 M           |
| 5          | Sarat Air             | 04.90 M           |

Tabel 4.3 Data Kapal Setelah Modifikasi

| <b>NO.</b> | <b>URAIAN</b>         | <b>KETERANGAN</b> |
|------------|-----------------------|-------------------|
| 1          | Panjang Seluruh (LOA) | 68.40 M           |
| 2          | Panjang (LPP)         | 64.00 M           |
| 3          | Lebar                 | 12.00 M           |
| 4          | Tinggi                | 06.10 M           |
| 5          | Sarat Air             | 04.95 M           |

Dapat dilihat pada tabel diatas terdapat perubahan panjang kapal akibat modifikasi. Berikut merupakan data mesin induk yang digunakan pada KM KHATULISTIWA-8, yaitu :

Tabel 4.4 Data Mesin Induk

| NO. | URAIAN             | KETERANGAN |
|-----|--------------------|------------|
| 1   | Mesin Induk        | YANMAR     |
| 2   | Type               | Z-280 ST   |
| 3   | Daya (HP)          | 1500 HP    |
| 4   | Jumlah Mesin Induk | 1 Unit     |
| 5   | Putaran Mesin      | 650 Rpm    |
| 6   | Kecepatan          | 11 Knot    |

Berdasarkan keterangan pada tabel 4.4 bahwa mesin induk yang digunakan adalah mesin induk yang sama meskipun telah terjadi modifikasi penambahan panjang kapal, dan diharapkan mesin induk tersebut masih mampu mencapai kecepatan dinas kapal. Sehingga dalam kesempatan kali ini akan membahas mengenai cara menentukan sistem propulsi yang lebih sesuai, daya motor yang optimal, diameter & putaran propeller yang sesuai tanpa mengganti mesin induk yang telah ada.

#### **4.2 Perhitungan Tahanan Kapal Dan Kebutuhan Daya Motor Penggerak**

Secara umum tahanan harus dihitung guna mengetahui daya efektif yang diperlukan untuk menggerakkan kapal, sehingga kapal dapat melawan tahanan yang terjadi. Dibawah ini adalah perhitungan tahanan kapal menggunakan metode “Holtrop” dihitung pada saat kapal sebelum dan setelah dimodifikasi :

Tabel 4. 5 Pebandingan Nilai Tahanan Kapal Sebelum dan Setelah Modifikasi

| <b>UKURAN UTAMA KAPAL</b> |               |                                  |                     |                                  |                     |                   |
|---------------------------|---------------|----------------------------------|---------------------|----------------------------------|---------------------|-------------------|
| <b>No.</b>                | <b>Ukuran</b> | <b><u>Sebelum Modifikasi</u></b> |                     | <b><u>Setelah Modifikasi</u></b> |                     | <b>Keterangan</b> |
| 1                         | LOA           | 58,78                            | m                   | 68,40                            | m                   |                   |
| 2                         | LWL           | 55,38                            | m                   | 65,28                            | m                   |                   |
| 3                         | LPP           | 54,10                            | m                   | 64,00                            | m                   |                   |
| 4                         | B             | 12,00                            | m                   | 12,00                            | m                   |                   |
| 5                         | H             | 6,10                             | m                   | 6,10                             | m                   |                   |
| 6                         | T             | 4,90                             | m                   | 4,95                             | m                   |                   |
| 7                         | Vs            | 11                               | knots =<br>5,66 m/s | 11                               | knots =<br>5,66 m/s |                   |

**PERHITUNGAN TAHANAN KAPAL**

| <b>No.</b> | <b>Perhitungan</b>                 | <b>Rumus</b>                               | <b><u>Sebelum Modifikasi</u></b> |                | <b><u>Setelah Modifikasi</u></b> |                | <b>Keterangan</b> |
|------------|------------------------------------|--|----------------------------------|----------------|----------------------------------|----------------|-------------------|
|            |                                    |  | <b>Nilai</b>                     | <b>Satuan</b>  | <b>Nilai</b>                     | <b>Satuan</b>  |                   |
| 1          | Perhitungan volume displacement( ) | $Lwl \times B \times T \times Cb$          | 2445,96                          | m <sup>3</sup> | 2975,60                          | m <sup>3</sup> |                   |
| 2          | Perhitungan displacement kapal( )  | $Lwl \times B \times T \times Cb \times p$ | 2507,10                          | ton            | 3049,99                          | ton            |                   |
|            |                                    | $p = 1,025 \text{ ton/m}^3$                |                                  |                |                                  |                |                   |

| No. | Perhitungan                                       | Rumus  | Sebelum Modifikasi |                | Setelah Modifikasi |                | Keterangan  |
|-----|---|--|--------------------|----------------|--------------------|----------------|---|
|     |   |  | Nilai              | Satuan         | Nilai              | Satuan         |   |
| 3   | Perhitungan luas permukaan basah (S)              | $S = L(2T + B) (C_M)^{1/2} (0,4530 + 0,4425 C_B - 0,2862 C_M - 0,003467 B/T + 0,3696 C_{WP} + 2,38 A_{BT}/ C_B)$ | 957,06             | m <sup>2</sup> | 1194,40            | m <sup>2</sup> | Perhitungan Luas Permukaan Basah (S), berdasarkan <i>Principles of naval Architecture Vol. II P. 91</i>   |
| 4   | Perhitungan Tahanan Gesek Kapal (R <sub>F</sub> ) | $R_F = \frac{1}{2} \times C_{F0} \times S \times V^2$  | 28,57              | kN             | 34,80              | kN             | Frictional resistance according to the ITTC 1957 formula  |
| 5   | Perhitungan Form Faktor (1+k <sub>1</sub> )       | $(1+k_1) = 0,93 + 0,4871 C (B/L)^{1,0681} (T/L)^{0,4611} (L/LR)^{0,1216} (L/3)^{0,3649} (1-CP)^{-0,6042}$        | 1,349              |                | 1,381              |                | Adalah faktor bentuk lambung kapal terhadap viscous resistance, yang berhubungan dengan RF. Berdasarkan <i>Principles of naval Architecture Vol. II hal. 91</i> |
| 6   | Perhitungan Tahanan Tambahan (R <sub>APP</sub> )  | $R_{APP} = 0,5 C_{fo} V^2 S_{APP} (1+k_2)_{eq}$  | 0,522              | kN             | 0,612              | kN             | Berdasarkan <i>An Approximate Power Prediction Method by J.Holtrop &amp; G.G.J.Mennen P.167</i>   |

| No. | Perhitungan   | Rumus  | Sebelum Modifikasi |        | Setelah Modifikasi |        | Keterangan  |
|-----|---|--|--------------------|--------|--------------------|--------|---|
|     |   |  | Nilai              | Satuan | Nilai              | Satuan |   |
| 7   | Perhitungan Tahanan Gelombang (Rw)                  | $R_w = c_1 \times c_2 \times c_5 \times \rho \times g \times \exp[m_1 F_n^d + m_4 \cos(F_n^{-2})]$ | 43,38              | kN     | 46,67              | kN     | Berdasarkan A Statistical Re-Analysis Of Resistance and Propulsion Data by J. Holtrop P.272   |
| 9   | Additional Resistance Bulbous Bow (R <sub>B</sub> ) | $R_B = 0.11 \exp(-3 P_B^{-2}) F_n^3 \frac{A_{BT}^{1.5} \rho g}{(1 + F_n^2)}$                       | 0                  |        | 0                  |        | Karena kapal tidak memakai bulbous bow, maka R <sub>B</sub> = 0. Berdasarkan An Approximate Power Prediction Method by J.Holtrop & G.G.J.Mennen P.168   |
| 10  | Pressure Resistance (Transom)                       | $R_{TR} = 0.5 \rho v^2 A_T c_6$  | 0                  |        | 0                  |        | Karena kapal didesain pada transom tidak ada luasan yang tercelup (A <sub>T</sub> = 0) maka R <sub>TR</sub> = 0. Berdasarkan An Approximate Power Prediction Method by J.Holtrop & G.G.J.Mennen P.168 |

| No. | Perhitungan                                 | Rumus  | <u>Sebelum Modifikasi</u> |        | <u>Setelah Modifikasi</u> |        | Keterangan  |
|-----|---|--|---------------------------|--------|---------------------------|--------|---|
|     |   |  | Nilai                     | Satuan | Nilai                     | Satuan |   |
| 11  | Model Ship Correlation Resistance ( $R_A$ ) | $R_A = 0,5 \cdot V^2 \cdot C.A.S$  | 9,84                      | kN     | 11,71                     | kN     | Nilai koreksi yang berhubungan dengan model kapal   |
| 12  | Tahanan Total ( $R_T$ )trial                | $R_T = R_F (1+k_l) + R_{APP} + R_W + R_B + R_{TR} + R_A$                           | 96,48                     | kN     | 102,64                    | kN     | Trial condition   |
| 13  | Tahanan Total ( $R_T$ ) dinas               | $R_{T \text{ dinas}} = R_{t \text{ trial}} + (15-20\% \times R_{T \text{ trial}})$ | 110,94                    | kN     | 118,03                    | kN     | Service condition. Karena kapal ini berlayar di pelayaran Asia, maka diasumsikan nilai sea marginnya sekitar 15 - 20 % dari $R_{t \text{ trial}}$ |



Tabel 4. 6 Pebandingan Kebutuhan Daya Motor Sebelum dan Setelah Modifikasi

| PERHITUNGAN KEBUTUHAN DAYA MOTOR PENGGERAK |                 |                                 |                    |        |                    |        |  |
|--|-----------------|---------------------------------|--------------------|--------|--------------------|--------|--|
| No.  | Perhitungan     | Rumus                           | Sebelum Modifikasi |        | Setelah Modifikasi |        | Sumber/keterangan  |
|  |                 |                                 | Nilai              | Satuan | Nilai              | Satuan |  |
| 1  | Perhitungan EHP | $PE = R_{t_{dinas}} \times V_s$ | 627,838            | kW     | 667,929            | kW     | principles of naval architecture vol. II Edward V. Lewis, Editor published by the society of naval architects and marine engineers, hal. 153 |
|  |                 |                                 | 853,620            | HP     | 908,129            | HP     |  |
| 2  | Perhitungan DHP | $EHP/P_c$                       | 880,886            | kW     | 1106,632           | kW     |  |
|  |                 |                                 | 1197,669           | HP     | 1504,59            | HP     |  |
| a.   |                 | $P_c = H \times r_r \times o$   | 0,603              |        | 0,604              |        |  |
|  |                 | $H = (1-t)/(1-w)$               | 1,10               |        | 1,10               |        | principles of naval architecture vol. II Edward V. Lewis, Editor published by the society of naval architects and marine engineers, hal. 152 |

| No. | Perhitungan | Rumus   | Sebelum Modifikasi |        | Setelah Modifikasi |        | Sumber/keterangan  |
|-----|-------------|---|--------------------|--------|--------------------|--------|--|
|     |             |   | Nilai              | Satuan | Nilai              | Satuan |  |
| b.  |             | $w = 0,5cb - 0,05$  | 0,326              |        | 0,328              |        | principles of naval architecture vol. II Edward V. Lewis, Editor published by the society of naval architects and marine engineers, Table 4 hal. 158 |
| c.  |             | $t = k.w, k = 0,7 - 0,9$  | 0,260              |        | 0,262              |        | principles of naval architecture vol. II Edward V. Lewis, Editor published by the society of naval architects and marine engineers, hal. 159         |
| d.  |             | Efisiensi Relatif Rotatif ( $\eta_r$ ), single screw umumnya berkisar 1-1,1 | 1,00               |        | 1,00               |        | principles of naval architecture vol. II Edward V. Lewis, Editor published by the society of naval architects and marine engineers, hal. 152         |
| e.  |             | Efisiensi Propulsi ( $\eta_o$ ), berkisar 40-70%                            | 0,55               |        | 0,55               |        | Ditentukan dahulu  |

| No. | Perhitungan         | Rumus   | <u>Sebelum Modifikasi</u> |        | <u>Setelah Modifikasi</u> |        | Sumber/keterangan  |
|-----|---------------------|---|---------------------------|--------|---------------------------|--------|--|
|     |                     |   | Nilai                     | Satuan | Nilai                     | Satuan |  |
| 3   | Perhitungan SHP     | Untuk kapal yang kamar mesinnya terletak di bagian belakang akan mengalami losses sebesar 2%, sedangkan pada kapal yang kamar mesinnya pada daerah midship kapal mengalami losses sebesar 3%. | 898,863                   | kW     | 1129,217                  | kW     | principles of naval architecture vol. II Edward V. Lewis, Editor published by the society of naval architects and marine engineers, hal. 202 |
|     |                     |   | 1222,112                  | HP     | 1535,305                  | HP     |  |
| 4   | Perhitungan BHP SCR | reduction gear losses ditambah 2%, sehingga $G = 0,98$  | 917,218                   | kW     | 1152,262                  | kW     |  |
|     |                     |   | 1247,053                  | HP     | 1566,637                  | HP     |  |
| 5   | Perhitungan BHP MCR | allowance 15-20%  | 1054,79                   | kW     | 1325,102                  | kW     |  |
|     |                     |   | 1434,111                  | HP     | 1801,634                  | HP     |  |

### 4.3 Perhitungan Pemilihan Propeller

Prosedur perancangan *propeller* dengan menggunakan bantuan data yang diturunkan dari pengujian-pengujian model *propeller series (Standard Series Open Water Data)* dimaksudkan agar nilai diameter dan *pitch* optimal dari propeller yang dirancang tersebut dapat didefinisikan.

Berdasarkan dari hasil perhitungan diperoleh nilai 0,1739.  $B_{p1}$  adalah 1,36. Adapun prosedur perancangan dengan menggunakan *B<sub>p</sub>- Diagram* yang dikembangkan oleh Taylor adalah sebagai berikut :

Tabel 4.7 Nilai 0,1739.  $B_{p1}$

| Jenis Prop. | DHP (HP) | N Mesin (RPM) G/B | N.Prop (RPM) | w     | V <sub>s</sub> (knot) | V <sub>a</sub> (knot) | B <sub>p1</sub> | 0,1739 B <sub>p1</sub> |
|-------------|----------|-------------------|--------------|-------|-----------------------|-----------------------|-----------------|------------------------|
| B3-35       | 1504,60  | 248,09            | 235,69       | 0,328 | 11                    | 7,39                  | 61,54           | 1,36                   |
| B3-50       | 1504,60  | 248,09            | 235,69       | 0,328 | 11                    | 7,39                  | 61,54           | 1,36                   |
| B3-65       | 1504,60  | 248,09            | 235,69       | 0,328 | 11                    | 7,39                  | 61,54           | 1,36                   |
| B3-80       | 1504,60  | 248,09            | 235,69       | 0,328 | 11                    | 7,39                  | 61,54           | 1,36                   |
| B4-40       | 1504,60  | 248,09            | 235,69       | 0,328 | 11                    | 7,39                  | 61,54           | 1,36                   |
| B4-55       | 1504,60  | 248,09            | 235,69       | 0,328 | 11                    | 7,39                  | 61,54           | 1,36                   |
| B4-70       | 1504,60  | 248,09            | 235,69       | 0,328 | 11                    | 7,39                  | 61,54           | 1,36                   |
| B4-85       | 1504,60  | 248,09            | 235,69       | 0,328 | 11                    | 7,39                  | 61,54           | 1,36                   |
| B4-100      | 1504,60  | 248,09            | 235,69       | 0,328 | 11                    | 7,39                  | 61,54           | 1,36                   |
| B5-45       | 1504,60  | 248,09            | 235,69       | 0,328 | 11                    | 7,39                  | 61,54           | 1,36                   |
| B5-60       | 1504,60  | 248,09            | 235,69       | 0,328 | 11                    | 7,39                  | 61,54           | 1,36                   |
| B5-75       | 1504,60  | 248,09            | 235,69       | 0,328 | 11                    | 7,39                  | 61,54           | 1,36                   |
| B5-90       | 1504,60  | 248,09            | 235,69       | 0,328 | 11                    | 7,39                  | 61,54           | 1,36                   |
| B5-105      | 1504,60  | 248,09            | 235,69       | 0,328 | 11                    | 7,39                  | 61,54           | 1,36                   |
| B6-50       | 1504,60  | 248,09            | 235,69       | 0,328 | 11                    | 7,39                  | 61,54           | 1,36                   |
| B6-65       | 1504,60  | 248,09            | 235,69       | 0,328 | 11                    | 7,39                  | 61,54           | 1,36                   |
| B6-80       | 1504,60  | 248,09            | 235,69       | 0,328 | 11                    | 7,39                  | 61,54           | 1,36                   |
| B6-95       | 1504,60  | 248,09            | 235,69       | 0,328 | 11                    | 7,39                  | 61,54           | 1,36                   |

Tabel 4.8 Nilai Db yang memenuhi (series B4-70)

| Jenis Prop.  | P/D <sub>0</sub> | 1/J <sub>0</sub> | o              | D <sub>0</sub> (ft) | D <sub>b</sub> (ft) | D <sub>b</sub> (m) | D <sub>max</sub> (m) | D <sub>b</sub> < D <sub>max</sub> |
|--------------|------------------|------------------|----------------|---------------------|---------------------|--------------------|----------------------|-----------------------------------|
| B3-35        | 0,630            | 2,980            | 301,772        | 9,46                | 8,99                | 2,74               | 3,19                 | berhasil                          |
| B3-50        | 0,640            | 2,950            | 298,734        | 9,37                | 8,90                | 2,71               | 3,19                 | berhasil                          |
| B3-65        | 0,665            | 2,900            | 293,671        | 9,21                | 8,75                | 2,67               | 3,19                 | berhasil                          |
| B3-80        | 0,725            | 2,750            | 278,481        | 8,73                | 8,30                | 2,53               | 3,19                 | berhasil                          |
|              |                  |                  |                |                     |                     |                    |                      |                                   |
| B4-40        | 0,648            | 2,860            | 289,620        | 9,08                | 8,63                | 2,63               | 3,19                 | berhasil                          |
| B4-55        | 0,650            | 2,850            | 288,608        | 9,05                | 8,60                | 2,62               | 3,19                 | berhasil                          |
| <b>B4-70</b> | <b>0,670</b>     | <b>2,800</b>     | <b>283,544</b> | <b>8,89</b>         | <b>8,45</b>         | <b>2,58</b>        | <b>3,19</b>          | <b>berhasil</b>                   |
| B4-85        | 0,730            | 2,720            | 275,443        | 8,64                | 8,21                | 2,50               | 3,19                 | berhasil                          |
| B4-100       | 0,770            | 2,630            | 266,329        | 8,35                | 7,94                | 2,42               | 3,19                 | berhasil                          |
|              |                  |                  |                |                     |                     |                    |                      |                                   |
| B5-45        | 0,670            | 2,765            | 280,000        | 8,78                | 8,34                | 2,54               | 3,19                 | berhasil                          |
| B5-60        | 0,675            | 2,760            | 279,494        | 8,77                | 8,33                | 2,54               | 3,19                 | berhasil                          |
| B5-75        | 0,678            | 2,750            | 278,481        | 8,73                | 8,30                | 2,53               | 3,19                 | berhasil                          |
| B5-90        | 0,730            | 2,700            | 273,418        | 8,58                | 8,15                | 2,48               | 3,19                 | berhasil                          |
| B5-105       | 0,770            | 2,610            | 264,304        | 8,29                | 7,88                | 2,40               | 3,19                 | berhasil                          |
|              |                  |                  |                |                     |                     |                    |                      |                                   |
| B6-50        | 0,730            | 2,620            | 265,316        | 8,32                | 7,91                | 2,41               | 3,19                 | berhasil                          |
| B6-65        | 0,710            | 2,700            | 273,418        | 8,58                | 8,15                | 2,48               | 3,19                 | berhasil                          |
| B6-80        | 0,720            | 2,690            | 272,405        | 8,54                | 8,12                | 2,47               | 3,19                 | berhasil                          |
| B6-95        | 0,740            | 2,650            | 268,354        | 8,42                | 8,00                | 2,44               | 3,19                 | berhasil                          |
|              |                  |                  |                |                     |                     |                    |                      |                                   |

Berdasarkan tabel 4.8 popeller series B4-70 memenuhi kriteria pemilihan diameter propeller yang diijinkan, karena diameternya adalah 2,58 meter lebih kecil dari diameter maksimum propeller yaitu 3,19 meter.

Tabel 4.9 Nilai P/Db dan Propeller

| Jenis Prop. | $b$    | $1/J_b$ | $P/D_b$ |       | $A_e/A_o$ | $A_o$ | $A_e$ | $A_d = A_e$ | $V_a$ (m/s) |
|-------------|--------|---------|---------|-------|-----------|-------|-------|-------------|-------------|
| B3-35       | 286,68 | 2,83    | 0,660   | 0,525 | 0,35      | 63,46 | 22,21 | 22,21       | 3,799       |
| B3-50       | 283,80 | 2,80    | 0,640   | 0,515 | 0,50      | 62,19 | 31,10 | 31,10       | 3,799       |
| B3-65       | 278,99 | 2,76    | 0,670   | 0,485 | 0,65      | 60,10 | 39,07 | 39,07       | 3,799       |
| B3-80       | 264,56 | 2,61    | 0,730   | 0,470 | 0,80      | 54,05 | 43,24 | 43,24       | 3,799       |
|             |        |         |         |       |           |       |       |             |             |
| B4-40       | 275,14 | 2,72    | 0,660   | 0,525 | 0,40      | 58,46 | 23,38 | 23,38       | 3,799       |
| B4-55       | 274,18 | 2,71    | 0,665   | 0,518 | 0,55      | 58,05 | 31,93 | 31,93       | 3,799       |
| B4-70       | 269,37 | 2,66    | 0,669   | 0,515 | 0,70      | 56,03 | 39,22 | 39,22       | 3,799       |
| B4-85       | 261,67 | 2,58    | 0,740   | 0,510 | 0,85      | 52,87 | 44,94 | 44,94       | 3,799       |
| B4-100      | 253,01 | 2,50    | 0,795   | 0,485 | 1,00      | 49,43 | 49,43 | 49,43       | 3,799       |
|             |        |         |         |       |           |       |       |             |             |
| B5-45       | 266,00 | 2,63    | 0,698   | 0,495 | 0,45      | 54,64 | 24,59 | 24,59       | 3,799       |
| B5-60       | 265,52 | 2,62    | 0,700   | 0,508 | 0,60      | 54,44 | 32,66 | 32,66       | 3,799       |
| B5-75       | 264,56 | 2,61    | 0,710   | 0,495 | 0,75      | 54,05 | 40,53 | 40,53       | 3,799       |
| B5-90       | 259,75 | 2,57    | 0,740   | 0,485 | 0,90      | 52,10 | 46,89 | 46,89       | 3,799       |
| B5-105      | 251,09 | 2,48    | 0,790   | 0,476 | 1,05      | 48,68 | 43,81 | 43,81       | 3,799       |
|             |        |         |         |       |           |       |       |             |             |
| B6-50       | 252,05 | 2,49    | 0,750   | 0,492 | 0,50      | 49,06 | 24,53 | 24,53       | 3,799       |
| B6-65       | 259,75 | 2,57    | 0,730   | 0,490 | 0,65      | 52,10 | 33,86 | 33,86       | 3,799       |
| B6-80       | 258,78 | 2,56    | 0,725   | 0,486 | 0,80      | 51,71 | 41,37 | 41,37       | 3,799       |
| B6-95       | 254,94 | 2,52    | 0,760   | 0,478 | 0,95      | 50,19 | 47,68 | 47,68       | 3,799       |
|             |        |         |         |       |           |       |       |             |             |

Berdasarkan tabel 4.9 hasil perpotongan nilai  $B_p$  yang baru dengan optimum line pada popeller series B4-70 menunjukkan nilai  $P/D_b$  sebesar 0,669 dan efisiensi popeller sebesar 0,515%.

Tabel 4.10 Perhitungan Resiko Kavitasi

| Jenis Prop. | Ap (m <sup>2</sup> ) | N (rpm) | Vr <sup>2</sup> | T (kN) | c hitungan | 0.7R | Tc Burril | Kavitasi ?     |
|-------------|----------------------|---------|-----------------|--------|------------|------|-----------|----------------|
| B3-35       | 1,89                 | 3,928   | 574,34          | 159,93 | 0,29       | 0,44 | 0,18      | Kavitasi       |
| B3-50       | 2,66                 | 3,928   | 563,12          | 159,93 | 0,21       | 0,45 | 0,18      | Kavitasi       |
| B3-65       | 3,32                 | 3,928   | 544,68          | 159,93 | 0,18       | 0,46 | 0,19      | Tidak Kavitasi |
| B3-80       | 3,61                 | 3,928   | 491,25          | 159,93 | 0,18       | 0,51 | 0,20      | Tidak Kavitasi |
|             |                      |         |                 |        |            |      |           |                |
| B4-40       | 1,99                 | 3,928   | 530,15          | 159,93 | 0,30       | 0,47 | 0,19      | Kavitasi       |
| B4-55       | 2,71                 | 3,928   | 526,55          | 159,93 | 0,22       | 0,48 | 0,19      | Kavitasi       |
| B4-70       | 3,33                 | 3,928   | 508,74          | 159,93 | 0,19       | 0,49 | 0,19      | Tidak Kavitasi |
| B4-85       | 3,75                 | 3,928   | 480,90          | 159,93 | 0,18       | 0,52 | 0,20      | Tidak Kavitasi |
| B4-100      | 4,06                 | 3,928   | 450,54          | 159,93 | 0,17       | 0,56 | 0,21      | Tidak Kavitasi |
|             |                      |         |                 |        |            |      |           |                |
| B5-45       | 2,07                 | 3,928   | 496,46          | 159,93 | 0,31       | 0,51 | 0,20      | Kavitasi       |
| B5-60       | 2,75                 | 3,928   | 494,72          | 159,93 | 0,23       | 0,51 | 0,20      | Kavitasi       |
| B5-75       | 3,41                 | 3,928   | 491,25          | 159,93 | 0,19       | 0,51 | 0,20      | Tidak Kavitasi |
| B5-90       | 3,91                 | 3,928   | 474,06          | 159,93 | 0,17       | 0,53 | 0,20      | Tidak Kavitasi |
| B5-105      | 3,61                 | 3,928   | 443,93          | 159,93 | 0,20       | 0,57 | 0,21      | Tidak Kavitasi |
|             |                      |         |                 |        |            |      |           |                |
| B6-50       | 2,04                 | 3,928   | 447,23          | 159,93 | 0,35       | 0,56 | 0,21      | Kavitasi       |
| B6-65       | 2,83                 | 3,928   | 474,06          | 159,93 | 0,24       | 0,53 | 0,20      | Kavitasi       |
| B6-80       | 3,46                 | 3,928   | 470,67          | 159,93 | 0,20       | 0,53 | 0,20      | Tidak Kavitasi |
| B6-95       | 3,96                 | 3,928   | 457,20          | 159,93 | 0,18       | 0,55 | 0,21      | Tidak Kavitasi |

Propeller yang dipilih adalah propeller yang telah memenuhi syarat yaitu tidak kavitasi dimana nilai Tc hitungan lebih kecil dari nilai Tc burril. Dalam hal ini propeller series b4-70 telah memenuhi syarat tersebut.

#### 4.4 Engine Propeller Matching

Merupakan proses mematch kan antara kebutuhan daya yang dapat diterima oleh propeller dengan *operating range* dari *engine*. Untuk keperluan *engine propeller matching* dan untuk menentukan sistem propulsi yang lebih sesuai, daya motor yang optimal, diameter & putaran propeller yang sesuai agar operasional motor induk & sistem propulsi menjadi optimal tanpa mengganti mesin induk yang ada, maka dilakukan perhitungan variasi pada kecepatan kapal menggunakan beberapa series daun propeller yang memenuhi syarat yaitu diameter yang diijinkan, efisiensi yang baik dan tidak kavitasi.

Dari hasil perhitungan pemilihan propeller pada pembahasan sebelumnya maka didapatkan rangkuman dari beberapa series propeller yang memenuhi syarat yaitu :

##### 1. Propeller B4-70

|       |   |          |   |
|-------|---|----------|---|
| Jenis | : | B Series |   |
| Type  | : | B4-70    |   |
| Ae/Ao | : | 0,70     |   |
| D     | : | 2,58     | m |
| P/D   | : | 0,669    |   |
|       | : | 0,515    | % |

##### 2. Propeller B4-85

|       |   |          |   |
|-------|---|----------|---|
| Jenis | : | B Series |   |
| Type  | : | B4-85    |   |
| Ae/Ao | : | 0,85     |   |
| D     | : | 2,50     | m |
| P/D   | : | 0,740    |   |
|       | : | 0,510    | % |

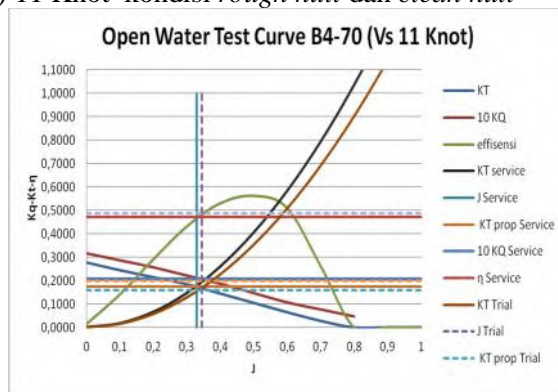
##### 3. Propeller B4-100

|       |   |          |   |
|-------|---|----------|---|
| Jenis | : | B Series |   |
| Type  | : | B4-100   |   |
| Ae/Ao | : | 1,00     |   |
| D     | : | 2,42     | m |
| P/D   | : | 0,795    |   |
|       | : | 0,485    | % |



Sehingga dari data tersebut didapatkan gambar grafik yang menunjukkan hubungan KT-J yang merupakan representasi hubungan antara propeller trust koefisien terhadap kondisi *advance speed behind the ship*. Dimana perhitungan dari setiap series propeller akan divariasikan dengan kecepatan ( $V_s$ ) 7,8,9,10, dan 11 Knot :

1. Hubungan KT-J pada propeller series B4-70
  - a. Hubungan KT-J propeller series B4-70 pada kecepatan ( $V_s$ ) 11 Knot kondisi *rough hull* dan *clean hull*



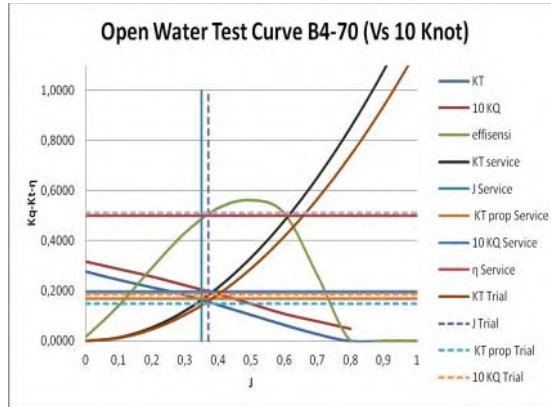
Gambar 4.2 *Open Water Test Curve B4-70 Vs 11 Knot*

Berdasarkan hasil pembacaan gambar 4.2 maka didapatkan rangkuman data sebagai berikut :

| Rough Hull ( $V_s = 11$ Knot) |        |
|-------------------------------|--------|
| KT =                          | 0,1750 |
| KQ =                          | 0,0208 |
| J =                           | 0,3300 |
| =                             | 0,4700 |

| Clean Hull ( $V_s = 11$ Knot) |        |
|-------------------------------|--------|
| KT =                          | 0,1600 |
| KQ =                          | 0,0197 |
| J =                           | 0,3450 |
| =                             | 0,4850 |

- b. Hubungan KT-J propeller series B4-70 pada kecepatan ( $V_s$ ) 10 Knot kondisi *rough hull* dan *clean hull*



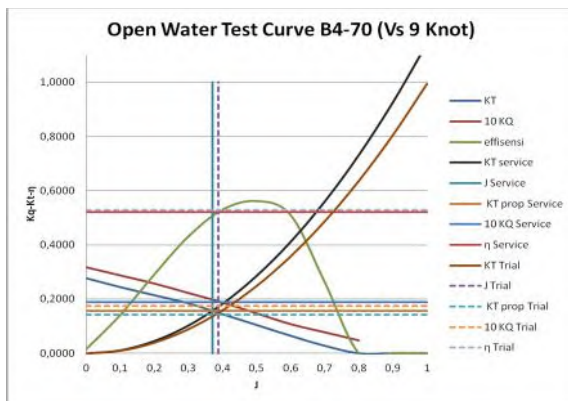
Gambar 4.3 *Open Water Test Curve B4-70 Vs 10 Knot*

Berdasarkan hasil pembacaan gambar 4.3 maka didapatkan rangkuman data sebagai berikut :

| Rough Hull ( $V_s = 10$ Knot) |        |
|-------------------------------|--------|
| KT =                          | 0,1680 |
| KQ =                          | 0,0193 |
| J =                           | 0,3500 |
| =                             | 0,5000 |

| Clean Hull ( $V_s = 10$ Knot) |        |
|-------------------------------|--------|
| KT =                          | 0,1490 |
| KQ =                          | 0,0185 |
| J =                           | 0,3700 |
| =                             | 0,5100 |

- c. Hubungan KT-J propeller series B4-70 pada kecepatan ( $V_s$ ) 9 Knot kondisi *rough hull* dan *clean hull*



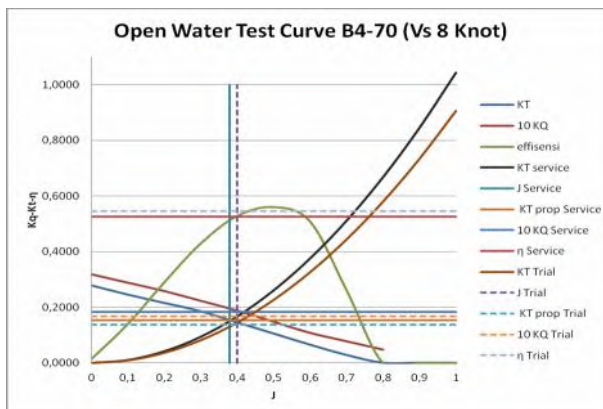
Gambar 4.4 *Open Water Test Curve B4-70 Vs 9 Knot*

Berdasarkan hasil pembacaan gambar 4.4 maka didapatkan rangkuman data sebagai berikut :

| Rough Hull ( $V_s = 9$ Knot) |        |
|------------------------------|--------|
| KT =                         | 0,1560 |
| KQ =                         | 0,0189 |
| J =                          | 0,3700 |
| =                            | 0,5200 |

| Clean Hull ( $V_s = 9$ Knot) |        |
|------------------------------|--------|
| KT =                         | 0,1430 |
| KQ =                         | 0,0175 |
| J =                          | 0,3880 |
| =                            | 0,5300 |

- d. Hubungan KT-J propeller series B4-70 pada kecepatan ( $V_s$ ) 8 Knot kondisi *rough hull* dan *clean hull*



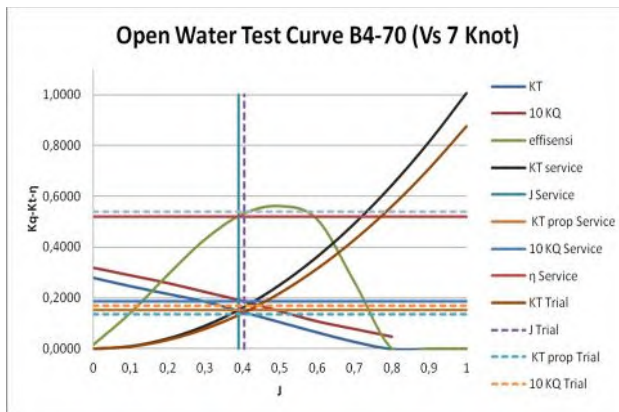
Gambar 4.5 *Open Water Test Curve B4-70 Vs 8 Knot*

Berdasarkan hasil pembacaan gambar 4.5 maka didapatkan rangkuman data sebagai berikut :

| Rough Hull ( $V_s = 8$ Knot) |        |
|------------------------------|--------|
| KT =                         | 0,1540 |
| KQ =                         | 0,0184 |
| J =                          | 0,3800 |
| =                            | 0,5250 |

| Clean Hull ( $V_s = 8$ Knot) |        |
|------------------------------|--------|
| KT =                         | 0,1370 |
| KQ =                         | 0,0168 |
| J =                          | 0,3990 |
| =                            | 0,5450 |

- e. Hubungan KT-J propeller series B4-70 pada kecepatan (Vs) 7 Knot kondisi *rough hull* dan *clean hull*



Gambar 4.6 *Open Water Test Curve* B4-70 Vs 7 Knot

Berdasarkan hasil pembacaan gambar 4.6 maka didapatkan rangkuman data sebagai berikut :

| Rough Hull (Vs = 7 Knot) |        |
|--------------------------|--------|
| KT =                     | 0,1530 |
| KQ =                     | 0,0186 |
| J =                      | 0,3900 |
| =                        | 0,5200 |

| Clean Hull (Vs = 7 Knot) |        |
|--------------------------|--------|
| KT =                     | 0,1350 |
| KQ =                     | 0,0170 |
| J =                      | 0,4050 |
| =                        | 0,5400 |

Untuk mengetahui seberapa maksimum daya, putaran, dan kecepatan (Vs) yang mampu di hasilkan oleh propeller series B4-70 dengan variasi kecepatan (Vs) 7, 8, 9, 10, dan 11 Knot, maka dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4. 11 *Rough Hull Condition Propeller Series B4-70*

| Rough Hull Condition |       |       |       |        |         |           |          |       |         |
|----------------------|-------|-------|-------|--------|---------|-----------|----------|-------|---------|
| Vs service           |       | Va    | Np    | Ne     | Rt      | Ct        |          | T     |         |
| Knot                 | m/s   | m/s   | rps   | rps    | kN      |           |          | kN    |         |
| 7                    | 3,601 | 2,420 | 2,405 | 6,301  | 29,665  | 0,0037377 | 2287,609 | 1,006 | 40,191  |
| 8                    | 4,116 | 2,766 | 2,821 | 7,391  | 40,194  | 0,0033667 | 2373,097 | 1,044 | 55,655  |
| 9                    | 4,630 | 3,111 | 3,259 | 8,539  | 55,722  | 0,0036929 | 2599,383 | 1,143 | 75,262  |
| 10                   | 5,144 | 3,457 | 3,828 | 10,030 | 79,981  | 0,0042939 | 3022,176 | 1,329 | 111,826 |
| 11                   | 5,659 | 3,803 | 4,466 | 11,702 | 118,032 | 0,0052370 | 3685,907 | 1,621 | 158,550 |

| Rough Hull Condition |       |        |        |          |          |           |         |             |         |         |
|----------------------|-------|--------|--------|----------|----------|-----------|---------|-------------|---------|---------|
| Kt                   | J     | Kq     | Q      | DHP      | BHPscr   | Propeller |         | Main Engine |         | BHPscr  |
|                      |       |        | kN     | kW       | kW       | rpm       | %       | rpm         | %       | %       |
| 0,153                | 0,390 | 0,0186 | 12,606 | 190,565  | 194,454  | 144,301   | 58,16%  | 378,068     | 58,16%  | 17,63%  |
| 0,154                | 0,380 | 0,0184 | 17,156 | 304,205  | 310,414  | 169,255   | 68,22%  | 443,449     | 68,22%  | 28,14%  |
| 0,156                | 0,370 | 0,0189 | 23,525 | 481,963  | 491,799  | 195,558   | 78,83%  | 512,363     | 78,83%  | 44,59%  |
| 0,168                | 0,350 | 0,0193 | 33,145 | 797,596  | 813,874  | 229,703   | 92,59%  | 601,823     | 92,59%  | 73,79%  |
| 0,175                | 0,330 | 0,0208 | 48,620 | 1364,990 | 1392,847 | 267,987   | 108,02% | 702,127     | 108,02% | 126,28% |

Tabel 4. 12 *Clean Hull Condition Propeller Series B4-70*

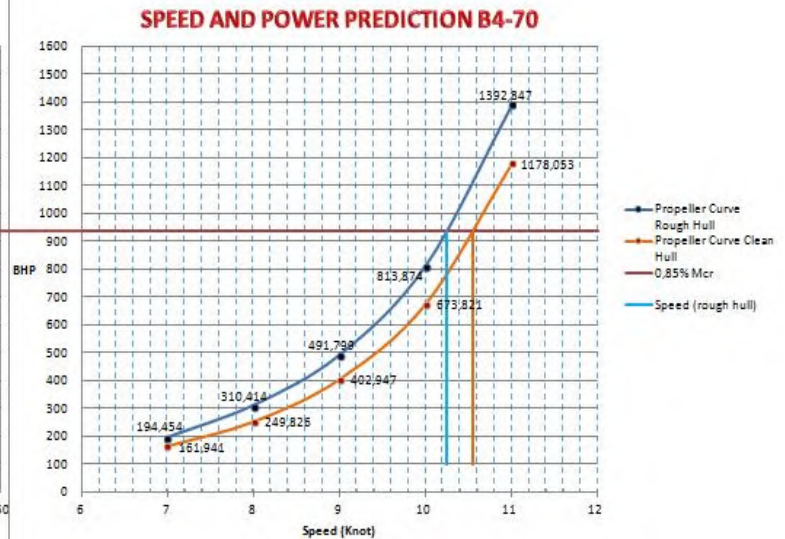
| Clean hull Condition |       |       |       |        |         |           |          |       |         |
|----------------------|-------|-------|-------|--------|---------|-----------|----------|-------|---------|
| Vs trial             |       | Va    | Np    | Ne     | Rt      | Ct        |          | T     |         |
| Knot                 | m/s   | m/s   | rps   | rps    | kN      |           |          | kN    |         |
| 7                    | 3,601 | 2,420 | 2,316 | 6,068  | 25,800  | 0,0032507 | 1989,547 | 0,875 | 32,884  |
| 8                    | 4,116 | 2,766 | 2,687 | 7,039  | 34,900  | 0,0033667 | 2060,516 | 0,906 | 44,908  |
| 9                    | 4,630 | 3,111 | 3,108 | 8,143  | 48,450  | 0,0036929 | 2260,161 | 0,994 | 62,738  |
| 10                   | 5,144 | 3,457 | 3,621 | 9,488  | 69,550  | 0,0042939 | 2628,014 | 1,156 | 88,747  |
| 11                   | 5,659 | 3,803 | 4,272 | 11,193 | 102,640 | 0,0052370 | 3205,249 | 1,410 | 132,629 |

| Clean Hull Condition |       |        |        |          |          |           |         |             |         |         |
|----------------------|-------|--------|--------|----------|----------|-----------|---------|-------------|---------|---------|
| Kt                   | J     | Kq     | Q      | DHP      | BHPscr   | Propeller |         | Main Engine |         | BHPscr  |
|                      |       |        | kN     | kW       | kW       | rpm       | %       | rpm         | %       | %       |
| 0,135                | 0,405 | 0,0170 | 10,684 | 155,528  | 161,941  | 138,956   | 56,01%  | 364,066     | 56,01%  | 14,68%  |
| 0,137                | 0,399 | 0,0168 | 14,208 | 239,933  | 249,826  | 161,195   | 64,97%  | 422,332     | 64,97%  | 22,65%  |
| 0,143                | 0,388 | 0,0175 | 19,808 | 386,991  | 402,947  | 186,486   | 75,17%  | 488,593     | 75,17%  | 36,53%  |
| 0,149                | 0,370 | 0,0185 | 28,429 | 647,137  | 673,821  | 217,287   | 87,58%  | 569,292     | 87,58%  | 61,09%  |
| 0,160                | 0,345 | 0,0197 | 42,131 | 1131,402 | 1178,053 | 256,336   | 103,32% | 671,600     | 103,32% | 106,80% |

Dari tabel 4. 11 (*kondisi rough hull*) dan tabel 4. 12 (*kondisi clean hull*) maka didapatkan bentuk grafik sebagai berikut yang diplotkan bersamaan dengan kurva *engine envelope*.



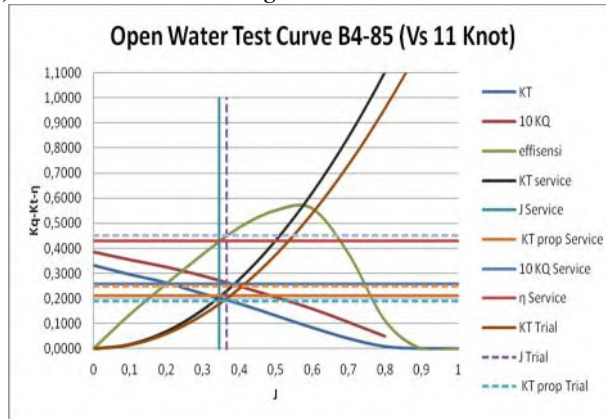
Gambar 4.7 Grafik Engine & Propeller (Rpm) Prediction B4-70



Gambar 4.8 Grafik Speed (Knot) & Power Prediction B4-70

Berdasarkan gambar 4.7 dan gambar 4.8 dengan menggunakan propeller series B4-70 dapat diketahui bahwa saat mesin 0,85%  $BHP_{mcr}$  maka kecepatan ( $V_s$ ) yang mampu di hasilkan adalah 10,25 knot dengan putaran 620 Rpm kondisi *rough hull* dan pada kecepatan ( $V_s$ ) 10,55 Knot dengan putaran 628 Rpm kondisi *clean hull*.

2. Hubungan Hubungan KT-J pada propeller series B4-85
  - a. Hubungan KT-J propeller series B4-85 pada kecepatan ( $V_s$ ) 11 Knot kondisi *rough hull* dan *clean hull*



Gambar 4.9 *Open Water Test Curve B4-85 Vs 11 Knot*

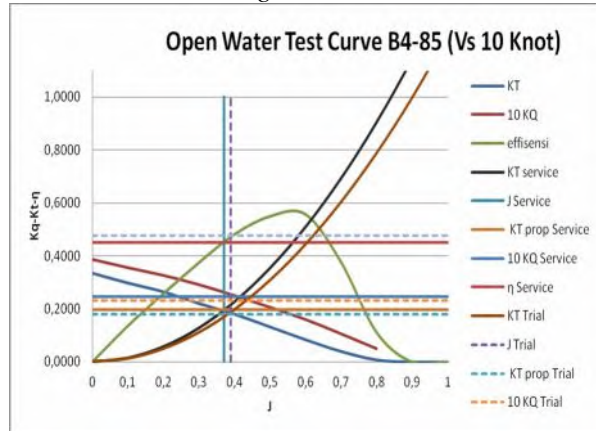
Berdasarkan hasil pembacaan gambar 4.9 maka didapatkan rangkuman data sebagai berikut :

| Rough Hull ( $V_s = 11$ Knot) |        |
|-------------------------------|--------|
| KT =                          | 0,2100 |
| KQ =                          | 0,0259 |
| J =                           | 0,3450 |
| =                             | 0,4300 |

| Clean Hull ( $V_s = 11$ Knot) |        |
|-------------------------------|--------|
| KT =                          | 0,1900 |
| KQ =                          | 0,0248 |
| J =                           | 0,3650 |
| =                             | 0,4500 |



- b. Hubungan KT-J propeller series B4-85 pada kecepatan (Vs) 10 Knot kondisi *rough hull* dan *clean hull*



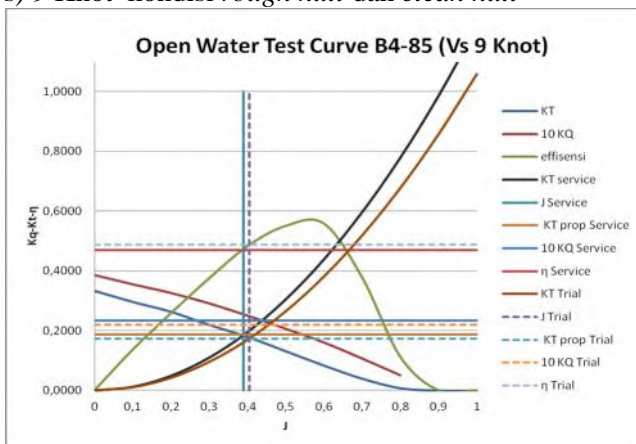
Gambar 4.10 *Open Water Test Curve B4-85 Vs 10 Knot*

Berdasarkan hasil pembacaan gambar 4.10 maka didapatkan rangkuman data sebagai berikut :

| Rough Hull (Vs = 10 Knot) |        |
|---------------------------|--------|
| KT =                      | 0,1950 |
| KQ =                      | 0,0245 |
| J =                       | 0,3700 |
| =                         | 0,4500 |

| Clean Hull (Vs = 10 Knot) |        |
|---------------------------|--------|
| KT =                      | 0,1800 |
| KQ =                      | 0,0230 |
| J =                       | 0,3900 |
| =                         | 0,4750 |

- c. Hubungan KT-J propeller series B4-85 pada kecepatan ( $V_s$ ) 9 Knot kondisi *rough hull* dan *clean hull*



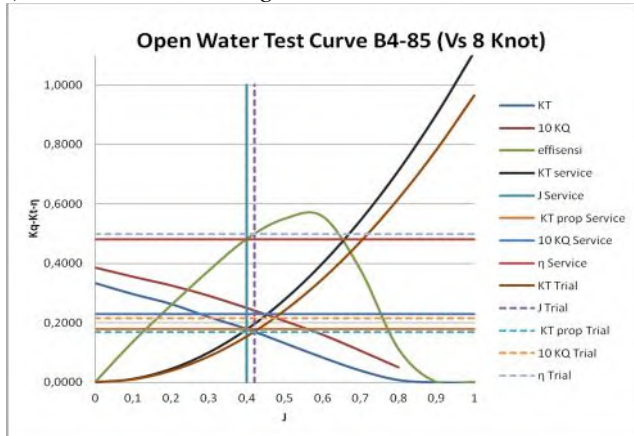
Gambar 4.11 *Open Water Test Curve* B4-85 Vs 9 Knot

Berdasarkan hasil pembacaan gambar 4.11 maka didapatkan rangkuman data sebagai berikut :

| Rough Hull ( $V_s = 9$ Knot) |        |
|------------------------------|--------|
| KT =                         | 0,1860 |
| KQ =                         | 0,0233 |
| J =                          | 0,3890 |
| =                            | 0,4700 |

| Clean Hull ( $V_s = 9$ Knot) |        |
|------------------------------|--------|
| KT =                         | 0,1730 |
| KQ =                         | 0,0220 |
| J =                          | 0,4050 |
| =                            | 0,4870 |

- d. Hubungan KT-J propeller series B4-85 pada kecepatan ( $V_s$ ) 8 Knot kondisi *rough hull* dan *clean hull*



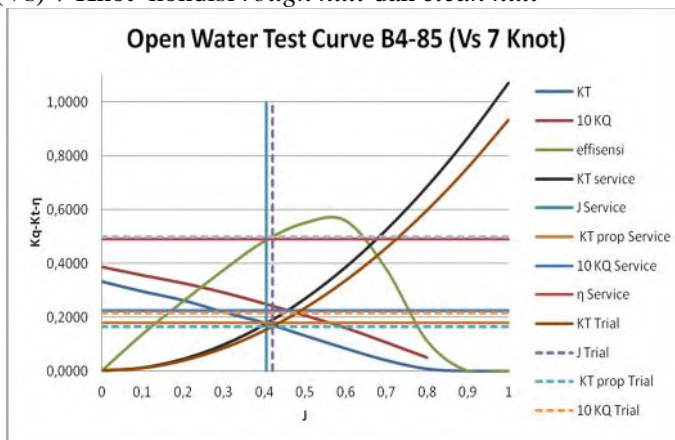
Gambar 4.12 *Open Water Test Curve B4-85 Vs 8 Knot*

Berdasarkan hasil pembacaan gambar 4.12 maka didapatkan rangkuman data sebagai berikut :

| Rough Hull ( $V_s = 8$ Knot) |        |
|------------------------------|--------|
| KT =                         | 0,1790 |
| KQ =                         | 0,0230 |
| J =                          | 0,4000 |
| =                            | 0,4800 |

| Clean Hull ( $V_s = 8$ Knot) |        |
|------------------------------|--------|
| KT =                         | 0,1690 |
| KQ =                         | 0,0215 |
| J =                          | 0,4200 |
| =                            | 0,4990 |

- e. Hubungan KT-J propeller series B4-85 pada kecepatan ( $V_s$ ) 7 Knot kondisi *rough hull* dan *clean hull*



Gambar 4.13 *Open Water Test Curve B4-85 Vs 7 Knot*

Berdasarkan hasil pembacaan gambar 4.13 maka didapatkan rangkuman data sebagai berikut :

| Rough Hull ( $V_s = 7$ Knot) |        |
|------------------------------|--------|
| KT =                         | 0,1800 |
| KQ =                         | 0,0225 |
| J =                          | 0,4050 |
| =                            | 0,4900 |

| Clean Hull ( $V_s = 7$ Knot) |        |
|------------------------------|--------|
| KT =                         | 0,1650 |
| KQ =                         | 0,0215 |
| J =                          | 0,4200 |
| =                            | 0,5000 |

Tabel 4. 13 *Rough Hull Condition Propeller Series B4-85*

| <b>Rough Hull Condition</b> |            |            |            |            |           |           |          |       |           |
|-----------------------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|----------|-------|-----------|
| <b>Vs service</b>           |            | <b>Va</b>  | <b>Np</b>  | <b>Ne</b>  | <b>Rt</b> | <b>Ct</b> |          |       | <b>T</b>  |
| <b>Knot</b>                 | <b>m/s</b> | <b>m/s</b> | <b>rps</b> | <b>rps</b> | <b>kN</b> |           |          |       | <b>kN</b> |
| 7                           | 3,601      | 2,420      | 2,390      | 6,262      | 29,665    | 0,0037377 | 2287,609 | 1,071 | 41,169    |
| 8                           | 4,116      | 2,766      | 2,766      | 7,246      | 40,194    | 0,0033667 | 2373,097 | 1,112 | 54,818    |
| 9                           | 4,630      | 3,111      | 3,199      | 8,382      | 55,722    | 0,0036929 | 2599,383 | 1,218 | 76,227    |
| 10                          | 5,144      | 3,457      | 3,737      | 9,792      | 79,981    | 0,0042939 | 3022,176 | 1,416 | 109,054   |
| 11                          | 5,659      | 3,803      | 4,409      | 11,552     | 118,032   | 0,0052370 | 3685,907 | 1,726 | 163,448   |

| <b>Rough Hull Condition</b> |          |           |           |            |               |                  |          |                    |          |               |
|-----------------------------|----------|-----------|-----------|------------|---------------|------------------|----------|--------------------|----------|---------------|
| <b>Kt</b>                   | <b>J</b> | <b>Kq</b> | <b>Q</b>  | <b>DHP</b> | <b>BHPscr</b> | <b>Propeller</b> |          | <b>Main Engine</b> |          | <b>BHPscr</b> |
|                             |          |           | <b>kN</b> | <b>kW</b>  | <b>kW</b>     | <b>rpm</b>       | <b>%</b> | <b>rpm</b>         | <b>%</b> | <b>%</b>      |
| 0,180                       | 0,405    | 0,0225    | 12,865    | 193,278    | 197,222       | 143,403          | 57,80%   | 375,716            | 57,80%   | 17,88%        |
| 0,179                       | 0,400    | 0,0230    | 17,609    | 306,118    | 312,365       | 165,938          | 66,89%   | 434,757            | 66,89%   | 28,32%        |
| 0,186                       | 0,389    | 0,0233    | 23,872    | 480,071    | 489,868       | 191,959          | 77,37%   | 502,932            | 77,37%   | 44,41%        |
| 0,195                       | 0,370    | 0,0245    | 34,254    | 804,695    | 821,118       | 224,240          | 90,39%   | 587,509            | 90,39%   | 74,44%        |
| 0,210                       | 0,345    | 0,0259    | 50,396    | 1396,661   | 1425,164      | 264,538          | 106,63%  | 693,091            | 106,63%  | 129,21%       |

Tabel 4. 14 *Clean Hull Condition Propeller Series B4-85*

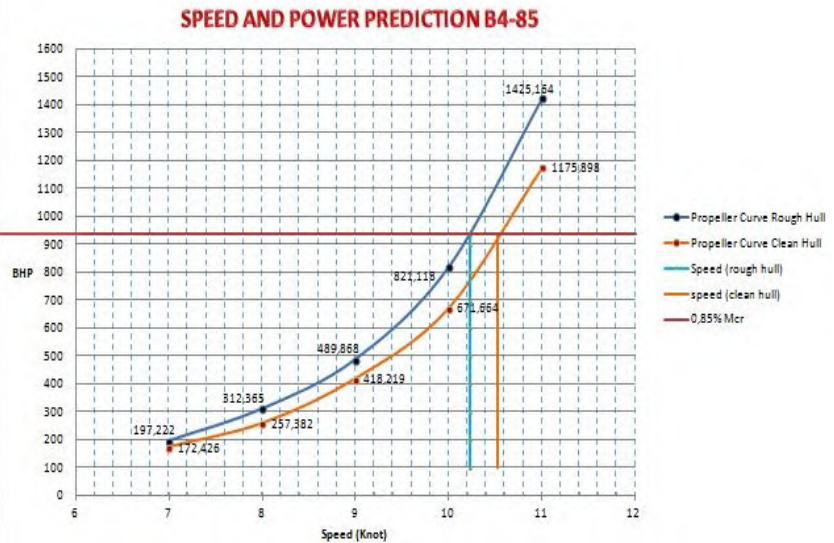
| <b>Clean Hull Condition</b> |            |            |            |            |           |           |          |       |           |
|-----------------------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|----------|-------|-----------|
| <b>Vs trial</b>             |            | <b>Va</b>  | <b>Np</b>  | <b>Ne</b>  | <b>Rt</b> | <b>Ct</b> |          |       | <b>T</b>  |
| <b>Knot</b>                 | <b>m/s</b> | <b>m/s</b> | <b>rps</b> | <b>rps</b> | <b>kN</b> |           |          |       | <b>kN</b> |
| 7                           | 3,601      | 2,420      | 2,305      | 6,038      | 25,800    | 0,0032507 | 1989,547 | 0,932 | 35,091    |
| 8                           | 4,116      | 2,766      | 2,634      | 6,901      | 34,900    | 0,0033667 | 2060,516 | 0,965 | 46,944    |
| 9                           | 4,630      | 3,111      | 3,073      | 8,051      | 48,450    | 0,0036929 | 2260,161 | 1,059 | 65,408    |
| 10                          | 5,144      | 3,457      | 3,546      | 9,290      | 69,550    | 0,0042939 | 2628,014 | 1,231 | 90,606    |
| 11                          | 5,659      | 3,803      | 4,167      | 10,919     | 102,640   | 0,0052370 | 3205,249 | 1,501 | 132,119   |

| <b>Clean Hull Condition</b> |          |           |           |            |               |                  |          |                    |          |               |
|-----------------------------|----------|-----------|-----------|------------|---------------|------------------|----------|--------------------|----------|---------------|
| <b>Kt</b>                   | <b>J</b> | <b>Kq</b> | <b>Q</b>  | <b>DHP</b> | <b>BHPscr</b> | <b>Propeller</b> |          | <b>Main Engine</b> |          | <b>BHPscr</b> |
|                             |          |           | <b>kN</b> | <b>kW</b>  | <b>kW</b>     | <b>rpm</b>       | <b>%</b> | <b>rpm</b>         | <b>%</b> | <b>%</b>      |
| 0,165                       | 0,420    | 0,0215    | 11,431    | 165,598    | 172,426       | 138,281          | 55,74%   | 362,297            | 55,74%   | 15,63%        |
| 0,169                       | 0,420    | 0,0215    | 14,930    | 247,190    | 257,382       | 158,036          | 63,70%   | 414,054            | 63,70%   | 23,33%        |
| 0,173                       | 0,405    | 0,0220    | 20,795    | 401,657    | 418,219       | 184,375          | 74,32%   | 483,063            | 74,32%   | 37,92%        |
| 0,180                       | 0,390    | 0,0230    | 28,943    | 645,067    | 671,664       | 212,741          | 85,75%   | 557,381            | 85,75%   | 60,89%        |
| 0,190                       | 0,365    | 0,0248    | 43,113    | 1129,332   | 1175,898      | 250,043          | 100,79%  | 655,113            | 100,79%  | 106,61%       |

Dari tabel 4. 13 (*kondisi rough hull*) dan tabel 4. 14 (*kondisi clean hull*) maka didapatkan bentuk grafik sebagai berikut yang diplotkan bersamaan dengan kurva *engine envelope*.



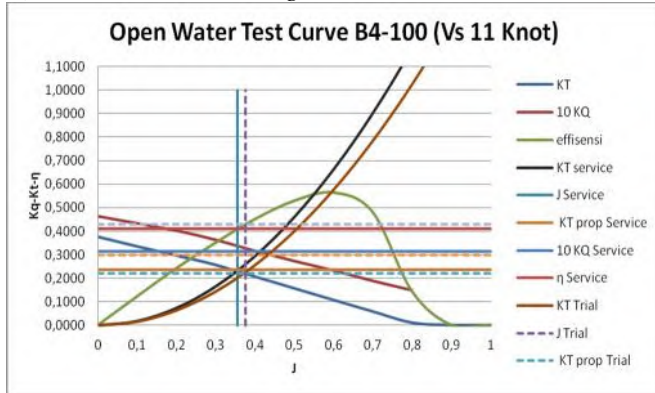
Gambar 4.14 Grafik Engine & Propeller (Rpm) Prediction B4-85



Gambar 4.15 Grafik Speed (Knot) & Power Prediction B4-85

Berdasarkan gambar 4.14 dan gambar 4.15 dengan menggunakan propeller series B4-85 dapat diketahui bahwa saat mesin 0,85%  $BHP_{mcr}$  maka kecepatan ( $V_s$ ) yang mampu di hasilkan adalah 10,23 knot dengan putaran 606 Rpm kondisi *rough hull* dan pada kecepatan ( $V_s$ ) 10,53 Knot dengan putaran 610 Rpm kondisi *clean hull*.

3. Hubungan Hubungan KT-J pada propeller series B4-100
  - a. Hubungan KT-J propeller series B4-100 pada kecepatan (Vs) 11 Knot kondisi *rough hull* dan *clean hull*



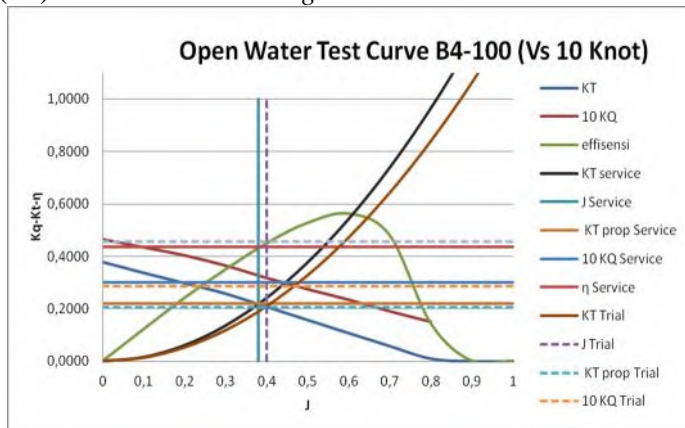
Gambar 4.16 *Open Water Test Curve B4-100 Vs 11 Knot*

Berdasarkan hasil pembacaan gambar 4.16 maka didapatkan rangkuman data sebagai berikut :

| Rough Hull (Vs = 11 Knot) |        |
|---------------------------|--------|
| KT =                      | 0,2350 |
| KQ =                      | 0,0315 |
| J =                       | 0,3550 |
| =                         | 0,4100 |

| Clean Hull (Vs = 11 Knot) |        |
|---------------------------|--------|
| KT =                      | 0,2200 |
| KQ =                      | 0,0299 |
| J =                       | 0,3750 |
| =                         | 0,4300 |

- b. Hubungan KT-J propeller series B4-100 pada kecepatan ( $V_s$ ) 10 Knot kondisi *rough hull* dan *clean hull*



Gambar 4.17 *Open Water Test Curve* B4-100 Vs 10 Knot

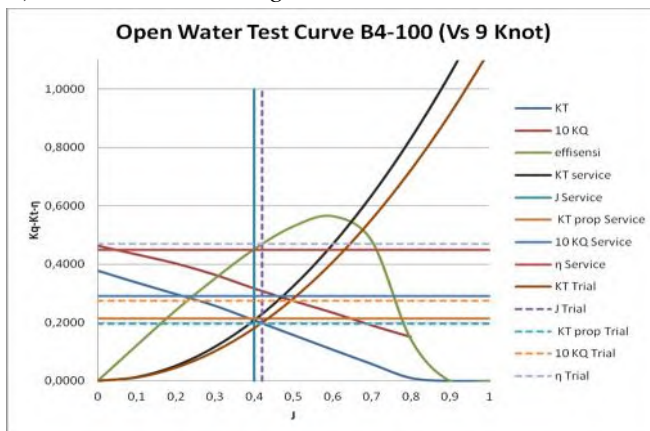
Berdasarkan hasil pembacaan gambar 4.17 maka didapatkan rangkuman data sebagai berikut :

| Rough Hull ( $V_s = 10$ Knot) |        |
|-------------------------------|--------|
| KT =                          | 0,2200 |
| KQ =                          | 0,0300 |
| J =                           | 0,3800 |
| =                             | 0,4350 |

| Clean Hull ( $V_s = 10$ Knot) |        |
|-------------------------------|--------|
| KT =                          | 0,2050 |
| KQ =                          | 0,0287 |
| J =                           | 0,4000 |
| =                             | 0,4550 |



- c. Hubungan KT-J propeller series B4-100 pada kecepatan ( $V_s$ ) 9 Knot kondisi *rough hull* dan *clean hull*



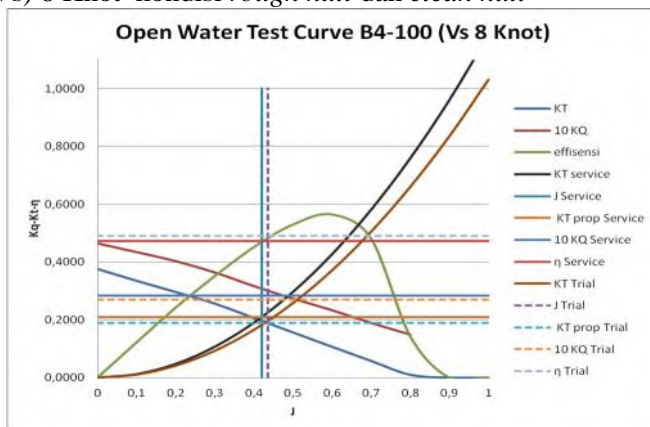
Gambar 4.18 *Open Water Test Curve* B4-100 Vs 9 Knot

Berdasarkan hasil pembacaan gambar 4.18 maka didapatkan rangkuman data sebagai berikut :

| Rough Hull ( $V_s = 9$ Knot) |        |
|------------------------------|--------|
| KT =                         | 0,2130 |
| KQ =                         | 0,0290 |
| J =                          | 0,4000 |
| =                            | 0,4500 |

| Clean Hull ( $V_s = 9$ Knot) |        |
|------------------------------|--------|
| KT =                         | 0,1950 |
| KQ =                         | 0,0275 |
| J =                          | 0,4200 |
| =                            | 0,4700 |

- d. Hubungan KT-J propeller series B4-100 pada kecepatan ( $V_s$ ) 8 Knot kondisi *rough hull* dan *clean hull*



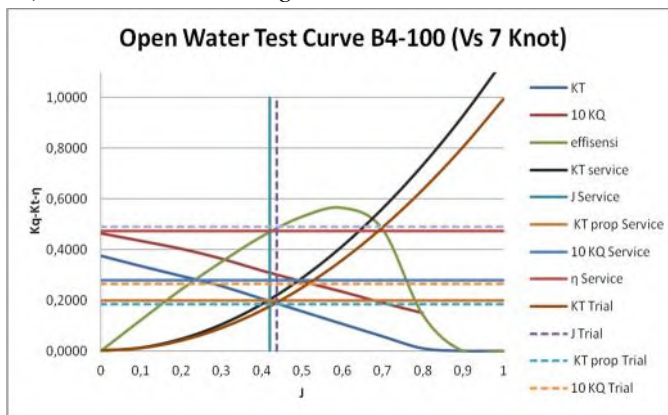
Gambar 4.19 *Open Water Test Curve* B4-100 Vs 8 Knot

Berdasarkan hasil pembacaan gambar 4.19 maka didapatkan rangkuman data sebagai berikut :

| Rough Hull ( $V_s = 8$ Knot) |        |
|------------------------------|--------|
| KT =                         | 0,2100 |
| KQ =                         | 0,0283 |
| J =                          | 0,4200 |
| =                            | 0,4730 |

| Clean Hull ( $V_s = 8$ Knot) |        |
|------------------------------|--------|
| KT =                         | 0,1900 |
| KQ =                         | 0,0270 |
| J =                          | 0,4360 |
| =                            | 0,4900 |

- e. Hubungan KT-J propeller series B4-100 pada kecepatan (Vs) 7 Knot kondisi *rough hull* dan *clean hull*



Gambar 4.20 *Open Water Test Curve* B4-100 Vs 7 Knot

Berdasarkan hasil pembacaan gambar 4.20 maka didapatkan rangkuman data sebagai berikut :

| Rough Hull (Vs = 7 Knot) |        |
|--------------------------|--------|
| KT =                     | 0,2000 |
| KQ =                     | 0,0280 |
| J =                      | 0,4200 |
| =                        | 0,4740 |

| Clean Hull (Vs = 7 Knot) |        |
|--------------------------|--------|
| KT =                     | 0,1850 |
| KQ =                     | 0,0265 |
| J =                      | 0,4380 |
| =                        | 0,4890 |

Tabel 4. 15 *Rough Hull Condition Propeller Series B4-100*

| <b>Rough Hull Condition</b> |            |            |            |            |           |           |          |       |           |
|-----------------------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|----------|-------|-----------|
| <b>Vs service</b>           |            | <b>Va</b>  | <b>Np</b>  | <b>Ne</b>  | <b>Rt</b> | <b>Ct</b> |          |       | <b>T</b>  |
| <b>Knot</b>                 | <b>m/s</b> | <b>m/s</b> | <b>rps</b> | <b>rps</b> | <b>kN</b> |           |          |       | <b>kN</b> |
| 7                           | 3,601      | 2,420      | 2,381      | 6,238      | 29,665    | 0,0037377 | 2287,609 | 1,143 | 39,856    |
| 8                           | 4,116      | 2,766      | 2,721      | 7,129      | 40,194    | 0,0033667 | 2373,097 | 1,186 | 54,659    |
| 9                           | 4,630      | 3,111      | 3,214      | 8,421      | 55,722    | 0,0036929 | 2599,383 | 1,299 | 77,358    |
| 10                          | 5,144      | 3,457      | 3,759      | 9,849      | 79,981    | 0,0042939 | 3022,176 | 1,511 | 109,299   |
| 11                          | 5,659      | 3,803      | 4,426      | 11,597     | 118,032   | 0,0052370 | 3685,907 | 1,842 | 161,867   |

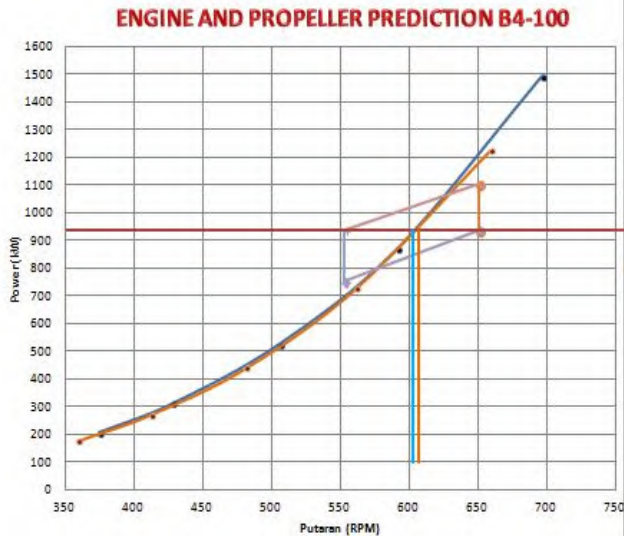
| <b>Rough Hull Condition</b> |          |           |           |            |               |                  |          |                    |          |               |
|-----------------------------|----------|-----------|-----------|------------|---------------|------------------|----------|--------------------|----------|---------------|
| <b>Kt</b>                   | <b>J</b> | <b>Kq</b> | <b>Q</b>  | <b>DHP</b> | <b>BHPscr</b> | <b>Propeller</b> |          | <b>Main Engine</b> |          | <b>BHPscr</b> |
|                             |          |           | <b>kN</b> | <b>kW</b>  | <b>kW</b>     | <b>rpm</b>       | <b>%</b> | <b>rpm</b>         | <b>%</b> | <b>%</b>      |
| 0,200                       | 0,420    | 0,0280    | 13,503    | 202,081    | 206,205       | 142,853          | 57,58%   | 374,274            | 57,58%   | 18,69%        |
| 0,210                       | 0,420    | 0,0283    | 17,826    | 304,881    | 311,103       | 163,260          | 65,81%   | 427,742            | 65,81%   | 28,21%        |
| 0,213                       | 0,400    | 0,0290    | 25,488    | 514,952    | 525,461       | 192,851          | 77,73%   | 505,270            | 77,73%   | 47,64%        |
| 0,220                       | 0,380    | 0,0300    | 36,069    | 852,298    | 869,692       | 225,557          | 90,92%   | 590,959            | 90,92%   | 78,85%        |
| 0,235                       | 0,355    | 0,0315    | 52,507    | 1460,914   | 1490,729      | 265,585          | 107,05%  | 695,834            | 107,05%  | 135,15%       |

Tabel 4. 16 *Clean Hull Condition Propeller Series B4-100*

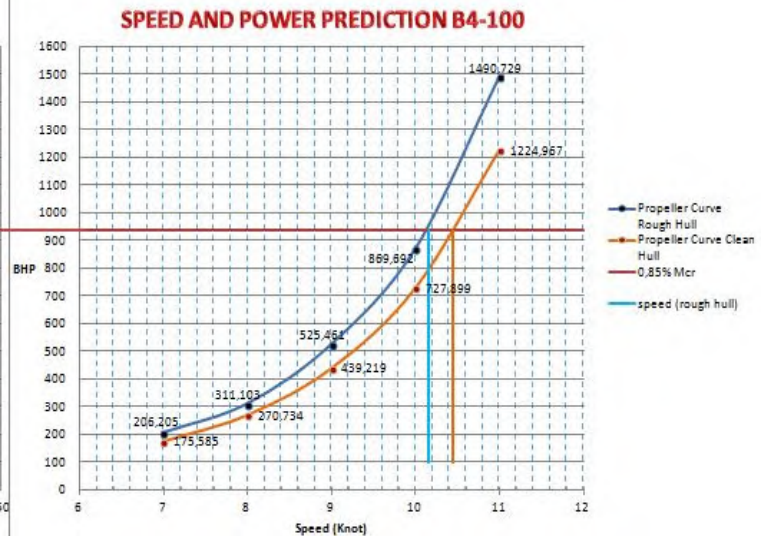
| <b>Clean hull Condition</b> |            |            |            |            |           |           |          |       |           |
|-----------------------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|----------|-------|-----------|
| <b>Vs trial</b>             |            | <b>Va</b>  | <b>Np</b>  | <b>Ne</b>  | <b>Rt</b> | <b>Ct</b> |          |       | <b>T</b>  |
| <b>Knot</b>                 | <b>m/s</b> | <b>m/s</b> | <b>rps</b> | <b>rps</b> | <b>kN</b> |           |          |       | <b>kN</b> |
| 7                           | 3,601      | 2,420      | 2,283      | 5,982      | 25,800    | 0,0032507 | 1989,547 | 0,994 | 33,899    |
| 8                           | 4,116      | 2,766      | 2,621      | 6,867      | 34,900    | 0,0033667 | 2060,516 | 1,030 | 45,891    |
| 9                           | 4,630      | 3,111      | 3,061      | 8,020      | 48,450    | 0,0036929 | 2260,161 | 1,130 | 64,237    |
| 10                          | 5,144      | 3,457      | 3,571      | 9,357      | 69,550    | 0,0042939 | 2628,014 | 1,314 | 91,917    |
| 11                          | 5,659      | 3,803      | 4,190      | 10,979     | 102,640   | 0,0052370 | 3205,249 | 1,602 | 135,803   |

| <b>Clean Hull Condition</b> |          |           |           |            |               |                  |          |                    |          |               |
|-----------------------------|----------|-----------|-----------|------------|---------------|------------------|----------|--------------------|----------|---------------|
| <b>Kt</b>                   | <b>J</b> | <b>Kq</b> | <b>Q</b>  | <b>DHP</b> | <b>BHPscr</b> | <b>Propeller</b> |          | <b>Main Engine</b> |          | <b>BHPscr</b> |
|                             |          |           | <b>kN</b> | <b>kW</b>  | <b>kW</b>     | <b>rpm</b>       | <b>%</b> | <b>rpm</b>         | <b>%</b> | <b>%</b>      |
| 0,185                       | 0,438    | 0,0265    | 11,751    | 168,632    | 175,585       | 136,982          | 55,21%   | 358,893            | 55,21%   | 15,92%        |
| 0,190                       | 0,436    | 0,0270    | 15,782    | 260,013    | 270,734       | 157,269          | 63,39%   | 412,045            | 63,39%   | 24,55%        |
| 0,195                       | 0,420    | 0,0275    | 21,923    | 421,826    | 439,219       | 183,668          | 74,03%   | 481,210            | 74,03%   | 39,82%        |
| 0,205                       | 0,400    | 0,0287    | 31,142    | 699,074    | 727,899       | 214,279          | 86,37%   | 561,411            | 86,37%   | 65,99%        |
| 0,220                       | 0,375    | 0,0299    | 44,665    | 1176,459   | 1224,967      | 251,421          | 101,34%  | 658,723            | 101,34%  | 111,06%       |

Dari tabel 4. 15 (*kondisi rough hull*) dan tabel 4. 16 (*kondisi clean hull*) maka didapatkan bentuk grafik sebagai berikut yang diplotkan bersamaan dengan kurva *engine envelope*.



Gambar 4.21 Grafik Engine & Propeller (Rpm) Prediction B4-100



Gambar 4.22 Grafik Speed (Knot) & Power Prediction B4-100

Berdasarkan gambar 4.21 dan gambar 4.22 dengan menggunakan propeller series B4-100 dapat diketahui bahwa saat mesin 0,85% BHP<sub>mcr</sub> maka kecepatan (Vs) yang mampu di hasilkan adalah 10,15 knot dengan putaran 602 Rpm kondisi *rough hull* dan pada kecepatan (Vs) 10,45 Knot dengan putaran 606 Rpm kondisi *clean hull*.

Pembacaan grafik *engine propeller matching* tersebut menunjukkan gambaran *power prediction*, putaran (*RPM prediction*) dan *speed (knot) prediction* yang sesuai terhadap mesin yang ada merk Yanmar Z280ST 1500 HP putaran 650 RPM terhadap penggunaan propeller yang telah dipilih yaitu B4-70, B4-85 & B4-100. Sehingga hasil dari masing – masing dapat di rangkum sebagai berikut :

| <b>Kondisi Rough Hull</b> |                      |               |              |
|---------------------------|----------------------|---------------|--------------|
| Series                    | Daya 0,85 % Mcr (Kw) | Putaran (Rpm) | Speed (Knot) |
| Propeller B4-70           | 937,55               | 620           | 10,25        |
| Propeller B4-85           | 937,55               | 608           | 10,22        |
| Propeller B4-100          | 937,55               | 602           | 10,15        |

| <b>.Kondisi Clean Hull</b> |                      |               |              |
|----------------------------|----------------------|---------------|--------------|
| Series                     | Daya 0,85 % Mcr (Kw) | Putaran (Rpm) | Speed (Knot) |
| Propeller B4-70            | 937,55               | 628           | 10,55        |
| Propeller B4-85            | 937,55               | 610           | 10,53        |
| Propeller B4-100           | 937,55               | 606           | 10,45        |

Dipilihnya propeller series B4-70 yaitu karena dengan menggunakan propeller series B4-70 saat daya 0,85% BHPmcr kecepatan yang mampu dihasilkan adalah 10,25 Knot dengan putaran 620 Rpm kondisi *rough hull* dan pada kecepatan 10,55 knot dengan putaran 628 Rpm kondisi *clean hull*.

**LAMPIRAN**

## 1. Pemilihan Propeller

Dari perhitungan tahanan, didapatkan :

| DAYA               | KW      | HP      |
|--------------------|---------|---------|
| BHP <sub>MCR</sub> | 1325,10 | 1801,63 |
| BHP <sub>SCR</sub> | 1152,26 | 1566,63 |
| SHP                | 1129,21 | 1535,30 |
| DHP                | 1106,63 | 1504,60 |
| EHP                | 667,92  | 908,12  |
| THP                | 608,64  | 827,52  |

Kemudian ditentukan spesifikasi mesinnya :

|               |            |    |
|---------------|------------|----|
| Merk          | YANMAR     |    |
| Type          | Z 280 - ST |    |
| Cycle         | 4 stroke   |    |
| Daya Max      | 1103       | kW |
|               | 1500       | HP |
| Jmlh silinder | 6          |    |

$$Y \text{ max propeller} = 0,7 \times T = 3,47$$

Diameter propeller yang diperbolehkan :

$$D_{\text{max propeller}} = (D) - 0,08D = 3,19$$

BP - Diagram

Pertama-tama yang dilakukan adalah memprediksi seri berapa saja yang digunakan untuk design propeller, dan dipilih seri B3, B4, B5 dan B6

Untuk mendapatkan nilai dari Bp1, maka dibutuhkan nilai dari advance speed (Va) sebesar :

$$V_a = (1-w) \cdot V_s = (1 - 0,328) \cdot 11 = 7,39$$

Setelah menentukannya, maka langkah selanjutnya adalah mendapatkan nilai Bp1 dengan rumus sebagai berikut :  $Bp1 = N \times P^{0.5} / V_a^{2.5} = 61,54$

Untuk mendapatkan nilai-nilai yang terdapat pada Diagram Wegningen B-Series, maka dilakukan perhitungan sebagai berikut : 0,1739.  $Bp1 = 1,36$



Tabel 1. Nilai 0,1739. Bp1

| Jenis Prop. | DHP (HP) | N Mesin (RPM) G/B | N.Prop (RPM) | w     | Vs (knot) | Va (knot) | Bp1   | 0,1739 Bp1 |
|-------------|----------|-------------------|--------------|-------|-----------|-----------|-------|------------|
| B3-35       | 1504,60  | 248,09            | 235,69       | 0,328 | 11        | 7,39      | 61,54 | 1,36       |
| B3-50       | 1504,60  | 248,09            | 235,69       | 0,328 | 11        | 7,39      | 61,54 | 1,36       |
| B3-65       | 1504,60  | 248,09            | 235,69       | 0,328 | 11        | 7,39      | 61,54 | 1,36       |
| B3-80       | 1504,60  | 248,09            | 235,69       | 0,328 | 11        | 7,39      | 61,54 | 1,36       |
| B4-40       | 1504,60  | 248,09            | 235,69       | 0,328 | 11        | 7,39      | 61,54 | 1,36       |
| B4-55       | 1504,60  | 248,09            | 235,69       | 0,328 | 11        | 7,39      | 61,54 | 1,36       |
| B4-70       | 1504,60  | 248,09            | 235,69       | 0,328 | 11        | 7,39      | 61,54 | 1,36       |
| B4-85       | 1504,60  | 248,09            | 235,69       | 0,328 | 11        | 7,39      | 61,54 | 1,36       |
| B4-100      | 1504,60  | 248,09            | 235,69       | 0,328 | 11        | 7,39      | 61,54 | 1,36       |
| B5-45       | 1504,60  | 248,09            | 235,69       | 0,328 | 11        | 7,39      | 61,54 | 1,36       |
| B5-60       | 1504,60  | 248,09            | 235,69       | 0,328 | 11        | 7,39      | 61,54 | 1,36       |
| B5-75       | 1504,60  | 248,09            | 235,69       | 0,328 | 11        | 7,39      | 61,54 | 1,36       |
| B5-90       | 1504,60  | 248,09            | 235,69       | 0,328 | 11        | 7,39      | 61,54 | 1,36       |
| B5-105      | 1504,60  | 248,09            | 235,69       | 0,328 | 11        | 7,39      | 61,54 | 1,36       |
| B6-50       | 1504,60  | 248,09            | 235,69       | 0,328 | 11        | 7,39      | 61,54 | 1,36       |
| B6-65       | 1504,60  | 248,09            | 235,69       | 0,328 | 11        | 7,39      | 61,54 | 1,36       |
| B6-80       | 1504,60  | 248,09            | 235,69       | 0,328 | 11        | 7,39      | 61,54 | 1,36       |
| B6-95       | 1504,60  | 248,09            | 235,69       | 0,328 | 11        | 7,39      | 61,54 | 1,36       |

Tabel 2. Nilai Db yang memenuhi (series B4-70)

| Jenis Prop. | P/D <sub>0</sub> | 1/J <sub>0</sub> | o       | D <sub>0</sub> (ft) | D <sub>b</sub> (ft) | D <sub>b</sub> (m) | D <sub>max</sub> (m) | D <sub>b</sub> < D <sub>max</sub> |
|-------------|------------------|------------------|---------|---------------------|---------------------|--------------------|----------------------|-----------------------------------|
| B3-35       | 0,630            | 2,980            | 301,772 | 9,46                | 8,99                | 2,74               | 3,19                 | berhasil                          |
| B3-50       | 0,640            | 2,950            | 298,734 | 9,37                | 8,90                | 2,71               | 3,19                 | berhasil                          |
| B3-65       | 0,665            | 2,900            | 293,671 | 9,21                | 8,75                | 2,67               | 3,19                 | berhasil                          |
| B3-80       | 0,725            | 2,750            | 278,481 | 8,73                | 8,30                | 2,53               | 3,19                 | berhasil                          |
| B4-40       | 0,648            | 2,860            | 289,620 | 9,08                | 8,63                | 2,63               | 3,19                 | berhasil                          |
| B4-55       | 0,650            | 2,850            | 288,608 | 9,05                | 8,60                | 2,62               | 3,19                 | berhasil                          |
| B4-70       | 0,670            | 2,800            | 283,544 | 8,89                | 8,45                | 2,58               | 3,19                 | berhasil                          |
| B4-85       | 0,730            | 2,720            | 275,443 | 8,64                | 8,21                | 2,50               | 3,19                 | berhasil                          |
| B4-100      | 0,770            | 2,630            | 266,329 | 8,35                | 7,94                | 2,42               | 3,19                 | berhasil                          |
| B5-45       | 0,670            | 2,765            | 280,000 | 8,78                | 8,34                | 2,54               | 3,19                 | berhasil                          |
| B5-60       | 0,675            | 2,760            | 279,494 | 8,77                | 8,33                | 2,54               | 3,19                 | berhasil                          |
| B5-75       | 0,678            | 2,750            | 278,481 | 8,73                | 8,30                | 2,53               | 3,19                 | berhasil                          |
| B5-90       | 0,730            | 2,700            | 273,418 | 8,58                | 8,15                | 2,48               | 3,19                 | berhasil                          |
| B5-105      | 0,770            | 2,610            | 264,304 | 8,29                | 7,88                | 2,40               | 3,19                 | berhasil                          |
| B6-50       | 0,730            | 2,620            | 265,316 | 8,32                | 7,91                | 2,41               | 3,19                 | berhasil                          |
| B6-65       | 0,710            | 2,700            | 273,418 | 8,58                | 8,15                | 2,48               | 3,19                 | berhasil                          |
| B6-80       | 0,720            | 2,690            | 272,405 | 8,54                | 8,12                | 2,47               | 3,19                 | berhasil                          |
| B6-95       | 0,740            | 2,650            | 268,354 | 8,42                | 8,00                | 2,44               | 3,19                 | berhasil                          |

Tabel 3. Nilai P/Db dan Propeller

| Jenis Prop. | b      | 1/J <sub>b</sub> | P/D <sub>b</sub> |       | Ae/Ao | Ao    | Ae    | Ad = Ae | Va (m/s) |
|-------------|--------|------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|---------|----------|
| B3-35       | 286,68 | 2,83             | 0,660            | 0,525 | 0,35  | 63,46 | 22,21 | 22,21   | 3,799    |
| B3-50       | 283,80 | 2,80             | 0,640            | 0,515 | 0,50  | 62,19 | 31,10 | 31,10   | 3,799    |
| B3-65       | 278,99 | 2,76             | 0,670            | 0,485 | 0,65  | 60,10 | 39,07 | 39,07   | 3,799    |
| B3-80       | 264,56 | 2,61             | 0,730            | 0,470 | 0,80  | 54,05 | 43,24 | 43,24   | 3,799    |
| B4-40       | 275,14 | 2,72             | 0,660            | 0,525 | 0,40  | 58,46 | 23,38 | 23,38   | 3,799    |
| B4-55       | 274,18 | 2,71             | 0,665            | 0,518 | 0,55  | 58,05 | 31,93 | 31,93   | 3,799    |
| B4-70       | 269,37 | 2,66             | 0,669            | 0,515 | 0,70  | 56,03 | 39,22 | 39,22   | 3,799    |
| B4-85       | 261,67 | 2,58             | 0,740            | 0,510 | 0,85  | 52,87 | 44,94 | 44,94   | 3,799    |
| B4-100      | 253,01 | 2,50             | 0,795            | 0,485 | 1,00  | 49,43 | 49,43 | 49,43   | 3,799    |
| B5-45       | 266,00 | 2,63             | 0,698            | 0,495 | 0,45  | 54,64 | 24,59 | 24,59   | 3,799    |
| B5-60       | 265,52 | 2,62             | 0,700            | 0,508 | 0,60  | 54,44 | 32,66 | 32,66   | 3,799    |
| B5-75       | 264,56 | 2,61             | 0,710            | 0,495 | 0,75  | 54,05 | 40,53 | 40,53   | 3,799    |
| B5-90       | 259,75 | 2,57             | 0,740            | 0,485 | 0,90  | 52,10 | 46,89 | 46,89   | 3,799    |
| B5-105      | 251,09 | 2,48             | 0,790            | 0,476 | 1,05  | 48,68 | 43,81 | 43,81   | 3,799    |
| B6-50       | 252,05 | 2,49             | 0,750            | 0,492 | 0,50  | 49,06 | 24,53 | 24,53   | 3,799    |
| B6-65       | 259,75 | 2,57             | 0,730            | 0,490 | 0,65  | 52,10 | 33,86 | 33,86   | 3,799    |
| B6-80       | 258,78 | 2,56             | 0,725            | 0,486 | 0,80  | 51,71 | 41,37 | 41,37   | 3,799    |
| B6-95       | 254,94 | 2,52             | 0,760            | 0,478 | 0,95  | 50,19 | 47,68 | 47,68   | 3,799    |

Tabel 4. Perhitungan Resiko Kavitasi

| Jenis Prop. | A <sub>p</sub> (m <sup>2</sup> ) | N (rps) | V <sub>r</sub> <sup>2</sup> | T (kN) | c hitungan | 0.7R | T <sub>c</sub> Burril | Kavitasi ?    |
|-------------|----------------------------------|---------|-----------------------------|--------|------------|------|-----------------------|---------------|
| B3-35       | 1,89                             | 3,928   | 574,34                      | 159,93 | 0,29       | 0,44 | 0,18                  | Kavitasi      |
| B3-50       | 2,66                             | 3,928   | 563,12                      | 159,93 | 0,21       | 0,45 | 0,18                  | Kavitasi      |
| B3-65       | 3,32                             | 3,928   | 544,68                      | 159,93 | 0,18       | 0,46 | 0,19                  | Tidak Kavitas |
| B3-80       | 3,61                             | 3,928   | 491,25                      | 159,93 | 0,18       | 0,51 | 0,20                  | Tidak Kavitas |
| B4-40       | 1,99                             | 3,928   | 530,15                      | 159,93 | 0,30       | 0,47 | 0,19                  | Kavitasi      |
| B4-55       | 2,71                             | 3,928   | 526,55                      | 159,93 | 0,22       | 0,48 | 0,19                  | Kavitasi      |
| B4-70       | 3,33                             | 3,928   | 508,74                      | 159,93 | 0,19       | 0,49 | 0,19                  | Tidak Kavitas |
| B4-85       | 3,75                             | 3,928   | 480,90                      | 159,93 | 0,18       | 0,52 | 0,20                  | Tidak Kavitas |
| B4-100      | 4,06                             | 3,928   | 450,54                      | 159,93 | 0,17       | 0,56 | 0,21                  | Tidak Kavitas |
| B5-45       | 2,07                             | 3,928   | 496,46                      | 159,93 | 0,31       | 0,51 | 0,20                  | Kavitasi      |
| B5-60       | 2,75                             | 3,928   | 494,72                      | 159,93 | 0,23       | 0,51 | 0,20                  | Kavitasi      |
| B5-75       | 3,41                             | 3,928   | 491,25                      | 159,93 | 0,19       | 0,51 | 0,20                  | Tidak Kavitas |
| B5-90       | 3,91                             | 3,928   | 474,06                      | 159,93 | 0,17       | 0,53 | 0,20                  | Tidak Kavitas |
| B5-105      | 3,61                             | 3,928   | 443,93                      | 159,93 | 0,20       | 0,57 | 0,21                  | Tidak Kavitas |
| B6-50       | 2,04                             | 3,928   | 447,23                      | 159,93 | 0,35       | 0,56 | 0,21                  | Kavitasi      |
| B6-65       | 2,83                             | 3,928   | 474,06                      | 159,93 | 0,24       | 0,53 | 0,20                  | Kavitasi      |
| B6-80       | 3,46                             | 3,928   | 470,67                      | 159,93 | 0,20       | 0,53 | 0,20                  | Tidak Kavitas |
| B6-95       | 3,96                             | 3,928   | 457,20                      | 159,93 | 0,18       | 0,55 | 0,21                  | Tidak Kavitas |

Dari hasil perhitungan pemilihan propeller pada pembahasan sebelumnya maka didapatkan rangkuman dari beberapa series propeller yang memenuhi syarat yaitu :

1. Propeller B4-70

|       |   |          |   |
|-------|---|----------|---|
| Jenis | : | B Series |   |
| Type  | : | B4-70    |   |
| Ae/Ao | : | 0,70     |   |
| D     | : | 2,58     | m |
| P/D   | : | 0,669    |   |
|       | : | 0,515    | % |

2. Propeller B4-85

|       |   |          |   |
|-------|---|----------|---|
| Jenis | : | B Series |   |
| Type  | : | B4-85    |   |
| Ae/Ao | : | 0,85     |   |
| D     | : | 2,50     | m |
| P/D   | : | 0,740    |   |
|       | : | 0,510    | % |

3. Propeller B4-100

|       |   |          |   |
|-------|---|----------|---|
| Jenis | : | B Series |   |
| Type  | : | B4-100   |   |
| Ae/Ao | : | 1,00     |   |
| D     | : | 2,42     | m |
| P/D   | : | 0,795    |   |
|       | : | 0,485    | % |

## 2. Engine Propeller Matching B4-70

Data awal ini berasal dari perhitungan kapal :

|          |   |        |                   |  |  |  |
|----------|---|--------|-------------------|--|--|--|
| t        | = | 0,2620 |                   |  |  |  |
| w        | = | 0,3280 |                   |  |  |  |
| air laut | = | 1025   | kg/m <sup>3</sup> |  |  |  |

$$Ct = Rt / (0,5 S V^2)$$

$$= RT / Vs^2$$

$$= 0.5 Ct S / (1 - t) (1 - w)^2 D^2$$

| S       | vs (knot) | vs (m/s) | Rt rough | Rt clean | ct rough    | ct clean    |
|---------|-----------|----------|----------|----------|-------------|-------------|
| 1194,40 | <b>7</b>  | 3,60     | 29,665   | 25,800   | 0,003737711 | 0,003250709 |
| 1194,40 | <b>8</b>  | 4,12     | 40,194   | 34,900   | 0,003366665 | 0,003366665 |
| 1194,40 | <b>9</b>  | 4,63     | 55,722   | 48,450   | 0,003692863 | 0,003692863 |
| 1194,40 | <b>10</b> | 5,14     | 79,981   | 69,550   | 0,004293896 | 0,004293896 |
| 1194,40 | <b>11</b> | 5,66     | 118,032  | 102,640  | 0,005237038 | 0,005237038 |

| vs (knot) | rough    | clean    | rough  | clean  |
|-----------|----------|----------|--------|--------|
| <b>7</b>  | 2287,965 | 1989,856 | 1,0062 | 0,8751 |
| <b>8</b>  | 2373,466 | 2060,836 | 1,0438 | 0,9063 |
| <b>9</b>  | 2599,787 | 2260,512 | 1,1434 | 0,9941 |
| <b>10</b> | 3022,646 | 2628,423 | 1,3293 | 1,1559 |
| <b>11</b> | 3686,480 | 3205,748 | 1,6213 | 1,4098 |

Setelah diperoleh nilai  $J$ , dan nilai  $J$  divariasikan 0 – 1, kemudian akan didapatkan nilai KTSHIP. Dimana KTSHIP diperoleh dari rumusan :

$$KT = x J^2$$

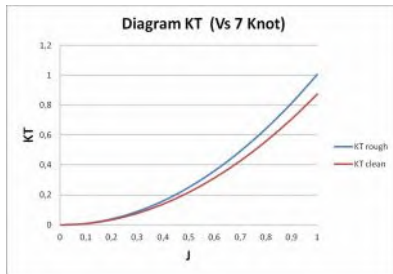
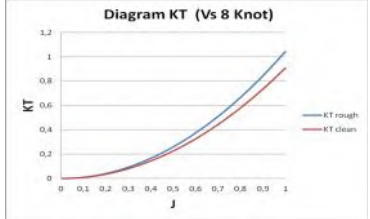
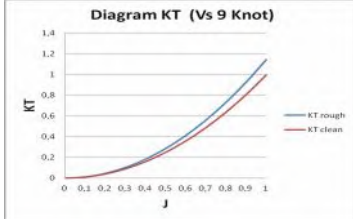
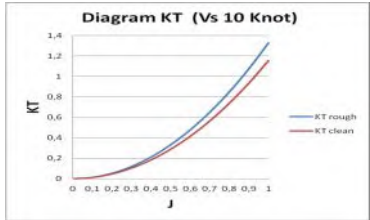
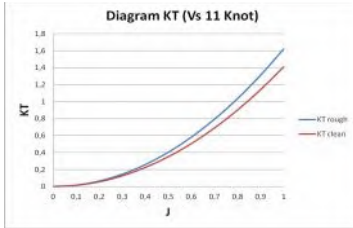
| Vs = 11 |                |       |          |       |          |
|---------|----------------|-------|----------|-------|----------|
| J       | J <sup>2</sup> | rough | Kt rough | clean | Kt clean |
| 0       | 0              | 1,621 | 0,000    | 1,410 | 0,000    |
| 0,1     | 0,01           | 1,621 | 0,016    | 1,410 | 0,014    |
| 0,2     | 0,04           | 1,621 | 0,065    | 1,410 | 0,056    |
| 0,3     | 0,09           | 1,621 | 0,146    | 1,410 | 0,127    |
| 0,4     | 0,16           | 1,621 | 0,259    | 1,410 | 0,226    |
| 0,5     | 0,25           | 1,621 | 0,405    | 1,410 | 0,352    |
| 0,6     | 0,36           | 1,621 | 0,584    | 1,410 | 0,508    |
| 0,7     | 0,49           | 1,621 | 0,794    | 1,410 | 0,691    |
| 0,8     | 0,64           | 1,621 | 1,038    | 1,410 | 0,902    |
| 0,9     | 0,81           | 1,621 | 1,313    | 1,410 | 1,142    |
| 1       | 1              | 1,621 | 1,621    | 1,410 | 1,410    |

| vs= 10 knot |                |       |          |       |          |
|-------------|----------------|-------|----------|-------|----------|
| J           | J <sup>2</sup> | rough | Kt rough | clean | Kt clean |
| 0           | 0              | 1,329 | 0,000    | 1,156 | 0,000    |
| 0,1         | 0,01           | 1,329 | 0,013    | 1,156 | 0,012    |
| 0,2         | 0,04           | 1,329 | 0,053    | 1,156 | 0,046    |
| 0,3         | 0,09           | 1,329 | 0,120    | 1,156 | 0,104    |
| 0,4         | 0,16           | 1,329 | 0,213    | 1,156 | 0,185    |
| 0,5         | 0,25           | 1,329 | 0,332    | 1,156 | 0,289    |
| 0,6         | 0,36           | 1,329 | 0,479    | 1,156 | 0,416    |
| 0,7         | 0,49           | 1,329 | 0,651    | 1,156 | 0,566    |
| 0,8         | 0,64           | 1,329 | 0,851    | 1,156 | 0,740    |
| 0,9         | 0,81           | 1,329 | 1,077    | 1,156 | 0,936    |
| 1           | 1              | 1,329 | 1,329    | 1,156 | 1,156    |

| vs= 9 knot |                |       |          |       |          |
|------------|----------------|-------|----------|-------|----------|
| J          | J <sup>2</sup> | rough | Kt rough | clean | Kt clean |
| 0          | 0              | 1,143 | 0,000    | 0,994 | 0,000    |
| 0,1        | 0,01           | 1,143 | 0,011    | 0,994 | 0,010    |
| 0,2        | 0,04           | 1,143 | 0,046    | 0,994 | 0,040    |
| 0,3        | 0,09           | 1,143 | 0,103    | 0,994 | 0,089    |
| 0,4        | 0,16           | 1,143 | 0,183    | 0,994 | 0,159    |
| 0,5        | 0,25           | 1,143 | 0,286    | 0,994 | 0,249    |
| 0,6        | 0,36           | 1,143 | 0,412    | 0,994 | 0,358    |
| 0,7        | 0,49           | 1,143 | 0,560    | 0,994 | 0,487    |
| 0,8        | 0,64           | 1,143 | 0,732    | 0,994 | 0,636    |
| 0,9        | 0,81           | 1,143 | 0,926    | 0,994 | 0,805    |
| 1          | 1              | 1,143 | 1,143    | 0,994 | 0,994    |

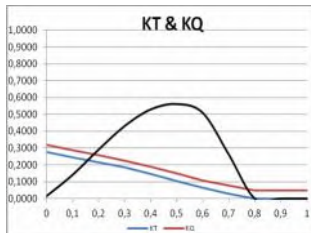
| vs= 8 knot |                |       |          |       |          |
|------------|----------------|-------|----------|-------|----------|
| J          | J <sup>2</sup> | rough | Kt rough | clean | Kt clean |
| 0          | 0              | 1,044 | 0,000    | 0,906 | 0,000    |
| 0,1        | 0,01           | 1,044 | 0,010    | 0,906 | 0,009    |
| 0,2        | 0,04           | 1,044 | 0,042    | 0,906 | 0,036    |
| 0,3        | 0,09           | 1,044 | 0,094    | 0,906 | 0,082    |
| 0,4        | 0,16           | 1,044 | 0,167    | 0,906 | 0,145    |
| 0,5        | 0,25           | 1,044 | 0,261    | 0,906 | 0,227    |
| 0,6        | 0,36           | 1,044 | 0,376    | 0,906 | 0,326    |
| 0,7        | 0,49           | 1,044 | 0,511    | 0,906 | 0,444    |
| 0,8        | 0,64           | 1,044 | 0,668    | 0,906 | 0,580    |
| 0,9        | 0,81           | 1,044 | 0,845    | 0,906 | 0,734    |
| 1          | 1              | 1,044 | 1,044    | 0,906 | 0,906    |

| vs = 7 knot |                |       |          |       |          |
|-------------|----------------|-------|----------|-------|----------|
| J           | J <sup>2</sup> | rough | Kt rough | clean | Kt clean |
| 0           | 0              | 1,006 | 0,000    | 0,875 | 0,000    |
| 0,1         | 0,01           | 1,006 | 0,010    | 0,875 | 0,009    |
| 0,2         | 0,04           | 1,006 | 0,040    | 0,875 | 0,035    |
| 0,3         | 0,09           | 1,006 | 0,091    | 0,875 | 0,079    |
| 0,4         | 0,16           | 1,006 | 0,161    | 0,875 | 0,140    |
| 0,5         | 0,25           | 1,006 | 0,252    | 0,875 | 0,219    |
| 0,6         | 0,36           | 1,006 | 0,362    | 0,875 | 0,315    |
| 0,7         | 0,49           | 1,006 | 0,493    | 0,875 | 0,429    |
| 0,8         | 0,64           | 1,006 | 0,644    | 0,875 | 0,560    |
| 0,9         | 0,81           | 1,006 | 0,815    | 0,875 | 0,709    |
| 1           | 1              | 1,006 | 1,006    | 0,875 | 0,875    |

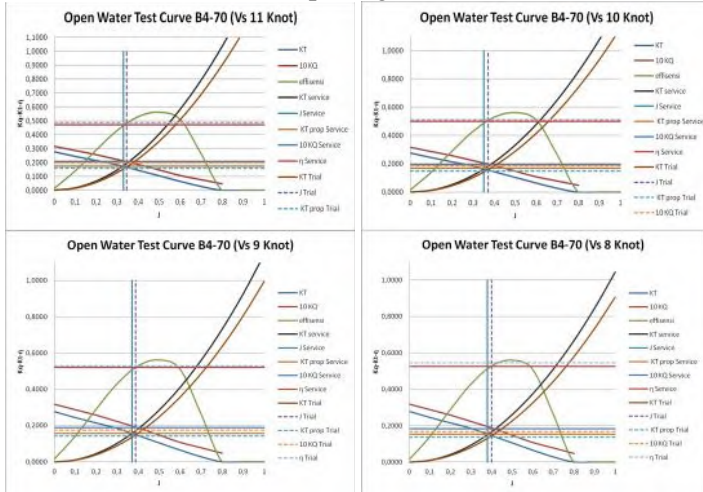


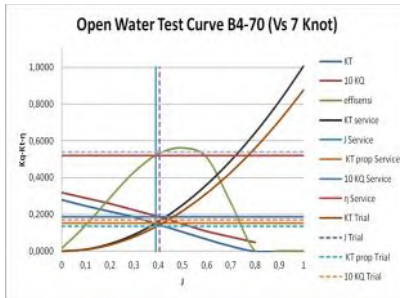
Pembacaan kurva dilakukan sesuai dengan jenis propeller B4 – 70

| (P/D <sub>b</sub> ) | 0,669  |        |        |
|---------------------|--------|--------|--------|
| J                   | KT     | 10KQ   |        |
| 0                   | 0,2780 | 0,3180 | 0,0140 |
| 0,1                 | 0,2450 | 0,2880 | 0,1400 |
| 0,2                 | 0,2150 | 0,2580 | 0,2900 |
| 0,3                 | 0,1850 | 0,2230 | 0,4300 |
| 0,4                 | 0,1450 | 0,1880 | 0,5290 |
| 0,5                 | 0,1050 | 0,1480 | 0,5610 |
| 0,6                 | 0,0650 | 0,1080 | 0,5090 |
| 0,7                 | 0,0280 | 0,0780 | 0,2620 |
| 0,8                 | 0,0000 | 0,0480 | 0,0000 |
| 0,9                 | 0,0000 | 0,0480 | 0,0000 |
| 1                   | 0,0000 | 0,0480 | 0,0000 |



Setelah didapatkan KTSHSIP dan KTRPELLER maka kedua kurva tersebut kita potongkan.





### Hasil pembacaan grafik

| Rough Hull (Vs = 11 Knot) |        |
|---------------------------|--------|
| KT =                      | 0,1750 |
| KQ =                      | 0,0208 |
| J =                       | 0,3300 |
| =                         | 0,4700 |
| Clean Hull (Vs = 11 Knot) |        |
| KT =                      | 0,1600 |
| KQ =                      | 0,0197 |
| J =                       | 0,3450 |
| =                         | 0,4850 |

| Rough Hull (Vs = 10 Knot) |        |
|---------------------------|--------|
| KT =                      | 0,1680 |
| KQ =                      | 0,0193 |
| J =                       | 0,3500 |
| =                         | 0,5000 |
| Clean Hull (Vs = 10 Knot) |        |
| KT =                      | 0,1490 |
| KQ =                      | 0,0185 |
| J =                       | 0,3700 |
| =                         | 0,5100 |



| Rough Hull (Vs = 9 Knot) |        |
|--------------------------|--------|
| KT =                     | 0,1560 |
| KQ =                     | 0,0189 |
| J =                      | 0,3700 |
| =                        | 0,5200 |
| Clean Hull (Vs = 9 Knot) |        |
| KT =                     | 0,1430 |
| KQ =                     | 0,0175 |
| J =                      | 0,3880 |
| =                        | 0,5300 |

| Rough Hull (Vs = 8 Knot) |        |
|--------------------------|--------|
| KT =                     | 0,1540 |
| KQ =                     | 0,0184 |
| J =                      | 0,3800 |
| =                        | 0,5250 |
| Clean Hull (Vs = 8 Knot) |        |
| KT =                     | 0,1370 |
| KQ =                     | 0,0168 |
| J =                      | 0,3990 |
| =                        | 0,5450 |

| Rough Hull (Vs = 7 Knot) |        |
|--------------------------|--------|
| KT =                     | 0,1530 |
| KQ =                     | 0,0186 |
| J =                      | 0,3900 |
| =                        | 0,5200 |
| Clean Hull (Vs = 7 Knot) |        |
| KT =                     | 0,1350 |
| KQ =                     | 0,0170 |
| J =                      | 0,4050 |
| =                        | 0,5400 |

Tabel *Rough Hull Condition Propeller Series B4-70*

| <b>Rough Hull Condition</b> |            |            |            |            |           |           |          |       |           |
|-----------------------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|----------|-------|-----------|
| <b>Vs service</b>           |            | <b>Va</b>  | <b>Np</b>  | <b>Ne</b>  | <b>Rt</b> | <b>Ct</b> |          |       | <b>T</b>  |
| <b>Knot</b>                 | <b>m/s</b> | <b>m/s</b> | <b>rps</b> | <b>rps</b> | <b>kN</b> |           |          |       | <b>kN</b> |
| 7                           | 3,601      | 2,420      | 2,405      | 6,301      | 29,665    | 0,0037377 | 2287,609 | 1,006 | 40,191    |
| 8                           | 4,116      | 2,766      | 2,821      | 7,391      | 40,194    | 0,0033667 | 2373,097 | 1,044 | 55,655    |
| 9                           | 4,630      | 3,111      | 3,259      | 8,539      | 55,722    | 0,0036929 | 2599,383 | 1,143 | 75,262    |
| 10                          | 5,144      | 3,457      | 3,828      | 10,030     | 79,981    | 0,0042939 | 3022,176 | 1,329 | 111,826   |
| 11                          | 5,659      | 3,803      | 4,466      | 11,702     | 118,032   | 0,0052370 | 3685,907 | 1,621 | 158,550   |

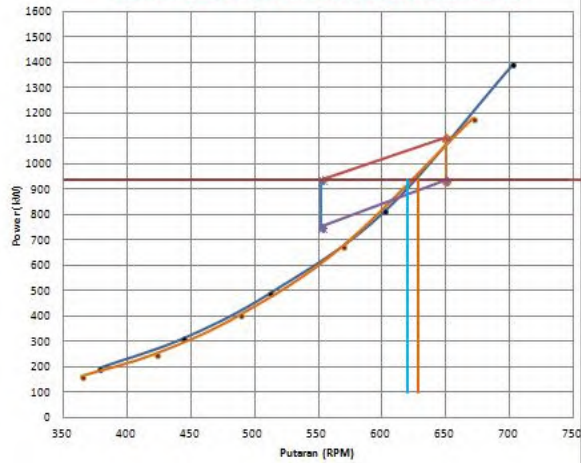
| <b>Rough Hull Condition</b> |          |           |           |           |            |               |                  |            |                    |          |               |
|-----------------------------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|---------------|------------------|------------|--------------------|----------|---------------|
| <b>Kt</b>                   | <b>J</b> | <b>Kq</b> | <b>Q</b>  |           | <b>DHP</b> | <b>BHPscr</b> | <b>Propeller</b> |            | <b>Main Engine</b> |          | <b>BHPscr</b> |
|                             |          |           | <b>kN</b> | <b>kW</b> | <b>kW</b>  | <b>rpm</b>    | <b>%</b>         | <b>rpm</b> | <b>%</b>           | <b>%</b> |               |
| 0,153                       | 0,390    | 0,0186    | 12,606    | 190,565   | 194,454    | 144,301       | 58,16%           | 378,068    | 58,16%             | 17,63%   |               |
| 0,154                       | 0,380    | 0,0184    | 17,156    | 304,205   | 310,414    | 169,255       | 68,22%           | 443,449    | 68,22%             | 28,14%   |               |
| 0,156                       | 0,370    | 0,0189    | 23,525    | 481,963   | 491,799    | 195,558       | 78,83%           | 512,363    | 78,83%             | 44,59%   |               |
| 0,168                       | 0,350    | 0,0193    | 33,145    | 797,596   | 813,874    | 229,703       | 92,59%           | 601,823    | 92,59%             | 73,79%   |               |
| 0,175                       | 0,330    | 0,0208    | 48,620    | 1364,990  | 1392,847   | 267,987       | 108,02%          | 702,127    | 108,02%            | 126,28%  |               |

Tabel *Clean Hull Condition Propeller Series B4-70*

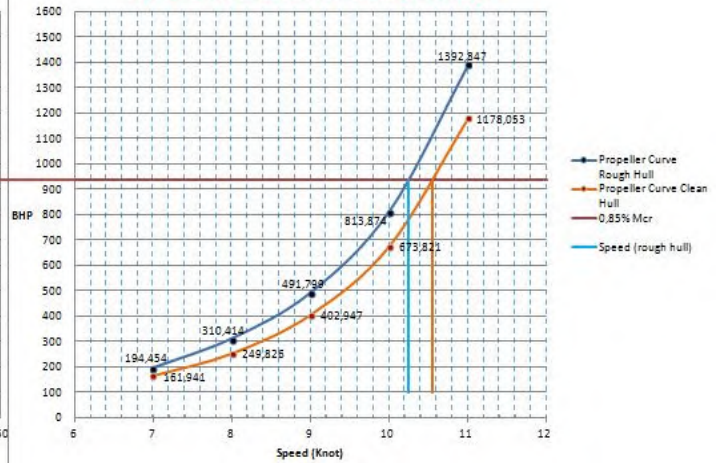
| <b>Clean hull Condition</b> |            |            |            |            |           |           |          |       |           |
|-----------------------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|----------|-------|-----------|
| <b>Vs trial</b>             |            | <b>Va</b>  | <b>Np</b>  | <b>Ne</b>  | <b>Rt</b> | <b>Ct</b> |          |       | <b>T</b>  |
| <b>Knot</b>                 | <b>m/s</b> | <b>m/s</b> | <b>rps</b> | <b>rps</b> | <b>kN</b> |           |          |       | <b>kN</b> |
| 7                           | 3,601      | 2,420      | 2,316      | 6,068      | 25,800    | 0,0032507 | 1989,547 | 0,875 | 32,884    |
| 8                           | 4,116      | 2,766      | 2,687      | 7,039      | 34,900    | 0,0033667 | 2060,516 | 0,906 | 44,908    |
| 9                           | 4,630      | 3,111      | 3,108      | 8,143      | 48,450    | 0,0036929 | 2260,161 | 0,994 | 62,738    |
| 10                          | 5,144      | 3,457      | 3,621      | 9,488      | 69,550    | 0,0042939 | 2628,014 | 1,156 | 88,747    |
| 11                          | 5,659      | 3,803      | 4,272      | 11,193     | 102,640   | 0,0052370 | 3205,249 | 1,410 | 132,629   |

| <b>Clean Hull Condition</b> |          |           |           |           |            |               |                  |            |                    |          |               |
|-----------------------------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|---------------|------------------|------------|--------------------|----------|---------------|
| <b>Kt</b>                   | <b>J</b> | <b>Kq</b> | <b>Q</b>  |           | <b>DHP</b> | <b>BHPscr</b> | <b>Propeller</b> |            | <b>Main Engine</b> |          | <b>BHPscr</b> |
|                             |          |           | <b>kN</b> | <b>kW</b> | <b>kW</b>  | <b>rpm</b>    | <b>%</b>         | <b>rpm</b> | <b>%</b>           | <b>%</b> |               |
| 0,135                       | 0,405    | 0,0170    | 10,684    | 155,528   | 161,941    | 138,956       | 56,01%           | 364,066    | 56,01%             | 14,68%   |               |
| 0,137                       | 0,399    | 0,0168    | 14,208    | 239,933   | 249,826    | 161,195       | 64,97%           | 422,332    | 64,97%             | 22,65%   |               |
| 0,143                       | 0,388    | 0,0175    | 19,808    | 386,991   | 402,947    | 186,486       | 75,17%           | 488,593    | 75,17%             | 36,53%   |               |
| 0,149                       | 0,370    | 0,0185    | 28,429    | 647,137   | 673,821    | 217,287       | 87,58%           | 569,292    | 87,58%             | 61,09%   |               |
| 0,160                       | 0,345    | 0,0197    | 42,131    | 1131,402  | 1178,053   | 256,336       | 103,32%          | 671,600    | 103,32%            | 106,80%  |               |

### ENGINE AND PROPELLER PREDICTION B4-70



### SPEED AND POWER PREDICTION B4-70



### 3. Engine Propeller Matching B4-85

Data awal ini berasal dari perhitungan kapal :

|          |   |        |                   |  |  |
|----------|---|--------|-------------------|--|--|
| t        | = | 0,2620 |                   |  |  |
| w        | = | 0,3280 |                   |  |  |
| air laut | = | 1025   | kg/m <sup>3</sup> |  |  |

$$Ct = Rt / (0,5 S V^2)$$

$$= RT / Vs^2$$

$$= 0.5 Ct S / (1 - t) (1 - w)^2 D^2$$

| S       | vs (knot) | vs (m/s) | Rt rough | Rt clean | ct rough    | ct clean    |
|---------|-----------|----------|----------|----------|-------------|-------------|
| 1194,40 | <b>7</b>  | 3,60     | 29,665   | 25,800   | 0,003737711 | 0,003250709 |
| 1194,40 | <b>8</b>  | 4,12     | 40,194   | 34,900   | 0,003366665 | 0,003366665 |
| 1194,40 | <b>9</b>  | 4,63     | 55,722   | 48,450   | 0,003692863 | 0,003692863 |
| 1194,40 | <b>10</b> | 5,14     | 79,981   | 69,550   | 0,004293896 | 0,004293896 |
| 1194,40 | <b>11</b> | 5,66     | 118,032  | 102,640  | 0,005237038 | 0,005237038 |

| vs (knot) | rough    | clean    | rough | clean |
|-----------|----------|----------|-------|-------|
| <b>7</b>  | 2287,965 | 1989,856 | 1,072 | 0,932 |
| <b>8</b>  | 2373,466 | 2060,836 | 1,112 | 0,965 |
| <b>9</b>  | 2599,787 | 2260,512 | 1,218 | 1,059 |
| <b>10</b> | 3022,646 | 2628,423 | 1,416 | 1,231 |
| <b>11</b> | 3686,480 | 3205,748 | 1,727 | 1,502 |

Setelah diperoleh nilai  $J$ , dan nilai  $J$  divariasikan 0 – 1, kemudian akan didapatkan nilai KTSHIP. Dimana KTSHIP diperoleh dari rumusan :

$$KT = x J^2$$

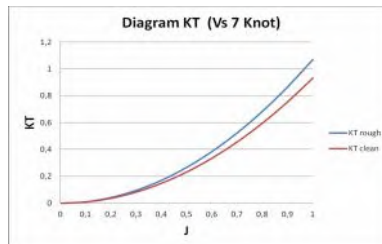
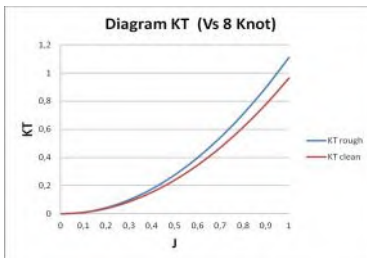
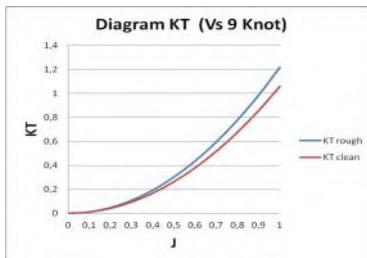
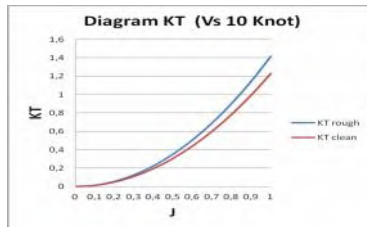
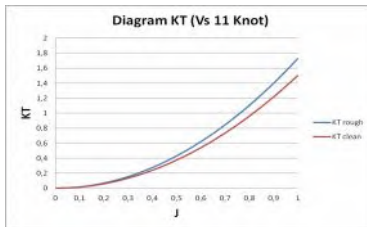
| Vs = 11 |                |       |          |       |          |
|---------|----------------|-------|----------|-------|----------|
| J       | J <sup>2</sup> | rough | Kt rough | clean | Kt clean |
| 0       | 0              | 1,727 | 0,000    | 1,502 | 0,000    |
| 0,1     | 0,01           | 1,727 | 0,017    | 1,502 | 0,015    |
| 0,2     | 0,04           | 1,727 | 0,069    | 1,502 | 0,060    |
| 0,3     | 0,09           | 1,727 | 0,155    | 1,502 | 0,135    |
| 0,4     | 0,16           | 1,727 | 0,276    | 1,502 | 0,240    |
| 0,5     | 0,25           | 1,727 | 0,432    | 1,502 | 0,375    |
| 0,6     | 0,36           | 1,727 | 0,622    | 1,502 | 0,541    |
| 0,7     | 0,49           | 1,727 | 0,846    | 1,502 | 0,736    |
| 0,8     | 0,64           | 1,727 | 1,105    | 1,502 | 0,961    |
| 0,9     | 0,81           | 1,727 | 1,399    | 1,502 | 1,216    |
| 1       | 1              | 1,727 | 1,727    | 1,502 | 1,502    |

| vs= 10 knot |                |       |          |       |          |
|-------------|----------------|-------|----------|-------|----------|
| J           | J <sup>2</sup> | rough | Kt rough | clean | Kt clean |
| 0           | 0              | 1,416 | 0,000    | 1,231 | 0,000    |
| 0,1         | 0,01           | 1,416 | 0,014    | 1,231 | 0,012    |
| 0,2         | 0,04           | 1,416 | 0,057    | 1,231 | 0,049    |
| 0,3         | 0,09           | 1,416 | 0,127    | 1,231 | 0,111    |
| 0,4         | 0,16           | 1,416 | 0,227    | 1,231 | 0,197    |
| 0,5         | 0,25           | 1,416 | 0,354    | 1,231 | 0,308    |
| 0,6         | 0,36           | 1,416 | 0,510    | 1,231 | 0,443    |
| 0,7         | 0,49           | 1,416 | 0,694    | 1,231 | 0,603    |
| 0,8         | 0,64           | 1,416 | 0,906    | 1,231 | 0,788    |
| 0,9         | 0,81           | 1,416 | 1,147    | 1,231 | 0,997    |
| 1           | 1              | 1,416 | 1,416    | 1,231 | 1,231    |

| vs= 9 knot |                |       |          |       |          |
|------------|----------------|-------|----------|-------|----------|
| J          | J <sup>2</sup> | rough | Kt rough | clean | Kt clean |
| 0          | 0              | 1,218 | 0,000    | 1,059 | 0,000    |
| 0,1        | 0,01           | 1,218 | 0,012    | 1,059 | 0,011    |
| 0,2        | 0,04           | 1,218 | 0,049    | 1,059 | 0,042    |
| 0,3        | 0,09           | 1,218 | 0,110    | 1,059 | 0,095    |
| 0,4        | 0,16           | 1,218 | 0,195    | 1,059 | 0,169    |
| 0,5        | 0,25           | 1,218 | 0,304    | 1,059 | 0,265    |
| 0,6        | 0,36           | 1,218 | 0,438    | 1,059 | 0,381    |
| 0,7        | 0,49           | 1,218 | 0,597    | 1,059 | 0,519    |
| 0,8        | 0,64           | 1,218 | 0,779    | 1,059 | 0,678    |
| 0,9        | 0,81           | 1,218 | 0,986    | 1,059 | 0,858    |
| 1          | 1              | 1,218 | 1,218    | 1,059 | 1,059    |

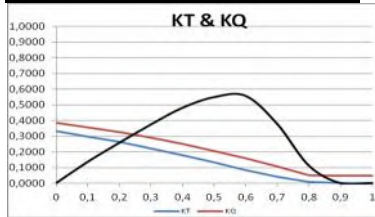
| vs= 8 knot |                |       |          |       |          |
|------------|----------------|-------|----------|-------|----------|
| J          | J <sup>2</sup> | rough | Kt rough | clean | Kt clean |
| 0          | 0              | 1,112 | 0,000    | 0,965 | 0,000    |
| 0,1        | 0,01           | 1,112 | 0,011    | 0,965 | 0,010    |
| 0,2        | 0,04           | 1,112 | 0,044    | 0,965 | 0,039    |
| 0,3        | 0,09           | 1,112 | 0,100    | 0,965 | 0,087    |
| 0,4        | 0,16           | 1,112 | 0,178    | 0,965 | 0,154    |
| 0,5        | 0,25           | 1,112 | 0,278    | 0,965 | 0,241    |
| 0,6        | 0,36           | 1,112 | 0,400    | 0,965 | 0,347    |
| 0,7        | 0,49           | 1,112 | 0,545    | 0,965 | 0,473    |
| 0,8        | 0,64           | 1,112 | 0,711    | 0,965 | 0,618    |
| 0,9        | 0,81           | 1,112 | 0,900    | 0,965 | 0,782    |
| 1          | 1              | 1,112 | 1,112    | 0,965 | 0,965    |

| vs = 7 knot |                |       |          |       |          |
|-------------|----------------|-------|----------|-------|----------|
| J           | J <sup>2</sup> | rough | Kt rough | clean | Kt clean |
| 0           | 0              | 1,072 | 0,000    | 0,932 | 0,000    |
| 0,1         | 0,01           | 1,072 | 0,011    | 0,932 | 0,009    |
| 0,2         | 0,04           | 1,072 | 0,043    | 0,932 | 0,037    |
| 0,3         | 0,09           | 1,072 | 0,096    | 0,932 | 0,084    |
| 0,4         | 0,16           | 1,072 | 0,171    | 0,932 | 0,149    |
| 0,5         | 0,25           | 1,072 | 0,268    | 0,932 | 0,233    |
| 0,6         | 0,36           | 1,072 | 0,386    | 0,932 | 0,336    |
| 0,7         | 0,49           | 1,072 | 0,525    | 0,932 | 0,457    |
| 0,8         | 0,64           | 1,072 | 0,686    | 0,932 | 0,596    |
| 0,9         | 0,81           | 1,072 | 0,868    | 0,932 | 0,755    |
| 1           | 1              | 1,072 | 1,072    | 0,932 | 0,932    |

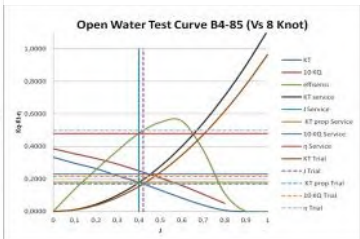
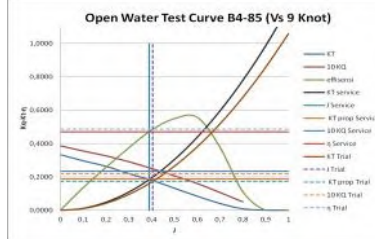
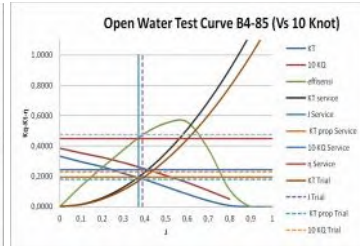
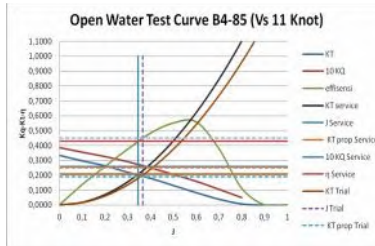


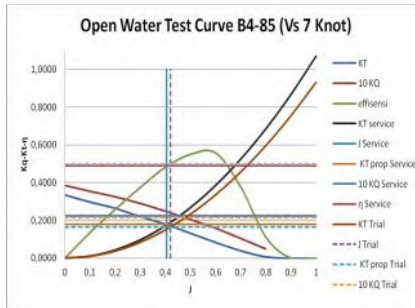
Pembacaan kurva dilakukan sesuai dengan jenis propeller B4 - 85

| (P/D <sub>b</sub> ) | 0,740  |        |        |
|---------------------|--------|--------|--------|
| J                   | KT     | 10KQ   |        |
| 0                   | 0,3340 | 0,3860 | 0,0000 |
| 0,1                 | 0,2970 | 0,3550 | 0,1360 |
| 0,2                 | 0,2640 | 0,3260 | 0,2580 |
| 0,3                 | 0,2200 | 0,2910 | 0,3750 |
| 0,4                 | 0,1800 | 0,2500 | 0,4820 |
| 0,5                 | 0,1320 | 0,2060 | 0,5500 |
| 0,6                 | 0,0840 | 0,1600 | 0,5580 |
| 0,7                 | 0,0400 | 0,1060 | 0,3780 |
| 0,8                 | 0,0080 | 0,0500 | 0,1120 |
| 0,9                 | 0,0000 | 0,0460 | 0,0000 |
| 1                   | 0,0000 | 0,0460 | 0,0000 |



Setelah didapatkan KTSHSIP dan KTRPELLER maka kedua kurva tersebut kita potongkan.





### Hasil pembacaan grafik

| Rough Hull ( $V_s = 11$ Knot) |        |
|-------------------------------|--------|
| KT =                          | 0,2100 |
| KQ =                          | 0,0259 |
| J =                           | 0,3450 |
| =                             | 0,4300 |
| Clean Hull ( $V_s = 11$ Knot) |        |
| KT =                          | 0,1900 |
| KQ =                          | 0,0248 |
| J =                           | 0,3650 |
| =                             | 0,4500 |

| Rough Hull ( $V_s = 10$ Knot) |        |
|-------------------------------|--------|
| KT =                          | 0,1950 |
| KQ =                          | 0,0245 |
| J =                           | 0,3700 |
| =                             | 0,4500 |
| Clean Hull ( $V_s = 10$ Knot) |        |
| KT =                          | 0,1800 |
| KQ =                          | 0,0230 |
| J =                           | 0,3900 |
| =                             | 0,4750 |



| Rough Hull (Vs = 9 Knot) |        |
|--------------------------|--------|
| KT =                     | 0,1860 |
| KQ =                     | 0,0233 |
| J =                      | 0,3890 |
| =                        | 0,4700 |
| Clean Hull (Vs = 9 Knot) |        |
| KT =                     | 0,1730 |
| KQ =                     | 0,0220 |
| J =                      | 0,4050 |
| =                        | 0,4870 |

| Rough Hull (Vs = 8 Knot) |        |
|--------------------------|--------|
| KT =                     | 0,1790 |
| KQ =                     | 0,0230 |
| J =                      | 0,4000 |
| =                        | 0,4800 |
| Clean Hull (Vs = 8 Knot) |        |
| KT =                     | 0,1690 |
| KQ =                     | 0,0215 |
| J =                      | 0,4200 |
| =                        | 0,4990 |

| Rough Hull (Vs = 7 Knot) |        |
|--------------------------|--------|
| KT =                     | 0,1800 |
| KQ =                     | 0,0225 |
| J =                      | 0,4050 |
| =                        | 0,4900 |
| Clean Hull (Vs = 7 Knot) |        |
| KT =                     | 0,1650 |
| KQ =                     | 0,0215 |
| J =                      | 0,4200 |
| =                        | 0,5000 |

Tabel 4. 13 *Rough Hull Condition Propeller Series B4-85*

| <b>Rough Hull Condition</b> |            |            |            |            |           |           |          |       |           |
|-----------------------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|----------|-------|-----------|
| <b>Vs service</b>           |            | <b>Va</b>  | <b>Np</b>  | <b>Ne</b>  | <b>Rt</b> | <b>Ct</b> |          |       | <b>T</b>  |
| <b>Knot</b>                 | <b>m/s</b> | <b>m/s</b> | <b>rps</b> | <b>rps</b> | <b>kN</b> |           |          |       | <b>kN</b> |
| 7                           | 3,601      | 2,420      | 2,390      | 6,262      | 29,665    | 0,0037377 | 2287,609 | 1,071 | 41,169    |
| 8                           | 4,116      | 2,766      | 2,766      | 7,246      | 40,194    | 0,0033667 | 2373,097 | 1,112 | 54,818    |
| 9                           | 4,630      | 3,111      | 3,199      | 8,382      | 55,722    | 0,0036929 | 2599,383 | 1,218 | 76,227    |
| 10                          | 5,144      | 3,457      | 3,737      | 9,792      | 79,981    | 0,0042939 | 3022,176 | 1,416 | 109,054   |
| 11                          | 5,659      | 3,803      | 4,409      | 11,552     | 118,032   | 0,0052370 | 3685,907 | 1,726 | 163,448   |

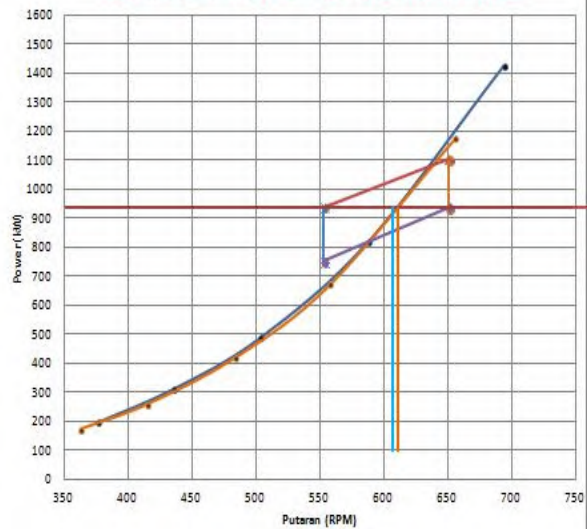
| <b>Rough Hull Condition</b> |          |           |           |            |               |                  |          |                    |          |               |
|-----------------------------|----------|-----------|-----------|------------|---------------|------------------|----------|--------------------|----------|---------------|
| <b>Kt</b>                   | <b>J</b> | <b>Kq</b> | <b>Q</b>  | <b>DHP</b> | <b>BHPscr</b> | <b>Propeller</b> |          | <b>Main Engine</b> |          | <b>BHPscr</b> |
|                             |          |           | <b>kN</b> | <b>kW</b>  | <b>kW</b>     | <b>rpm</b>       | <b>%</b> | <b>rpm</b>         | <b>%</b> | <b>%</b>      |
| 0,180                       | 0,405    | 0,0225    | 12,865    | 193,278    | 197,222       | 143,403          | 57,80%   | 375,716            | 57,80%   | 17,88%        |
| 0,179                       | 0,400    | 0,0230    | 17,609    | 306,118    | 312,365       | 165,938          | 66,89%   | 434,757            | 66,89%   | 28,32%        |
| 0,186                       | 0,389    | 0,0233    | 23,872    | 480,071    | 489,868       | 191,959          | 77,37%   | 502,932            | 77,37%   | 44,41%        |
| 0,195                       | 0,370    | 0,0245    | 34,254    | 804,695    | 821,118       | 224,240          | 90,39%   | 587,509            | 90,39%   | 74,44%        |
| 0,210                       | 0,345    | 0,0259    | 50,396    | 1396,661   | 1425,164      | 264,538          | 106,63%  | 693,091            | 106,63%  | 129,21%       |

Tabel 4. 14 *Clean Hull Condition Propeller Series B4-85*

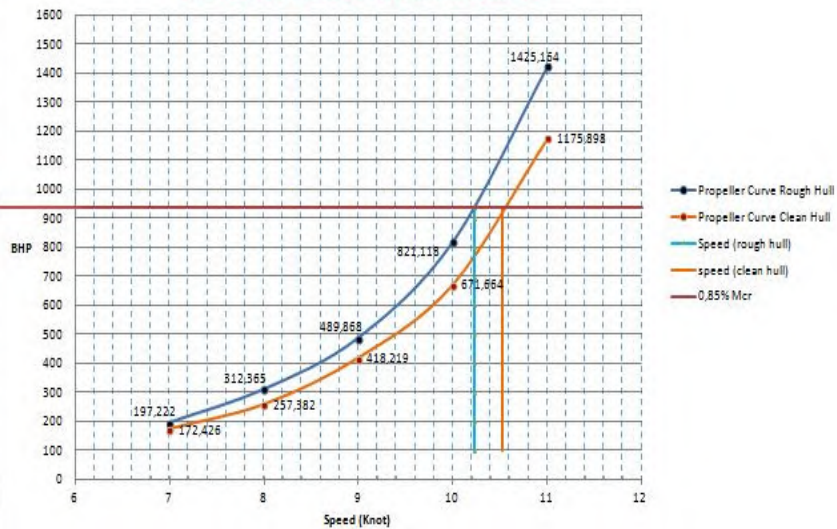
| <b>Clean Hull Condition</b> |            |            |            |            |           |           |          |       |           |
|-----------------------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|----------|-------|-----------|
| <b>Vs trial</b>             |            | <b>Va</b>  | <b>Np</b>  | <b>Ne</b>  | <b>Rt</b> | <b>Ct</b> |          |       | <b>T</b>  |
| <b>Knot</b>                 | <b>m/s</b> | <b>m/s</b> | <b>rps</b> | <b>rps</b> | <b>kN</b> |           |          |       | <b>kN</b> |
| 7                           | 3,601      | 2,420      | 2,305      | 6,038      | 25,800    | 0,0032507 | 1989,547 | 0,932 | 35,091    |
| 8                           | 4,116      | 2,766      | 2,634      | 6,901      | 34,900    | 0,0033667 | 2060,516 | 0,965 | 46,944    |
| 9                           | 4,630      | 3,111      | 3,073      | 8,051      | 48,450    | 0,0036929 | 2260,161 | 1,059 | 65,408    |
| 10                          | 5,144      | 3,457      | 3,546      | 9,290      | 69,550    | 0,0042939 | 2628,014 | 1,231 | 90,606    |
| 11                          | 5,659      | 3,803      | 4,167      | 10,919     | 102,640   | 0,0052370 | 3205,249 | 1,501 | 132,119   |

| <b>Clean Hull Condition</b> |          |           |           |            |               |                  |          |                    |          |               |
|-----------------------------|----------|-----------|-----------|------------|---------------|------------------|----------|--------------------|----------|---------------|
| <b>Kt</b>                   | <b>J</b> | <b>Kq</b> | <b>Q</b>  | <b>DHP</b> | <b>BHPscr</b> | <b>Propeller</b> |          | <b>Main Engine</b> |          | <b>BHPscr</b> |
|                             |          |           | <b>kN</b> | <b>kW</b>  | <b>kW</b>     | <b>rpm</b>       | <b>%</b> | <b>rpm</b>         | <b>%</b> | <b>%</b>      |
| 0,165                       | 0,420    | 0,0215    | 11,431    | 165,598    | 172,426       | 138,281          | 55,74%   | 362,297            | 55,74%   | 15,63%        |
| 0,169                       | 0,420    | 0,0215    | 14,930    | 247,190    | 257,382       | 158,036          | 63,70%   | 414,054            | 63,70%   | 23,33%        |
| 0,173                       | 0,405    | 0,0220    | 20,795    | 401,657    | 418,219       | 184,375          | 74,32%   | 483,063            | 74,32%   | 37,92%        |
| 0,180                       | 0,390    | 0,0230    | 28,943    | 645,067    | 671,664       | 212,741          | 85,75%   | 557,381            | 85,75%   | 60,89%        |
| 0,190                       | 0,365    | 0,0248    | 43,113    | 1129,332   | 1175,898      | 250,043          | 100,79%  | 655,113            | 100,79%  | 106,61%       |

### ENGINE AND PROPELLER PREDICTION B4-85



### SPEED AND POWER PREDICTION B4-85



#### 4. Engine Propeller Matching B4-100

Data awal ini berasal dari perhitungan kapal :

|          |   |        |                   |  |  |  |
|----------|---|--------|-------------------|--|--|--|
| t        | = | 0,2620 |                   |  |  |  |
| w        | = | 0,3280 |                   |  |  |  |
| air laut | = | 1025   | kg/m <sup>3</sup> |  |  |  |

$$Ct = Rt / (0,5 S V^2)$$

$$= RT / Vs^2$$

$$= 0.5 Ct S / (1 - t) (1 - w)^2 D^2$$

| S       | vs (knot) | vs (m/s) | Rt rough | Rt clean | ct rough    | ct clean    |
|---------|-----------|----------|----------|----------|-------------|-------------|
| 1194,40 | <b>7</b>  | 3,60     | 29,665   | 25,800   | 0,003737711 | 0,003250709 |
| 1194,40 | <b>8</b>  | 4,12     | 40,194   | 34,900   | 0,003366665 | 0,003366665 |
| 1194,40 | <b>9</b>  | 4,63     | 55,722   | 48,450   | 0,003692863 | 0,003692863 |
| 1194,40 | <b>10</b> | 5,14     | 79,981   | 69,550   | 0,004293896 | 0,004293896 |
| 1194,40 | <b>11</b> | 5,66     | 118,032  | 102,640  | 0,005237038 | 0,005237038 |

| vs (knot) | rough    | clean    | rough | clean |
|-----------|----------|----------|-------|-------|
| <b>7</b>  | 2287,965 | 1989,856 | 1,144 | 0,995 |
| <b>8</b>  | 2373,466 | 2060,836 | 1,186 | 1,030 |
| <b>9</b>  | 2599,787 | 2260,512 | 1,300 | 1,130 |
| <b>10</b> | 3022,646 | 2628,423 | 1,511 | 1,314 |
| <b>11</b> | 3686,480 | 3205,748 | 1,843 | 1,602 |

Setelah diperoleh nilai  $J$ , dan nilai  $J$  divariasikan 0 – 1, kemudian akan didapatkan nilai KTSHIP. Dimana KTSHIP diperoleh dari rumusan :

$$KT = x J^2$$

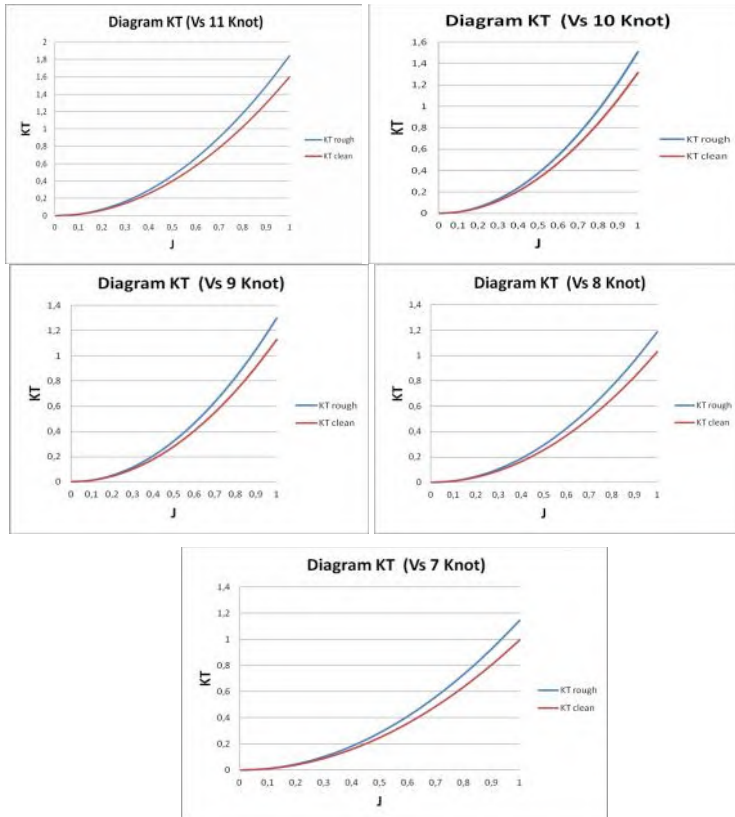
| Vs = 11 |                |       |          |       |          |
|---------|----------------|-------|----------|-------|----------|
| J       | J <sup>2</sup> | rough | Kt rough | clean | Kt clean |
| 0       | 0              | 1,843 | 0,000    | 1,602 | 0,000    |
| 0,1     | 0,01           | 1,843 | 0,018    | 1,602 | 0,016    |
| 0,2     | 0,04           | 1,843 | 0,074    | 1,602 | 0,064    |
| 0,3     | 0,09           | 1,843 | 0,166    | 1,602 | 0,144    |
| 0,4     | 0,16           | 1,843 | 0,295    | 1,602 | 0,256    |
| 0,5     | 0,25           | 1,843 | 0,461    | 1,602 | 0,401    |
| 0,6     | 0,36           | 1,843 | 0,663    | 1,602 | 0,577    |
| 0,7     | 0,49           | 1,843 | 0,903    | 1,602 | 0,785    |
| 0,8     | 0,64           | 1,843 | 1,179    | 1,602 | 1,026    |
| 0,9     | 0,81           | 1,843 | 1,493    | 1,602 | 1,298    |
| 1       | 1              | 1,843 | 1,843    | 1,602 | 1,602    |

| vs= 10 knot |                |       |          |       |          |
|-------------|----------------|-------|----------|-------|----------|
| J           | J <sup>2</sup> | rough | Kt rough | clean | Kt clean |
| 0           | 0              | 1,511 | 0,000    | 1,314 | 0,000    |
| 0,1         | 0,01           | 1,511 | 0,015    | 1,314 | 0,013    |
| 0,2         | 0,04           | 1,511 | 0,060    | 1,314 | 0,053    |
| 0,3         | 0,09           | 1,511 | 0,136    | 1,314 | 0,118    |
| 0,4         | 0,16           | 1,511 | 0,242    | 1,314 | 0,210    |
| 0,5         | 0,25           | 1,511 | 0,378    | 1,314 | 0,328    |
| 0,6         | 0,36           | 1,511 | 0,544    | 1,314 | 0,473    |
| 0,7         | 0,49           | 1,511 | 0,740    | 1,314 | 0,644    |
| 0,8         | 0,64           | 1,511 | 0,967    | 1,314 | 0,841    |
| 0,9         | 0,81           | 1,511 | 1,224    | 1,314 | 1,064    |
| 1           | 1              | 1,511 | 1,511    | 1,314 | 1,314    |

| vs= 9 knot |                |       |          |       |          |
|------------|----------------|-------|----------|-------|----------|
| J          | J <sup>2</sup> | rough | Kt rough | clean | Kt clean |
| 0          | 0              | 1,300 | 0,000    | 1,130 | 0,000    |
| 0,1        | 0,01           | 1,300 | 0,013    | 1,130 | 0,011    |
| 0,2        | 0,04           | 1,300 | 0,052    | 1,130 | 0,045    |
| 0,3        | 0,09           | 1,300 | 0,117    | 1,130 | 0,102    |
| 0,4        | 0,16           | 1,300 | 0,208    | 1,130 | 0,181    |
| 0,5        | 0,25           | 1,300 | 0,325    | 1,130 | 0,282    |
| 0,6        | 0,36           | 1,300 | 0,468    | 1,130 | 0,407    |
| 0,7        | 0,49           | 1,300 | 0,637    | 1,130 | 0,554    |
| 0,8        | 0,64           | 1,300 | 0,832    | 1,130 | 0,723    |
| 0,9        | 0,81           | 1,300 | 1,053    | 1,130 | 0,915    |
| 1          | 1              | 1,300 | 1,300    | 1,130 | 1,130    |

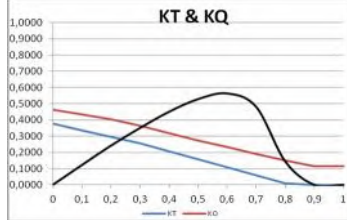
| vs= 8 knot |                |       |          |       |          |
|------------|----------------|-------|----------|-------|----------|
| J          | J <sup>2</sup> | rough | Kt rough | clean | Kt clean |
| 0          | 0              | 1,186 | 0,000    | 1,030 | 0,000    |
| 0,1        | 0,01           | 1,186 | 0,012    | 1,030 | 0,010    |
| 0,2        | 0,04           | 1,186 | 0,047    | 1,030 | 0,041    |
| 0,3        | 0,09           | 1,186 | 0,107    | 1,030 | 0,093    |
| 0,4        | 0,16           | 1,186 | 0,190    | 1,030 | 0,165    |
| 0,5        | 0,25           | 1,186 | 0,297    | 1,030 | 0,258    |
| 0,6        | 0,36           | 1,186 | 0,427    | 1,030 | 0,371    |
| 0,7        | 0,49           | 1,186 | 0,581    | 1,030 | 0,505    |
| 0,8        | 0,64           | 1,186 | 0,759    | 1,030 | 0,659    |
| 0,9        | 0,81           | 1,186 | 0,961    | 1,030 | 0,834    |
| 1          | 1              | 1,186 | 1,186    | 1,030 | 1,030    |

| vs = 7 knot |                |       |          |       |          |
|-------------|----------------|-------|----------|-------|----------|
| J           | J <sup>2</sup> | rough | Kt rough | clean | Kt clean |
| 0           | 0              | 1,144 | 0,000    | 0,995 | 0,000    |
| 0,1         | 0,01           | 1,144 | 0,011    | 0,995 | 0,010    |
| 0,2         | 0,04           | 1,144 | 0,046    | 0,995 | 0,040    |
| 0,3         | 0,09           | 1,144 | 0,103    | 0,995 | 0,090    |
| 0,4         | 0,16           | 1,144 | 0,183    | 0,995 | 0,159    |
| 0,5         | 0,25           | 1,144 | 0,286    | 0,995 | 0,249    |
| 0,6         | 0,36           | 1,144 | 0,412    | 0,995 | 0,358    |
| 0,7         | 0,49           | 1,144 | 0,560    | 0,995 | 0,487    |
| 0,8         | 0,64           | 1,144 | 0,732    | 0,995 | 0,637    |
| 0,9         | 0,81           | 1,144 | 0,926    | 0,995 | 0,806    |
| 1           | 1              | 1,144 | 1,144    | 0,995 | 0,995    |

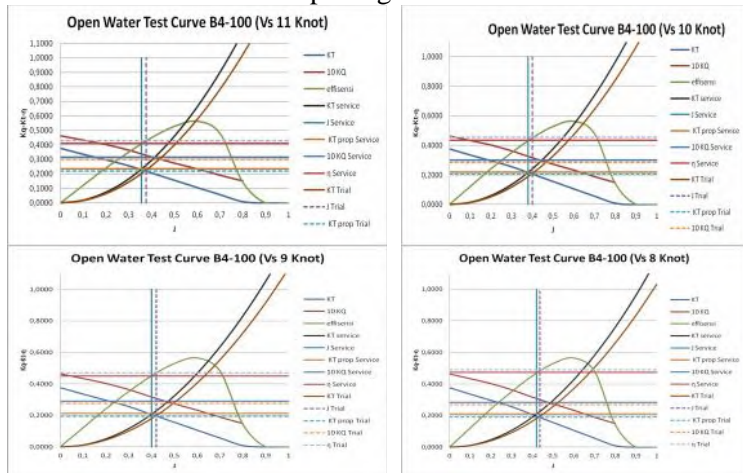


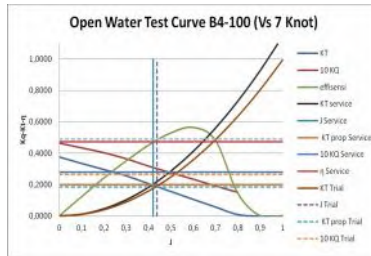
Pembacaan kurva dilakukan sesuai dengan jenis propeller B4 – 100

| (P/D <sub>b</sub> ) | 0,795  |        |        |
|---------------------|--------|--------|--------|
| J                   | KT     | 10KQ   |        |
| 0                   | 0,3770 | 0,4640 | 0,0000 |
| 0,1                 | 0,3360 | 0,4340 | 0,1220 |
| 0,2                 | 0,2970 | 0,4030 | 0,2420 |
| 0,3                 | 0,2570 | 0,3640 | 0,3510 |
| 0,4                 | 0,2070 | 0,3170 | 0,4510 |
| 0,5                 | 0,1570 | 0,2740 | 0,5290 |
| 0,6                 | 0,1070 | 0,2340 | 0,5640 |
| 0,7                 | 0,0580 | 0,1900 | 0,4800 |
| 0,8                 | 0,0100 | 0,1500 | 0,1430 |
| 0,9                 | 0,0000 | 0,1140 | 0,0000 |
| 1                   | 0,0000 | 0,1140 | 0,0000 |



Setelah didapatkan KTSHSIP dan KTPROPELLER maka kedua kurva tersebut kita potongkan.





### Hasil pembacaan grafik

| Rough Hull (Vs = 11 Knot) |        |
|---------------------------|--------|
| KT =                      | 0,2350 |
| KQ =                      | 0,0315 |
| J =                       | 0,3550 |
| =                         | 0,4100 |
| Clean Hull (Vs = 11 Knot) |        |
| KT =                      | 0,2200 |
| KQ =                      | 0,0299 |
| J =                       | 0,3750 |
| =                         | 0,4300 |

| Rough Hull (Vs = 10 Knot) |        |
|---------------------------|--------|
| KT =                      | 0,2200 |
| KQ =                      | 0,0300 |
| J =                       | 0,3800 |
| =                         | 0,4350 |
| Clean Hull (Vs = 10 Knot) |        |
| KT =                      | 0,2050 |
| KQ =                      | 0,0287 |
| J =                       | 0,4000 |
| =                         | 0,4550 |

| Rough Hull (Vs = 9 Knot) |        |
|--------------------------|--------|
| KT =                     | 0,2130 |
| KQ =                     | 0,0290 |
| J =                      | 0,4000 |
| =                        | 0,4500 |
| Clean Hull (Vs = 9 Knot) |        |
| KT =                     | 0,1950 |
| KQ =                     | 0,0275 |
| J =                      | 0,4200 |
| =                        | 0,4700 |



| Rough Hull (Vs = 8 Knot) |        |
|--------------------------|--------|
| KT =                     | 0,2100 |
| KQ =                     | 0,0283 |
| J =                      | 0,4200 |
| =                        | 0,4730 |
| Clean Hull (Vs = 8 Knot) |        |
| KT =                     | 0,1900 |
| KQ =                     | 0,0270 |
| J =                      | 0,4360 |
| =                        | 0,4900 |

| Rough Hull (Vs = 7 Knot) |        |
|--------------------------|--------|
| KT =                     | 0,2000 |
| KQ =                     | 0,0280 |
| J =                      | 0,4200 |
| =                        | 0,4740 |
| Clean Hull (Vs = 7 Knot) |        |
| KT =                     | 0,1850 |
| KQ =                     | 0,0265 |
| J =                      | 0,4380 |
| =                        | 0,4890 |

Tabel *Rough Hull Condition Propeller Series B4-100*

| <b>Rough Hull Condition</b> |            |            |            |            |           |           |          |       |           |
|-----------------------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|----------|-------|-----------|
| <b>Vs service</b>           |            | <b>Va</b>  | <b>Np</b>  | <b>Ne</b>  | <b>Rt</b> | <b>Ct</b> |          |       | <b>T</b>  |
| <b>Knot</b>                 | <b>m/s</b> | <b>m/s</b> | <b>rps</b> | <b>rps</b> | <b>kN</b> |           |          |       | <b>kN</b> |
| 7                           | 3,601      | 2,420      | 2,381      | 6,238      | 29,665    | 0,0037377 | 2287,609 | 1,143 | 39,856    |
| 8                           | 4,116      | 2,766      | 2,721      | 7,129      | 40,194    | 0,0033667 | 2373,097 | 1,186 | 54,659    |
| 9                           | 4,630      | 3,111      | 3,214      | 8,421      | 55,722    | 0,0036929 | 2599,383 | 1,299 | 77,358    |
| 10                          | 5,144      | 3,457      | 3,759      | 9,849      | 79,981    | 0,0042939 | 3022,176 | 1,511 | 109,299   |
| 11                          | 5,659      | 3,803      | 4,426      | 11,597     | 118,032   | 0,0052370 | 3685,907 | 1,842 | 161,867   |

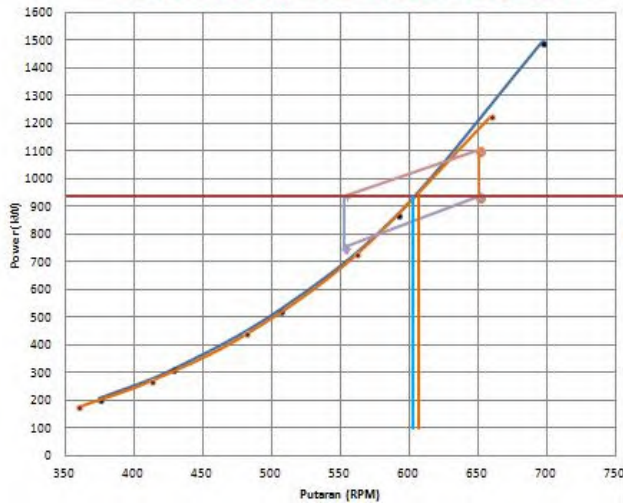
| <b>Rough Hull Condition</b> |          |           |           |            |               |                  |          |                    |          |               |
|-----------------------------|----------|-----------|-----------|------------|---------------|------------------|----------|--------------------|----------|---------------|
| <b>Kt</b>                   | <b>J</b> | <b>Kq</b> | <b>Q</b>  | <b>DHP</b> | <b>BHPscr</b> | <b>Propeller</b> |          | <b>Main Engine</b> |          | <b>BHPscr</b> |
|                             |          |           | <b>kN</b> | <b>kW</b>  | <b>kW</b>     | <b>rpm</b>       | <b>%</b> | <b>rpm</b>         | <b>%</b> | <b>%</b>      |
| 0,200                       | 0,420    | 0,0280    | 13,503    | 202,081    | 206,205       | 142,853          | 57,58%   | 374,274            | 57,58%   | 18,69%        |
| 0,210                       | 0,420    | 0,0283    | 17,826    | 304,881    | 311,103       | 163,260          | 65,81%   | 427,742            | 65,81%   | 28,21%        |
| 0,213                       | 0,400    | 0,0290    | 25,488    | 514,952    | 525,461       | 192,851          | 77,73%   | 505,270            | 77,73%   | 47,64%        |
| 0,220                       | 0,380    | 0,0300    | 36,069    | 852,298    | 869,692       | 225,557          | 90,92%   | 590,959            | 90,92%   | 78,85%        |
| 0,235                       | 0,355    | 0,0315    | 52,507    | 1460,914   | 1490,729      | 265,585          | 107,05%  | 695,834            | 107,05%  | 135,15%       |

Tabel 4. 16 *Clean Hull Condition Propeller Series B4-100*

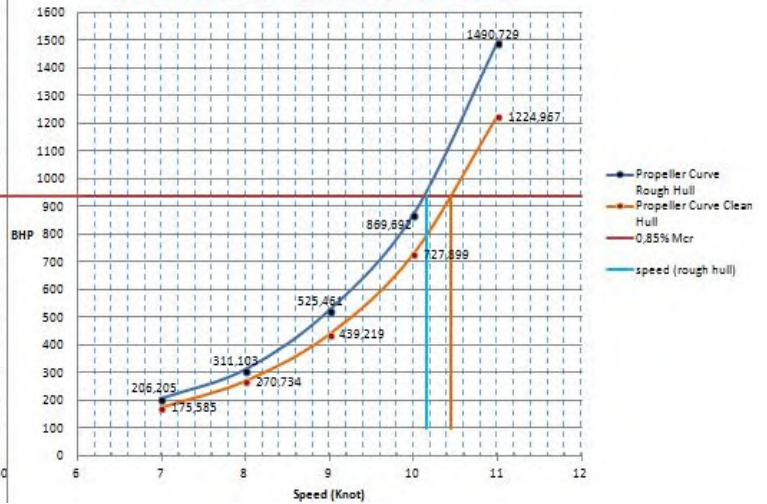
| <b>Clean hull Condition</b> |            |            |            |            |           |           |          |       |           |
|-----------------------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|----------|-------|-----------|
| <b>Vs trial</b>             |            | <b>Va</b>  | <b>Np</b>  | <b>Ne</b>  | <b>Rt</b> | <b>Ct</b> |          |       | <b>T</b>  |
| <b>Knot</b>                 | <b>m/s</b> | <b>m/s</b> | <b>rps</b> | <b>rps</b> | <b>kN</b> |           |          |       | <b>kN</b> |
| 7                           | 3,601      | 2,420      | 2,283      | 5,982      | 25,800    | 0,0032507 | 1989,547 | 0,994 | 33,899    |
| 8                           | 4,116      | 2,766      | 2,621      | 6,867      | 34,900    | 0,0033667 | 2060,516 | 1,030 | 45,891    |
| 9                           | 4,630      | 3,111      | 3,061      | 8,020      | 48,450    | 0,0036929 | 2260,161 | 1,130 | 64,237    |
| 10                          | 5,144      | 3,457      | 3,571      | 9,357      | 69,550    | 0,0042939 | 2628,014 | 1,314 | 91,917    |
| 11                          | 5,659      | 3,803      | 4,190      | 10,979     | 102,640   | 0,0052370 | 3205,249 | 1,602 | 135,803   |

| <b>Clean Hull Condition</b> |          |           |           |            |               |                  |          |                    |          |               |
|-----------------------------|----------|-----------|-----------|------------|---------------|------------------|----------|--------------------|----------|---------------|
| <b>Kt</b>                   | <b>J</b> | <b>Kq</b> | <b>Q</b>  | <b>DHP</b> | <b>BHPscr</b> | <b>Propeller</b> |          | <b>Main Engine</b> |          | <b>BHPscr</b> |
|                             |          |           | <b>kN</b> | <b>kW</b>  | <b>kW</b>     | <b>rpm</b>       | <b>%</b> | <b>rpm</b>         | <b>%</b> | <b>%</b>      |
| 0,185                       | 0,438    | 0,0265    | 11,751    | 168,632    | 175,585       | 136,982          | 55,21%   | 358,893            | 55,21%   | 15,92%        |
| 0,190                       | 0,436    | 0,0270    | 15,782    | 260,013    | 270,734       | 157,269          | 63,39%   | 412,045            | 63,39%   | 24,55%        |
| 0,195                       | 0,420    | 0,0275    | 21,923    | 421,826    | 439,219       | 183,668          | 74,03%   | 481,210            | 74,03%   | 39,82%        |
| 0,205                       | 0,400    | 0,0287    | 31,142    | 699,074    | 727,899       | 214,279          | 86,37%   | 561,411            | 86,37%   | 65,99%        |
| 0,220                       | 0,375    | 0,0299    | 44,665    | 1176,459   | 1224,967      | 251,421          | 101,34%  | 658,723            | 101,34%  | 111,06%       |

### ENGINE AND PROPELLER PREDICTION B4-100



### SPEED AND POWER PREDICTION B4-100



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari serangkaian perhitungan dan analisa yang dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Besarnya tahanan kapal yang dihasilkan setelah dilakukan modifikasi penambahan panjang kapal dari panjang semula (Lpp) 54,10 meter menjadi panjang modifikasi (Lpp) 64,00 mengalami kenaikan akibat semakin bertambahnya luasan lambung kapal (permukaan basah) yang tercelup air. Adapun besarnya kenaikan nilai tahanan kapal tersebut yaitu sebelum modifikasi Rt 110,94 kN dan setelah modifikasi Rt 118,03 kN.
2. Kebutuhan power motor juga mengalami penambahan akibat modifikasi panjang kapal. Berdasarkan hasil perhitungan penambahan kebutuhan daya motor yaitu pada saat kapal belum dimodifikasi 1054 kW dan setelah dimodifikasi kebutuhan daya motor menjadi 1325 kW. Sedangkan daya motor yang terpasang hanya 1103 kW merk Yanmar type Z280ST 650 Rpm.
3. Sistem propulsi yang lebih sesuai untuk daya motor yang optimal, diameter & putaran propeller yang sesuai agar operasional motor induk & sistem propulsi menjadi optimal tanpa mengganti mesin induk yang ada, maka dipilih propeller series B4-70. Dimana propeller series B4-70 saat daya 0,85% BHP<sub>mcr</sub> kecepatan yang mampu dihasilkan adalah 10,25 Knot dengan putaran 620 Rpm kondisi *rough hull* dan pada kecepatan 10,55 knot dengan putaran 628 Rpm kondisi *clean hull*.

#### **5.2 Saran**

Dari penelitian ini penulis memberikan beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut:

1. Perhitungan tahanan kapal dapat menggunakan metode lain selain metode Holtrop. Sebab saat ini telah banyak dikembangkan berbagai metode perhitungan tahanan kapal diantaranya dengan menggunakan aplikasi maxsurf.
2. Untuk peneliti selanjutnya dapat memilih jenis propeller selain B-series jika memungkinkan. Mengingat efisiensi dari propeller tersebut saat diaplikasikan pada kapal ini cenderung rendah.

# **DAFTAR PUSTAKA**

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adji, S.W (2005), *Engine Propeller Matching*.
- [2] Harvald, Sv, Aa. (1992). *Tahanan dan Propulsi Kapal*, Airlangga University Press, Surabaya.
- [3] J. Trommelmans, *Prinsip-prinsip mesin diesel*, Mesin diesel, PT. Rosda Jayaputra – Jakarta, 1993.
- [4] Levis (1988). *Principles of Naval Architecture*, Vol II.
- [5] Oosterveld, M.W.C dan Oossen, P. Van. *Further Computer-Analyzed Data of The wageningen B-Screw Series*, Rotterdam-Holland.

# **BIOGRAFI PENULIS**



## BIOGRAFI PENULIS



Penulis, **Elma Wahyu Noviana** lahir di Provinsi Jawa Timur Kabupaten Ponorogo tepatnya di Desa Sawoo pada tanggal 3 Juni 1991. Penulis, memulai pendidikan formal yaitu di SD Negeri III Sawoo, kemudian SMP Negeri I Sawoo dan SMA Bakti di Kabupaten Ponorogo. Setelah lulus SMA tahun 2009, penulis diterima di Progam Studi Diploma III Jurusan Teknik Permesinan

Kapal - Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya-ITS melalui jalur PMDK dan terdaftar sebagai mahasiswa dengan NRP 6309030031. Kemudian setelah lulus Diploma III pada tahun 2012 penulis melanjutkan kuliah dengan mendaftar program “Lintas Jalur” periode semester genap untuk mendapatkan gelar Sarjana pada Jurusan Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan – ITS dengan NRP 4212106001. Penulis mengambil tugas akhir dibidang Marine Power Plant dengan judul tugas akhir “Analisa Teknis Performansi Sistem Propulsi Akibat Modifikasi Penambahan Panjang Kapal Pada KM Khatulistiwa-8”. Semoga bermanfaat dan mohon maaf apabila ada salah kata dalam penulisan laporan penelitian tugas akhir ini .

Email : [elmanoviana3691@gmail.com](mailto:elmanoviana3691@gmail.com)