

19.84014/109



INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH - NOPEMBER

TUGAS AKHIR (KP. 1701)

ANALISIS PERHITUNGAN TAHANAN KAPAL IKAN KAYU TRADISIONAL : STUDI KASUS DI DAERAH JAWA TIMUR



RSPe
623.820.2
Har
9-1
2004

OLEH :

DINAS HARIYANTO

NRP. 4199 100 448

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	26-3-2004
Terima Dari	H1
No Agenda Prp.	220081

JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2004

ANALISIS PERHITUNGAN TAHANAN KAPAL IKAN KAYU TRADISIONAL : STUDI KASUS DI DAERAH JAWA TIMUR

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Jurusran Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya**

Surabaya, 23 Januari 2004

Mengetahui / Menyetujui

Pembimbing I

Ir. I.K.A.P. Utama MSc, PhD

NIP. 131 007 645



Pembimbing II

Ir. Mahardjo Wartono

NIP. 130 687 435

.....Katakanlah : Adakah sama orang – orang yang mengetahui dengan orang – orang yang tidak mengetahui ? Sesungguhnya orang yang berakallah yang dapat menerima pelajaran (Az – Zumar : 9)

.....Allah meninggikan orang yang beriman di antara kamu dan orang – orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat (Al – Mujaadalah : 11)

DEDICATION

*I Dedicated this Final Project for my
beloved Family, especially Father and Mother
because without you I wont be like this right
nowI Love You.*

ABSTRAK

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN

Sarjana Teknik (S-1)

**ANALISIS PERHITUNGAN TAHANAN KAPAL IKAN KAYU
TRADISIONAL : STUDI KASUS DI DAERAH JAWA TIMUR**

Oleh : Dinas Hariyanto
Pembimbing : 1. Ir. I K. A. P. Utama, MSc, PhD
 2. Ir. Mahardjo Wartono

ABSTRAK

Pada proses pembuatan kapal kayu tradisional yang biasa dilakukan, pembuatannya dikerjakan hanya berdasarkan pada pengalaman pembuat kapal, tanpa melalui proses perancangan dan penggambaran bentuk badan kapal. Sehingga proses pemilihan mesin penggerak kapal tidak didasarkan pada besarnya tahanan yang diterima oleh kapal. Tugas Akhir dengan judul “**ANALISIS PERHITUNGAN TAHANAN KAPAL IKAN KAYU TRADISIONAL : STUDI KASUS DI DAERAH JAWA TIMUR**”, menganalisa besarnya tahanan kapal kayu yang sudah dibuat atau yang dalam proses pembuatan. Perhitungan dilakukan dengan memakai dua kapal sebagai perbandingan, yaitu kapal daerah Munjungan dan kapal daerah Paciran. Dalam perhitungan tahanan kapal digunakan dua metode yang sesuai untuk kapal kayu, yaitu Metode Yamagata dan Metode Holtrop dengan bantuan program *Maxsurf Pro* dan *Hull Speed*. Hasil akhir yang didapatkan dari perhitungan tahanan dan kebutuhan motor penggerak menunjukkan hasil yang berbeda dengan kondisi di lapangan. Dimana daya motor penggerak yang dibutuhkan untuk kapal daerah Munjungan 43 % lebih kecil dari motor yang akan dipakai, sedangkan untuk kapal daerah Paciran 64 % lebih kecil. Hal ini menunjukkan bahwa pemilihan mesin tanpa melalui proses perhitungan akan mendapatkan hasil yang lebih besar (43 % - 64%) dari kebutuhan sebenarnya..

**SEPULUH NOPEMBER INSTITUT OF TECHNOLOGY
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE AND SHIP BUILDING**

Degree in Engineering (S1)

“ANALYSIS THE RESISTANCE CALCULATION OF FISHING BOAT TRADITIONAL WOOD: CASE STUDY IN AREA OF JAWA TIMUR”

By : Dinas Hariyanto
Supervisor : 1. Ir. I K. A. P. Utama, MSc, PhD
 2. Ir. Mahardjo Wartono

ABSTRACT

At process of usually traditional wooden ship conducted, making doing only pursuant to shipbuilding experience maker, without through scheme process and depiction of ship physique So that process election of machine ship propulsion not relied on by the level of resistance accepted by ship.. The final task with the title **“ANALYSIS THE RESISTANCE CALCULATION OF FISHING BOAT TRADITIONAL WOOD: CASE STUDY IN AREA OF JAWA TIMUR”**, analysing the level of is made wooden ship resistance or which is in course of making. Calculation done by hence two ship as comparison, that is ship of area Munjungan and ship of area Paciran. In calculation of ship resistance will be used by two appropriate method for the wooden ship, that is Method of Yamagata and Method of Holtrop constructively Software Maxsurf Pro and Hull Speed. End result got from calculation of resistance and requirement to propulsion machine show the different result with condition in field. Where energy of propulsion machine required for the ship of area Munjungan 43 % smaller than motor to be weared by while for the ship of area Paciran 64 % smaller. This matter indicate that the machine election without through calculation process will get result of larger ones (43 - 64%) from requirement in fact.

KATA PENGANTAR

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya maka penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul **“ANALISIS PERHITUNGAN TAHANAN KAPAL IKAN KAYU TRADISIONAL : STUDI KASUS DI DAERAH JAWA TIMUR”**.

Tugas Akhir ini merupakan tugas dan kewajiban guna melengkapi sebagian syarat – syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Perkapalan.

Dalam penulisan Tugas Akhir ini penulis telah berusaha sebaik mungkin dalam menjabarkan permasalahan dan penerapan penyelesaian atas permasalahan tersebut sesuai dengan judul Tugas Akhir ini, namun penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan kelemahannya, sehingga dapatlah kiranya untuk dimaklumi

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan baik moril maupun materiil sehingga tersusunlah Tugas Akhir ini .

Ungkapan terima kasih terutama penulis sampaikan kepada :

1. Ibu dan Bapak beserta keluarga tercinta yang selalu berdoa dan memotivasi demi kesuksesan penulis.
2. Bapak Ir. I. K. A. P Utama, MSc, PhD selaku dosen pembimbing I yang telah banyak memberikan arahan dan bimbingan dalam penulisan tugas akhir ini



3. Bapak Ir. Mahardjo Wartono, selaku dosen pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktu dan pikiran dalam membantu penulis dalam menyusun dan menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Ir. Djauhar Mansaat, Msc, Phd, selaku dosen wali yang selalu memberikan arahan bagi penulis dalam menyelesaikan studi.
5. Bapak Ir. Triwilaswadio, Msc dan Bapak Ir. Wasis Dwi Aryawan, MSc, PhD selaku Ketua dan Sekretaris Jurusan Teknik Perkapalan yang selalu memberikan bantuan dan arahan bagi penulis dalam menyelesaikan studi.
6. Bapak Ir. Asjhar Imron, MSc, MSE, PED, selaku Dekan Fakultas Teknologi Kelautan – ITS
7. Seluruh Staf Kantor Dinas Perikanan Jawa Timur yang banyak membantu penulis dalam mengumpulkan data.
8. Bapak Harto dan Bapak Marjan , selaku pemilik galangan kapal kayu di Munjungan dan Paciran yang telah membantu penulis dalam mengumpulkan data.
9. Bapak Agus Santoso atas data pengujian yang sangat membantu penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini.
10. Seluruh Staf Dosen dan Karyawan Jurusan Teknik Perkapalan atas bimbingan dan bantuannya selama penulis menyelesaikan studi.
11. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Perkapalan khususnya Lintas Jalur Eks Unpatti espesiali Usman, Hadi, serta Odam and Muslim dan lainnya.
12. Iin, atas segala cinta dan pengertiannya yang tulus selama ini.



13. Arek – arek penghuni “Jomblo House” terutama Nuril, Mbah, Sobari serta Eddy ‘bledek’ atas tumpangan motor dan tempat tinggal selama survey dan pada lainnya atas bantuannya selama ini.
14. Arek – arek Keputih Gg. III/9, Eko, Wardi, Gamex, Bangun Yusack dan Ketut atas dukungannya serta Ibu kost yang baik hati.
15. Serta semua pihak yang telah membantu, yang tidak mungkin disebutkan satu persatu.

Akhirnya penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi yang memerlukannya, Amien Yaa Rabbal Alammien.

Surabaya. Januari 2004

Dinas Hariyanto

DAFTAR ISI



DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
 BAB I PENDAHULUAN	
I.1 Latar Belakang Masalah	I-1
I.2 Perumusan Masalah	I-3
I.3 Batasan Masalah	I-3
I.4 Tujuan Penulisan	I-3
I.5 Manfaat	I-4
I.6 Metodologi Penulisan	I-4
 BAB II DASAR TEORI	
II.1 Tahanan Kapal	II-1
II.1.1 Komponen Tahanan Kapal	II-1
II.2. Perhitungan Tahanan Kapal	II-3
II.2.1 Metode <i>Holtrop</i>	II-4
II.2.2 Metode <i>Yamagata</i>	II-8
II.2.3 Penggunaan <i>Software Maxsurf Pro</i> dan <i>Hull Speed</i>	II-15
II.3. Daya Dorong Kapal	II-20
II.3.1 Daya Motor Penggerak	II-20
II.3.2 Penentuan Harga Koefisien	II-21
II.3.3 Penentuan Daya Motor Penggerak	II-24
 BAB III PERHITUNGAN TAHANAN KAPAL	
III.1 Data Kapal	III-1
III.2 Perhitungan Karakteristik Badan Kapal	III-1



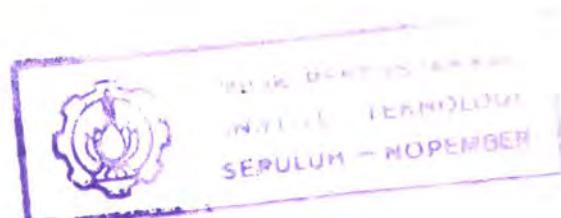
III.3	Perhitungan Bilangan <i>Froude</i>	III-2
III.4	<i>Speed – Length Ratio</i>	III-3
III.5	Perhitungan Tahanan Kapal	III-5
III.5.1	Metode <i>Yamagata</i>	III-5
III.5.1.1	Tahanan Gesek	III-5
III.5.1.2	Tahanan Sisa	III-7
III.5.1.3	Tahanan Total	III-11
III.5.2	Menggunakan Software <i>Maxsurf Pro</i> dan <i>Hull Speed</i>	III-12
III.5.2.1	Pembuatan Model Kapal pada Software <i>Maxsurf Pro</i>	III-13
III.5.2.2	Pembuatan <i>Lines Plan</i> Kapal dari Hasil Pengukuran	III-13
III.5.2.3	Perhitungan Tahanan Kapal pada Software <i>Hull Speed</i>	III-15
III.6	Perhitungan Tahanan Kapal dengan Acuan Mesin Terpasang	III-18

**BAB IV PERHITUNGAN DAN ANALISA KEBUTUHAN DAYA
MOTOR PENGERAK**

IV.1	Daya Motor Penggerak	IV-1
IV.2	Penentuan Harga Koefisien	IV-1
IV.3	Perhitungan Daya Motor Penggerak	IV-5
IV.4	Analisa Hasil	IV-9

BAB V PENUTUP

5.1	Kesimpulan	V-1
5.2	Saran	V-2

DAFTAR PUSTAKA**LAMPIRAN**

DAFTAR GAMBAR



DAFTAR GAMBAR

	Halaman	
Gambar 1.1	<i>Flow Chart</i> Penggerjaan Tugas Akhir	I-6
Skema 2.1	Pembagian Komponen Tahanan Kapal	II-3
Gambar 2.1	Diagram CR	II-11
Gambar 2.2	Diagram Koreksi Harga CR Terhadap B/L	II-12
Gambar 2.3	Diagram Koreksi Harga CR Terhadap B/d	II-13
Gambar 2.4	Bentuk – bentuk Dasar Penggambaran pada <i>Maxsurf</i>	II-17
Gambar 2.5	Tampilan Pengisian <i>Offset</i> pada <i>Software Maxsurf</i>	II-18
Gambar 2.6.	Tampilan Pengisian Ukuran Kapal pada <i>Software Maxsurf</i>	II-18
Gambar 2.7.	Tampilan Pengisian <i>Section, Buttock</i> dan <i>WL</i>	II-19
Gambar 3.1.a.	Grafik Tahanan Kapal Munjungan dengan Metode <i>Yamagata</i>	III-12
Gambar 3.1.b.	Grafik Tahanan Kapal Paciran dengan Metode <i>Yamagata</i>	III-12
Gambar 3.2.	Grafik Tahanan Kapal Munjungan dengan <i>Maxsurf</i>	III-17
Gambar 3.3.	Grafik Tahanan Kapal Paciran dengan <i>Maxsurf</i>	III-17
Gambar 3.4.	Tampilan Perspective Kapal Daerah Munjungan	Lamp
Gambar 3.5.	Tampilan Body Plan Kapal Daerah Munjungan	Lamp
Gambar 3.6.	Tampilan Sheer Plan Kapal Daerah Munjungan	Lamp
Gambar 3.7.	Tampilan Half Plan Kapal Daerah Munjungan	Lamp
Gambar 3.8.	Tampilan Perspective Kapal Daerah Paciran	Lamp
Gambar 3.9.	Tampilan Body Plan Kapal Daerah Paciran	Lamp
Gambar 3.10.	Tampilan Sheer Plan Kapal Daerah Paciran	Lamp



Gambar 3.11. Tampilan Half Plan Kapal Daerah Paciran	Lamp
Gambar 3.12.a-n Gambar – Gambar Kapal Kayu Tradisional	Lamp
Gambar 4.1. Grafik Daya – Kecepatan Metode <i>Yamagata</i>	IV-8
Gambar 4.2. Grafik Daya – Kecepatan dengan <i>Software Hull Speed</i>	IV-8

DAFTAR TABEL



DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 2.1	Nilai C_{stem}	II-6
Tabel 2.2	Harga <i>Wake Fraction</i>	II-21
Tabel 3.1	Data Utama Kapal	III-1
Tabel 3.2	Nilai Karakteristik Badan Kapal	III-2
Tabel 3.3	<i>Froude Number</i> Untuk Tiap Kecepatan	III-3
Tabel 3.4	Tahanan Geseck Kapal pada Tiap Kecepatan Metode Yamagata	III-7
Tabel 3.5	Tahanan Sisa Kapal pada Tiap Kecepatan Metode Yamagata	III-10
Tabel 3.6	Tahanan Total Kapal pada Tiap Kecepatan Metode Yamagata	III-11
Tabel 3.7	Tahanan Kapal Munjungan dengan <i>Software Hull Speed</i>	III-16
Tabel 3.8	Tahanan Kapal Paciran dengan <i>Software Hull Speed</i>	III-16
Tabel 3.9	Tampilan Data Kapal Munjungan dari Software Hull Speed Lamp	Lamp
Tabel 3.10	Tampilan Data Kapal Paciran dari Software Hull Speed	Lamp
Tabel 3.11	Tampilan Control Point Kapal Munjungan dari Software Maxsurf Pro.	Lamp
Tabel 3.12	Tampilan Control Point Kapal Paciran dari Software Maxsurf Pro.	Lamp
Tabel 4.1	Harga <i>Wake Fraction</i>	IV-2
Tabel 4.2	Tabel Harga Koefisien pada Perhitungan Daya Propulsi	IV-6
Tabel 4.3	Hasil Perhitungan Daya dengan Metode Yamagata	IV-6
Tabel 4.4	Hasil Perhitungan Daya dengan <i>Software Hull Speed</i>	IV-7
Tabel 4.5	Data Kapal Ikan dengan Kapasitas 10 s/d 30 GT	Lamp

BAB I
PENDAHULUAN

BAB I

PENDAHULUAN

I.I. LATAR BELAKANG MASALAH

Dalam perancangan sebuah kapal maka banyak faktor yang perlu dipertimbangkan oleh seorang perancang kapal. Salah satu yang perlu menjadi perhatian adalah bagaimana bentuk dari badan kapal tersebut, terutama badan kapal yang tercelup dalam air. Dari bentuk lambung kapal akan mempengaruhi besarnya tahanan kapal (*ship resistance*) pada saat kapal tersebut bergerak di air. Besarnya tahanan kapal akan menentukan nilai ekonomis suatu kapal. Semakin kecil tahanan kapal, semakin tinggi nilai ekonomis kapal. Sebaliknya semakin besar tahanan kapal, semakin rendah nilai ekonomisnya. Hal ini disebabkan karena besarnya tahanan kapal mempengaruhi daya mesin penggerak yang diperlukan.

Pada kapal – kapal kayu yang dibuat di galangan tradisional, umumnya pada pembuatannya tidak melalui tahap perencanaan terlebih dahulu. Proses pembuatannya hanya berdasarkan pengalaman pembuat kapal. Sehingga besarnya tahanan kapal yang dibuat juga tidak diketahui. Karena besarnya tahanan kapal yang akan diterima oleh kapal tidak diketahui maka besarnya tenaga penggerak yang dibutuhkan oleh kapal untuk mencapai kecepatan yang diinginkan juga tidak diketahui. Dan pada proses pemilihan mesin penggerak kapal dilakukan hanya berdasarkan pengalaman yang telah ada. Tidak bisa dipastikan apakah mesin yang dipilih benar – benar cocok dengan kapalnya, sehingga sering terjadi mesin yang



dipakai mempunyai kapasitas yang terlalu besar. Hal ini akan berakibat terhadap besarnya *fuel consumption* dari mesin kapal akan tinggi, sehingga bahan bakar yang dipakai juga besar. Dan pada akhirnya akan berakibat turunnya kapasitas muat dari kapal, sehingga nilai ekonomis dari kapal akan rendah.

Pada beberapa kasus yang pernah terjadi, sebuah kapal yang telah jadi dan akan diserahkan pada pemesan kapal, memiliki spesifikasi yang tidak sesuai dengan yang diharapkan oleh pemesan kapal. Masalah yang sering terjadi adalah kecepatan maksimum kapal yang diperoleh setelah uji coba tidak sesuai dengan yang diinginkan oleh pemesan kapal. Atau kapasitas muat dari kapal lebih kecil dari yang diharapkan oleh pemesan. Hal ini terjadi kemungkinan karena kesalahan pada proses pemilihan mesin penggerak kapal. Dimana mesin yang dipilih tidak sesuai dengan daya dorong yang dibutuhkan oleh kapal. Kesalahan ini terjadi karena tidak dilakukan perhitungan tahanan kapal yang akan diterima oleh kapal sehingga bisa diketahui besarnya daya dorong yang dibutuhkan untuk mengatasi tahanan yang terjadi

Dari hal di atas maka perlu dilakukan kaji ulang terhadap proses pembuatan kapal kayu tradisional yang selama ini dilakukan. Sehingga hasil atau produk yang dibuat mempunyai spesifikasi sesuai yang diharapkan baik oleh pemilik kapal atau oleh pembuat kapal.



I.2. PERUMUSAN MASALAH

Bertolak dari latar belakang penulisan ini maka yang menjadi masalah dalam studi ini adalah :

- Apakah proses pembuatan kapal kayu yang selama ini tanpa melalui proses perencanaan mempunyai tahanan kapal yang kecil.
- Apakah mesin penggerak yang dipilih untuk kapal sesuai dengan daya dorong yang diperlukan oleh kapal.

I.3. BATASAN MASALAH

Batasan – batasan yang dipakai pada penulisan ini yaitu :

- Perhitungan dilakukan pada kapal kayu dengan kapasitas 10 s/d 25 GT.
- Tidak membahas analisa ekonomis
- Tidak membahas stabilitas dan karakteristik steering kapal
- Tidak membahas alat tangkap dan tahanannya
- Fokus pekerjaan pada perhitungan tahanan dan daya motor penggerak kapal

I. 4. TUJUAN

Dalam penyusunan tugas akhir ini, tujuan yang akan dicapai :

- Mendapatkan besarnya tahanan kapal kayu yang akan dianalisa dengan Metode Yamagata serta dengan bantuan Software Maxsurf Pro. dan Hull Speed dan pada beberapa variasi kecepatan.
- Mendapatkan besarnya daya minimum yang dibutuhkan untuk menggerakkan kapal di permukaan air pada kecepatan yang diinginkan



I. 5. MANFAAT

- Sebagai bahan kajian bagi pembuat atau pemilik kapal dalam proses pembuatan kapal kayu dan pemilihan mesin yang akan digunakan

I.6. METODOLOGI PENULISAN

Untuk menyelesaikan permasalahan yang telah diuraikan di atas maka akan dipakai dengan menggunakan studi literatur dan studi lapangan. Data – data yang diperlukan diambil dari lapangan untuk perhitungan sedangkan teori dasar yang dipakai diambil dari literatur yang relevan.

Langkah – langkah penggerjaan tugas akhir :

1. Pencarian dan pencatatan data – data kapal

- Data utama kapal
- Pengukuran jarak setengah lebar kapal pada tiap jarak gading dan water line untuk mendapatkan gambar rencana garis.
- Data mesin penggerak yang digunakan.

2. Perhitungan nilai tahanan kapal

Perhitungan nilai tahanan kapal menggunakan dua metode yaitu

- Perhitungan dengan Metode Yamagata
 - Analisa dengan menggunakan Software Maxsurf Pro dan Hull Speed
- Analisa dilakukan dengan terlebih dahulu menggambar data *lines plan* kapal yang telah didapat dari hasil pegukuran pada Software Maxsurf Pro.



3. Perhitungan kebutuhan daya mesin utama kapal

Perhitungan kebutuhan daya mesin utama mengambil acuan dari hasil perhitungan tahanan dengan menggunakan Metode Yamagata.

4. Uji *performance* kapal dengan menggunakan *Software Maxsurf*.

Dalam hal ini, pengujian dilakukan setelah penggambaran data *lines plan* kapal pada *Software Maxsurf* telah selesai.

5. Melakukan verifikasi hasil uji *performance* menggunakan *Software Maxsurf* dengan hasil perhitungan.

Verifikasi untuk mendapatkan nilai optimal daya mesin utama kapal.

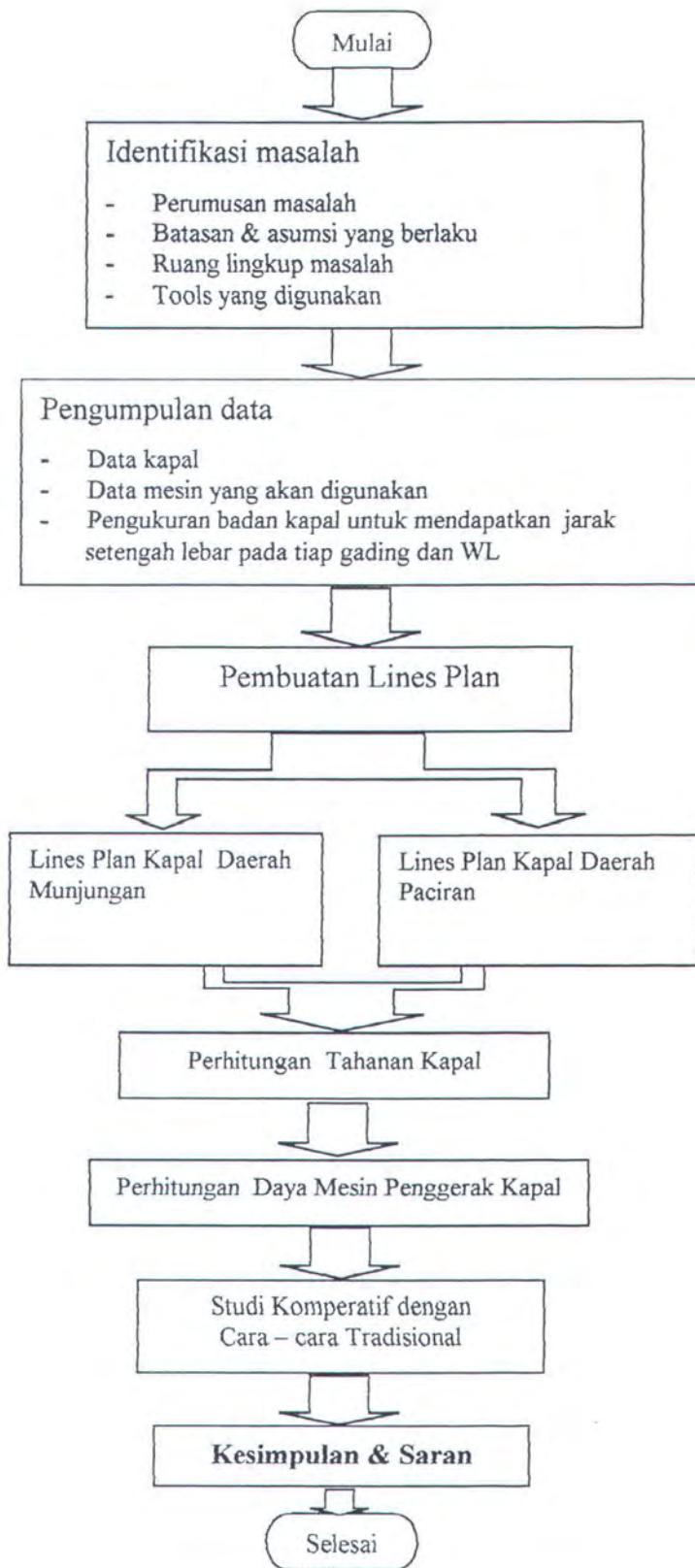
6. Melakukan studi komperatif antara hasil perhitungan dengan kondisi di lapangan

Langkah ini dilakukan dengan tujuan mengetahui apakah perbedaan yang terjadi antara hasil perhitungan dengan kondisi di lapangan mempunyai harga yang signifikan atau tidak

7. Kesimpulan

Dari analisa dan perhitungan yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan dan dapat pula diketahui apakah cara – cara pembuatan kapal kayu tradisional yang selama ini dipakai mendapatkan hasil yang optimal atau tidak. Dari hasil analisa juga bisa dibuat suatu rekomendasi penyempurnaan dalam pembuatan kapal kayu yang selama ini diterapkan.

Penjabaran metodologi di atas dapat dilihat dalam *flow chart* penggerjaan tugas akhir di bawah ini



Gambar 1. Flow Chart Penggerjaan Tugas Akhir

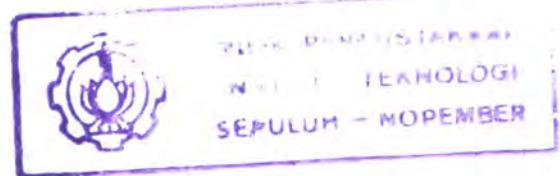
BAB II
DASAR TEORI

BAB II

DASAR TEORI

II.1. TAHANAN KAPAL

Agar kapal dapat bergerak di atas permukaan air dengan kecepatan tertentu, maka dibutuhkan gaya dorong. Daya dorong kapal ini diwujudkan dalam bentuk gaya untuk melawan hambatan pada volume atau badan kapal yang terbenam di dalam air, hambatan gelombang, dan hambatan angin. Hambatan – hambatan ini dikenal dengan istilah tahanan kapal (*ship resistance*). Tahanan kapal terdiri dari komponen – komponen gaya fluida yang bekerja sejajar dengan sumbu memanjang kapal, *Havard (1983)*.



II.1.1. Komponen Tahanan Kapal

Komponen – komponen tahanan kapal yang berbeda di akibatkan oleh berbagai macam penyebab dan saling berintegrasi. Agar ketepatan perkiraan dan perhitungan dapat dipenuhi, maka tahanan kapal ditinjau secara praktis sebagai sebuah tahanan total atau *total resistance*.

Tahanan kapal dapat dijabarkan sebagai tahanan spesifik kapal, yang merupakan fungsi dari bilangan *Froude* sebagai koordinat horizontal, *Havard (1983)*.

$$F_n = \frac{V}{\sqrt{gL}} \quad (2.1)$$

Sedangkan ordinatnya adalah koefisien tahanan yang didefinisikan sebagai :



$$C = \frac{R}{\frac{1}{2} \rho V^2 S} \quad (2.2)$$

Dimana :

V = kecepatan kapal (m/s)

L = panjang benda (m)

g = percepatan gravitasi (m/s²)

ρ = massa jenis fluida, dan (kg/m³)

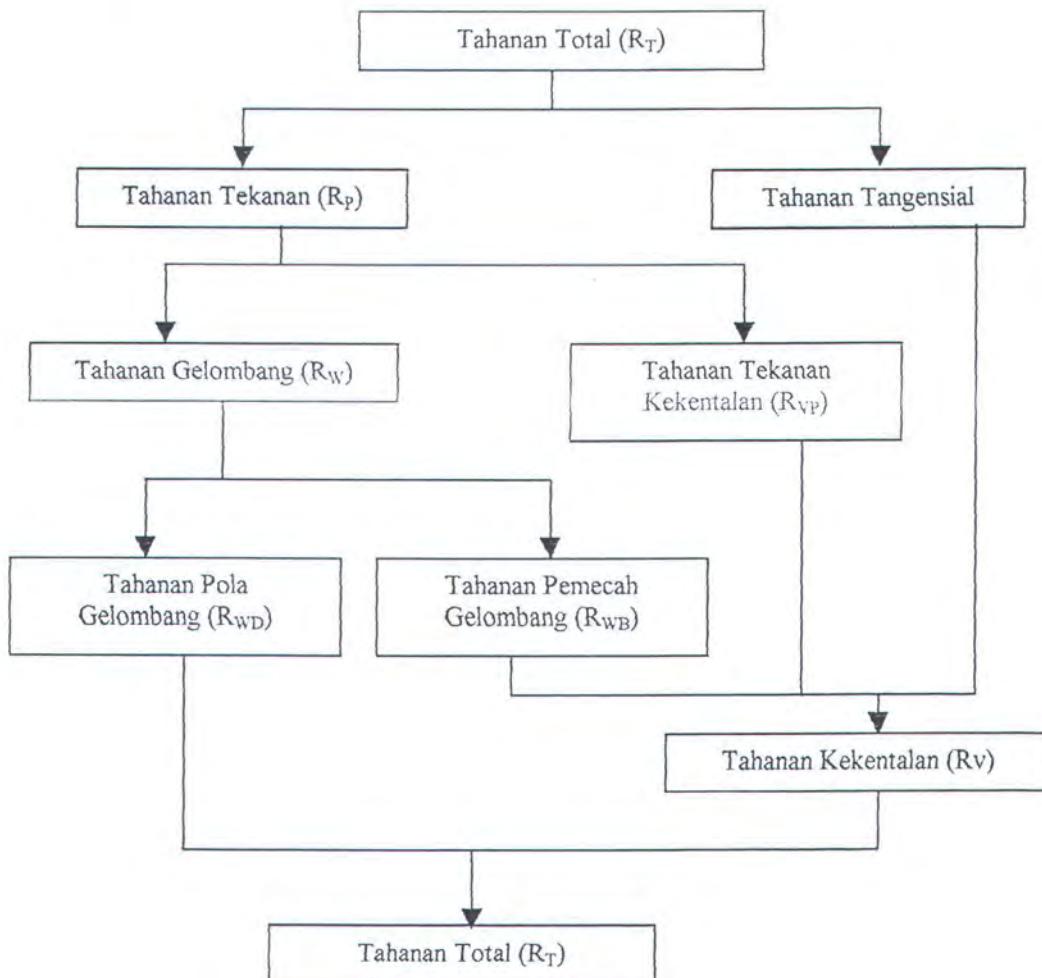
S = luas permukaan basah benda (m²)

Komponen – komponen spesifik tahanan kapal ini, sesuai dengan definisi yang diberikan oleh ITTC (*International Towing Tank Conference*), terdiri dari :

- Tahanan gesek
- Tahanan sisa
- Tahanan kekentalan
- Tahanan tekanan kekentalan
- Tahanan gelombang
- Tahanan pola gelombang
- Tahanan semprotan
- Tahanan tambahan

Komponen – komponen tahanan kapal di atas dapat digambarkan dalam skema 2.1.

Dalam perhitungan besarnya tahanan total kapal, dapat diuraikan menjadi komponen yang dapat saling dikombinasi dengan memakai cara – cara atau metode yang berbeda – beda yang sesuai dengan karakteristik kapal.



Skema 2.1. Pembagian Komponen Tahanan Kapal

II.2. PERHITUNGAN TAHANAN KAPAL

Berdasarkan data – data kapal kayu yang diperoleh yang meliputi bentuk garis air, displasement, type hull, serta ukuran utama kapal, dari hasil survey lapangan dan pengukuran besarnya lebar tiap jarak gading dan *water line*, maka perhitungan tahanan dan daya efektif kapal ini menggunakan beberapa metode sebagai acuan, yaitu Metode *Holtrop* dan Metode *Yamagata*, dalam perhitungan tahanan kapal menggunakan Metode *Yamagata* serta dilakukan dengan bantuan Program *Maxsurf Pro.* dan *Hull Speed*.



II.2.1. Metode Holtrop

Holtrop (1978), tahanan total adalah hasil penjumlahan tahanan :

- Tahanan gesek antara lambung dengan air (*friction resistance*)
- Tahanan gelombang (*wave resistance*)
- Tahanan akibat penambahan tekanan pada daerah transom yang terbenam.
- Tahanan korelasi kapal model

Yang dituliskan dalam bentuk persamaan :

$$R_{\text{total}} = R_F (1 + k_1) + R_W + R_{\text{TR}} + T_A \quad (2.3)$$

II.2.1.1. Tahanan Gesek Kapal

Holtrop (1978), nilai tahanan gesek besarnya merujuk pada persamaan tahanan gesek ITTC – 1957, yaitu :

$$R_F = C_F \left(\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \right) S \quad (2.4)$$

Dimana :

C_F = koefisien tahanan gesek

ρ = massa jenis fluida (kg/m³)

V = kecepatan kapal (m/s)

S = luas permukaan basah badan kapal (m²)

Koefisien tahanan gesek kapal dapat dicari melalui persamaan :

$$C_F = \frac{0.075}{(\log_{10} R_n - 2)^2} \quad (2.5)$$



Dimana :

$$R_n = \frac{V \cdot L}{\nu} \quad (2.6)$$

Dengan : V = kecepatan kapal (m/s)

L = panjang kapal (m)

ν = viskositas kinematik = 1.81×10^{-8}

Mengingat tahanan gesek merupakan komponen terbesar dalam tahanan total kapal, terutama bagi kapal – kapal yang mempunyai kecepatan rendah, maka dalam perhitungan tahanan gesek ini diperlukan ketelitian yang tinggi.

Pada Metode *Holtrop*, pengaruh bentuk lambung juga diperhitungkan dalam menentukan besarnya tahanan gesek. Pengaruh bentuk lambung diprediksikan melalui persamaan :

$$1 + k_1 = c_{13} \left[0.93 + c_{12} \left(\frac{B}{L_R} \right)^{0.929427} (0.95 - C_p)^{-0.521448} (1 - C_p + 0.225 Lcb)^{0.6906} \right] \quad (2.7)$$

Dalam persamaan ini : C_p adalah koefisien prismatic dan Lcb adalah letak titik keseimbangan pada posisi longitudinal dari $0.5L$ sebagai persen dari L . Pada persamaan di atas, L_R adalah parameter refleksi panjang yang ditulis dalam bentuk :

$$\frac{L_R}{L} = 1 - C_p + 0.06 C_p \cdot Lcb (4C_p - 1) \quad (2.8)$$

Koefisien C_{12} adalah koefisien yang nilainya tergantung pada besarnya ratio sarat dengan panjang kapal (T/L), yang dituliskan dalam persamaan :

$$C_{12} = (T/L)^{0.2228446} \quad T/L > 0.05$$

$$C_{12} = 48.20((T/L)-0.02)^{2.078} + 0.479948 \quad 0.02 < T/L > 0.05 \quad (2.9)$$



$$C_{12} = 0.479948 \quad T/L < 0.02$$

Koefisien C_{13} dihitung berdasarkan bentuk badan kapal.

$$C_{13} = 1 + C_{\text{stern}} \quad (2.10)$$

Dimana C_{stern} diberikan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

Afterbody Form	C_{stern}
V – shaped section	-10
Normal section shape	0
U – shaped section with Hogner stern	+10

Tabel 2.1. Nilai C_{stern}

II.2.1.2. Tahanan Gelombang

Besarnya tahanan gelombang diberikan oleh persamaan :

$$R_w = c_1 \cdot c_2 \cdot c_5 \cdot \nabla \cdot p \cdot g \cdot \exp [m_1 F_n^d + m_2 \cos(\lambda F_n^{-2})] \quad (2.11)$$

Nilai – nilai koefisien di atas dapat dihitung melalui persamaan – persamaan sebagai berikut :

$$\triangleright c_1 = 2223105 c_7^{3.78613} (B/T)^{1.07961} (90 - i_E)^{1.375} \quad (2.12)$$

➤ nilai c_7 bergantung pada besarnya B/L yaitu :

$$c_7 = 0.229577 (B/L)^{0.33333} \quad B/L < 0.11$$

$$c_7 = B/L \quad 0.11 < B/L < 0.25$$

$$c_7 = 0.5 - (0.0625 (L/B)) \quad B/L > 0.25$$

$$\triangleright c_2 = \exp(-1.89 \sqrt{c_3}) \quad (2.13)$$

$$\triangleright c_5 = \frac{1 - (0.8 A_T)}{(B T C_M)} \quad (2.14)$$

➤ λ adalah fungsi L/B dimana :

$$\lambda = 1.446 C_p - 0.03(L/B) \quad L/B < 12$$



$$\lambda = 1.446C_p - 0.36 \quad L/B > 12$$

➤ $m_1 = 0.0140407(L/T) - 1.75254(\nabla^{1/3}/L) + (-4.79323(B/L) - c_{16}) \quad (2.15)$

➤ c_{16} adalah koefisien yang nilainya bergantung pada nilai C_p yaitu :

$$c_{16} = 8.07981C_p - 13.8673C_p^2 + 6.984388C_p^3 \quad C_p < 0.8$$

$$c_{16} = 1.73014 - 0.7067C_p \quad C_p > 0.8$$

➤ $m_2 = c_{15} C_p^2 \exp(0.1 F_n^2) \quad (2.16)$

$$c_{15} = -1.69385 \quad L^3/\nabla < 512$$

$$c_{15} = 0.0 \quad L^3/\nabla < 1727$$

$$c_{15} = -1.69385 + (L/\nabla^{1/3} - 8.0)/2.36 \quad 512 < L^3/\nabla < 1727$$

➤ $d = 0.9$

➤ $i_E = 1 + 89 \exp[-(L/B)^{0.80856} (1 - C_p)^{0.30484} (1 - C_p - 0.0225Lcb)^{0.6367} \cdot (L_R/B)^{0.34574} (100 \nabla / L^3)^{0.16302}] \quad (2.17)$

➤ $c_3 = 0.56 A_{BT}^{1.5} / [BT(0.31\sqrt{A_{BT}} + T_F - h_s)] \quad (2.18)$

II.2.1.3. Tahaman Korelasi Kapal Model

Tahaman korelasi model – kapal diberikan oleh persamaan :

$$R_A = \frac{1}{2} \rho \cdot V^2 \cdot S \cdot C_A \quad (2.19)$$

Dimana C_A adalah koefisien korelasi yang dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$C_A = 0.006(L+100)^{-0.16} - 0.00205 + 0.003\sqrt{L/7.5}C_B^4 c_2 (0.04 - c_4) \quad (2.20)$$

dengan ketentuan :

$$c_4 = T_F/L \quad \text{jika } T_F/L < 0.04$$

$$c_4 = 0.04 \quad \text{jika } T_F/L > 0.04$$



$$F_n = \frac{V}{\sqrt{g * Lwl}} \quad (2.27)$$

Dimana :

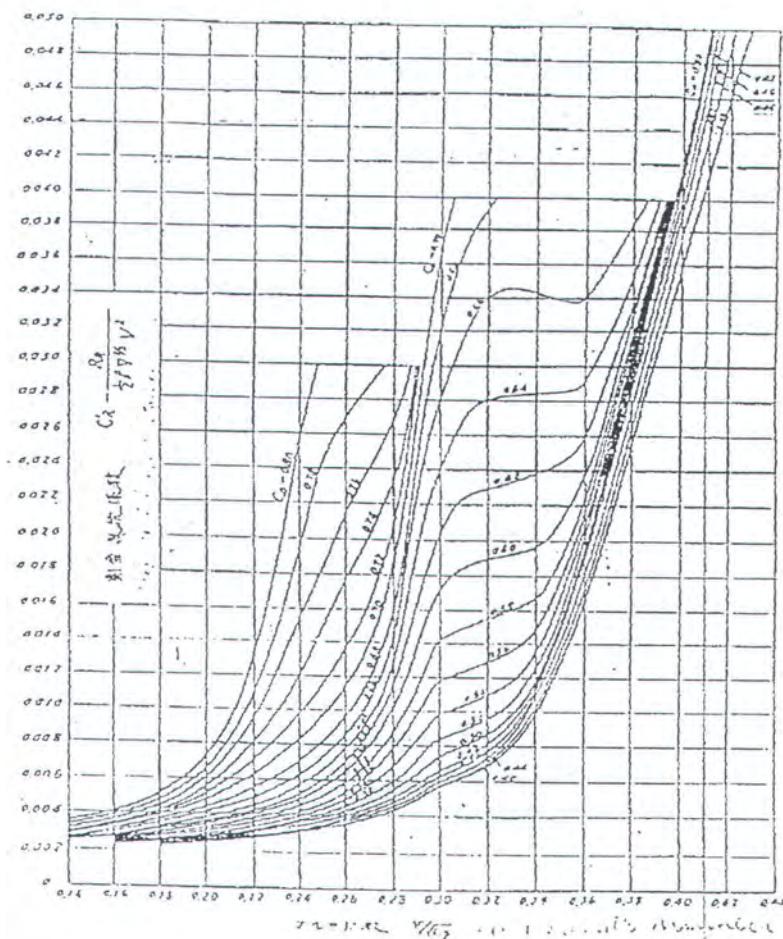
F_n = bilangan Froude

V = kecepatan kapal (m/sec)

g = percepatan gravitasi standard

= 9.8 m/sec²)

Lwl = panjang bidang garis air (m)



Gambar 2.1. Diagram C_R



b. Koreksi

Selanjutnya dilakukan koreksi – koreksi atas harga C_R menurut perbandingan lebar terhadap panjang (B/L) dan lebar terhadap sarat (B/T) pada kapal sebenarnya berdasarkan perbandingan ukuran dari bentuk kapal standard. Koreksi ini digambarkan dalam beberapa grafik menurut fungsi dari bilangan *Froude*, sebagai berikut :

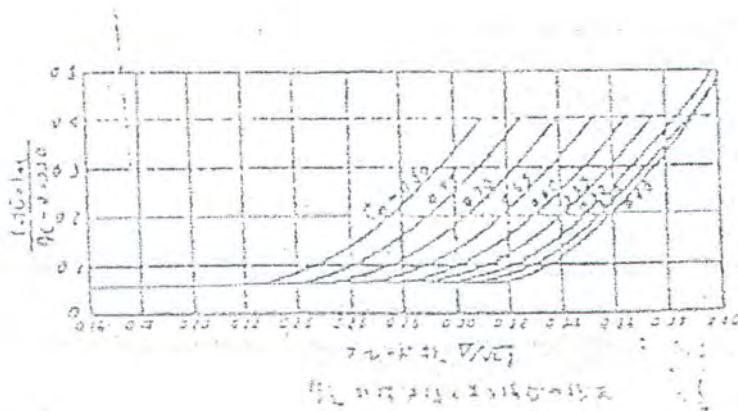
❖ Koreksi lebar terhadap panjang

Perbandingan lebar terhadap panjang kapal, dengan sumbu ordinat merupakan harga dari :

$$\frac{(\Delta C_R)_{B/L}}{(B/L - 0.135)} \quad (2.28)$$

Dimana : $B/L_{(\text{standard})} = 0.135$

Diambil harga $(\Delta C_R)_{B/L}$, dimana merupakan harga koreksi C_R kapal menurut perbandingan lebar terhadap panjang kapal pada kondisi sebenarnya.



Gambar 2.2. Diagram koreksi C_R terhadap B/L



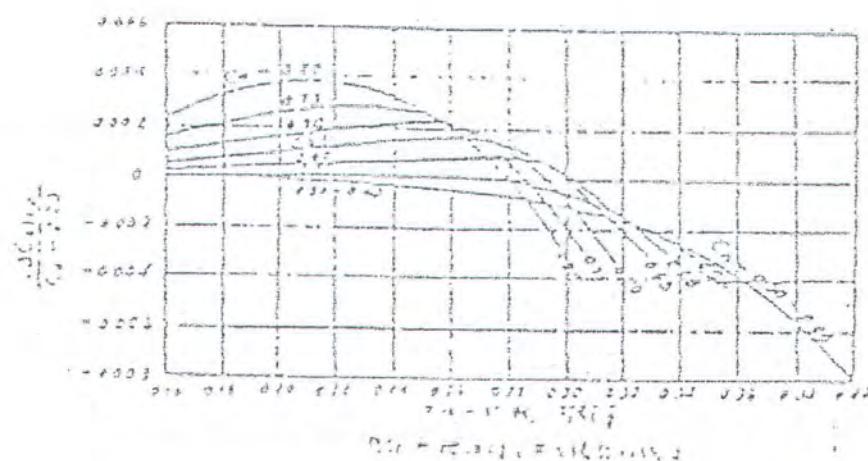
❖ Koreksi lebar terhadap sarat kapal

Perbandingan lebar terhadap panjang kapal, dengan sumbu ordinat merupakan harga dari :

$$\frac{(\Delta C_R)_{B/T}}{(B/T - 2.25)} \quad (2.29)$$

Dimana : B/T (standard) = 2.25

Diambil harga $(\Delta C_R)_{B/T}$, dimana merupakan harga koreksi C_R kapal menurut perbandingan lebar terhadap sarat kapal pada kondisi sebenarnya.





c. Koefisien tahanan sisa sebenarnya

Harga koefisien tahanan sisa kapal sebenarnya merupakan penjumlahan koefisien tahanan sisa awal atau C_R dengan koreksi – koreksi menurut kondisi kapal yang sebenarnya.

$$C_R = K_p [C_R + \Sigma(\Delta C_R)] \quad (2.30)$$

Dimana : $\Sigma(\Delta C_R) = (\Delta C_R)_{B/L} + (\Delta C_R)_{B/T}$

d. Volume displasemen

Volume displasemen atau volume badan kapal di dalam air bergantung pada harga koefisien blok atau C_b , dimana untuk kapal – kapal ikan besarnya berkisar antara 0.5 sampai dengan 0.76, sehingga :

$$V = Lwl * B * T * C_b \quad (2.31)$$

Dimana :

V = volume displasemen (m^3)

Lwl = panjang bidang garis air (m)

B = lebar kapal (m)

T = sarat kapal (m)

C_b = koefisien blok

Sehingga :

$$R_R = \frac{1}{2} \cdot \rho_s * V^{2/3} * V_s * C_R \quad (2.32)$$

Dimana :

R_R = tahanan sisa (kg)

ρ_s = massa jenis air laut

= 1.025 ton/m⁴



V = volume displasemen (m³)

V_s = kecepatan kapal (m/sec)

C_R = koefisien tahanan sisa

II.2.2.3. Tahanan Total

Tahanan total merupakan hasil penjumlahan dari semua komponen – komponen tahanan pada sebuah kapal yang dituliskan sebagai berikut :

$$R_T = R_F + R_R \quad (2.33)$$

Dimana : R_T = tahanan total (kg)

R_F = tahanan gesek (kg)

R_R = tahanan sisa (kg)

II.2.3. Penggunaan Software Maxsurf Pro dan Hull Speed

II.2.3.1 Sejarah Singkat Maxsurf.

Maxsurf adalah salah satu Program aplikasi struktur yang dikembangkan oleh sebuah perusahaan pembuat perangkat lunak yang berlokasi di Fremantle Australia, yang bernama Formation System (FORMSYS). Sejak mulai diciptakan pada tahun 1984 sampai sekarang, Maxsurf telah mengalami banyak pembaharuan : terutama dalam hal perbaikan dan penyempurnaan metode - metode yang dipergunakan.

Sesuai dengan surat edaran elektronik yang dikeluarkan oleh Formsys, tercatat ± 1200 pemakai Maxsurf, baik perorangan maupun galangan di 20 negara.



II.2.3.2. Sub-Sub Program *Maxsurf*

Maxsurf pada hakekatnya terdiri dari beberapa sub program. Secara keseluruhan sub-sub program tersebut adalah ; *Maxsurf Professional*, *Hydromax Profesional*, *Hull Speed*, *Prefit*, *Workshop Professional*, *Span*, *Seakeeper*, dan *Hydrolink*. Tetapi karena dalam pengerjaan Tugas Akhir ini hanya menggunakan *Maxsurf Professional* dan *Hull Speed* maka hanya akan dijelaskan seputar program *Maxsurf Professional* dan *Hull Speed*.

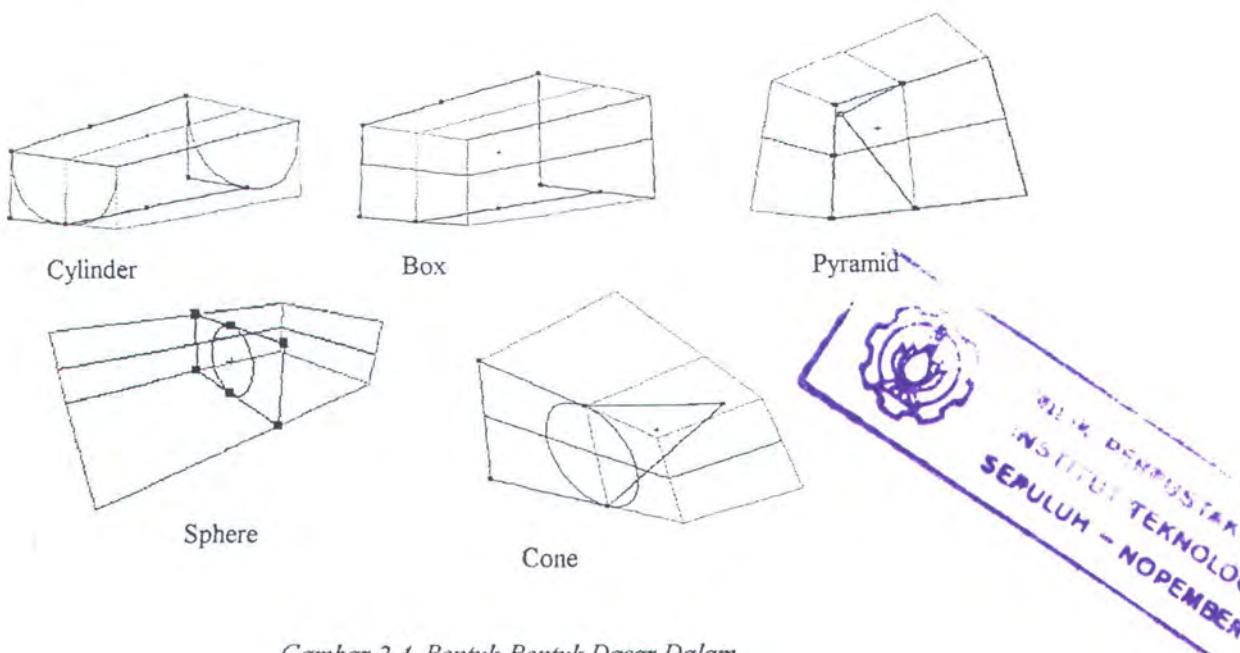
1. *Maxsurf Profesional*, disingkat *Maxsurf Pro*

Sub program ini pada hakekatnya bertujuan untuk membentuk lambung kapal, yang akan dapat dipergunakan untuk menganalisa segala hal yang berkaitan dengan badan kapal. Hal ini dilakukan dengan menggunakan teori *B-Spline*, namun dapat juga menggunakan *NURB*, *CONIC* dan lain-lain.

Proses Penggambaran *Lines* Dengan Menggunakan *Maxsurf Pro* dapat dijelaskan sebagai berikut :

Dalam proses penggambaran dengan menggunakan *Maxsurf Pro*, sebuah kapal dibagi minimum menjadi dua *surface*, yakni haluan dan buritan adapula yang membaginya menjadi tiga *surface* yakni haluan, *parallel midle body* dan haluan bahkan *Maxsurf Pro* mampu menggambar *lines* dengan jarak *station* yang sesungguhnya tetapi hal ini akan membutuhkan jumlah *surface* yang lebih banyak lagi.

Dalam *Maxsurf Pro* terdapat beberapa *surface* yang menjadi bentuk dasar dari penggambaran, yakni *box*, *cylinder*, *pyramid*, *cone* dan *sphere* :



Gambar 2.4. Bentuk-Bentuk Dasar Dalam Penggambaran Pada Maxsurf Pro

Bentuk-bentuk dasar ini dipakai untuk bagian-bagian kapal tertentu. Untuk *Box*, biasanya dipakai sebagai bagian dasar penggambaran *parallel middle body* kapal atau kapal dengan koefisien blok yang besar. Untuk *silinder*, biasanya dipakai sebagai bagian dasar penggambaran torpedo atau kapal dengan lambung berbentuk setengah lingkaran. Untuk *pyramid*, biasanya dipakai untuk menggambarkan bagian depan (*forepeak*) kapal. Bentuk *cone*, dipakai untuk menggambarkan bentuk depan dari torpedo, sedangkan *sphere*, dipakai untuk membuat bagian-bagian kapal yang berbentuk menyerupai bola atau *sphere*, misalnya bantalan pada *hovercraft* dan lain sebagainya.

Maxsurf Professional memiliki fasilitas memasukkan tabel *offset* dalam penggambaran *lines plan* suatu kapal dimana tampilan *input* yang kita masukkan dalam penggambaran dengan menggunakan metode proses pengisian *table offset* dapat dilihat pada tampilan dibawah ini :

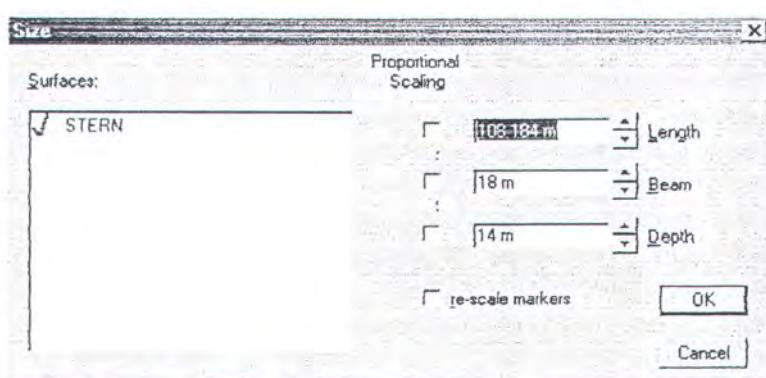


	Surface	Row	Column	Long. Position m	Offset m	Height m	Weighting
1	STERN	0	0	-4.159	9.000	12.400	1
2	STERN	0	1	2.541	9.000	12.400	1
3	STERN	0	2	4.594	9.000	12.400	1
4	STERN	0	3	6.972	9.000	12.400	1
5	STERN	0	4	15.941	9.000	12.400	1
6	STERN	0	5	22.185	9.000	12.400	1
7	STERN	0	6	31.739	9.000	12.400	1
8	STERN	0	7	40.492	9.000	12.400	1
9	STERN	0	8	66.032	9.000	12.400	1
10	STERN	0	9	78.078	9.000	12.700	1
11	STERN	0	10	88.235	8.800	13.209	1
12	STERN	0	11	87.739	6.900	13.685	1
13	STERN	0	12	102.929	4.100	13.945	1
14	STERN	0	13	104.025	1.500	14.000	1
15	STERN	0	14	104.025	0.000	14.000	1
16	STERN	1	0	-4.148	9.000	9.100	1
17	STERN	1	1	3.308	9.000	9.100	1
18	STERN	1	2	4.821	9.000	9.100	1

Gambar 2.5. Tampilan Pengisian Tabel Offset Pada Maxsurf Pro

Dimana *row* merupakan *waterline* dan *column* merupakan *station* dari kapal tersebut. *Long position* merupakan jarak horizontal dari titik *zero point* yang telah kita tentukan sebelumnya ke *station* yang ditinjau, *offset* merupakan ordinat setengah lebar, *height* merupakan tinggi dari *baseline*, dan *weighting* merupakan tingkat kekakuan dari *surface*.

Sebelum melakukan penggambaran *lines plane* terlebih dahulu kita harus memasukkan dimensi dari kapal tersebut, dimana pengisian dimensi dari kapal tersebut dapat dilihat pada tampilan di bawah ini :



Gambar 2.6. Tampilan Pengisian Ukuran Dimensi Kapal Pada Maxsurf Pro



Setelah proses di atas telah selesai dilakukan proses selanjutnya adalah penentuan banyaknya jumlah *station*, *waterline* dan *buttock*, sesuai dengan *lines* yang telah ada, alangkah baiknya apabila banyaknya jumlah *station*, *waterline*, dan *buttock* yang kita masukkan adalah *station*, *waterline* dan *buttock* sesungguhnya dari kapal tersebut tetapi kita harus membutuhkan penambahan *surface* yang lebih banyak lagi hal ini dikarenakan keterbatasan penambahan *control point* pada *Maxsurf* hanya dibatasi 14 *control point* untuk tiap *surface*, pengisian jumlah *station*, *waterline* dan *buttock* dapat dilihat pada tampilan di bawah ini :

Label	Station	Split				
1	st 60	-7.500 m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	st 61	-5.000 m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	st 62	-2.500 m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	st 63	0.000 m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	st 64	2.500 m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	st 65	5.000 m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	st 67	7.500 m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	st 68	10.000 m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	st 69	12.500 m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	st 70	15.000 m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	st 71	17.500 m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	st 72	20.000 m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13	st 74	22.500 m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14	st 75	25.000 m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15	st 76	27.500 m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Sections
Buttocks
Waterlines
Diagonals

Add Delete
Split Space
OK Cancel

Gambar 2.7. Tampilan pengisian jumlah section, buttock, dan waterline pada Maxsurf Pro

Setelah proses pengisian selesai maka tahap selanjutnya adalah memasukkan tabel *offset*, maka selesailah proses penggambaran *lines* dari kapal tersebut.

2. Program Hull Speed

Dari bentuk badan kapal yang dihasilkan maka pada program *Hull Speed* bisa di hitung besarnya tahanan yang terjadi sekaligus daya dorong yang diperlukan dengan variasi kecepatan dan sarat yang berbeda – beda. Juga



ditampilkan grafik hubungan antara kecepatan kapal dengan tahanan yang dihasilkan dan grafik hubungan antara kecepatan kapal dengan daya yang dibutuhkan.

Dalam program ini terdapat beberapa metode perhitungan tahanan antara lain : Metode *Savitsky* (*planning* dan *pre- planning*), Metode *Latiharju*, Metode *Holtrop*, Metode *van Oestmen*, Metode *Delft I, II* dan Metode *Delft III*. Masing – masing metode harus sesuai dengan klasifikasi yang ditetapkan.

II.3. DAYA DORONG KAPAL

Besarnya daya motor penggerak kapal umumnya ditentukan dari data besarnya daya efektif kapal. Dari daya efektif kapal ini selanjutnya dapat ditentukan besarnya harga daya poros atau *shaft horse power* (SHP).

II.3.1. Daya Motor Penggerak

Besarnya daya motor penggerak umumnya ditentukan dari data tahanan total, dimana daya efektif kapal harus dihitung terlebih dahulu. Dari daya efektif ini selanjutnya dapat ditentukan besarnya harga daya *propeller*. Variabel yang mempengaruhi besarnya daya *propeller* adalah harga w (*wake fraction*) dengan menggunakan rumus empiris berdasarkan perhitungan statistik. Variabel lainnya adalah t (*thrust deduction factor*), η_p (efisiensi propeller), dan $\eta\pi$ (efisiensi relative rotatif). Dari variabel – variabel tersebut didapatkan harga *propulsion coefficient* (PC).



Kemudian harga daya motor penggerak dapat ditentukan dari besarnya harga η_r atau efisiensi transmisi yang bergantung pada peletakan motor penggerak.

II.3.2. Penentuan Harga Koefisien

3.2.1. Wake Fraction

Lammeren (1948), diberikan tabel harga – harga *wake fraction* untuk harga koefisien blok mulai dari 0.5 hingga 0.9 sebagai berikut :

Block Coefficient	Wake Fraction (Taylor)	
	Twin Screw	Single Screw
0.50	-0.038	0.230
0.55	-0.021	0.234
0.60	0.007	0.243
0.65	0.045	0.260
0.70	0.091	0.283
0.75	0.143	0.314
0.80	-	0.354
0.85	-	0.400
0.90	-	0.477

Tabel 2. 3. Harga Wake Fraction

Holtrop (1978), disebutkan bahwa besarnya *wake fraction* untuk kapal *single screw* dapat ditentukan melalui persamaan :

$$w = 0.3 C_B + (10 * C_V * C_B) - 0.1 \quad (2.34)$$

Dimana C_V adalah koefisien tahanan kekentalan, yang besarnya dapat diketahui melalui persamaan : $C_V = (1 + k_1)C_F + C_A$. Sedangkan C_F dan C_A masing – masing adalah koefisien tahanan gesek menurut rumus ITTC – 1957 dan koefisien tahanan korelasi model – kapal.



Wake fraction ditentukan dengan menggunakan rumus empiris yang diberikan oleh *Taylor* berdasarkan fungsi koefisien blok yaitu :

1. Untuk kapal berbaling – baling tunggal

$$w = 0.5 C_b - 0.05 \quad (2.35)$$

2. Untuk kapal berbaling – baling ganda

$$w = 0.55 C_b - 0.2 \quad (2.36)$$

3.2.2. Thrust Deduction Factor

Lammeren (1948), besarnya *thrust deduction factor* dapat ditentukan melalui persamaan yaitu :

$$t = t_1 + t_2 \quad (2.37)$$

dimana t_1 dan t_2 mempunyai nilai sebagai berikut :

$$t_1 = d + e / [f(0.98 - C_b)_3 + 1] \quad (2.38)$$

$$t_2 = 2 [(D/L) - 0.04] \quad (2.39)$$

Holtrop (1978), harga *thrust deduction factor* untuk *single screw ship* sudah ditentukan yaitu sebesar 0.1.

Yamagata (1962), untuk *single screw vessel* dituliskan sebagai berikut :

$$t = 0.5 C_b - 0.15 \quad (2.40)$$

3.2.3. Hull Efficiency

Hull efficiency adalah ratio antara kerja yang dilakukan oleh kapal yaitu *efektif power* dengan kerja yang dilakukan oleh *propeller* yang diberikan dalam persamaan berikut :



$$\eta_H = \frac{1-t}{1-w} \quad (2.41)$$

3.2.4. Propeller Efficiency

Propeller efficiency dihitung dengan menggunakan pendekatan dengan menggunakan diagram $B_p-\delta$. Dengan data propeller yang digunakan adalah :

$$\text{Diameter propeller} = (0.6 \text{ s/d } 0.7)T$$

$$\text{Jumlah daun} = 3 \text{ daun}$$

$$N = 1000 \text{ rpm (dari tabel mesin 60 HP)}$$

$$N_s = N/3 \quad (3 = \text{jumlah bantalan pada poros propeller})$$

$$V_a = (1 - w)V_s \quad (w = \text{wake fraction})$$

$$B_p = \frac{N_s * P^{0.5}}{V_a^{2.5}} \quad (3.42)$$

$$\delta = \frac{N_s * D}{V_a} \quad (3.43)$$

3.2.5. Propulsive Efficiency

Propulsive efficiency didefinisikan sebagai ratio antara *efektif power* dan *delivered power* yang diberikan melalui persamaan :

$$PC = \eta_H * \eta_p * \eta_\pi \quad (2.44)$$

Dimana : η_p : *Propeller efficiency*

η_π : *Propeller efficiency ratio*,

untuk kapal *single screw* bernilai = 1.0



3.2.6. Efisiensi Mekanis

Besarnya efisiensi mekanis bergantung pada peletakan *engine*. Besarnya efisiensi mekanis adalah 0.98 untuk peletakan mesin di belakang. Sedangkan untuk peletakan mesin di tengah harga efisiensi mekanisnya adalah 0.97.

Yamagata (1962), efisiensi mekanis bernilai 0.97 untuk peletakan mesin di belakang dan 0.98 untuk peletakan mesin di tengah. Atau bisa ditentukan dengan melakukan penjumlahan dari beberapa koreksi seperti dalam persamaan berikut :

$$\eta_{mekanis} = DHP + (5 \% \text{ koreksi poros} + 3 \% \text{ koreksi letak mesin} + 5 \% \text{ koreksi transmisi})$$

3.2.7. Kecepatan Advance

Kecepatan *advance* didefinisikan sebagai kecepatan aliran air dimana besarnya kecepatan tersebut adalah lebih kecil daripada kecepatan kapal (V_s) dan harga kecepatan *advance* diberikan sebagai berikut :

$$V_A = V_s (1 - w) \quad (2.45)$$

II.3.3. Penentuan Daya Motor Penggerak

Perhitungan daya motor penggerak dimulai dari perhitungan daya efektif kapal (EHP) hingga daya rem mesin (*engine brake power*) atau BHP. Perhitungan daya efektif dipengaruhi oleh besarnya tahanan total kapal yang telah dihitung.

Dalam penulisan ini perhitungan daya motor penggerak akan menggunakan dua metode, yaitu : pertama perhitungan daya motor penggerak



dimana nilai tahanan totalnya didapat dari perhitungan tahanan total dengan menggunakan Metode *Yamagata*.

Kedua, perhitungan daya motor penggerak dimana nilai tahanan totalnya didapat dari perhitungan tahanan dengan menggunakan Metode *Holtrop* dengan bantuan program *Maxsurf Pro* dan *Hull Speed*.

Perhitungan daya efektif kapal diperoleh melalui persamaan yang diberikan yaitu :

$$EHP = R_T * V_S \quad (kW) \quad (2.46)$$

Untuk perhitungan selanjutnya, persamaan yang digunakan adalah sama, yaitu:

$$DHP = \frac{EHP}{PC} \quad (\text{HP}) \quad (2.47)$$

$$BHP = \frac{DHP}{\eta_{mekanis}} \quad (\text{HP}) \quad (2.48)$$

BAB III

PERHITUNGAN TAHANAN KAPAL

BAB III

PERHITUNGAN TAHANAN KAPAL

III.1. DATA KAPAL

Data kapal yang akan dipakai dalam perhitungan ini memakai dua buah kapal yang berbeda dari daerah yang berbeda. Kapal pertama diambil sampel dari daerah pesisir selatan Jawa yaitu daerah Munjungan, sedangkan kapal kedua diambil dari daerah pesisir utara Jawa yaitu daerah Paciran. Masing – masing kapal akan dianalisa tahanan dan kebutuhan daya penggeraknya dengan cara dan metode yang sama. Dan data dari kedua kapal tersebut adalah seperti dalam tabel berikut :

No	Parameter	Daerah	
		Munjungan	Paciran
1.	L _{OA}	14 m	18 m
2.	L _{LWL}	13.196 m	15.84 m
3.	L _{PP}	12.00 m	15.00 m
2.	B	3 m	5.6 m
3.	H	1.4 m	2.3 m
4.	T	1.05 m	1.31 m
5.	C _b	0.748	0.608
6.	V _s	7.5 knots	7 knots
7.	GT	10	20
8.	BHP	80 HP	340 HP

Tabel 3.1. Data Utama Kapal

III.2. PERHITUNGAN KARAKTERISTIK BADAN KAPAL

Karakteristik badan kapal ini meliputi karakteristik bentuk bentuk badan kapal yang dipengaruhi oleh ukuran utama kapal dan koefisien – koefisien bentuk badan kapal itu sendiri.



Karakteristik tersebut adalah :

- Rasio panjang – lebar (L/B)
- Rasio lebar – sarat (B/T)
- Rasio panjang - sarat (L/T)
- Rasio panjang – displasemen ($L/\nabla^{1/3}$)
- Rasio jarak titik benam di belakang tengah kapal (LCB/L_{pp})

Nilai karakteristik tersebut dapat dilihat dalam tabel di bawah ini:

No	Paramater	Karakteristik Badan Kapal	
		Munjungan	Paciran
1	L/B	4.399	2.764
2	B/T	2.857	4.275
3	L/T	12.568	11.816
4	$L/\nabla^{1/3}$	4.950	4.058
5	LCB/L_{pp}	0.542	0.545
6	LCB	6.503	8.170

Tabel 3.2. Nilai Karakteristik Badan Kapal

III. 3. PERHITUNGAN BILANGAN FROUDE

Havard (1983), perhitungan harga bilangan *Froude* ini dapat dituliskan dengan persamaan sebagai berikut :

$$F_n = \frac{V}{\sqrt{g * Lwl}}$$

Dimana :

F_n = bilangan *Froude*

V = kecepatan kapal (m/sec)

g = percepatan gravitasi standard = 9.81 m/sec^2

Lwl = panjang bidang garis air (m)



Hasil perhitungan bilangan *Froude* untuk tiap kecepatan yang bervariasi ditunjukkan dalam tabel berikut :

No	Kecepatan (Knots)	Kecepatan (m/s)	Froude Number (Fn)	
			Munjungan	Paciran
1	0.5	0.257	0.023	0.021
2	1	0.514	0.041	0.041
3	1.5	0.772	0.068	0.062
4	2	1.029	0.091	0.083
5	2.5	1.286	0.114	0.103
6	3	1.543	0.137	0.124
7	3.5	1.800	0.160	0.145
8	4	2.058	0.182	0.165
9.	4.5	2.315	0.205	0.186
10.	5	2.572	0.228	0.206
11.	5.5	2.829	0.251	0.227
12.	6	3.086	0.273	0.248
13.	6.5	3.344	0.296	0.268
14.	7	3.601	0.319	0.289
15.	7.5	3.858	0.342	0.310
16.	8	4.115	0.365	0.330
17.	8.5	4.372	0.387	0.351
18.	9	4.630	0.410	0.372
18.	9.5	4.887	0.433	0.392
19.	10	5.144	0.456	0.413

Tabel 3.3. Froude Number Untuk Tiap Kecepatan

III.4. SPEED – LENGTH RATIO

Untuk kapal – kapal jenis *displacement hull* atau bagian badan kapal yang berada dalam air tidak mengalami perubahan berat maupun volume, baik saat kapal diam maupun pada saat kapal bergerak. Dengan kata lain bahwa displasemen pada saat $V_o = 0$ knots sama dengan pada saat kapal bergerak dengan kecepatan $V = V_s$ knots.

Kecepatan dari kapal jenis ini dibatasi oleh sifat dari aliran air di sekitar badan kapal tersebut. Untuk kapal – kapal tipe normal atau *displacement hull*,



harga *Speed – Length Ratio* pada kecepatan kritis dari jenis kapal tersebut mempunyai harga sebesar 1.34 yang dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\frac{V}{\sqrt{L}} = 1.34$$

Dimana : V = kecepatan kapal (knots)

L = panjang bidang garis air (feet)

Dengan demikian kecepatan kritis kapal dapat diketahui, yaitu :

$$V_{kritis} = 1.34\sqrt{L} \quad (\text{knots})$$

Jika kecepatan kritis ini dilampaui maka badan kapal akan bergerak lebih cepat dari pada gerakan air menuju bagian belakang badan kapal. Sehingga dalam kondisi ini tekanan air di bagian belakang kapal akan turun. Akibatnya bagian belakang kapal itu pun akan turun dan untuk mengatasi tahanan yang timbul pada keadaan yang demikian diperlukan tenaga penggerak yang sangat besar, dimana sudah tidak seimbang lagi dengan kenaikan kecepatan kapal yang diperoleh.

Hasil dari perhitungan karakteristik kecepatan kapal terhadap ukuran utama ini sangat berkaitan terhadap perhitungan tahanan kapal. Bilangan *Speed – Length Ratio* ini dipakai untuk menentukan batas kecepatan maksimum kapal atau kecepatan kritis kapal terhadap panjang kapal. Sehingga dapat dibuat perhitungan tahanan dan daya efektif kapal dalam batas kecepatan kritisnya untuk memperoleh kenaikan tahanan dan daya efektif yang proporsional.



III.5. PERHITUNGAN TAhanAN KAPAL

Dalam perhitungan tahanan kapal pada penulisan ini memakai 2 metode yaitu :

- Metode *Yamagata*
- Perhitungan tahanan dengan bantuan *Software Maxsurf* dan *Hull Speed*

III.5.1. Metode *Yamagata*

Dalam langkah – langkah penggeraan perhitungan dengan menggunakan Metode *Yamagata*, ukuran – ukuran kapal telah ditentukan dengan mengambil dari data dan gambar rencana garis.

III.5.1.1. Tahanan Gesek

Tahanan gesek ditentukan oleh antara lain besarnya harga variabel yang berpengaruh, dimana besarnya ditentukan sebagai berikut :

- a. Koefisien Tahanan Gesek

Koefisien tahanan gesek atau λ ditentukan dengan menggunakan rumus koefisien tahanan gesek dari *R.E. Froude* sebagai berikut :

$$\lambda = 0.1392 + \left(\frac{0.258}{2.68 + Lwl} \right)$$

Dimana : λ = koefisien tahanan gesek *Froude*

$$Lwl = \text{panjang bidang garis air} \quad (\text{m})$$

- a. Luas permukaan basah badan kapal

Luas permukaan basah badan kapal atau S ditentukan dengan menggunakan rumus luas permukaan basah badan kapal dari *E.R. Mumford*, yaitu :



$$S = L_{pp} * ((\delta_{pp} * B) + (1.7 * T))$$

Dimana : S = luas permukaan basah badan kapal (m^2)

L_{pp} = panjang antara garis tegak (m)

δ_{pp} = koefisien blok berdasarkan L_{pp}

B = lebar kapal (m)

T = sarat kapal (m)

b. Faktor koreksi temperatur air laut

Faktor koreksi temperatur air laut ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$t' = (1 + 0.0043 * (15 - t))$$

Dimana : t' = faktor koreksi temperatur air laut

t = temperatur air laut sebenarnya ($^{\circ}\text{C}$)

Sehingga : $R_F = \sigma \cdot \lambda \cdot (1 + 0.043 * (15 - t)) * S * V^{1.825}$

Dimana :

R_F = tahanan gesek (kg)

σ = massa jenis cairan, untuk air laut, $\sigma = 1025.9 \text{ kg/m}^3$

λ = koefisien tahanan gesek *Froude*

t = temperatur air laut sebenarnya ($^{\circ}\text{C}$)

S = luas permukaan basah badan kapal (m^2)

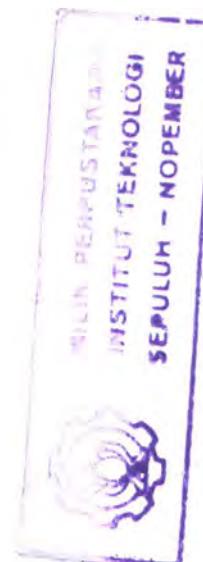
V = kecepatan kapal (m/sec)

Harga tahanan gesek untuk tiap variasi kecepatan kapal dapat dilihat pada tabel berikut :



No	Kecepatan (Knots)	Kecepatan (m/s)	Tahanan Gesek R_F (N)	
			Munjungan	Paciran
1	0.5	0.257	0.484	0.993
2	1	0.514	1.713	3.517
3	1.5	0.772	3.591	7.371
4	2	1.029	6.071	12.461
5	2.5	1.286	9.122	18.724
6	3	1.543	12.723	26.116
7	3.5	1.800	16.857	34.600
8	4	2.058	21.508	44.148
9.	4.5	2.315	26.666	54.736
10.	5	2.572	32.320	66.340
11.	5.5	2.829	38.460	78.944
12.	6	3.086	45.079	92.530
13.	6.5	3.344	52.169	107.084
14.	7	3.601	59.724	122.592
15.	7.5	3.858	67.738	139.041
16.	8	4.115	76.205	156.421
17.	8.5	4.372	85.121	174.721
18.	9	4.630	94.480	193.932
18.	9.5	4.887	104.278	214.043
19.	10	5.144	114.511	235.048

Tabel 3.4. Tahanan Gesek Kapal pada Tiap Kecepatan dengan Metode Yamagata



III.5.1.2. Tahanan Sisa

Tahanan sisa ditentukan oleh antara lain besarnya harga variabel yang berpengaruh, dimana besarnya ditentukan melalui langkah – langkah sebagai berikut :

- Koefisien tahanan sisa

Koefisien tahanan sisa atau C_R ditentukan pada grafik tahanan sisa dalam diagram tahanan sisa dari Yamagata berdasarkan fungsi bilangan Froude terhadap koefisien tahanan sisa. Dalam diagram ini terdapat kurva – kurva yang menunjukkan masing – masing harga koefisien blok dari sebuah kapal, yang ditunjukkan dalam Gambar. 2.1.



b. Koreksi

Selanjutnya dilakukan koreksi – koreksi atas harga CR menurut perbandingan lebar terhadap panjang (B/L) dan lebar terhadap sarat (B/T) pada kapal sebenarnya berdasarkan perbandingan ukuran dari bentuk kapal standard. Koreksi ini digambarkan dalam beberapa grafik menurut fungsi dari bilangan *Froude*, sebagai berikut :

❖ Koreksi lebar terhadap panjang

Nilai tersebut diambil dari *Gambar 2.2.* grafik koreksi lebar terhadap panjang, dengan sumbu ordinat merupakan harga dari :

$$\frac{(\Delta C_R)_{B/L}}{(B/L - 0.135)}$$

Dimana : $B/L_{(\text{standard})} = 0.135$

Diambil harga $(\Delta C_R)_{B/L}$, dimana merupakan harga koreksi C_R kapal menurut perbandingan lebar terhadap panjang kapal pada kondisi sebenarnya.

❖ Koreksi lebar terhadap sarat kapal

Nilai koreksi diambil dari *Gambar 2.3* garfik koreksi lebar terhadap sarat, dimana sumbu oradinat merupakan harga dari :

$$\frac{(\Delta C_R)_{B/T}}{(B/T - 2.25)}$$

Dimana : $B/T (\text{standard}) = 2.25$

Diambil harga $(\Delta C_R)_{B/T}$, dimana merupakan harga koreksi C_R kapal menurut perbandingan lebar terhadap sarat kapal pada kondisi sebenarnya.



❖ Koreksi bagian tambahan pada lambung

Faktor koreksi tahanan sisa terhadap bagian tambahan pada lambung atau K_p mempunyai harga berikut :

- Untuk kapal *single screw* : $K_p = 1.00$
- Untuk kapal *twin screw* : $K_p = 1.10 - 1.20$

Semakin baik bentuk badan kapal maka semakin besar harga K_p .

c. Koefisien tahanan sisa sebenarnya

Harga koefisien tahanan sisa kapal sebenarnya merupakan penjumlahan koefisien tahanan sisa awal atau C_R dengan koreksi – koreksi menurut kondisi kapal yang sebenarnya.

$$C_R = K_p [C_R + \Sigma(\Delta C_R)]$$

Dimana : $\Sigma(\Delta C_R) = (\Delta C_R)_{BL} + (\Delta C_R)_{BT}$

d. Volume displasemen

Volume displasemen atau volume badan kapal di dalam air bergantung pada harga koefisien blok atau C_b , dimana untuk kapal – kapal ikan besarnya berkisar antara 0.5 sampai dengan 0.76, sehingga :

$$\nabla = Lwl * B * T * C_b$$

Dimana :

$$\nabla = \text{volume displasemen} \quad (m^3)$$

$$Lwl = \text{panjang bidang garis air} \quad (m)$$

$$B = \text{lebar kapal} \quad (m)$$

$$T = \text{sarat kapal} \quad (m)$$

$$C_b = \text{koefisien blok}$$



Sehingga :

$$R_R = \frac{1}{2} \cdot \rho_s \cdot V^{2/3} \cdot V_s \cdot C_R$$

Dimana :

R_R = tahanan sisa (kg)

ρ_s = massa jenis air laut = 1025.9 kg / m³

V = volume displasemen (m³)

V_s = kecepatan kapal (m/sec)

C_R = koefisien tahanan sisa

Harga tahanan sisa kapal dapat dilihat dalam tabel berikut :

No	Kecepatan (Knots)	Kecepatan (m/s)	Tahanan Sisa R_R (N)	
			Munjungan	Paciran
1	0.5	0.257	0.770	1.336
2	1	0.514	3.232	5.773
3	1.5	0.772	7.734	14.433
4	2	1.029	14.776	28.224
5	2.5	1.286	24.691	41.427
6	3	1.543	36.940	59.655
7	3.5	1.800	51.537	81.197
8	4	2.058	90.299	111.184
9.	4.5	2.315	124.674	184.015
10.	5	2.572	179.571	315.379
11.	5.5	2.829	263.841	397.778
12.	6	3.086	517.165	692.764
13.	6.5	3.344	780.365	1129.216
14.	7	3.601	1055.879	1781.087
15.	7.5	3.858	1442.983	3066.923
16.	8	4.115	2167.168	4789.479
17.	8.5	4.372	2817.216	7260.657
18.	9	4.630	3948.002	8659.549
18.	9.5	4.887	5093.410	9744.932
19.	10	5.144	6669.789	10904.617

Tabel 3.5. Tahanan Sisa Kapal pada Tiap Kecepatan dengan Metode Yamagata



III.5.1.3. Tahanan Total

Tahanan total merupakan hasil penjumlahan dari semua komponen – komponen tahanan pada sebuah kapal yang dapat dituliskan sebagai berikut :

$$R_T = R_F + R_R$$

Dimana : R_T = Tahanan total (kg) R_F = Tahanan gesek (kg)

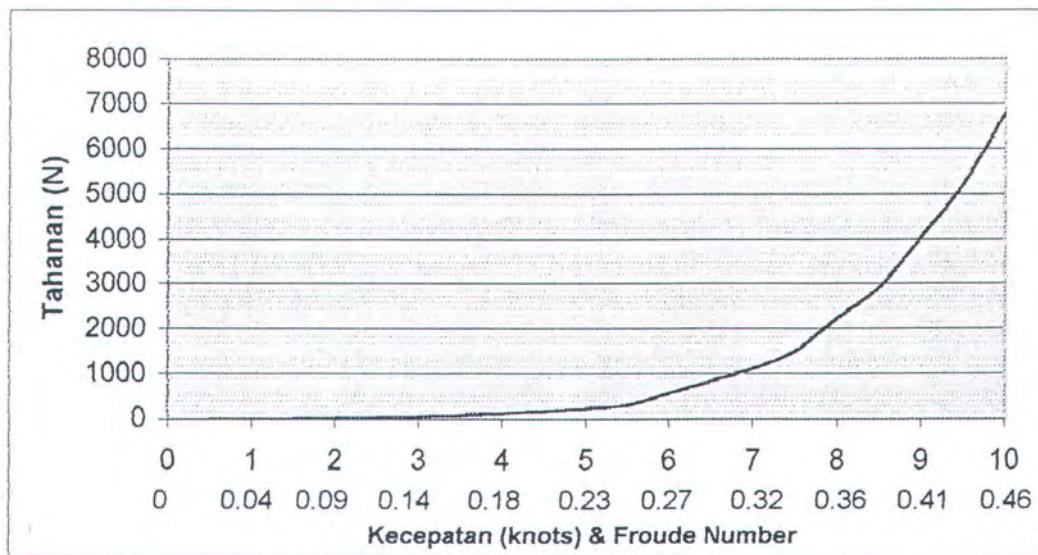
R_R = Tahanan sisa (kg)

Harga tahanan total untuk tiap –tiap kecepatan adalah sebagai berikut :

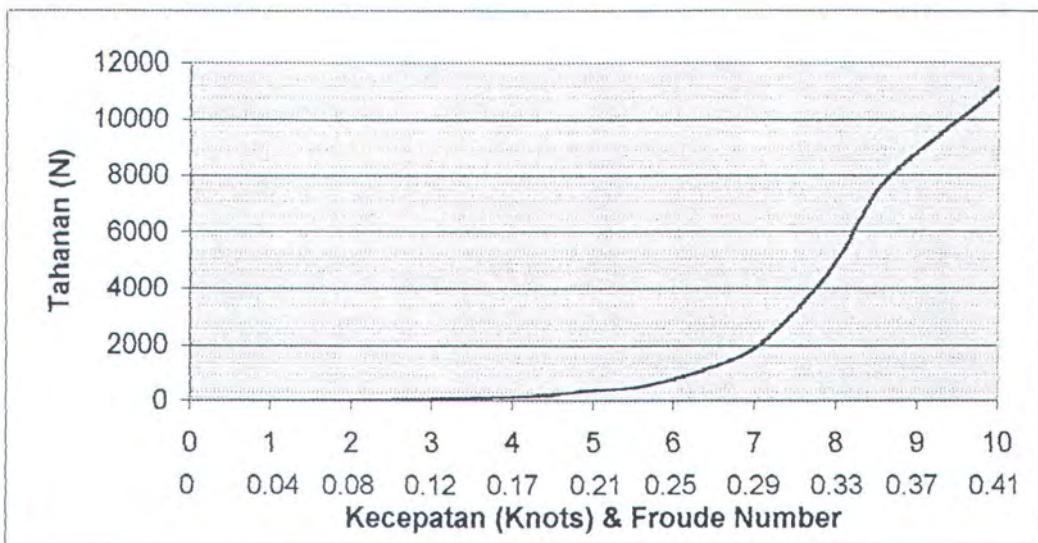
No	Kecepatan (Knots)	Kecepatan (m/s)	Tahanan Total R_T (N)	
			Munjungan	Paciran
1	0.5	0.257	1.253	2.329
2	1	0.514	4.946	9.290
3	1.5	0.772	11.325	21.804
4	2	1.029	20.847	40.684
5	2.5	1.286	33.813	60.151
6	3	1.543	49.663	85.770
7	3.5	1.800	68.394	115.797
8	4	2.058	111.807	155.333
9.	4.5	2.315	151.340	238.751
10.	5	2.572	211.891	381.719
11.	5.5	2.829	302.301	476.722
12.	6	3.086	562.244	785.294
13.	6.5	3.344	832.534	1236.300
14.	7	3.601	1115.603	1903.679
15.	7.5	3.858	1510.721	3205.965
16.	8	4.115	2243.374	4945.900
17.	8.5	4.372	2902.337	7435.379
18.	9	4.630	4042.482	8853.480
18.	9.5	4.887	5197.688	9958.976
19.	10	5.144	6784.300	11139.665

Tabel 3.6. Tahanan Total Kapal pada Tiap Kecepatan dengan Metode Yamagata

Dari tabel perhitungan tahanan di atas, dapat dibuat grafik tahanan – kecepatan sebagai berikut :



Gambar 3. 1a. Grafik Tahanan – Kecepatan Kapal Munjungan dengan Metode Yamagata



Gambar 3. 1b. Grafik Tahanan – Kecepatan Kapal Paciran dengan Metode Yamagata

III.5.2. Menggunakan Software Maxsurf Pro dan Hull Speed

Langkah – langkah yang dilakukan dalam perhitungan tahanan kapal dengan menggunakan *Software Maxsurf Pro.* dan *Hull Speed* adalah :

1. Membuat model kapal dalam *Software Maxsurf Pro.* berdasarkan gambar rencana garis hasil dari pengukuran badan kapal di lapangan.



-
-
2. Melakukan perhitungan tahanan kapal dan daya yang dibutuhkan pada *Software Hull Speed* berdasarkan model yang telah dibuat pada *Software Maxsurf Pro*, dengan menentukan metode yang akan digunakan.

III.5.2.1. Pembuatan Model Kapal pada *Software Maxsurf Pro*.

Model kapal yang dibuat didasarkan pada gambar rencana garis yang telah dibuat dari hasil pengukuran badan kapal di lapangan, baik untuk daerah Munjungan serta daerah Paciran. Data hasil pengukuran badan kapal bisa dilihat pada (Tabel 3.11 – 3.12). Hasil penggambaran model kapal pada *Software Maxsurf Pro*. (Body Plan, Sheer Plan, Half Breadht Plan dan Perspective) ditunjukkan dalam (Gambar 3.4 – 3.11).

III.5.2.2. Pembuatan *Lines Plan* dari Hasil Pengukuran Setengah Lebar Kapal pada Setiap Jarak Gading

Data penggambaran *lines plan* kapal diambil dari hasil proses pengukuran yang dilakukan di lapangan untuk tiap – tiap kapal. Langkah – langkah proses pengukuran pada badan kapal untuk mendapatkan gambar *lines plan* :

- a. Secara vertikal kapal di bagi dalam beberapa garis *water line* (WL) dari garis dasar (*base line*) hingga ketinggian yang diinginkan.
- b. Secara horisontal kapal di bagi menjadi beberapa *station* sesuai dengan jumlah gading pada kapal



- c. Pembagian WL dilakukan dengan memakai bantuan batang aluminium atau kayu yang lurus sebagai acuan dan benang untuk menarik garis lurus dari haluan sampai buritan tepat pada *center line* kapal
- d. Tiap *station* dan WL diukur lebarnya dan hasilnya di bagi dua di dapatkan harga setengah lebar kapal tiap *station* dan WL. Hal ini dilakukan hingga WL tertinggi pada semua *station*.
- e. Untuk mendapatkan sudut kemiringan pada bagian haluan dan buritan, maka pada tiap WL diukur ke arah haluan dan ke arah buritan dengan titik acuan titik tengah kapal.
- f. Dari hasil pengukuran ini didapatkan *lines plan* kapal dengan ditambahkan tebal kulit kapal dan disempurnakan dalam AutoCAD.
- g. *Lines plan* yang didapatkan digambar dalam Program Maxsurf untuk dilakukan perhitungan tahanan pada program Hull Speed.

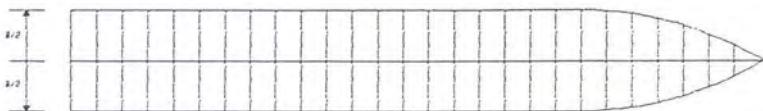
Langkah pengukuran setengah lebar kapal hingga mendapatkan gambar *lines plan* dapat digambarkan dalam sket berikut :

Langkah pertama :

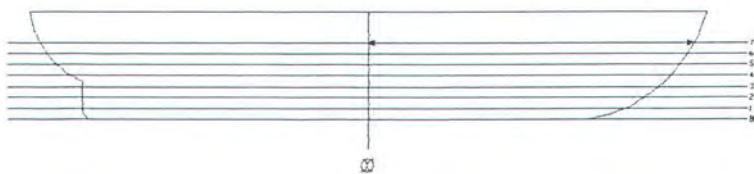




Langkah kedua :



Langkah ketiga :



III.5.2.3. Perhitungan Tahanan Kapal pada *Software Hull Speed*

Perhitungan tahanan kapal menggunakan Metode Holtrop dan Metode van Oortmerssen karena kedua metode ini adalah metode yang paling sesuai untuk kapal *displacement hull* atau kapal yang memiliki displasemen tetap pada saat kapal diam atau pada saat bergerak. Hasil perhitungan dengan menggunakan *Software Hull Speed* adalah sebagai berikut :



No	Kecepatan (Knots)	Kecepatan (m/s)	Tahanan Total R_T (N)	
			Holtrop	Van Oortmerssen
1	0.5	0.257	8.32	5.94
2	1	0.514	29.71	21.12
3	1.5	0.772	62.67	44.58
4	2	1.029	106.38	77.43
5	2.5	1.286	160.27	124.73
6	3	1.543	223.96	188.00
7	3.5	1.800	297.65	263.54
8	4	2.058	382.76	347.75
9.	4.5	2.315	483.98	442.42
10.	5	2.572	608.47	547.99
11.	5.5	2.829	759.78	757.24
12.	6	3.086	957.08	888.42
13.	6.5	3.344	1219.40	1448.17
14.	7	3.601	1486.55	2257.80
15.	7.5	3.858	1748.17	2573.42
16.	8	4.115	2090.14	2703.85
17.	8.5	4.372	2611.96	3410.55
18.	9	4.630	4177.85	5001.79
18.	9.5	4.887	7081.16	7261.10
19.	10	5.144	9993.27	9766.46

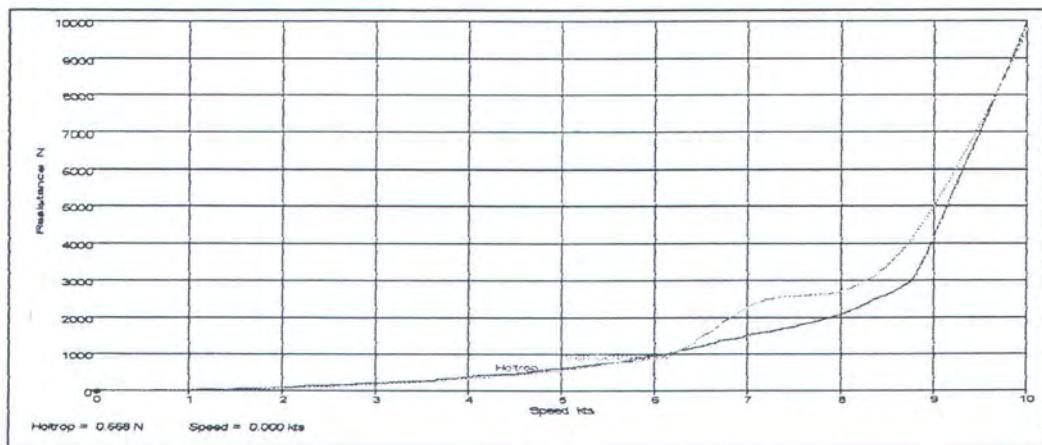
Tabel 3.7. Nilai Tahanan Kapal Menggunakan Software Hull Speed pada Kapal Munjungan

No	Kecepatan (Knots)	Kecepatan (m/s)	Tahanan Total R_T (N)	
			Holtrop	Van Oortmerssen
1	0.5	0.257	22.20	13.82
2	1	0.514	79.25	49.26
3	1.5	0.772	167.23	106.89
4	2	1.029	284.18	249.47
5	2.5	1.286	428.83	590.81
6	3	1.543	601.21	1103.63
7	3.5	1.800	807.08	1689.34
8	4	2.058	1059.78	2288.54
9.	4.5	2.315	1382.34	2931.05
10.	5	2.572	1809.90	3757.83
11.	5.5	2.829	2385.5	4928.16
12.	6	3.086	3172.02	6836.53
13.	6.5	3.344	4198.31	9178.55
14.	7	3.601	5278.96	12646.99
15.	7.5	3.858	7257.43	16979.22
16.	8	4.115	10225.02	21368.24
17.	8.5	4.372	12432.81	25907.76
18.	9	4.630	13368.85	31020.12
18.	9.5	4.887	14375.83	36808.19
19.	10	5.144	32423.86	43047.39

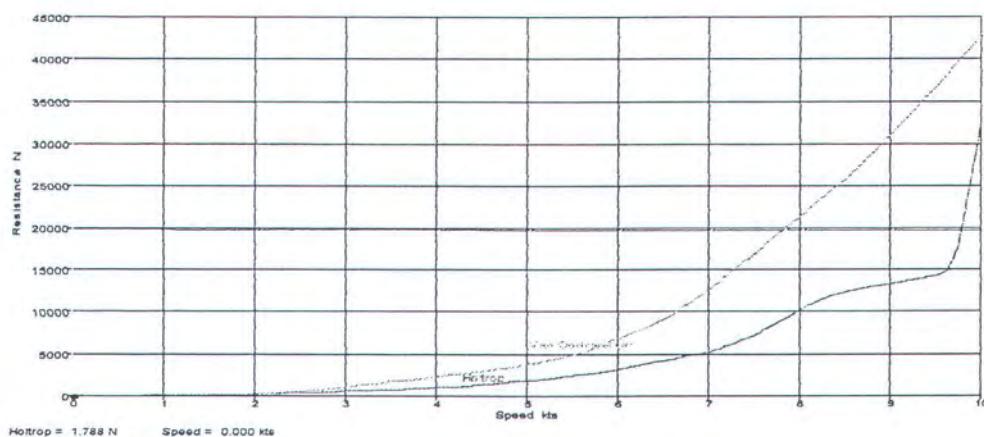
Tabel 3.8. Nilai Tahanan Kapal Menggunakan Software Hull Speed pada Kapal Paciran



Dari tabel hasil perhitungan di atas oleh *Software Hull Speed* akan dibuat grafik tahanan – kecepatan sesuai metode yang dipilih. Grafik tahanan – kecepatan adalah sebagai berikut :



Gambar 3.3. Grafik Tahanan – Kecepatan pada Kapal Munjungan



Gambar 3.4. Grafik Tahanan – Kecepatan pada Kapal Paciran



III.6. PERHITUNGAN TAhanAN KAPAL DENGAN ACUAN MESIN

YANG AKAN DIPAKAI

Pada perhitungan kali ini akan dihitung besarnya tahanan kapal dengan acuan memakai besanya mesin yang akan dipakai oleh pemilik kapal, sehingga akan didapat bedsarnya harga tahanan untuk masing – masing kapal. Harga daya mesin yang dipakai adalah sebagai berikut :

- Kapal daerah Munjungan : 80 HP
- Kapal daerah Paciran : 340 HP

Dengan memakai persamaan :

$$EHP = RT \times Vs$$

Serta :

$$DHP = \frac{EHP}{PC}$$

$$BHP = \frac{DHP}{\eta_{mekanis}}$$

Dengan melakukan perhitungan mundur maka didapat besarnya harga tahanan sebagai berikut :

- Pada Kapal Daerah Munjungan didapat :

$$Vs = 7.5 \text{ Knots} = 3.858 \text{ m/sec}$$

$$PC = 0.745 \quad (PC = \eta_H * \eta_p * \eta_\pi)$$

$$\eta_{mekanis} = 0.88 \quad (\text{koreksi poros + koreksi letak mesin + koreksi transmisi})$$

$$\text{Sehingga didapat harga tahanan sebesar} = 16.83 \quad \text{kN} = 16830 \text{ N}$$



- Pada Kapal Daerah Paciran didapat :

$$V_s = 7 \text{ Knots} = 3.601 \text{ m/sec}$$

$$PC = 0.773 \quad (PC = \eta_H * \eta_p * \eta_\pi)$$

$\eta_{mekanis} = 0.88$ (koreksi poros + koreksi letak mesin + koreksi transmisi)

Sehingga didapat harga tahanan sebesar = 71.53 kN = 71530 N

BAB IV
PERHITUNGAN DAN ANALISA
KEBUTUHAN DAYA MOTOR PENGGERAK

BAB IV

PERHITUNGAN DAN ANALISA KEBUTUHAN DAYA MOTOR PENGGERAK

IV.1. DAYA MOTOR PENGGERAK

Besarnya daya motor penggerak umumnya ditentukan dari data tahanan total, dimana daya efektif kapal harus dihitung terlebih dahulu. Dari daya efektif ini selanjutnya dapat ditentukan besarnya harga daya *propeller*. Variabel yang mempengaruhi besarnya daya *propeller* adalah harga w (*wake fraction*) dengan menggunakan rumus empiris berdasarkan perhitungan statistik. Variabel lainnya adalah t (*thrust deduction factor*), η_p (efisiensi propeller), dan η_π (efisiensi relative rotatif). Dari variabel – variabel tersebut didapatkan harga *propulsion coefficient* (PC).

Kemudian harga daya motor penggerak dapat ditentukan dari besarnya harga η_r atau efisiensi transmisi yang bergantung pada peletakan motor penggerak.

IV.2. PENENTUAN HARGA KOEFISIEN

IV.2.1. *Wake Fraction*

Lammeren (1948), diberikan tabel harga – harga *wake fraction* untuk harga koefisien blok mulai dari 0.5 hingga 0.9 sebagai berikut :



Block Coefficient	Wake Fraction (Taylor)	
	Twin Screw	Single Screw
0.50	-0.038	0.230
0.55	-0.021	0.234
0.60	0.007	0.243
0.65	0.045	0.260
0.70	0.091	0.283
0.75	0.143	0.314
0.80	-	0.354
0.85	-	0.400
0.90	-	0.477

Tabel 4. 1. Harga Wake Fraction

Holtrop (1978), disebutkan bahwa besarnya *wake fraction* untuk kapal *single screw* dapat ditentukan melalui persamaan :

$$w = 0.3C_B + (10 * C_V * C_B) - 0.1$$

Dimana C_V adalah koefisien tahanan kekentalan, yang besarnya dapat diketahui melalui persamaan : $C_V = (1 + k_1)C_F + C_A$. Sedangkan C_F dan C_A masing – masing adalah koefisien tahanan gesek menurut rumus ITTC – 1957 dan koefisien tahanan korelasi model – kapal.

Wake fraction ditentukan dengan menggunakan rumus empiris yang diberikan oleh *Taylor* berdasarkan fungsi koefisien blok yaitu :

1. Untuk kapal berbaling – baling tunggal

$$w = 0.5 C_B - 0.05$$

2. Untuk kapal berbaling – baling ganda

$$w = 0.55 C_B - 0.2$$



IV.2.2. Thrust Deduction Factor

Lammeren (1948), besarnya *thrust deduction factor* dapat ditentukan melalui persamaan yang diberikan yaitu :

$$t = t_1 + t_2$$

dimana t_1 dan t_2 mempunyai nilai sebagai berikut :

$$t_1 = d + e/[f(0.98 - C_b)_3 + 1]$$

$$t_2 = 2 [(D/L) - 0.04]$$

Holtrop (1978), harga *thrust deduction factor* untuk *single screw ship* sudah ditentukan yaitu sebesar 0.1.

Yamagata (1962), untuk *single screw vessel* dituliskan sebagai berikut :

$$t = 0.5 C_b - 0.15$$

IV.2.3. Hull Efficiency

Hull efficiency adalah ratio antara kerja yang dilakukan oleh kapal yaitu *efektif power* dengan kerja yang dilakukan oleh *propeller* yang diberikan dalam persamaan berikut :

$$\eta_H = \frac{1-t}{1-w}$$

IV.2.4. Propeller Efficiency

Propeller efficiency dihitung dengan menggunakan pendekatan dengan menggunakan diagram $B_p-\delta$. Dengan data propeller yang digunakan adalah :

$$\text{Diameter propeller} = (0.6 \text{ s/d } 0.7) T$$

$$\text{Jumlah daun} = 3 \text{ daun}$$

$$N = 1000 \text{ rpm (dari tabel mesin 60 HP)}$$



$$N_s = N/3 \quad (3 = \text{jumlah bantalan pada poros propeller})$$

$$V_a = (1 - w)V_s \quad (w = \text{wake fraction})$$

$$B_p = \frac{N_s * P^{0.5}}{V_a^{2.5}}$$

$$\delta = \frac{N_s * D}{V_a}$$

IV.2.5. Propulsive Efficiency

Propulsive efficiency didefinisikan sebagai ratio antara *efektif power* dan *delivered power* yang diberikan melalui persamaan :

$$P_C = \eta_H * \eta_p * \eta_\pi$$

Dimana :

η_p : *Propeller efficiency*

η_π : *Propeller efficiency ratio*,

untuk kapal single screw bernilai = 1.0

IV.2.6. Efisiensi Mekanis

Besarnya efisiensi mekanis bergantung pada peletakan *engine*. Besarnya efisiensi mekanis adalah 0.98 untuk peletakan mesin di belakang. Sedangkan untuk peletakan mesin di tengah harga efisiensinya adalah 0.97.

Yamagata (1962), efisiensi mekanis bernilai 0.97 untuk peletakan mesin di belakang dan 0.98 untuk peletakan mesin di tengah. Atau bisa ditentukan dengan melakukan penjumlahan dari beberapa koreksi seperti dalam persamaan berikut :



$$\eta_{mekanis} = DHP + (5 \% \text{ koreksi poros} + 3 \% \text{ koreksi letak mesin} + 5 \% \text{ koreksi transmisi})$$

IV.2.7. Kecepatan Advance

Kecepatan *advance* didefinisikan sebagai kecepatan aliran air dimana besarnya kecepatan tersebut adalah lebih kecil daripada kecepatan kapal (V_s) dan harga kecepatan *advance* diberikan sebagai berikut :

$$V_A = V_s (1 - w)$$

IV.3. PERHITUNGAN DAYA MOTOR PENGGERAK

Perhitungan daya motor penggerak dimulai dari perhitungan daya efektif kapal (EHP) hingga daya rem mesin (*engine brake power*) atau BHP. Perhitungan daya efektif dipengaruhi oleh besarnya tahanan total kapal yang telah dihitung.

Dalam penulisan ini perhitungan daya efektif kapal (EHP) hanya pada Metode *Yamagata* sedangkan untuk perhitungan tahanan dengan *Software Hull Speed* daya efektif kapal (EHP) bisa langsung didapatkan, yaitu :

$$EHP = R_T \times V_s \quad (\text{KW})$$

Dimana : RT = Tahanan total (KN)

V_s = Kecepatan kapal (m/sec)

Untuk perhitungan selanjutnya, persamaan yang digunakan adalah sama, yaitu:

$$DHP = \frac{EHP}{PC} \quad (\text{HP})$$



$$BHP = \frac{DHP}{\eta_{mekanis}} \quad (\text{HP})$$

Data hasil perhitungan untuk masing – masing metode ditampilkan dalam tabel berikut :

Koefisien	Symbol	Munjungan	Paciran
<i>Wake fraction</i>	w	0.230	0.234
<i>Thrust deduction factor</i>	t	0.089	0.154
<i>Relative rotative efficiency</i>	η_R	1	1
<i>Hull efficiency</i>	η_H	1.015	1.001
<i>Propeller efficiency</i>	η_P	0.55	0.57
<i>Efficiency Mekanis</i>	η_M	0.88	0.88
<i>Propulsive Efficiency</i>	PC	0.558	0.571

Tabel 4.2. Tabel Harga Koefisien pada Perhitungan Daya Propulsi

No	Kec. knots	Kec. m/sec	Munjungan			Paciran		
			P_E	P_D	P_B	P_E	P_D	P_B
1	0.5	0.257	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	1.0	0.514	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01
3	1.5	0.772	0.01	0.02	0.02	0.02	0.04	0.04
4	2.0	1.029	0.02	0.05	0.06	0.04	0.10	0.11
5	2.5	1.286	0.04	0.10	0.12	0.08	0.18	0.21
6	3.0	1.543	0.08	0.18	0.21	0.13	0.31	0.35
7	3.5	1.800	0.12	0.30	0.33	0.21	0.49	0.55
8	4.0	2.058	0.23	0.55	0.62	0.32	0.75	0.85
9.	4.5	2.315	0.35	0.84	0.95	0.55	1.30	1.47
10.	5.0	2.572	0.54	1.31	1.48	0.98	2.30	2.60
11.	5.5	2.829	0.86	2.05	2.32	1.35	3.17	3.58
12.	6.0	3.086	1.74	4.17	4.71	2.42	5.69	6.43
13.	6.5	3.344	2.78	6.68	7.55	4.13	9.70	10.96
14.	7.0	3.601	4.02	9.65	10.90	6.85	16.09	18.18
15.	7.5	3.858	5.83	14.00	15.82	12.37	29.03	32.80
16.	8.0	4.115	9.23	22.17	25.05	20.35	47.76	53.97
17.	8.5	4.372	12.69	30.47	34.44	32.51	76.29	86.21
18.	9.0	4.630	18.72	44.94	50.79	40.99	96.19	108.69
18.	9.5	4.887	25.40	61.00	68.93	48.67	114.21	129.06
19.	10.0	5.144	34.90	83.81	94.70	57.30	134.48	151.96

Tabel 4.3. Hasil Perhitungan Daya dengan Metode Yamagata



Dari tabel 4.3 didapatkan bahwa untuk kapal daerah Munjungan dengan kecepatan 7.5 knots, maka daya yang dibutuhkan adalah sebesar $15.82 \approx 16$ HP. Sedangkan pada kapal daerah Paciran didapatkan bahwa untuk kecepatan 7 knots daya yang dibutuhkan oleh kapal adalah $18.18 \approx 18$ HP.

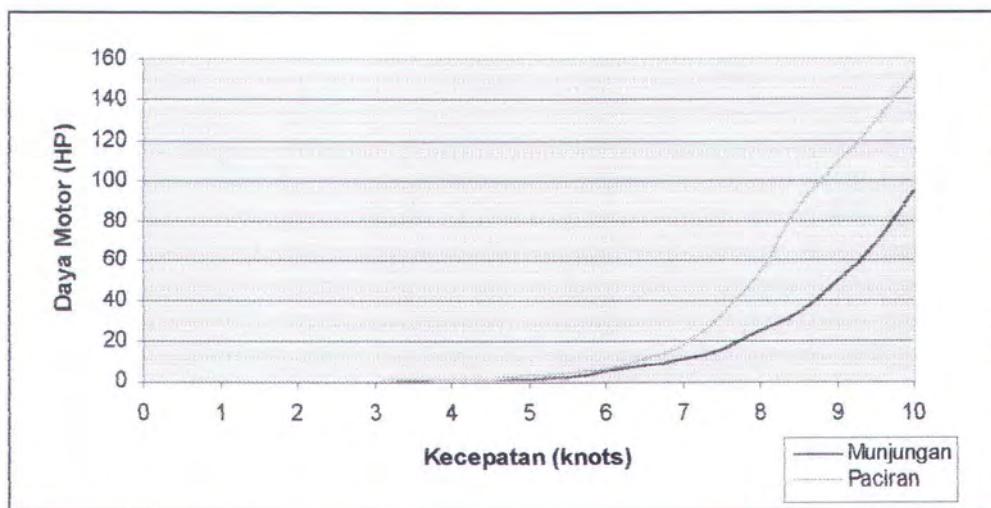
No	Kec. knots	Kec. m/sec	Munjungan			Paciran		
			P _E	P _D	P _B	P _E	P _D	P _B
1	0.5	0.257	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03
2	1.0	0.514	0.02	0.05	0.05	0.05	0.12	0.13
3	1.5	0.772	0.06	0.14	0.16	0.17	0.40	0.45
4	2.0	1.029	0.15	0.36	0.41	0.39	0.92	1.03
5	2.5	1.286	0.28	0.67	0.76	0.74	1.74	1.96
6	3.0	1.543	0.46	1.10	1.25	1.24	2.91	3.29
7	3.5	1.800	0.72	1.73	1.95	1.95	4.58	5.17
8	4.0	2.058	1.06	2.55	2.88	2.92	6.85	7.74
9.	4.5	2.315	1.50	3.60	4.07	4.29	10.07	11.38
10.	5.0	2.572	2.10	5.04	5.70	6.24	14.64	16.55
11.	5.5	2.829	2.88	6.92	7.82	9.05	21.24	24.00
12.	6.0	3.086	3.96	9.51	10.75	13.13	30.81	34.82
13.	6.5	3.344	5.47	13.14	14.84	18.83	44.19	49.93
14.	7.0	3.601	7.18	17.24	19.48	25.49	59.82	67.60
15.	7.5	3.858	9.05	21.73	24.56	37.55	88.12	99.58
16.	8.0	4.115	11.54	27.71	31.32	56.43	132.43	149.64
17.	8.5	4.372	15.32	36.79	41.57	72.91	171.10	193.35
18.	9.0	4.630	25.94	62.29	70.39	83.01	194.80	220.13
18.	9.5	4.887	46.41	111.45	125.94	94.22	221.11	249.86
19.	10.0	5.144	68.94	165.55	187.08	223.68	524.92	593.16

Tabel 4.4. Hasil Perhitungan Daya dengan Software Hull Speed

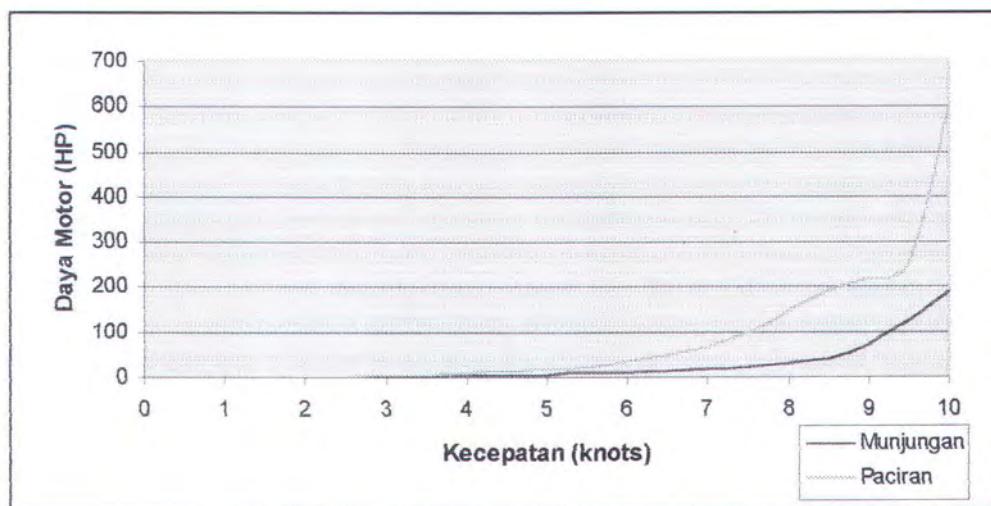
Dari tabel 4.4 didapatkan bahwa untuk kapal daerah Munjungan dengan kecepatan 7.5 knots, maka daya yang dibutuhkan adalah sebesar $24.56 \approx 25$ HP. Sedangkan pada kapal daerah Paciran didapatkan bahwa untuk kecepatan 7 knots daya yang dibutuhkan oleh kapal adalah $67.60 \approx 68$ HP.



Dari tabel – tabel di atas maka bisa dibuat grafik hubungan antara besarnya kecepatan dengan daya yang dibutuhkan. Grafik daya – kecepatan untuk tiap – tiap metode adalah sebagai berikut :



Gambar 4.1. Grafik Daya – Kecepatan dengan Metode Yamagata



Gambar 4.2. Grafik Daya – Kecepatan dengan Software Hull Speed



IV. 4. ANALISA HASIL

Merujuk dari hasil perhitungan yang telah dilakukan pada kedua kapal maka untuk kapal daerah Munjungan dengan kecepatan 7.5 knots dan kapal daerah Paciran dengan kecepatan 7 knots daya motor yang dibutuhkan adalah :

- Pada perhitungan dengan Metode *Yamagata* pada kapal daerah Munjungan didapatkan kebutuhan daya motor sebesar 16 HP. Sedangkan pada perhitungan dengan *Software Maxsurf Pro.* dan *Hull Speed* didapatkan kebutuhan daya motor sebesar 25 HP.
- Untuk kapal daerah Paciran hasil perhitungan dengan Metode *Yamagata* didapatkan kebutuhan daya mesin sebesar 18 HP, sedangkan dengan menggunakan *Software Maxsurf Pro.* dan *Hull Speed* didapatkan kebutuhan daya mesin sebesar 68 HP.

IV. 4.1. Analisa Pemakaian *Truck Engine (land use)* bekas dengan *Marine Engine (marine use)* dan Kebutuhan Daya Motor Penggerak Sebenarnya

Pemakaian mesin yang terdapat pada sebuah kapal (*marine use*) sebagai sumber tenaga penggerak kapal harus memenuhi spesifikasi yang diperlukan untuk bisa digunakan pada kapal dengan kondisi kerja yang berbeda dengan mesin yang digunakan di darat (*land use*). Pada kapal – kapal ikan tradisional, penggunaan mesin penggerak masih banyak yang memakai mesin darat (*land use*) bekas pakai, hal ini akibat keterbatasan dana yang dimiliki oleh pemilik kapal. Sehingga mesin yang dipilih oleh pemilik kapal cenderung memiliki daya (BHP) yang lebih besar untuk memenuhi kebutuhan daya yang diperlukan sehingga



kecepatan kapal yang diinginkan bisa tercapai. Pada kenyatannya pengurangan tenaga (*direfting*) dari mesin bekas pakai (*second hand*) jauh lebih besar dari mesin baru atau *marine engine*. Santoso A. (2000), berdasarkan hasil percobaan yang pernah dilakukan maka besarnya pengurangan tenaga dari mesin darat (*land use*) bekas berkisar antara 25 s/d 45 %. Dari prosentase pengurangan tenaga hasil pengujian sebagai acuan maka besarnya daya (BHP) dari mesin yang digunakan oleh kapal daerah Munjungan dan kapal daerah Paciran bisa dihitung sebagai berikut :

No	Daerah	Daya/BHP (HP)	Output /daya sebenarnya (HP)				
			25 %	30 %	35 %	40 %	45 %
1	Munjungan	80	60	56	52	48	44
2	Paciran	340	255	238	221	204	187

Tabel 4.5. Perhitungan daya sebenarnya pada mesin yang digunakan

Bila diasumsikan bahwa pangurangan tenaga pada mesin yang dipakai pada kapal Munjungan dan kapal Paciran adalah 45 %, maka daya dari mesin kedua kapal tersebut adalah :

- Kapal daerah Munjungan = 44 HP
- Kapal daerah Paciran = 187 HP

Dengan daya sebesar itu maka kecepatan yang akan dicapai oleh kedua kapal tersebut adalah :

- Kapal daerah Munjungan = 8.5 s/d 9 knots, sedangkan (Tabel 4.4.)
- Kapal daerah Paciran = 9 knots. (Tabel 4.4.)

Sedangkan dalam perencanaan awal, kecepatan kapal yang mereka butuhkan adalah 7.5 knots untuk kapal daerah Munjungan dan 7 knots untuk kapal daerah



Paciran. Sehingga mesin yang mereka pilih masih terlalu besar dan tidak sesuai dengan kecepatan kapal yang direncanakan.

Sedangkan kebutuhan daya motor penggerak kapal menurut hasil perhitungan adalah : - Kapal daerah Munjungan = 25 HP
- Kapal daerah Paciran = 68 HP

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1. KESIMPULAN

Dari hasil yang telah didapatkan dari perhitungan tahanan dan kebutuhan daya motor pada kedua kapal maka bisa diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Proses perhitungan tahanan kapal dan kebutuhan daya penggerak kapal dengan menggunakan bantuan *Software Maxsurf Pro.* dan *Hull Speed* akan mendapatkan hasil yang lebih baik. Dengan ketentuan gambar *lines plan* kapal dibuat terlebih dahulu.
2. Dari hasil perhitungan tahanan yang dilakukan maka besarnya tahanan adalah :
 - Kapal daerah Munjungan dengan kecepatan 7.5 knots = 1748.17 N
 - Kapal daerah Paciran dengan kecepatan 7 knots = 5278.96 N
3. Pada perhitungan kebutuhan daya motor berdasar besarnya tahanan yang maka didapat :
 - Kapal daerah Munjungan dengan kecepatan 7.5 knots = 25 HP
 - Kapal daerah Paciran dengan kecepatan 7 knots = 68 HP

Hasil ini masih perlu ditambah dengan kebutuhan daya untuk mengatasi tahanan alat tangkap pada saat kapal melakukan proses penangkapan dan ditambah koreksi akibat pemakaian propeller berdaun datar (flat) dan material dengan laju korosi tinggi.



-
3. Berdasarkan data mesin yang akan digunakan pada kedua kapal yaitu :
 - Untuk kapal daerah Munjungan = 80 HP
 - Untuk kapal daerah Paciran = 340 HP
 4. Bila pengurangan tenaga (*defrosting*) dari mesin yang digunakan sebesar (45%) maka daya mesin sebenarnya kapal yang digunakan adalah :
 - Kapal daerah Munjungan : 80 HP menjadi = 44 HP
 - Kapal daerah Paciran : 340 HP menjadi = 187 HP
 5. Dengan daya sebesar 44 HP untuk kapal daerah Munjungan dan 187 untuk kapal daerah Paciran maka kecepatan yang bisa dicapai adalah :
 - Kapal daerah Munjungan = 8.5 s/d 9 knots (44 HP)
 - Kapal daerah Paciran = 9 knots (187 HP)

Dari kesimpulan – kesimpulan di atas didapatkan bahwa mesin yang dipilih memiliki daya yang terlalu besar bila kecepatan yang diinginkan hanya 7.5 knots untuk kapal daerah Munjungan dan 7 knots untuk kapal daerah Paciran. Sehingga cara – cara yang dipakai dalam penentuan daya mesin kapal, yang selama ini dipakai masih terlalu kasar sehingga berakibat pada besarnya selisih antara daya yang dibutuhkan oleh kapal untuk mencapai kecepatan tertentu dengan mesin yang digunakan, sehingga akan berdampak pada menurunnya nilai ekonomis kapal. Sedangkan pada proses pembentukan dan pembuatan badan kapal, penulis berpendapat bahwa hasil yang didapat masih cukup baik didasarkan pada besarnya tahanan kapal yang diperoleh dari hasil perhitungan.



V.2. SARAN

Berdasarkan kesimpulan yang didapat, maka disarankan pada pihak – pihak yang terkait dalam pembuatan kapal ikan kayu tradisional, baik itu pemilik atau pembuat/galangan :

1. Mengkaji ulang proses pemilihan mesin yang selama ini dipakai dan diterapkan sehingga didapatkan mesin yang benar – benar cocok dengan kebutuhan daya dari kapal.
2. Bila memungkinkan, pemilik kapal segera mengganti mesin yang dipakai sesuai kebutuhan daya dari kapal sehingga nilai ekonomis kapal akan meningkat.

DAFTAR PUSTAKA



DAFTAR PUSTAKA

Anonimous, (1998), "Maxsurf User Manual," Formation Design Systems Pty Ltd.

Carlton J.S, (1994), "Marine Propellers and Propulsion," Butterworth-Heinemann Ltd, Linacre House, Jordan Hill, Oxford.

Harvald, Sv. Aa, (1983), "Resistance and Propulsion of Ships," Department of Ocean Engineering, The Technical University of Denmark, Lyngby.

Holtrop, J. and Mennen, G.G.J. (1982), "An Approximate Power Prediction Method," ISP.

Lammeren W. P. A.(1948), Resistance, Propulsion and Steering of Ships," The Technical Publishing Company, H. Stam, Haarlem, Holand. Also NSMB Publication No. 75, MARIN.

Lewis, EV. (1988), "Principal of Naval Architechture, volume two (second revision) Resistance, Propulsion and Vibration," , The Society of Naval Architects and Marine Engineers, 601 Pavonia Avenue, Jersey City. NJ.

Traung. J. O (1978), "Fishing Boats of the World," vol. 3, Fishing News Books Limited, Surrey – England.

Wartono M.(1991), " Efisiensi Propeller Kapal Kayu Tradisional pada Kapal Kayu Buatan Daerah Utara Pulau Jawa dan Alternatif Penanggulangannya," Laporan Penelitian, FTK – ITS, Surabaya.

Yamagata. M., "Calculation on Ship," Presentasi Kunjungan Tamu ke PT. Boma Bisma Indra.

LAMPIRAN



Parameters	Value	Units	Holtrop	Van Oort
LWL	13.196	m	13.196	13.196
Beam	2.674	m	2.674	2.674
Draft	1.05	m	1.05	1.05
Displaced volume	16.228	m^3	16.228	16.228
Wetted area	41.828	m^2	41.828	41.828
Prismatic coeff.	0.646		0.646	0.646
Waterplane area coeff.	0.787		0.787	--
I/2 angle of entrance	22.82	deg.	--	22.82
LCG from midships(+ve for'd)	-0.094	m	-0.094	-0.094
Transom area	0.047	m^2	0.047	--
Max sectional area	1.92	m^2	--	--
Bulb transverse area	0.003	m^2	0.003	--
Bulb height from keel	0	m	0	--
Draft at FP	1.05	m	1.05	--
Deadrise at 50% LWL	38	deg.	--	--
Hard chine or Round bilge	Round bilge		--	--
Frontal Area	0	m^2		
Headwind	0	kts		
Drag Coefficient	0			
Air density	0.001	Tonne/ m^3		
Appendage Area	0	m^2		
Nominal App. length	0	m		
Appendage Factor	1			
Correlation allow.	0.0004			
Kinematic viscosity	1.188E-06	m^2/s		
Water Density	1.026	Tonne/ m^3		

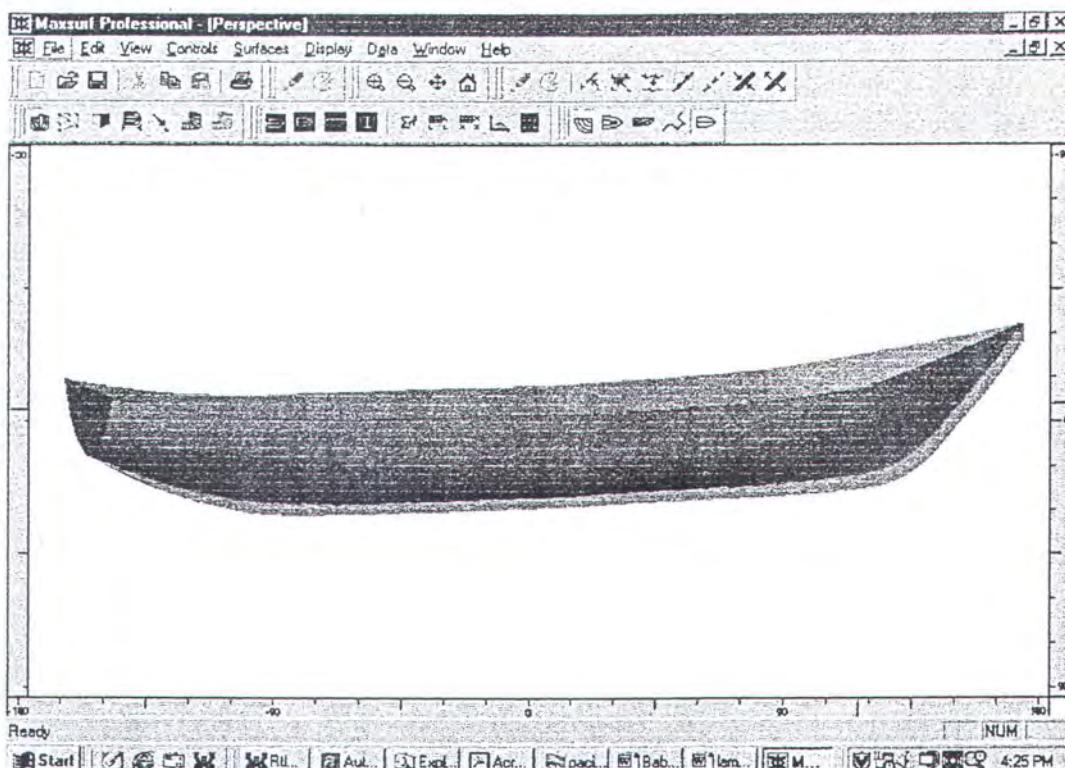
Tabel 3.9. Tampilan Data Kapal Munjungan dari Software Hull Speed



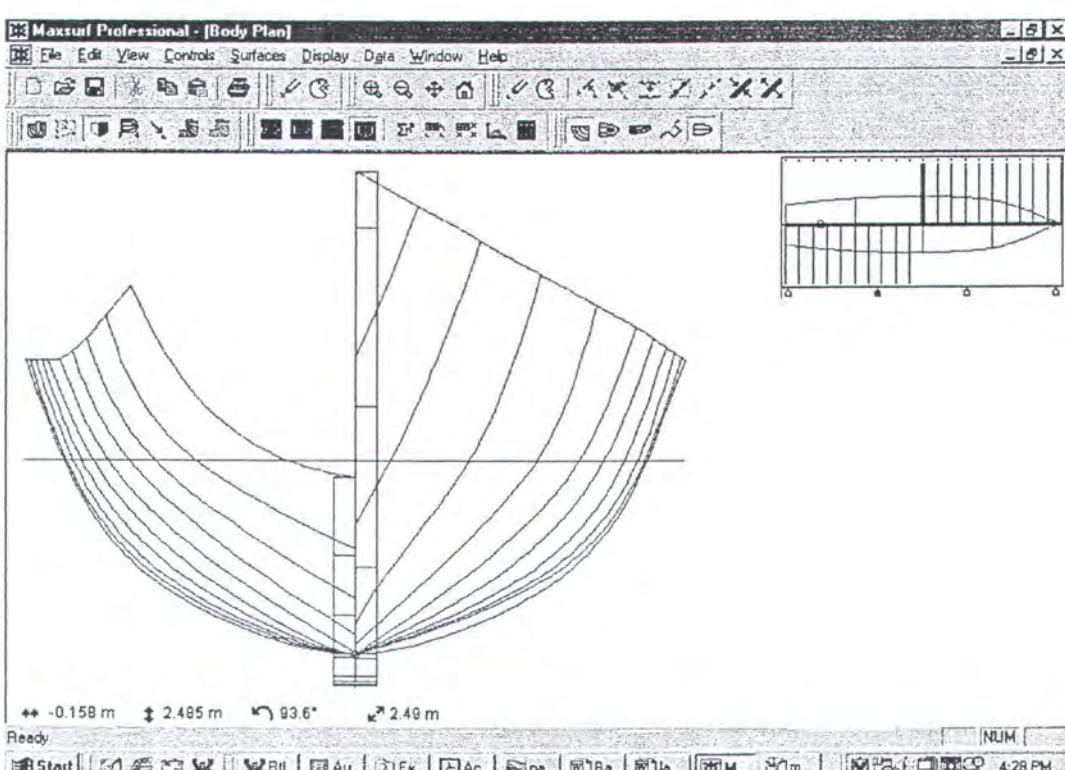


Parameters	Value	Units	Holtrop	Van Oort
LWL	15.84	m	15.84	15.84
Beam	5.567	m	5.567	5.567
Draft	1.31	m	1.31	1.31
Displaced volume	75.027	m ³	75.027	75.027
Wetted area	100.64	m ²	100.64	100.64
Prismatic coeff.	0.771		0.771	0.771
Waterplane area coeff.	0.867		0.867	--
1/2 angle of entrance	54.89	deg.	--	54.89
LCG from midships(+ve for'd)	0.142	m	0.142	0.142
Transom area	0.058	m ²	0.058	--
Max sectional area	6.132	m ²	--	--
Bulb transverse area	0.005	m ²	0.005	--
Bulb height from keel	0	m	0	--
Draft at FP	1.31	m	1.31	--
Deadrise at 50% LWL	25.77	deg.	--	--
Hard chine or Round bilge	Round bilge		--	--
Frontal Area	0	m ²		
Headwind	0	kts		
Drag Coefficient	0			
Air density	0.001	Tonne/m ³		
Appendage Area	0	m ²		
Nominal App. length	0	m		
Appendage Factor	1			
Correlation allow.	0.0004			
Kinematic viscosity	1.188E-06	m ² /s		
Water Density	1.026	Tonne/m ³		

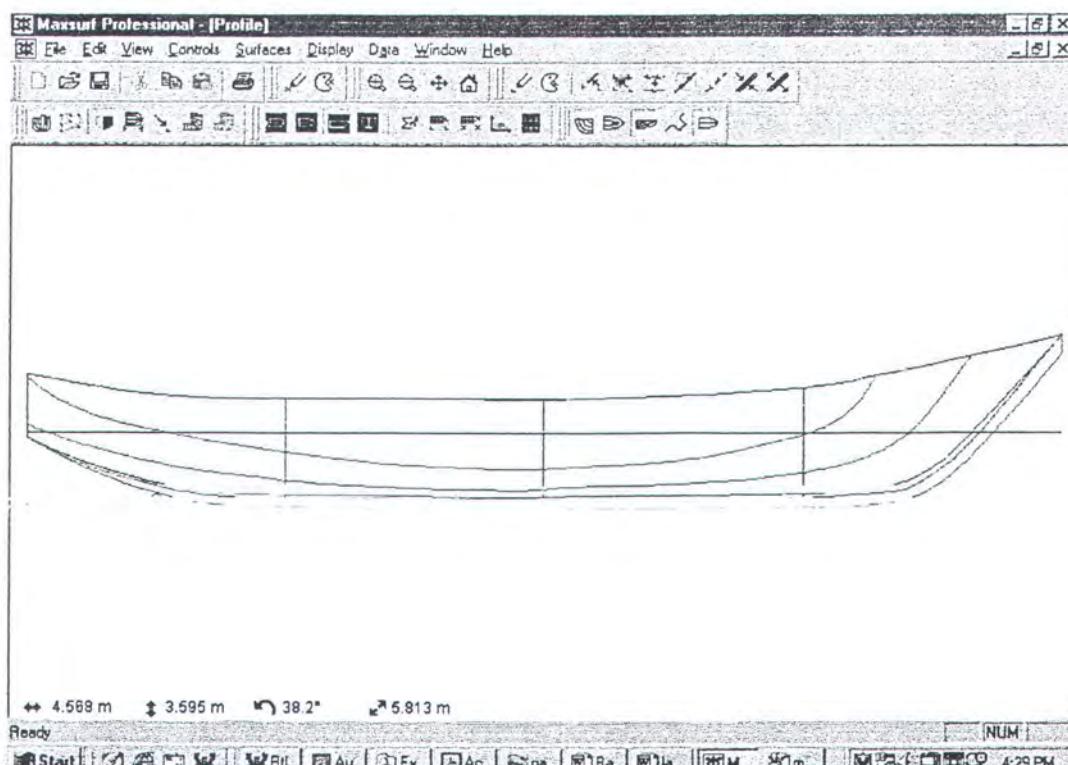
Tabel 3.10. Tampilan Data Kapal Paciran dari *Software Hull Speed*



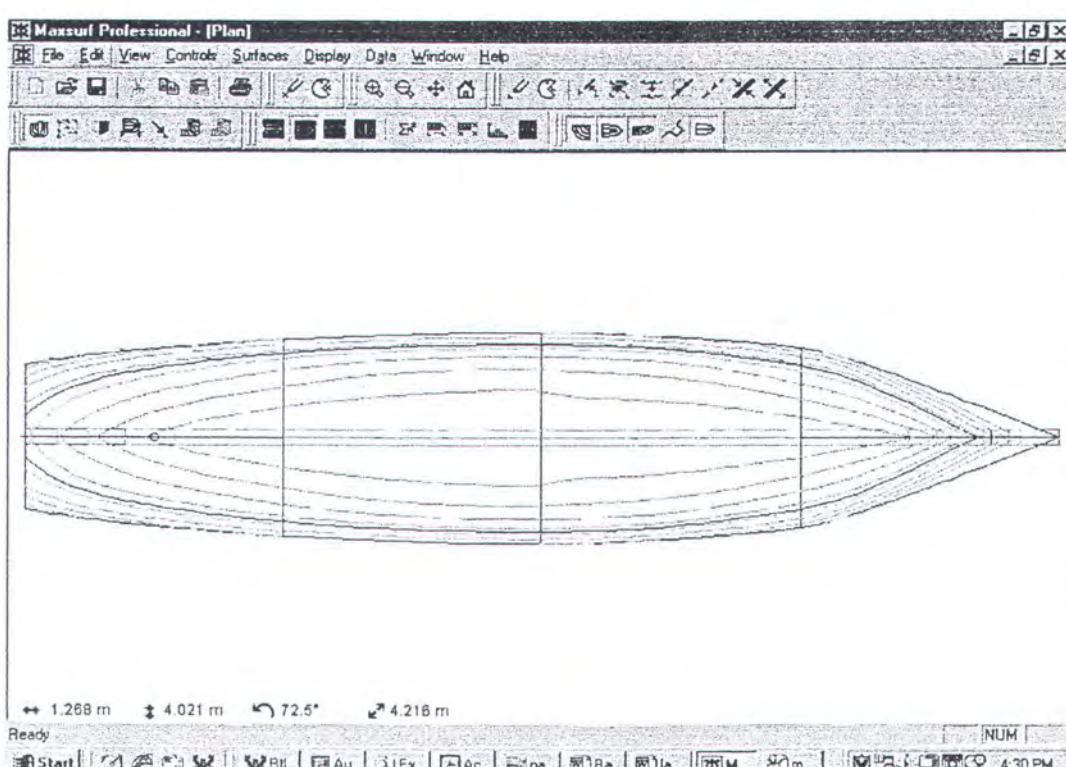
Gambar 3.4. Tampilan Perspective Kapal Daerah munjungan



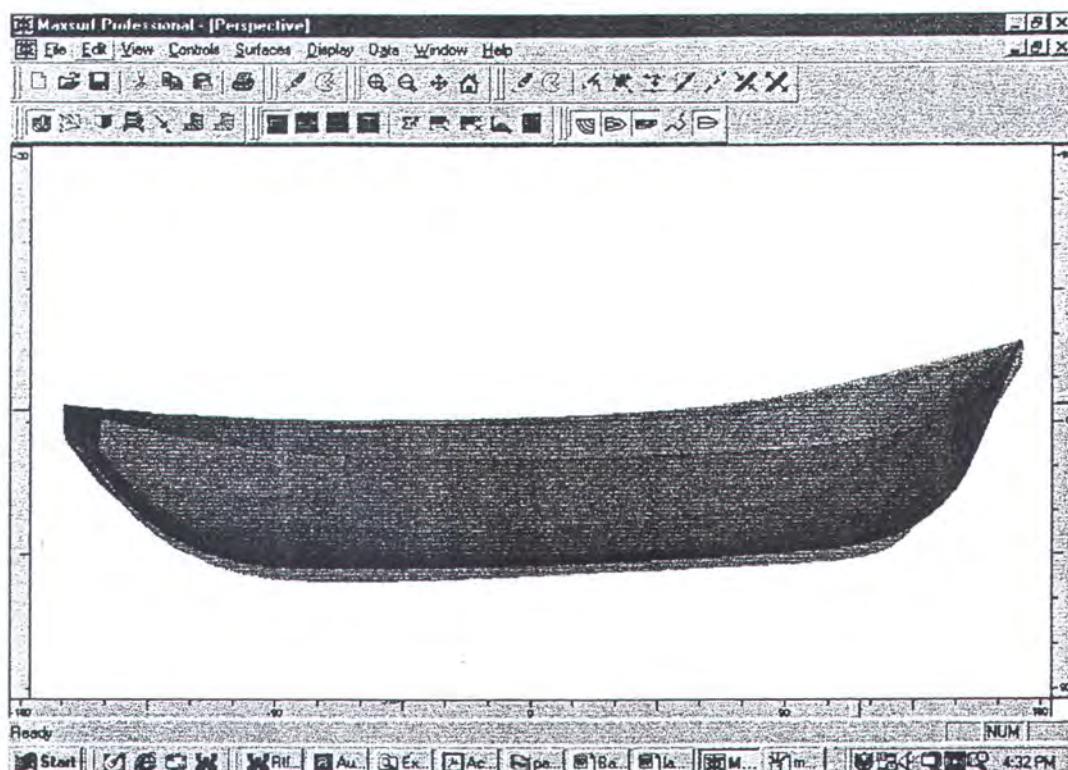
Gambar 3.5 Tampilan Body Plan Kapal Daerah Munjungan



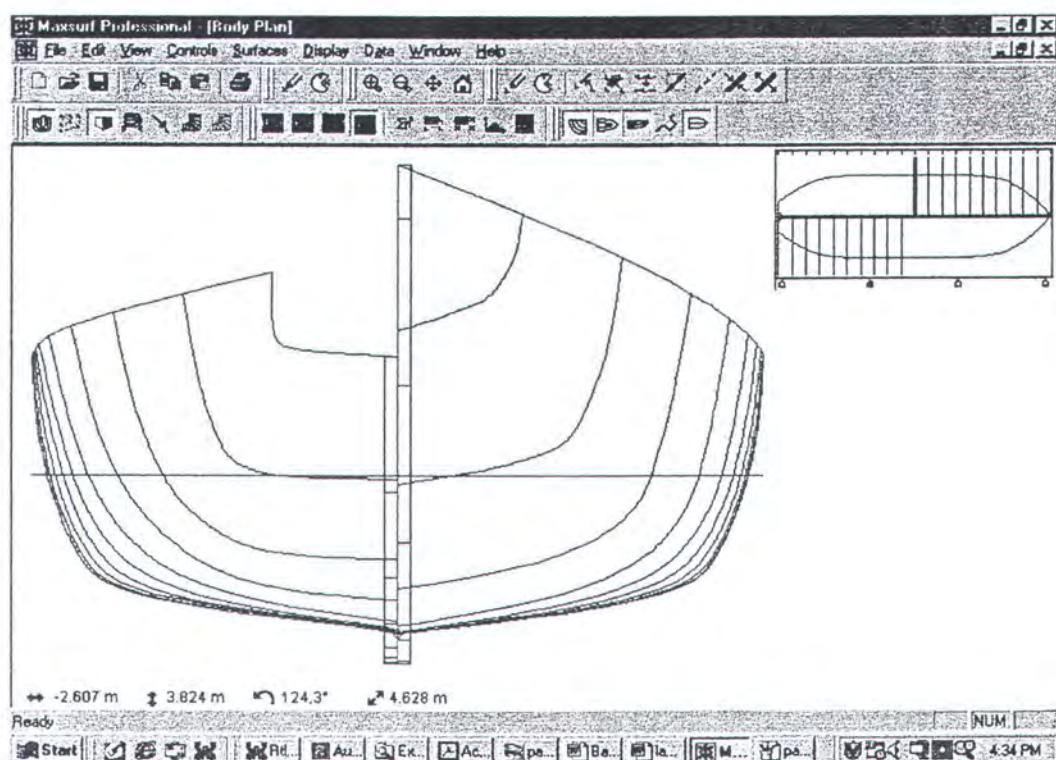
Gambar 3.6. Gambar Tampilan Sheer Plan Kapal Daerah Munjungan



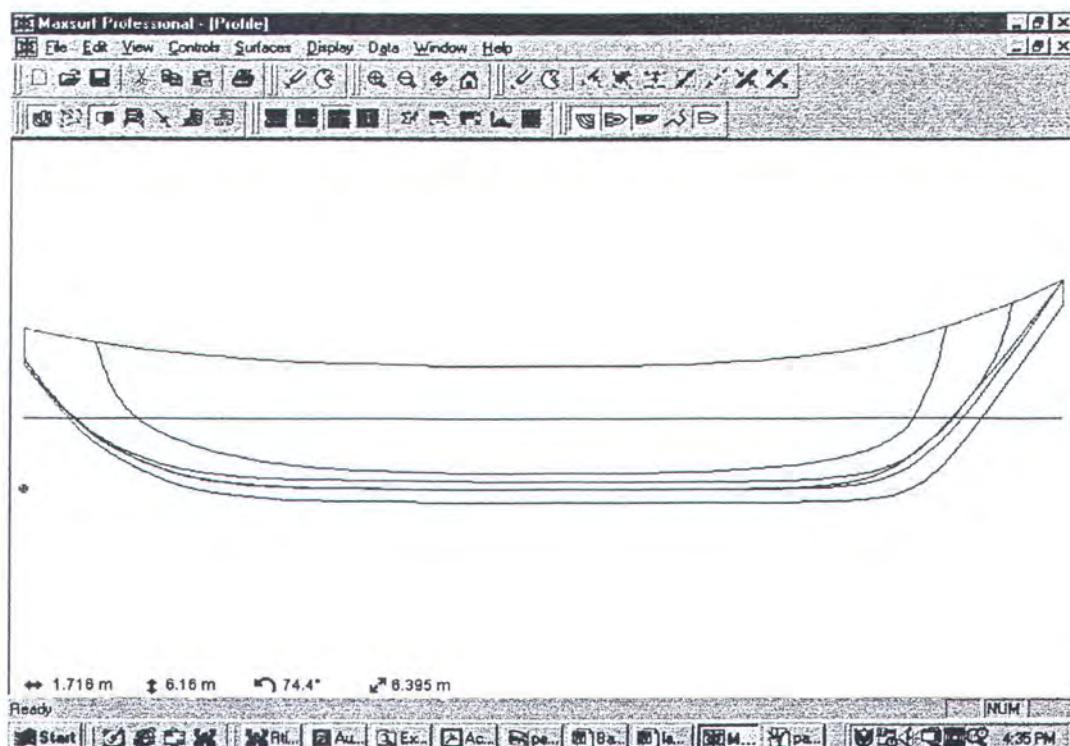
Gambar 3.7. Gambar Half Plan Kapal Daerah Munjungan



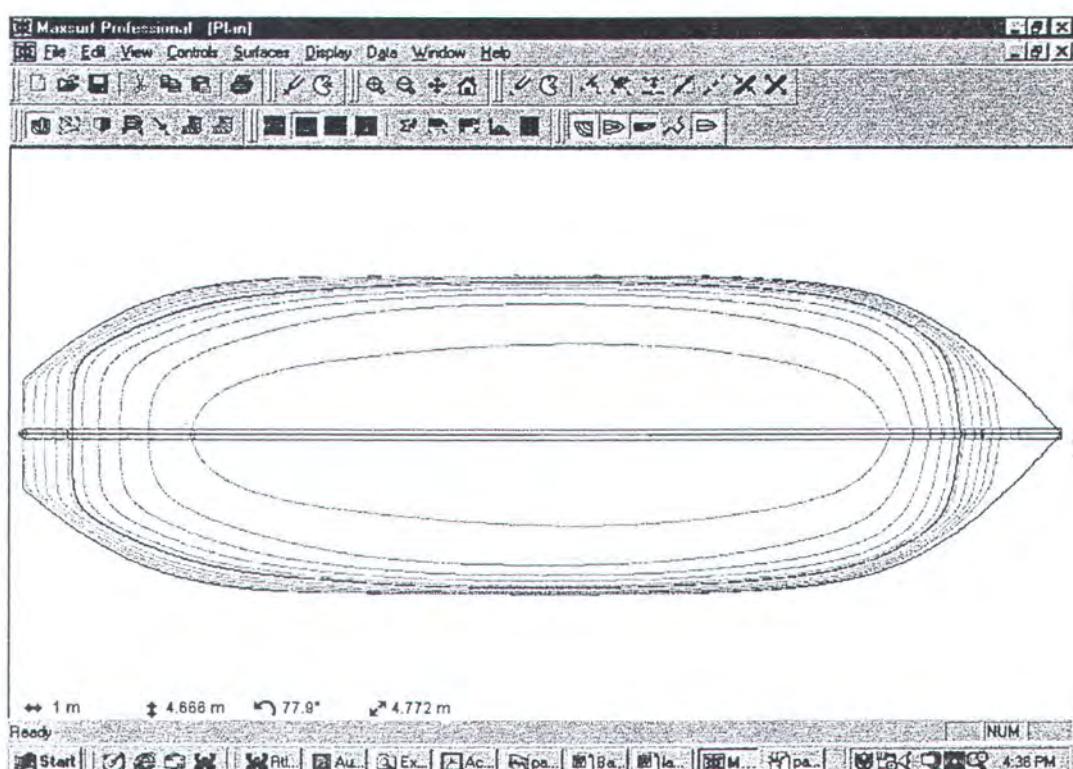
Gambar 3.8. Gambar Perspective Kapal Daerah Paciran



Gambar 3.9. Gambar Body Plan Kapal Daerah Paciran



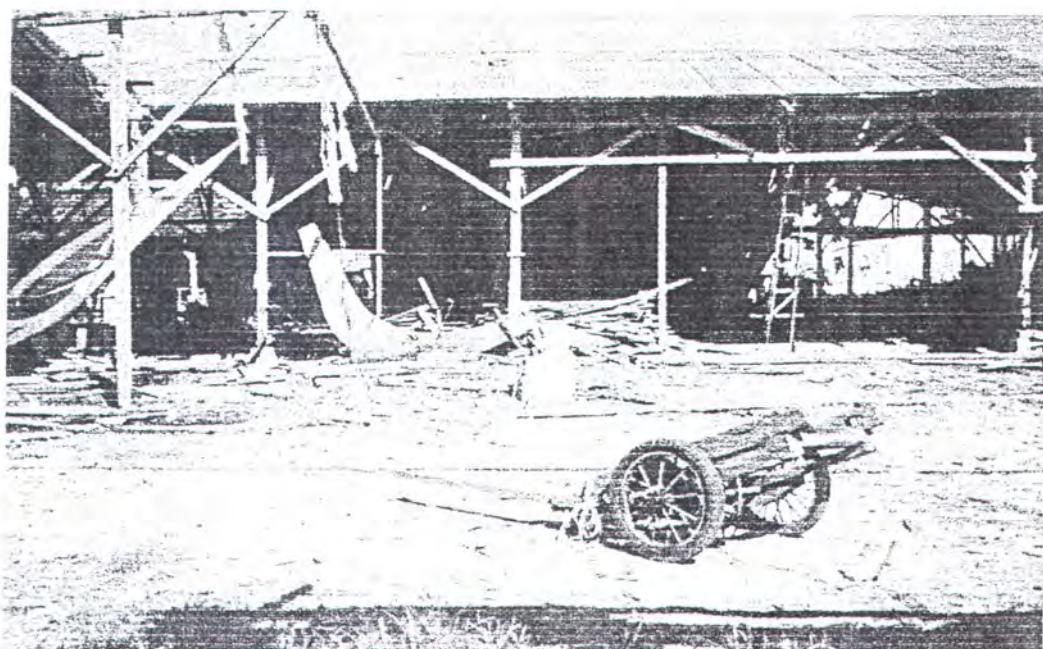
Gambar 3.10. Gambar Sheer Plan Kapal Daerah Paciran



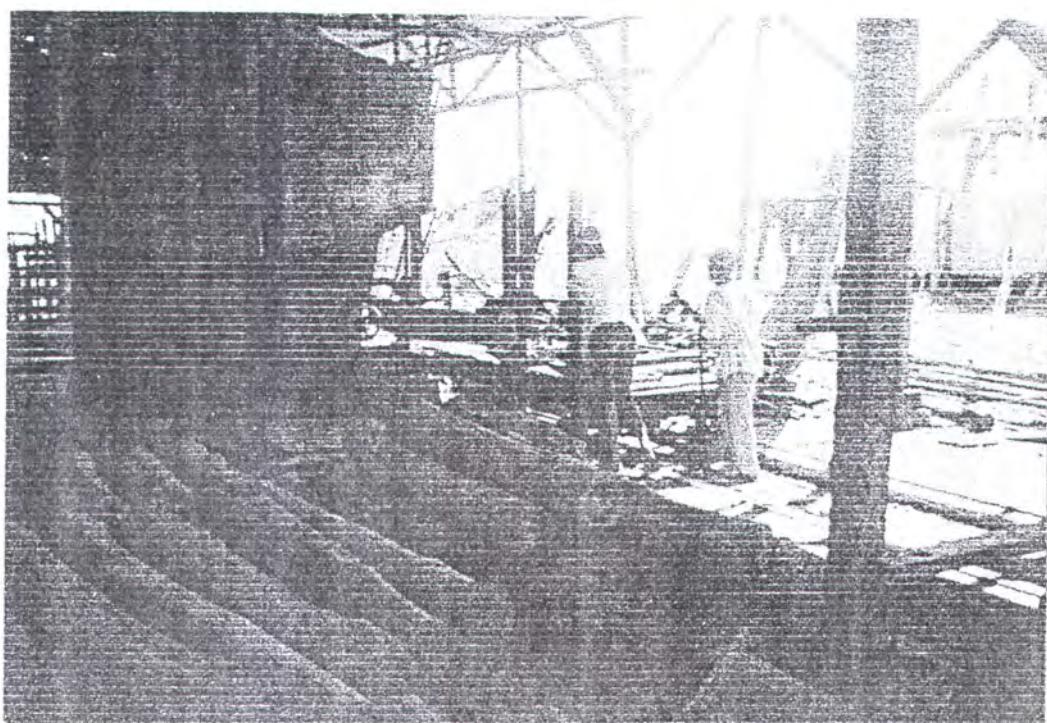
Gambar 3.11. Gambar Half Plan Kapal Daerah Paciran



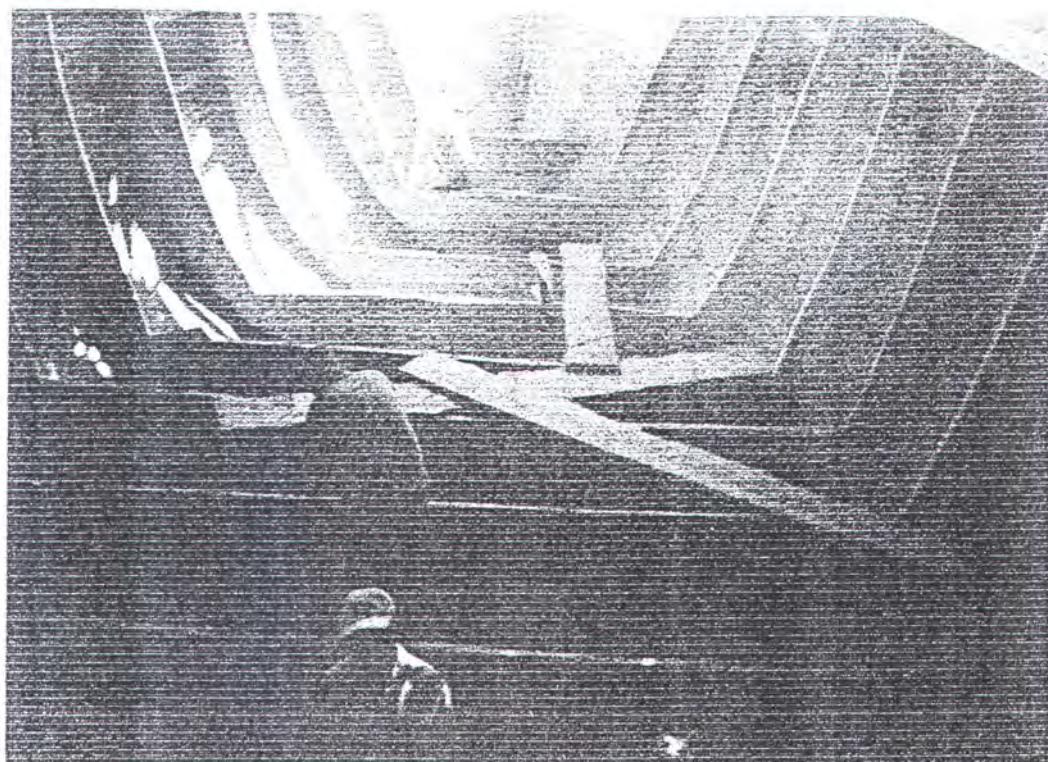
GAMBAR – GAMBAR PROSES PEMBUATAN DAN BENTUK BADAN KAPAL KAYU TRADISIONAL DI DAERAH PACIRAN DAN MUNJUNGAN



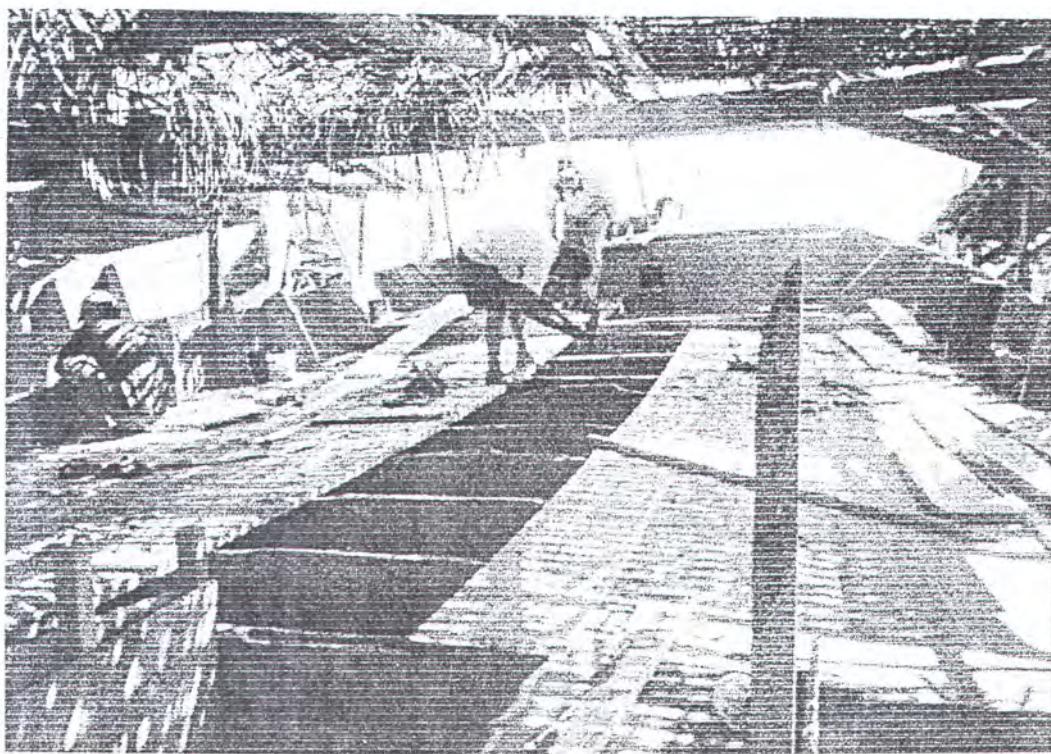
Gambar 3.12.a Areal Galangan Kapal Kayu di Paciran



Gambar 3.12.b Proses Pembentukan Kayu



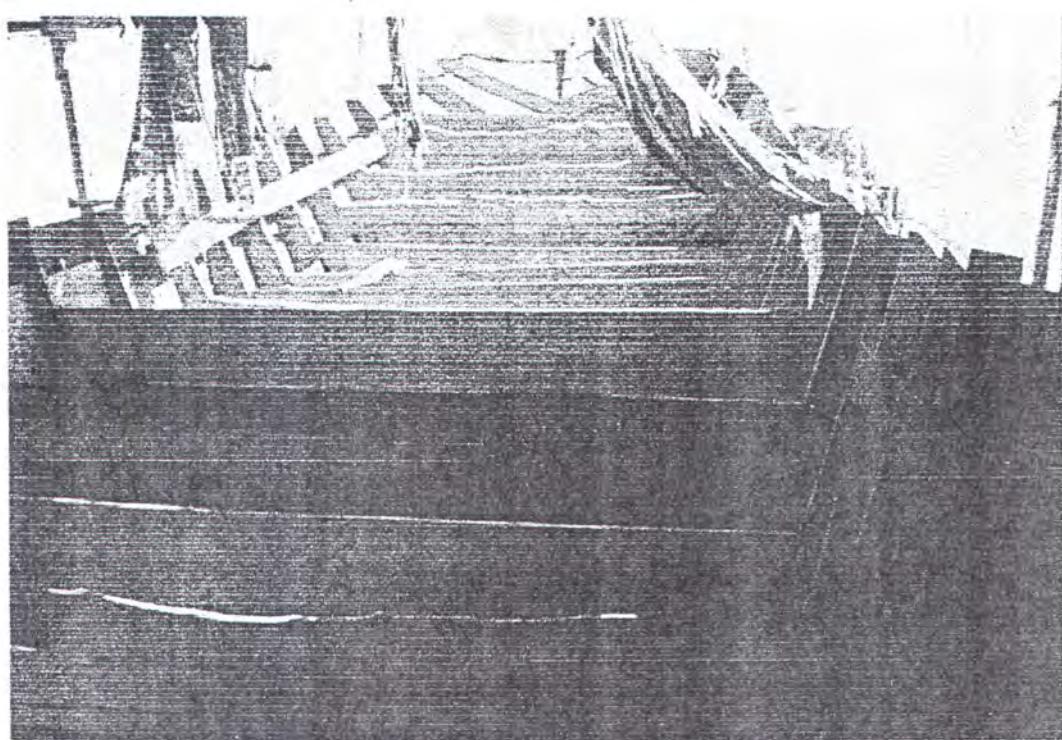
Gambar 3.12.c Bentuk Gading pada Kapal Daerah Paciran



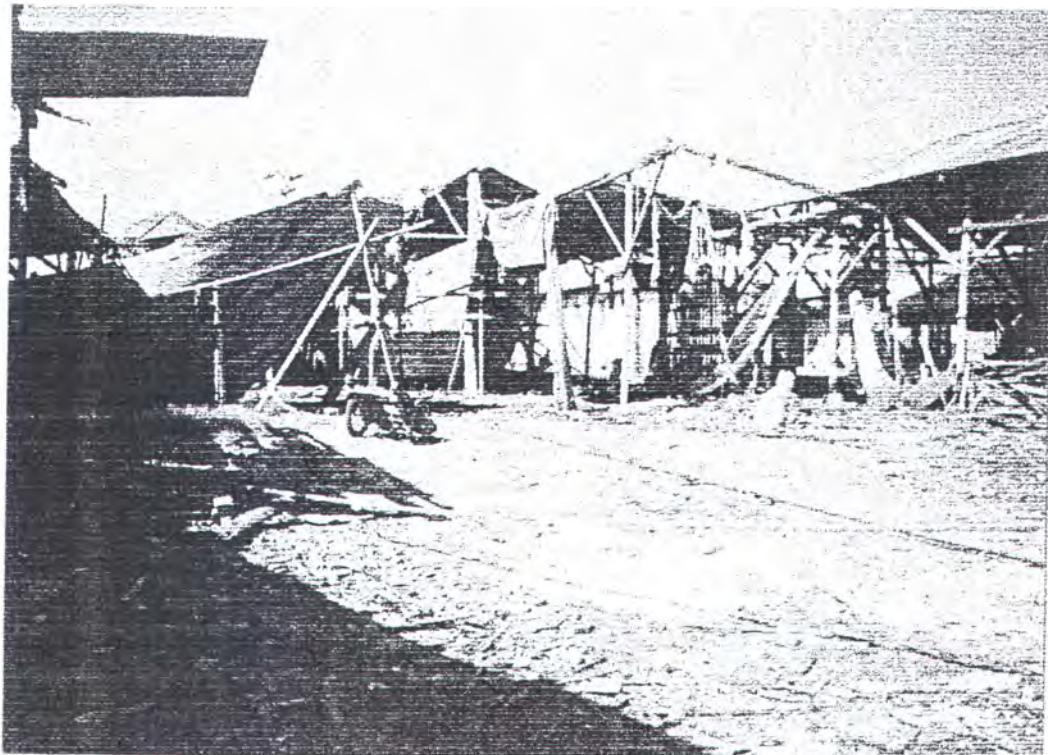
Gambar 3.12.d Proses Pemasangan Geladak



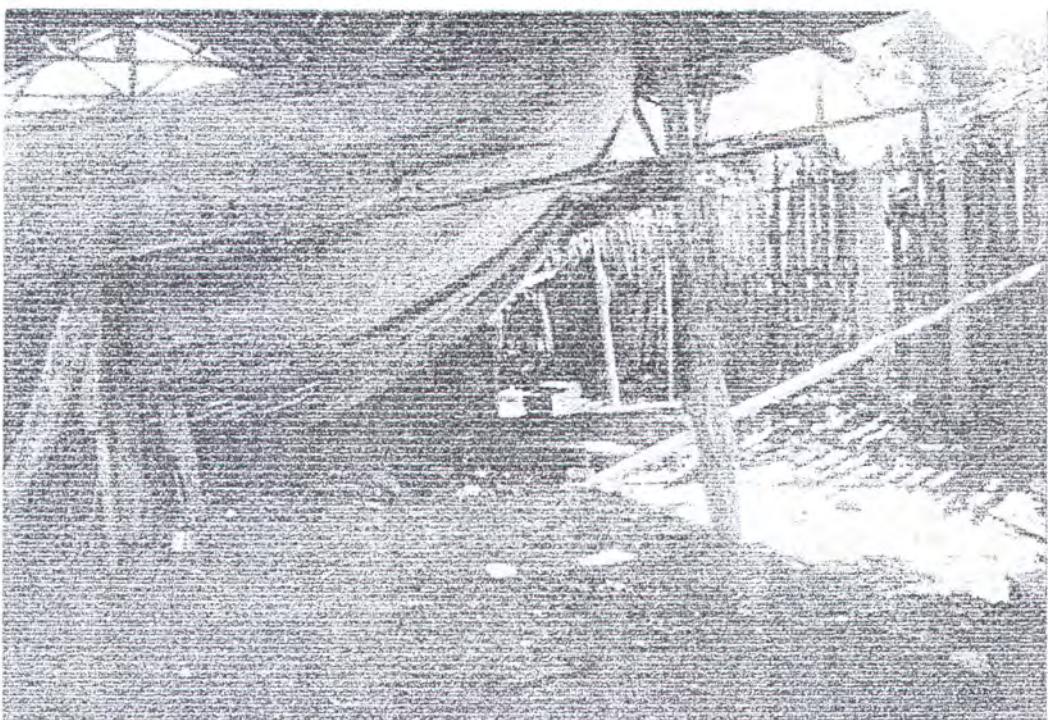
Gambar 3.12.e Proses Pemasangan Geladak



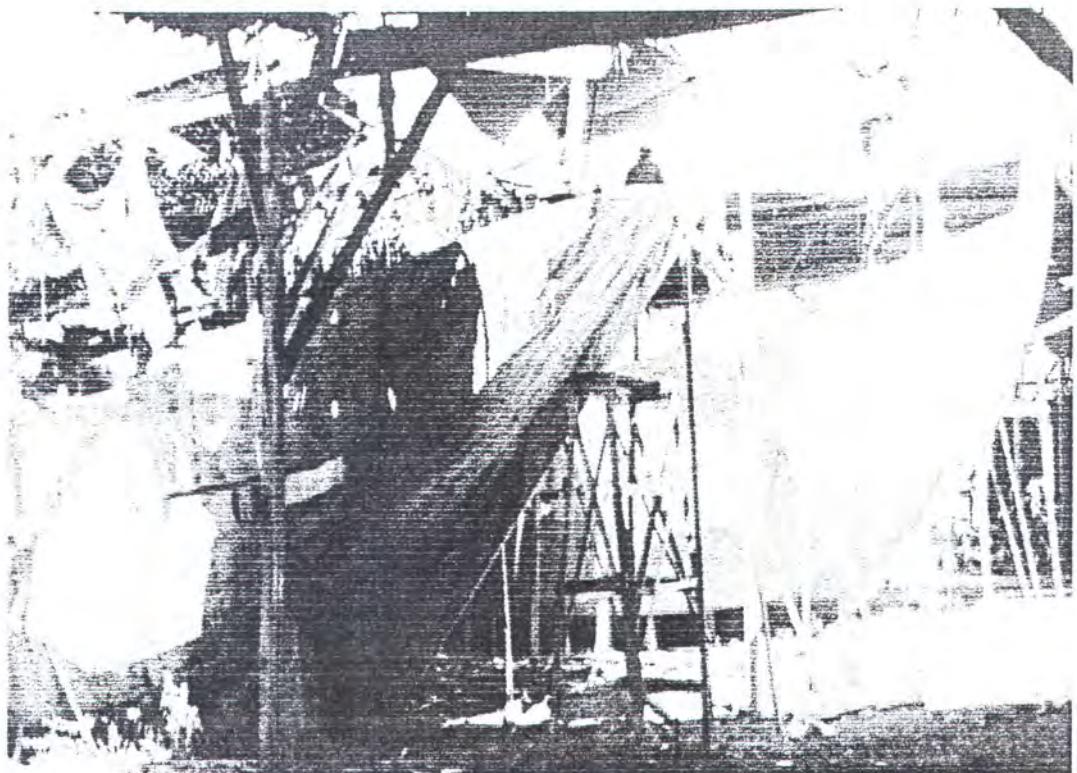
Gambar 3.12.f Bentuk Penegar Geladak



Gambar 3.12.g Salah Satu Bentuk Haluan Kapal



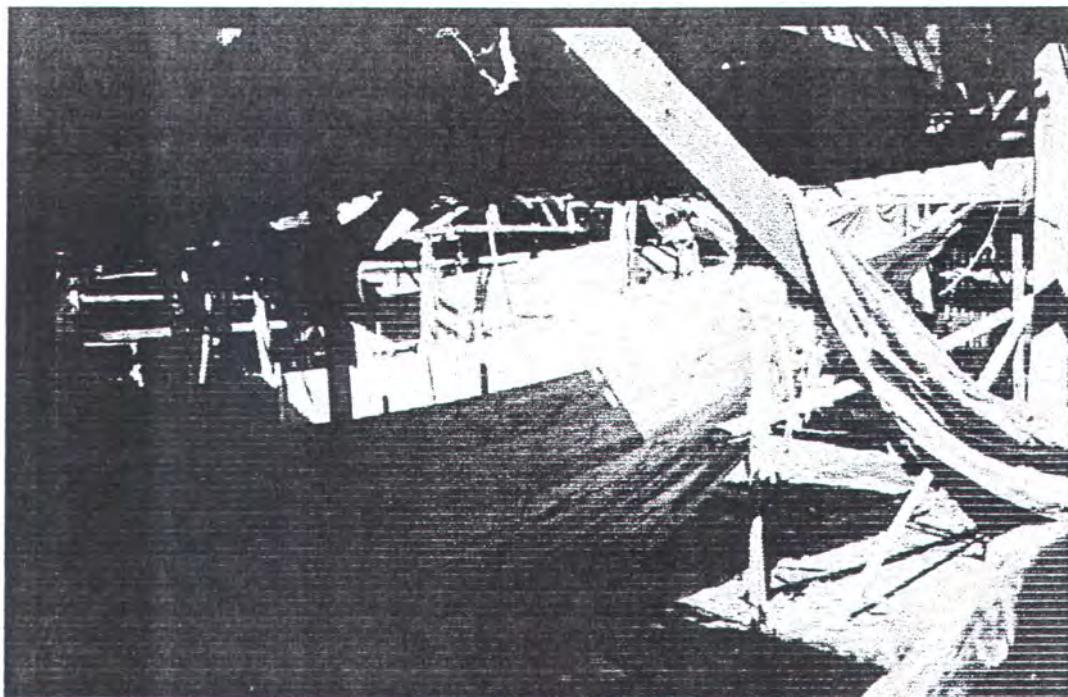
Gambar 3.12.h Bentuk Buritan Kapal Daerah Munjungan



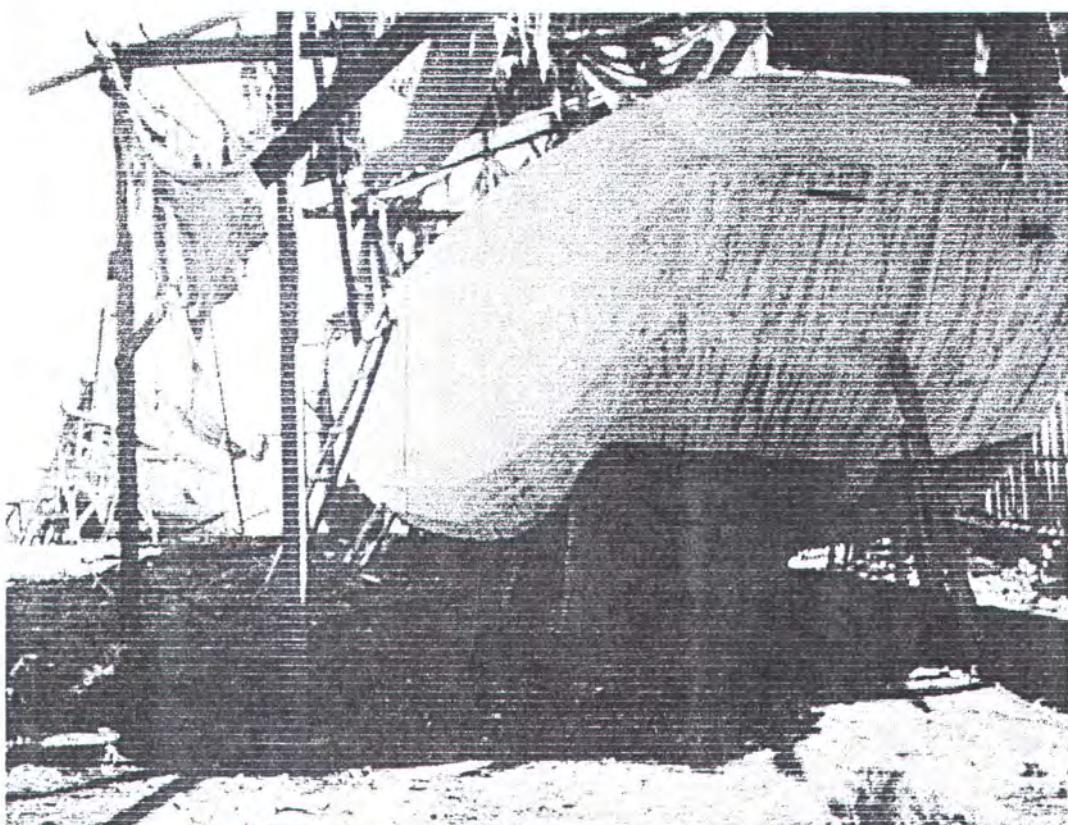
Gambar 3.12.i Bentuk Haluan Kapal Daerah Munjungan



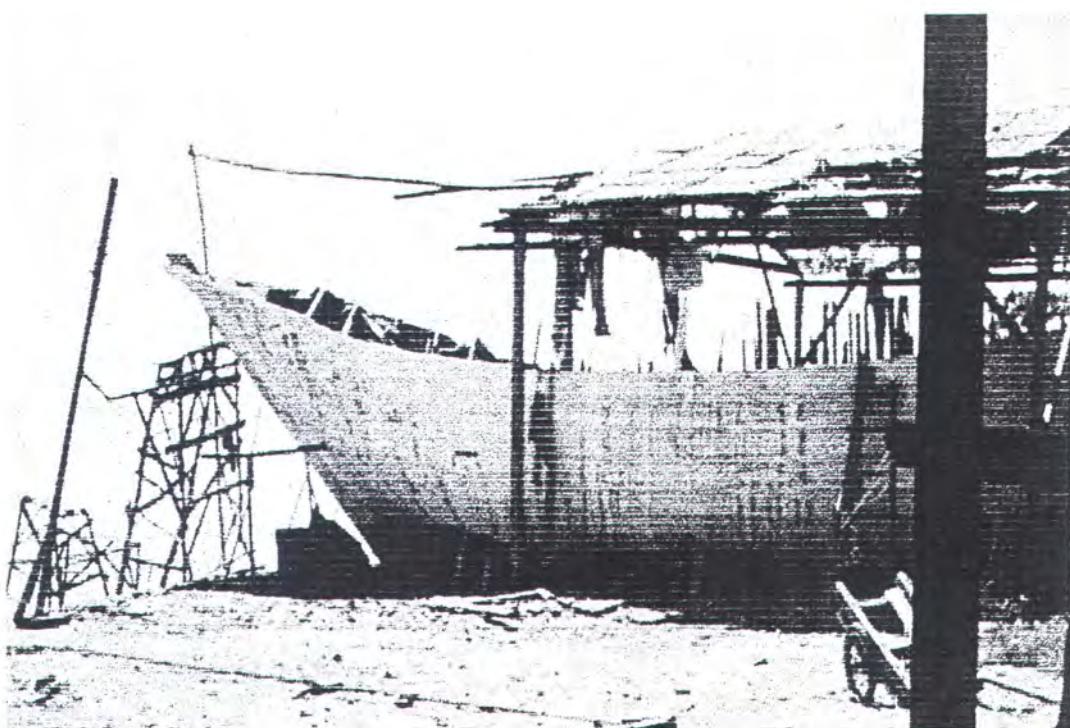
Gambar 3.12.j Bentuk Buritan Kapal Daerah Munjungan



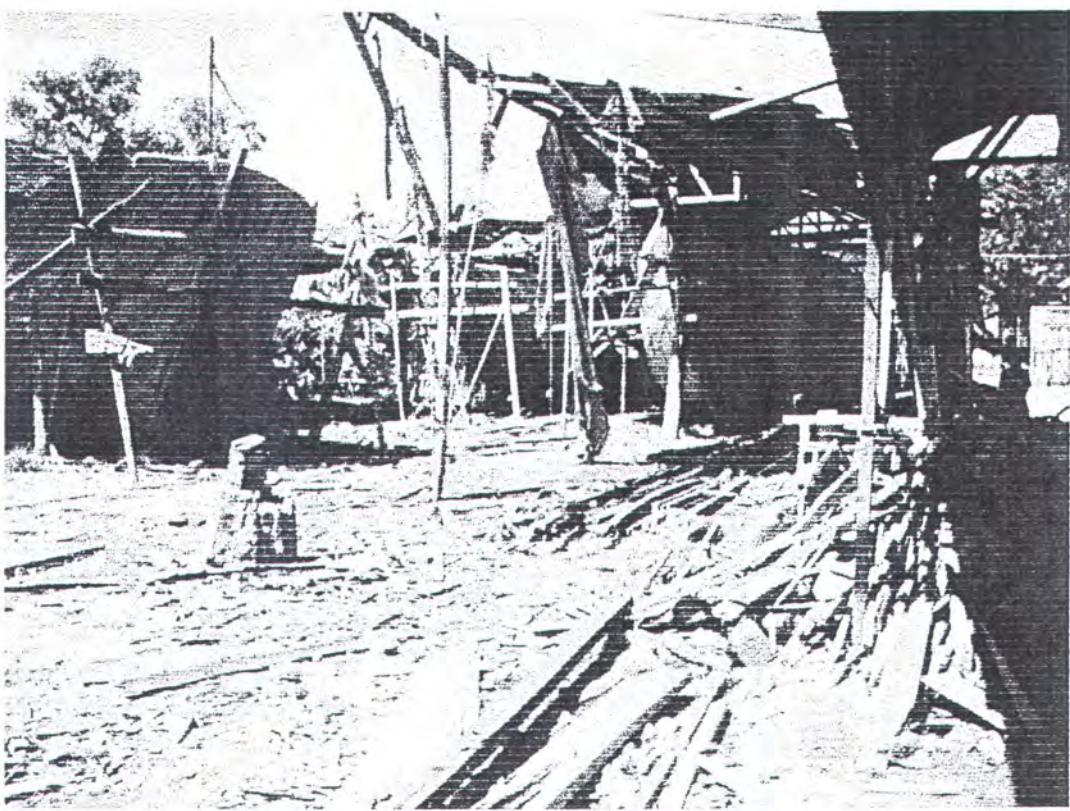
Gambar 3.12.k Badan Kapal Dilihat dari Samping



Gambar 3.12.l Bentuk Buritan Kapal Daerah Paciran



Gambar 3.12.m Bentuk Kapal Daerah Munjungan



Gambar 3.12.n Bentuk Haluan Kapal Dearah Paciran

	Surface	Row	Column	Long. Position m	Offset m	Height m	Weighting
1	BURITAN	0	0	0.000	1.025	1.904	1
2	BURITAN	0	1	0.350	1.091	1.823	1
3	BURITAN	0	2	0.700	1.141	1.759	1
4	BURITAN	0	3	1.050	1.189	1.696	1
5	BURITAN	0	4	1.400	1.230	1.649	1
6	BURITAN	0	5	1.750	1.267	1.611	1
7	BURITAN	0	6	2.100	1.295	1.589	1
8	BURITAN	0	7	2.450	1.320	1.567	1
9	BURITAN	0	8	2.800	1.350	1.550	1
10	BURITAN	0	9	3.150	1.375	1.550	1
11	BURITAN	0	10	3.500	1.405	1.550	1
12	BURITAN	1	0	0.000	0.774	1.275	1
13	BURITAN	1	1	0.350	0.940	1.270	1
14	BURITAN	1	2	0.700	1.000	1.270	1
15	BURITAN	1	3	1.050	1.050	1.270	1
16	BURITAN	1	4	1.400	1.105	1.270	1
17	BURITAN	1	5	1.750	1.135	1.270	1
18	BURITAN	1	6	2.100	1.190	1.270	1
19	BURITAN	1	7	2.450	1.215	1.270	1
20	BURITAN	1	8	2.800	1.250	1.270	1
21	BURITAN	1	9	3.150	1.270	1.270	1
22	BURITAN	1	10	3.500	1.295	1.270	1
23	BURITAN	2	0	0.000	0.243	0.998	1
24	BURITAN	2	1	0.350	0.507	0.990	1
25	BURITAN	2	2	0.700	0.730	0.990	1
26	BURITAN	2	3	1.050	0.835	0.990	1
27	BURITAN	2	4	1.400	0.920	0.990	1
28	BURITAN	2	5	1.750	0.970	0.990	1
29	BURITAN	2	6	2.100	1.025	0.990	1
30	BURITAN	2	7	2.450	1.080	0.990	1
31	BURITAN	2	8	2.800	1.135	0.990	1
32	BURITAN	2	9	3.150	1.160	0.990	1
33	BURITAN	2	10	3.500	1.190	0.990	1
34	BURITAN	3	0	0.000	0.000	0.990	1
35	BURITAN	3	1	0.350	0.000	0.800	1
36	BURITAN	3	2	0.700	0.209	0.721	1
37	BURITAN	3	3	1.050	0.360	0.710	1
38	BURITAN	3	4	1.400	0.503	0.707	1
39	BURITAN	3	5	1.750	0.613	0.710	1
40	BURITAN	3	6	2.100	0.699	0.710	1
41	BURITAN	3	7	2.450	0.801	0.710	1
42	BURITAN	3	8	2.800	0.865	0.710	1
43	BURITAN	3	9	3.150	0.945	0.710	1
44	BURITAN	3	10	3.500	0.992	0.710	1
45	BURITAN	4	0	0.000	0.000	0.990	1
46	BURITAN	4	1	0.350	0.000	0.800	1
47	BURITAN	4	2	0.700	0.000	0.642	1
48	BURITAN	4	3	1.050	0.000	0.524	1
49	BURITAN	4	4	1.400	0.106	0.477	1
50	BURITAN	4	5	1.751	0.216	0.429	1
51	BURITAN	4	6	2.100	0.292	0.429	1
52	BURITAN	4	7	2.450	0.380	0.429	1
53	BURITAN	4	8	2.800	0.452	0.430	1
54	BURITAN	4	9	3.149	0.532	0.430	1
55	BURITAN	4	10	3.500	0.614	0.430	1
56	BURITAN	5	0	0.000	0.000	0.990	1
57	BURITAN	5	1	0.350	0.000	0.800	1
58	BURITAN	5	2	0.700	0.000	0.642	1

	Surface	Row	Column	Long. Position m	Offset m	Height m	Weighting
59	BURITAN	5	3	1.050	0.000	0.524	1
60	BURITAN	5	4	1.400	0.000	0.411	1
61	BURITAN	5	5	1.750	0.000	0.325	1
62	BURITAN	5	6	2.100	0.000	0.237	1
63	BURITAN	5	7	2.450	0.000	0.187	1
64	BURITAN	5	8	2.800	0.000	0.150	1
65	BURITAN	5	9	3.150	0.000	0.150	1
66	BURITAN	5	10	3.500	0.096	0.150	1
67	BURITAN	6	0	0.000	0.000	0.990	1
68	BURITAN	6	1	0.350	0.000	0.800	1
69	BURITAN	6	2	0.700	0.000	0.642	1
70	BURITAN	6	3	1.050	0.000	0.524	1
71	BURITAN	6	4	1.400	0.000	0.411	1
72	BURITAN	6	5	1.750	0.000	0.325	1
73	BURITAN	6	6	2.100	0.000	0.237	1
74	BURITAN	6	7	2.450	0.000	0.187	1
75	BURITAN	6	8	2.800	0.000	0.150	1
76	BURITAN	6	9	3.150	0.000	0.150	1
77	BURITAN	6	10	3.500	0.000	0.150	1
78	BURITAN TENG	0	0	3.500	1.405	1.550	1
79	BURITAN TENG	0	1	3.850	1.405	1.550	1
80	BURITAN TENG	0	2	4.200	1.430	1.550	1
81	BURITAN TENG	0	3	4.550	1.445	1.550	1
82	BURITAN TENG	0	4	4.900	1.460	1.550	1
83	BURITAN TENG	0	5	5.250	1.470	1.550	1
84	BURITAN TENG	0	6	5.600	1.485	1.550	1
85	BURITAN TENG	0	7	5.950	1.495	1.550	1
86	BURITAN TENG	0	8	6.300	1.505	1.550	1
87	BURITAN TENG	0	9	6.650	1.505	1.550	1
88	BURITAN TENG	0	10	7.000	1.505	1.550	1
89	BURITAN TENG	1	0	3.500	1.295	1.270	1
90	BURITAN TENG	1	1	3.850	1.320	1.270	1
91	BURITAN TENG	1	2	4.200	1.345	1.270	1
92	BURITAN TENG	1	3	4.550	1.350	1.270	1
93	BURITAN TENG	1	4	4.900	1.365	1.270	1
94	BURITAN TENG	1	5	5.250	1.390	1.270	1
95	BURITAN TENG	1	6	5.600	1.405	1.270	1
96	BURITAN TENG	1	7	5.950	1.405	1.270	1
97	BURITAN TENG	1	8	6.300	1.405	1.270	1
98	BURITAN TENG	1	9	6.650	1.405	1.270	1
99	BURITAN TENG	1	10	7.000	1.405	1.270	1
100	BURITAN TENG	2	0	3.500	1.190	0.990	1
101	BURITAN TENG	2	1	3.850	1.230	0.990	1
102	BURITAN TENG	2	2	4.200	1.240	0.990	1
103	BURITAN TENG	2	3	4.550	1.255	0.990	1
104	BURITAN TENG	2	4	4.900	1.270	0.990	1
105	BURITAN TENG	2	5	5.250	1.295	0.990	1
106	BURITAN TENG	2	6	5.600	1.300	0.990	1
107	BURITAN TENG	2	7	5.950	1.305	0.990	1
108	BURITAN TENG	2	8	6.300	1.310	0.990	1
109	BURITAN TENG	2	9	6.650	1.310	0.990	1
110	BURITAN TENG	2	10	7.000	1.310	0.990	1
111	BURITAN TENG	3	0	3.500	0.992	0.710	1
112	BURITAN TENG	3	1	3.850	1.025	0.710	1
113	BURITAN TENG	3	2	4.200	1.075	0.710	1
114	BURITAN TENG	3	3	4.552	1.106	0.710	1
115	BURITAN TENG	3	4	4.900	1.135	0.710	1
116	BURITAN TENG	3	5	5.250	1.150	0.710	1

	Surface	Row	Column	Long. Position m	Offset m	Height m	Weighting
117	BURITAN TENG	3	6	5.600	1.160	0.710	1
118	BURITAN TENG	3	7	5.950	1.180	0.710	1
119	BURITAN TENG	3	8	6.300	1.190	0.710	1
120	BURITAN TENG	3	9	6.650	1.190	0.710	1
121	BURITAN TENG	3	10	7.000	1.190	0.710	1
122	BURITAN TENG	4	0	3.500	0.614	0.430	1
123	BURITAN TENG	4	1	3.848	0.699	0.430	1
124	BURITAN TENG	4	2	4.200	0.780	0.430	1
125	BURITAN TENG	4	3	4.550	0.865	0.430	1
126	BURITAN TENG	4	4	4.900	0.920	0.430	1
127	BURITAN TENG	4	5	5.250	0.945	0.430	1
128	BURITAN TENG	4	6	5.600	0.970	0.430	1
129	BURITAN TENG	4	7	5.950	0.980	0.430	1
130	BURITAN TENG	4	8	6.300	1.000	0.430	1
131	BURITAN TENG	4	9	6.650	1.020	0.430	1
132	BURITAN TENG	4	10	7.000	1.020	0.430	1
133	BURITAN TENG	5	0	3.500	0.095	0.150	1
134	BURITAN TENG	5	1	3.850	0.110	0.150	1
135	BURITAN TENG	5	2	4.200	0.120	0.150	1
136	BURITAN TENG	5	3	4.550	0.135	0.150	1
137	BURITAN TENG	5	4	4.900	0.160	0.150	1
138	BURITAN TENG	5	5	5.250	0.175	0.150	1
139	BURITAN TENG	5	6	5.600	0.200	0.150	1
140	BURITAN TENG	5	7	5.950	0.225	0.150	1
141	BURITAN TENG	5	8	6.300	0.270	0.150	1
142	BURITAN TENG	5	9	6.650	0.295	0.150	1
143	BURITAN TENG	5	10	7.000	0.238	0.150	1
144	BURITAN TENG	6	0	3.500	0.000	0.150	1
145	BURITAN TENG	6	1	3.850	0.000	0.150	1
146	BURITAN TENG	6	2	4.200	0.000	0.150	1
147	BURITAN TENG	6	3	4.550	0.000	0.150	1
148	BURITAN TENG	6	4	4.900	0.000	0.150	1
149	BURITAN TENG	6	5	5.250	0.000	0.150	1
150	BURITAN TENG	6	6	5.600	0.000	0.150	1
151	BURITAN TENG	6	7	5.950	0.000	0.150	1
152	BURITAN TENG	6	8	6.300	0.000	0.150	1
153	BURITAN TENG	6	9	6.650	0.000	0.150	1
154	BURITAN TENG	6	10	7.000	0.000	0.150	1
155	HALUAN TENGA	0	0	7.000	1.505	1.550	1
156	HALUAN TENGA	0	1	7.350	1.505	1.550	1
157	HALUAN TENGA	0	2	7.700	1.489	1.561	1
158	HALUAN TENGA	0	3	8.050	1.469	1.576	1
159	HALUAN TENGA	0	4	8.400	1.456	1.585	1
160	HALUAN TENGA	0	5	8.744	1.442	1.595	1
161	HALUAN TENGA	0	6	9.100	1.421	1.611	1
162	HALUAN TENGA	0	7	9.448	1.393	1.630	1
163	HALUAN TENGA	0	8	9.796	1.364	1.653	1
164	HALUAN TENGA	0	9	10.150	1.327	1.682	1
165	HALUAN TENGA	0	10	10.500	1.283	1.708	1
166	HALUAN TENGA	1	0	7.000	1.405	1.270	1
167	HALUAN TENGA	1	1	7.350	1.405	1.270	1
168	HALUAN TENGA	1	2	7.700	1.400	1.270	1
169	HALUAN TENGA	1	3	8.050	1.390	1.270	1
170	HALUAN TENGA	1	4	8.400	1.375	1.270	1
171	HALUAN TENGA	1	5	8.750	1.350	1.270	1
172	HALUAN TENGA	1	6	9.100	1.305	1.270	1
173	HALUAN TENGA	1	7	9.450	1.285	1.270	1
174	HALUAN TENGA	1	8	9.800	1.240	1.270	1

MILIK PERPUSTAKAAN
INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH - NOPEMBER



	Surface	Row	Column	Long. Position m	Offset m	Height m	Weighting
175	HALUAN TENGA	1	9	10.150	1.190	1.270	1
176	HALUAN TENGA	1	10	10.500	1.135	1.270	1
177	HALUAN TENGA	2	0	7.000	1.310	0.990	1
178	HALUAN TENGA	2	1	7.350	1.310	0.990	1
179	HALUAN TENGA	2	2	7.700	1.295	0.990	1
180	HALUAN TENGA	2	3	8.050	1.290	0.990	1
181	HALUAN TENGA	2	4	8.400	1.270	0.990	1
182	HALUAN TENGA	2	5	8.750	1.240	0.990	1
183	HALUAN TENGA	2	6	9.100	1.215	0.990	1
184	HALUAN TENGA	2	7	9.450	1.160	0.990	1
185	HALUAN TENGA	2	8	9.800	1.105	0.990	1
186	HALUAN TENGA	2	9	10.150	1.055	0.990	1
187	HALUAN TENGA	2	10	10.500	1.008	0.990	1
188	HALUAN TENGA	3	0	7.000	1.190	0.710	1
189	HALUAN TENGA	3	1	7.350	1.190	0.710	1
190	HALUAN TENGA	3	2	7.700	1.180	0.710	1
191	HALUAN TENGA	3	3	8.050	1.160	0.710	1
192	HALUAN TENGA	3	4	8.400	1.135	0.710	1
193	HALUAN TENGA	3	5	8.750	1.120	0.710	1
194	HALUAN TENGA	3	6	9.100	1.080	0.710	1
195	HALUAN TENGA	3	7	9.452	1.038	0.710	1
196	HALUAN TENGA	3	8	9.802	0.961	0.710	1
197	HALUAN TENGA	3	9	10.151	0.884	0.710	1
198	HALUAN TENGA	3	10	10.501	0.797	0.710	1
199	HALUAN TENGA	4	0	7.000	1.020	0.430	1
200	HALUAN TENGA	4	1	7.350	1.020	0.430	1
201	HALUAN TENGA	4	2	7.700	1.015	0.430	1
202	HALUAN TENGA	4	3	8.050	0.980	0.430	1
203	HALUAN TENGA	4	4	8.400	0.945	0.430	1
204	HALUAN TENGA	4	5	8.750	0.890	0.430	1
205	HALUAN TENGA	4	6	9.100	0.810	0.430	1
206	HALUAN TENGA	4	7	9.452	0.720	0.430	1
207	HALUAN TENGA	4	8	9.802	0.617	0.430	1
208	HALUAN TENGA	4	9	10.156	0.504	0.430	1
209	HALUAN TENGA	4	10	10.501	0.406	0.430	1
210	HALUAN TENGA	5	0	7.000	0.238	0.150	1
211	HALUAN TENGA	5	1	7.350	0.000	0.150	1
212	HALUAN TENGA	5	2	7.700	0.000	0.150	1
213	HALUAN TENGA	5	3	8.050	0.000	0.150	1
214	HALUAN TENGA	5	4	8.400	0.000	0.150	1
215	HALUAN TENGA	5	5	8.750	0.000	0.150	1
216	HALUAN TENGA	5	6	9.100	0.000	0.150	1
217	HALUAN TENGA	5	7	9.450	0.000	0.150	1
218	HALUAN TENGA	5	8	9.800	0.000	0.150	1
219	HALUAN TENGA	5	9	10.150	0.000	0.150	1
220	HALUAN TENGA	5	10	10.500	0.000	0.150	1
221	HALUAN TENGA	6	0	7.000	0.000	0.150	1
222	HALUAN TENGA	6	1	7.350	0.000	0.150	1
223	HALUAN TENGA	6	2	7.700	0.000	0.150	1
224	HALUAN TENGA	6	3	8.050	0.000	0.150	1
225	HALUAN TENGA	6	4	8.400	0.000	0.150	1
226	HALUAN TENGA	6	5	8.750	0.000	0.150	1
227	HALUAN TENGA	6	6	9.100	0.000	0.150	1
228	HALUAN TENGA	6	7	9.450	0.000	0.150	1
229	HALUAN TENGA	6	8	9.800	0.000	0.150	1
230	HALUAN TENGA	6	9	10.150	0.000	0.150	1
231	HALUAN TENGA	6	10	10.500	0.000	0.150	1
232	HALUAN	0	0	10.500	1.283	1.708	1

	Surface	Row	Column	Long. Position m	Offset m	Height m	Weighting
233	HALUAN	0	1	10.850	1.216	1.748	1
234	HALUAN	0	2	11.200	1.122	1.801	1
235	HALUAN	0	3	11.550	1.003	1.867	1
236	HALUAN	0	4	14.000	0.000	2.450	1
237	HALUAN	1	0	10.500	1.135	1.270	1
238	HALUAN	1	1	10.850	1.080	1.270	1
239	HALUAN	1	2	11.200	1.000	1.270	1
240	HALUAN	1	3	11.550	0.884	1.270	1
241	HALUAN	1	4	13.068	0.000	1.272	1
242	HALUAN	2	0	10.500	1.008	0.990	1
243	HALUAN	2	1	10.850	0.920	0.990	1
244	HALUAN	2	2	11.200	0.825	0.990	1
245	HALUAN	2	3	11.550	0.707	0.990	1
246	HALUAN	2	4	12.839	0.000	0.990	1
247	HALUAN	3	0	10.500	0.797	0.710	1
248	HALUAN	3	1	10.849	0.690	0.710	1
249	HALUAN	3	2	11.200	0.591	0.710	1
250	HALUAN	3	3	11.549	0.468	0.710	1
251	HALUAN	3	4	12.575	0.000	0.710	1
252	HALUAN	4	0	10.500	0.406	0.430	1
253	HALUAN	4	1	10.850	0.314	0.430	1
254	HALUAN	4	2	11.200	0.219	0.430	1
255	HALUAN	4	3	11.550	0.150	0.430	1
256	HALUAN	4	4	12.250	0.000	0.430	1
257	HALUAN	5	0	10.500	0.000	0.150	1
258	HALUAN	5	1	10.852	0.000	0.163	1
259	HALUAN	5	2	11.200	0.000	0.194	1
260	HALUAN	5	3	11.550	0.000	0.221	1
261	HALUAN	5	4	11.900	0.000	0.271	1
262	HALUAN	6	0	10.500	0.000	0.150	1
263	HALUAN	6	1	10.852	0.000	0.167	1
264	HALUAN	6	2	11.200	0.000	0.184	1
265	HALUAN	6	3	11.550	0.000	0.221	1
266	HALUAN	6	4	11.900	0.000	0.271	1
267	lunas	0	0	0.000	0.100	0.990	1
268	lunas	0	1	0.700	0.100	0.671	1
269	lunas	0	2	1.400	0.100	0.445	1
270	lunas	0	3	2.100	0.100	0.268	1
271	lunas	0	4	2.450	0.100	0.220	1
272	lunas	0	5	3.150	0.100	0.175	1
273	lunas	0	6	7.000	0.100	0.175	1
274	lunas	0	7	11.200	0.100	0.175	1
275	lunas	0	8	11.900	0.100	0.339	1
276	lunas	0	9	12.250	0.100	0.528	1
277	lunas	0	10	12.602	0.100	0.837	1
278	lunas	0	11	13.298	0.100	1.643	1
279	lunas	0	12	14.000	0.100	2.450	1
280	lunas	1	0	0.000	0.100	0.990	1
281	lunas	1	1	0.700	0.100	0.588	1
282	lunas	1	2	1.400	0.100	0.307	1
283	lunas	1	3	2.100	0.100	0.117	1
284	lunas	1	4	2.450	0.100	0.054	1
285	lunas	1	5	3.149	0.100	0.000	1
286	lunas	1	6	7.000	0.100	0.000	1
287	lunas	1	7	11.200	0.100	0.000	1
288	lunas	1	8	11.900	0.100	0.070	1
289	lunas	1	9	12.250	0.100	0.252	1
290	lunas	1	10	12.602	0.100	0.513	1

	Surface	Row	Column	Long. Position m	Offset m	Height m	Weighting
286	lunas	1	6	7.000	0.100	0.000	1
287	lunas	1	7	11.200	0.100	0.000	1
288	lunas	1	8	11.900	0.100	0.070	1
289	lunas	1	9	12.250	0.100	0.252	1
290	lunas	1	10	12.602	0.100	0.513	1
291	lunas	1	11	13.298	0.100	1.311	1
292	lunas	1	12	14.000	0.100	2.180	1
293	lunas	2	0	0.000	0.000	0.990	1
294	lunas	2	1	0.700	0.000	0.588	1
295	lunas	2	2	1.400	0.000	0.307	1
296	lunas	2	3	2.100	0.000	0.117	1
297	lunas	2	4	2.450	0.000	0.054	1
298	lunas	2	5	3.150	0.000	0.000	1
299	lunas	2	6	7.000	0.000	0.000	1
300	lunas	2	7	11.200	0.000	0.000	1
301	lunas	2	8	11.900	0.000	0.070	1
302	lunas	2	9	12.250	0.000	0.252	1
303	lunas	2	10	12.602	0.000	0.513	1
304	lunas	2	11	13.298	0.000	1.311	1
305	lunas	2	12	14.000	0.000	2.180	1
306	tutup lunas	0	0	14.000	0.100	2.450	1
307	tutup lunas	0	1	14.000	0.100	2.450	1
308	tutup lunas	0	2	14.000	0.100	2.450	1
309	tutup lunas	0	3	14.000	0.000	2.450	1
310	tutup lunas	1	0	14.000	0.100	2.180	1
311	tutup lunas	1	1	14.000	0.100	2.180	1
312	tutup lunas	1	2	14.000	0.100	2.180	1
313	tutup lunas	1	3	14.000	0.000	2.180	1
314	tutup lunas	2	0	14.000	0.000	2.180	1
315	tutup lunas	2	1	14.000	0.000	2.180	1
316	tutup lunas	2	2	14.000	0.000	2.180	1
317	tutup lunas	2	3	14.000	0.000	2.180	1
318	tutup buritan	0	0	0.000	0.000	1.904	1
319	tutup buritan	0	1	0.000	1.025	1.904	1
320	tutup buritan	0	2	0.000	1.025	1.904	1
321	tutup buritan	0	3	0.000	1.025	1.904	1
322	tutup buritan	1	0	0.000	0.000	1.275	1
323	tutup buritan	1	1	0.000	0.775	1.275	1
324	tutup buritan	1	2	0.000	0.774	1.275	1
325	tutup buritan	1	3	0.000	0.774	1.275	1
326	tutup buritan	2	0	0.000	0.000	0.990	1
327	tutup buritan	2	1	0.000	0.243	0.998	1
328	tutup buritan	2	2	0.000	0.243	0.998	1
329	tutup buritan	2	3	0.000	0.243	0.998	1
330	tutup buritan	3	0	0.000	0.000	0.990	1
331	tutup buritan	3	1	0.000	0.000	0.990	1
332	tutup buritan	3	2	0.000	0.000	0.990	1
333	tutup buritan	3	3	0.000	0.000	0.990	1

Tabel. 3.11. Tampilan Control Points Kapal Munjungan pada Software Maxsurf Pro.

	Surface	Row	Column	Long. Position m	Offset m	Height m	Weighting
1	hull	0	0	0.000	1.000	2.993	1
2	hull	0	1	0.900	1.768	2.800	1
3	hull	0	2	1.800	2.328	2.644	1
4	hull	0	3	2.700	2.632	2.536	1
5	hull	0	4	3.600	2.785	2.469	1
6	hull	0	5	4.500	2.861	2.380	1
7	hull	0	6	5.400	2.861	2.358	1
8	hull	0	7	7.200	2.900	2.300	1
9	hull	0	8	9.000	2.900	2.300	1
10	hull	0	9	10.800	2.900	2.300	1
11	hull	0	10	12.600	2.882	2.366	1
12	hull	0	11	14.400	2.723	2.556	1
13	hull	0	12	15.300	2.404	2.780	1
14	hull	0	13	16.200	1.867	3.097	1
15	hull	0	14	17.100	1.051	3.460	1
16	hull	0	15	18.000	0.000	3.886	1
17	hull	1	0	0.000	1.004	2.798	1
18	hull	1	1	0.900	1.633	2.070	1
19	hull	1	2	1.800	2.217	2.070	1
20	hull	1	3	2.700	2.536	2.070	1
21	hull	1	4	3.600	2.702	2.070	1
22	hull	1	5	4.500	2.781	2.070	1
23	hull	1	6	5.400	2.836	2.070	1
24	hull	1	7	7.200	2.887	2.070	1
25	hull	1	8	9.000	2.887	2.070	1
26	hull	1	9	10.800	2.887	2.070	1
27	hull	1	10	12.600	2.847	2.070	1
28	hull	1	11	14.400	2.683	2.070	1
29	hull	1	12	15.300	2.260	2.070	1
30	hull	1	13	16.200	1.735	2.070	1
31	hull	1	14	17.100	1.048	3.384	1
32	hull	1	15	18.000	0.000	3.886	1
33	hull	2	0	0.000	0.996	2.642	1
34	hull	2	1	0.899	1.576	1.840	1
35	hull	2	2	1.800	2.151	1.840	1
36	hull	2	3	2.700	2.476	1.840	1
37	hull	2	4	3.600	2.649	1.840	1
38	hull	2	5	4.500	2.724	1.840	1
39	hull	2	6	5.400	2.784	1.840	1
40	hull	2	7	7.200	2.876	1.840	1
41	hull	2	8	9.000	2.876	1.840	1
42	hull	2	9	10.800	2.876	1.840	1
43	hull	2	10	12.600	2.802	1.840	1
44	hull	2	11	14.400	2.636	1.840	1
45	hull	2	12	15.300	2.218	1.840	1
46	hull	2	13	16.200	1.670	1.840	1
47	hull	2	14	17.100	1.005	3.275	1
48	hull	2	15	18.000	0.000	3.886	1
49	hull	3	0	0.000	0.988	2.544	1
50	hull	3	1	0.900	1.498	1.610	1
51	hull	3	2	1.800	2.065	1.610	1
52	hull	3	3	2.700	2.401	1.610	1
53	hull	3	4	3.600	2.589	1.610	1
54	hull	3	5	4.500	2.663	1.610	1
55	hull	3	6	5.400	2.730	1.610	1
56	hull	3	7	7.200	2.846	1.610	1
57	hull	3	8	9.000	2.846	1.610	1
58	hull	3	9	10.800	2.846	1.610	1
59	hull	3	10	12.600	2.751	1.610	1
60	hull	3	11	14.400	2.598	1.610	1
61	hull	3	12	15.300	2.176	1.610	1
62	hull	3	13	16.200	1.564	1.610	1

	Surface	Row	Column	Long. Position m	Offset m	Height m	Weighting
63	hull	3	14	17.100	0.940	3.156	1
64	hull	3	15	18.000	0.000	3.886	1
65	hull	4	0	0.000	0.980	2.489	1
66	hull	4	1	0.900	1.448	1.380	1
67	hull	4	2	1.800	1.952	1.380	1
68	hull	4	3	2.700	2.304	1.380	1
69	hull	4	4	3.600	2.518	1.380	1
70	hull	4	5	4.500	2.596	1.380	1
71	hull	4	6	5.400	2.673	1.380	1
72	hull	4	7	7.200	2.801	1.380	1
73	hull	4	8	9.000	2.801	1.380	1
74	hull	4	9	10.800	2.801	1.380	1
75	hull	4	10	12.600	2.698	1.380	1
76	hull	4	11	14.400	2.546	1.380	1
77	hull	4	12	15.300	2.125	1.380	1
78	hull	4	13	16.200	1.474	1.380	1
79	hull	4	14	17.100	0.871	3.057	1
80	hull	4	15	18.000	0.000	3.886	1
81	hull	5	0	0.000	0.959	2.423	1
82	hull	5	1	0.900	1.355	1.150	1
83	hull	5	2	1.800	1.808	1.150	1
84	hull	5	3	2.700	2.176	1.150	1
85	hull	5	4	3.600	2.424	1.150	1
86	hull	5	5	4.500	2.516	1.150	1
87	hull	5	6	5.400	2.611	1.150	1
88	hull	5	7	7.200	2.744	1.150	1
89	hull	5	8	9.000	2.744	1.150	1
90	hull	5	9	10.800	2.744	1.150	1
91	hull	5	10	12.600	2.634	1.150	1
92	hull	5	11	14.400	2.506	1.150	1
93	hull	5	12	15.300	2.053	1.150	1
94	hull	5	13	16.200	1.393	1.150	1
95	hull	5	14	17.100	0.787	2.988	1
96	hull	5	15	18.000	0.000	3.886	1
97	hull	6	0	0.000	0.922	2.391	1
98	hull	6	1	0.900	1.262	1.114	1
99	hull	6	2	1.800	1.603	0.920	1
100	hull	6	3	2.700	1.999	0.920	1
101	hull	6	4	3.600	2.289	0.920	1
102	hull	6	5	4.500	2.418	0.920	1
103	hull	6	6	5.400	2.531	0.920	1
104	hull	6	7	7.200	2.660	0.920	1
105	hull	6	8	9.000	2.660	0.920	1
106	hull	6	9	10.800	2.660	0.920	1
107	hull	6	10	12.600	2.557	0.920	1
108	hull	6	11	14.400	2.339	0.920	1
109	hull	6	12	15.300	1.943	0.920	1
110	hull	6	13	16.200	1.295	1.103	1
111	hull	6	14	17.100	0.646	2.897	1
112	hull	6	15	18.000	0.000	3.886	1
113	hull	7	0	0.000	0.872	2.372	1
114	hull	7	1	0.900	1.105	1.114	1
115	hull	7	2	1.800	1.355	0.690	1
116	hull	7	3	2.700	1.742	0.690	1
117	hull	7	4	3.600	2.093	0.690	1
118	hull	7	5	4.500	2.282	0.690	1
119	hull	7	6	5.400	2.414	0.690	1
120	hull	7	7	7.200	2.569	0.690	1
121	hull	7	8	9.000	2.569	0.690	1
122	hull	7	9	10.800	2.569	0.690	1
123	hull	7	10	12.600	2.451	0.690	1
124	hull	7	11	14.400	2.171	0.690	1

	Surface	Row	Column	Long-Position m	Offset m	Height m	Weighting
125	hull	7	12	15.300	1.759	0.690	1
126	hull	7	13	16.200	1.092	1.103	1
127	hull	7	14	17.100	0.524	2.824	1
128	hull	7	15	18.000	0.000	3.886	1
129	hull	8	0	0.000	0.793	2.354	1
130	hull	8	1	0.900	0.899	1.114	1
131	hull	8	2	1.800	1.112	0.541	1
132	hull	8	3	2.700	1.405	0.460	1
133	hull	8	4	3.600	1.781	0.460	1
134	hull	8	5	4.500	2.032	0.460	1
135	hull	8	6	5.400	2.230	0.460	1
136	hull	8	7	7.200	2.428	0.460	1
137	hull	8	8	9.000	2.428	0.460	1
138	hull	8	9	10.800	2.428	0.460	1
139	hull	8	10	12.600	2.256	0.460	1
140	hull	8	11	14.400	1.860	0.460	1
141	hull	8	12	15.300	1.445	0.460	1
142	hull	8	13	16.200	0.839	1.103	1
143	hull	8	14	17.100	0.363	2.736	1
144	hull	8	15	18.000	0.000	3.886	1
145	hull	9	0	0.000	0.663	2.338	1
146	hull	9	1	0.900	0.685	1.114	1
147	hull	9	2	1.800	0.756	0.541	1
148	hull	9	3	2.700	0.920	0.239	1
149	hull	9	4	3.600	1.169	0.230	1
150	hull	9	5	4.500	1.542	0.230	1
151	hull	9	6	5.400	1.881	0.230	1
152	hull	9	7	7.200	2.203	0.230	1
153	hull	9	8	9.000	2.203	0.230	1
154	hull	9	9	10.800	2.203	0.230	1
155	hull	9	10	12.600	1.886	0.230	1
156	hull	9	11	14.400	1.263	0.230	1
157	hull	9	12	15.300	0.829	0.230	1
158	hull	9	13	16.200	0.440	1.103	1
159	hull	9	14	17.100	0.187	2.621	1
160	hull	9	15	18.000	0.000	3.886	1
161	hull	10	0	0.000	0.000	2.300	1
162	hull	10	1	0.900	0.000	1.114	1
163	hull	10	2	1.800	0.000	0.541	1
164	hull	10	3	2.700	0.000	0.239	1
165	hull	10	4	3.600	0.000	0.063	1
166	hull	10	5	4.500	0.000	0.034	1
167	hull	10	6	5.400	0.000	0.069	1
168	hull	10	7	7.200	0.000	0.069	1
169	hull	10	8	9.000	0.000	0.000	1
170	hull	10	9	10.800	0.000	0.000	1
171	hull	10	10	12.600	0.000	0.000	1
172	hull	10	11	14.400	0.000	0.000	1
173	hull	10	12	15.300	0.000	0.088	1
174	hull	10	13	16.200	0.000	1.103	1
175	hull	10	14	17.100	0.000	2.505	1
176	hull	10	15	18.000	0.000	3.886	1
177	hull	11	0	0.000	0.000	2.300	1
178	hull	11	1	0.900	0.000	1.114	1
179	hull	11	2	1.800	0.000	0.541	1
180	hull	11	3	2.700	0.000	0.239	1
181	hull	11	4	3.600	0.000	0.063	1
182	hull	11	5	4.500	0.000	0.034	1
183	hull	11	6	5.400	0.000	0.000	1
184	hull	11	7	7.200	0.000	0.000	1
185	hull	11	8	9.000	0.000	0.000	1
186	hull	11	9	10.800	0.000	0.000	1

	Surface	Row	Column	Long. Position m	Offset m	Height m	Weighting
187	hull		11	10	12.600	0.000	0.000
188	hull		11	11	14.400	0.000	0.000
189	hull		11	12	15.300	0.000	0.088
190	hull		11	13	16.200	0.000	1.103
191	hull		11	14	17.100	0.000	2.505
192	hull		11	15	18.000	0.000	3.886
193	lunas	0	0	0.000	0.100	2.300	1
194	lunas	0	1	0.900	0.100	1.114	1
195	lunas	0	2	1.800	0.100	0.541	1
196	lunas	0	3	2.700	0.100	0.239	1
197	lunas	0	4	3.600	0.100	0.063	1
198	lunas	0	5	5.400	0.100	0.000	1
199	lunas	0	6	7.200	0.100	0.000	1
200	lunas	0	7	9.000	0.100	0.000	1
201	lunas	0	8	10.800	0.100	0.000	1
202	lunas	0	9	12.600	0.100	0.000	1
203	lunas	0	10	14.400	0.100	0.000	1
204	lunas	0	11	15.213	0.100	0.269	1
205	lunas	0	12	16.212	0.100	1.326	1
206	lunas	0	13	18.000	0.100	3.886	1
207	lunas	1	0	0.000	0.100	2.300	1
208	lunas	1	1	0.900	0.100	1.001	1
209	lunas	1	2	1.800	0.100	0.399	1
210	lunas	1	3	2.700	0.100	0.018	1
211	lunas	1	4	3.600	0.100	-0.187	1
212	lunas	1	5	5.400	0.100	-0.250	1
213	lunas	1	6	7.200	0.100	-0.250	1
214	lunas	1	7	9.000	0.100	-0.250	1
215	lunas	1	8	10.800	0.100	-0.250	1
216	lunas	1	9	12.600	0.100	-0.250	1
217	lunas	1	10	14.400	0.100	-0.250	1
218	lunas	1	11	15.592	0.100	-0.250	1
219	lunas	1	12	16.201	0.100	0.648	1
220	lunas	1	13	18.000	0.100	3.439	1
221	lunas	2	0	0.000	0.000	2.300	1
222	lunas	2	1	0.900	0.000	1.001	1
223	lunas	2	2	1.800	0.000	0.399	1
224	lunas	2	3	2.700	0.000	0.018	1
225	lunas	2	4	3.600	0.000	-0.187	1
226	lunas	2	5	5.400	0.000	-0.250	1
227	lunas	2	6	7.200	0.000	-0.250	1
228	lunas	2	7	9.000	0.000	-0.250	1
229	lunas	2	8	10.800	0.000	-0.250	1
230	lunas	2	9	12.600	0.000	-0.250	1
231	lunas	2	10	14.400	0.000	-0.250	1
232	lunas	2	11	15.592	0.000	-0.250	1
233	lunas	2	12	16.201	0.000	0.648	1
234	lunas	2	13	18.000	0.000	3.439	1
235	tutup lunas	0	0	18.000	0.100	3.886	1
236	tutup lunas	0	1	18.000	0.100	3.886	1
237	tutup lunas	0	2	18.000	0.100	3.886	1
238	tutup lunas	0	3	18.000	0.000	3.886	1
239	tutup lunas	1	0	18.000	0.100	3.439	1
240	tutup lunas	1	1	18.000	0.100	3.439	1
241	tutup lunas	1	2	18.000	0.100	3.439	1
242	tutup lunas	1	3	18.000	0.000	3.439	1
243	tutup lunas	2	0	18.000	0.000	3.439	1
244	tutup lunas	2	1	18.000	0.000	3.439	1
245	tutup lunas	2	2	18.000	0.000	3.439	1
246	tutup lunas	2	3	18.000	0.000	3.439	1
247	tutup buritan	0	0	0.000	0.000	2.993	1
248	tutup buritan	0	1	0.000	1.000	2.993	1

	Surface	Row	Column	Long. Position m	Offset m	Height m	Weighting
245	tutup lunes	2	2	18.000	0.000	3.439	1
246	tutup lunes	2	3	18.000	0.000	3.439	1
247	tutup buntan	0	0	0.000	0.000	2.993	1
248	tutup buntan	0	1	0.000	1.000	2.993	1
249	tutup buntan	0	2	0.000	1.000	2.993	1
250	tutup buntan	0	3	0.000	1.000	2.993	1
251	tutup buntan	1	0	0.000	0.000	2.798	1
252	tutup buntan	1	1	0.000	1.004	2.798	1
253	tutup buntan	1	2	0.000	1.004	2.798	1
254	tutup buntan	1	3	0.000	1.004	2.798	1
255	tutup buntan	2	0	0.000	0.000	2.642	1
256	tutup buntan	2	1	0.000	0.996	2.642	1
257	tutup buntan	2	2	0.000	0.996	2.642	1
258	tutup buntan	2	3	0.000	0.996	2.642	1
259	tutup buntan	3	0	0.000	0.000	2.544	1
260	tutup buntan	3	1	0.000	0.988	2.544	1
261	tutup buntan	3	2	0.000	0.988	2.544	1
262	tutup buntan	3	3	0.000	0.988	2.544	1
263	tutup buntan	4	0	0.000	0.000	2.489	1
264	tutup buntan	4	1	0.000	0.980	2.489	1
265	tutup buntan	4	2	0.000	0.980	2.489	1
266	tutup buntan	4	3	0.000	0.980	2.489	1
267	tutup buntan	5	0	0.000	0.000	2.423	1
268	tutup buntan	5	1	0.000	0.959	2.423	1
269	tutup buntan	5	2	0.000	0.959	2.423	1
270	tutup buntan	5	3	0.000	0.959	2.423	1
271	tutup buntan	6	0	0.000	0.000	2.391	1
272	tutup buntan	6	1	0.000	0.922	2.391	1
273	tutup buntan	6	2	0.000	0.922	2.391	1
274	tutup buntan	6	3	0.000	0.922	2.391	1
275	tutup buntan	7	0	0.000	0.000	2.372	1
276	tutup buntan	7	1	0.000	0.872	2.372	1
277	tutup buntan	7	2	0.000	0.872	2.372	1
278	tutup buntan	7	3	0.000	0.872	2.372	1
279	tutup buntan	8	0	0.000	0.000	2.354	1
280	tutup buntan	8	1	0.000	0.793	2.354	1
281	tutup buntan	8	2	0.000	0.793	2.354	1
282	tutup buntan	8	3	0.000	0.793	2.354	1
283	tutup buntan	9	0	0.000	0.000	2.338	1
284	tutup buntan	9	1	0.000	0.663	2.338	1
285	tutup buntan	9	2	0.000	0.663	2.338	1
286	tutup buntan	9	3	0.000	0.663	2.338	1
287	tutup buntan	10	0	0.000	0.000	2.300	1
288	tutup buntan	10	1	0.000	0.000	2.300	1
289	tutup buntan	10	2	0.000	0.000	2.300	1
290	tutup buntan	10	3	0.000	0.000	2.300	1

Tabel 3.12 Tampilan Control Point Kapal Paciran pada Software Maxsurf Pro.



No	Nama Kapal	GT (ton)	L (m)	B (m)	H (m)	T (m)	BHP (pk)
1	Mliwis Emas I	20	17	4.5	1.75	0.76	120
2	Mliwis Emas II	12	15	4	1.6	0.6	80
3	Teguh Harapan	17	11.2	3	1.9	1	80
4	Margo Jaya	20	15	3.6	2.5	1.7	90
5	Maju Jaya	26.8	15.1	4.2	2	1.25	100
6	Sinar Terang	30	17	4.2	2.2	1.3	140
7	Pendawa	10	14	3	1	-	130
8	Nurani	15	16	3.25	1.58	-	160
9	Leo Tunggal	23	17.5	4.3	1.25	-	190
10	Sinar Baru	27	18.15	4.61	1.33	-	210
11	Sukses Putera	29	18.25	4.9	1.4	-	215
12	Putra Kartika	30	18.5	5.05	1.4	-	220
13	Dwipangga I	10	13	3.37	1.06	0.85	-
14	Dwipangga II	10	12	3.3	1.2	0.75	-
15	Hidayat	12	9.9	3.4	1.55	1.05	-
16	Sumber Rejeki	14	11.8	3.7	1.6	1.1	-
17	Harapan Baru	15	12.36	3.5	1.3	0.8	-
18	Setia Rejeki	20	17.07	3.68	1.53	1.03	-
19	Santosa	25	16.35	4.41	1.85	1.38	-
20	Mulia Indah	28	20.55	4	1.83	0.58	-
21	Fortuna	30	15.55	4.52	1.678	-	-
22	Mina Sejati	25	17.6	4.79	1.25	-	-
23	Kinantan	28	17.05	4.05	1.7	-	-
24	Makmur Jaya	29	17.18	4.52	1.7	-	-
25	Rejeki Indah	30	17.2	4.53	1.7	-	-
26	Simpati Baru	12	9.97	3.4	1.55	1.05	-
27	Sinta	14	11.8	3.7	1.6	1.1	-
28	Bahtera Kencana	15	12.36	3.5	1.3	0.8	-
29	Sukses Putera	28	20.55	4	1.83	1.13	-
30	Teguh Harapan	30	15.5	4.3	1.8	1.35	-
31	Setia Rejeki	19	14	4	1.5	-	-
32	Arjuna Barokah	28	17.5	5	1.5	-	-
33	Sekar Sari	28	17.9	5	1.5	-	-
34	Trisula	27	17.57	5	1.5	-	-
35	Sedayu	29	17.5	5.5	1.5	-	-
36	Molek	23	13	5	1.7	-	-
37	Srenggani	23	17.15	4.05	1.4	-	-
38	Rembulan	30	19.25	5.5	1.5	-	-
39	Selamet	21	18.75	4.75	1.25	-	-
40	Dunia Raya	21	20	4.25	1.25	-	-

(Sumber : Dinas Perikanan Propinsi Jawa Timur dan Syahbandar)

Tabel 4.5. Data Kapal Ikan Dengan Kapasitas Antara 10 s/d 30 GT)

well by the original formula:

$$\eta_K = 0.9922 - 0.05903 A_E/A_O + \\ + 0.07424(C_P - 0.0225 lcb)$$

Because the formulae above apply to ships with a conventional stern an attempt has been made to indicate a tentative formulation for the propulsion factors of single-screw ships with an open stern as applied sometimes on slender, fast sailing ships:

$$w = 0.3 C_B + 10 C_V C_B - 0.1$$

$$l = 0.10 \text{ and } \eta_R = 0.98.$$

These values are based on only a very limited number of model data. The influence of the fullness and the viscous resistance coefficient has been expressed in a similar way as in the original prediction formulae for twin-screw ships. These original formulae for twin-screw ships are:

$$w = 0.3095 C_B + 10 C_V C_B - 0.23 D/\sqrt{BT}$$

$$l = 0.325 C_B - 0.1885 D/\sqrt{BT}$$

$$\eta_R = 0.9737 + 0.111(C_P - 0.0225 lcb) + \\ - 0.06325 P/D$$

4. Estimation of propeller efficiency

For the prediction of the required propulsive power the efficiency of the propeller in open-water condition has to be determined. It has appeared that the characteristics of most propellers can be approximated well by using the results of tests with systematic propeller series. In [2] a polynomial representation is given of the thrust and torque coefficients of the B-series propellers. These polynomials are valid, however, for a Reynolds number of 2.10^6 and need to be corrected for the specific Reynolds number and the roughness of the actual propeller. The presented statistical prediction equations for the model-ship correlation allowance and the propulsion factors are based on Reynolds and roughness corrections according to the ITTC-1978 method, [3]. According to this method the propeller thrust and torque coefficients are corrected according to:

$$K_{T\text{-ship}} = K_{T\text{-B-series}} + \Delta C_D 0.3 \frac{P c_{0.75} Z}{D^2}$$

$$K_{Q\text{-ship}} = K_{Q\text{-B-series}} - \Delta C_D 0.25 \frac{c_{0.75} Z}{D}$$

Here ΔC_D is the difference in drag coefficient of the model section, P is the pitch of the propeller and

$c_{0.75}$ is the chord length at a radius of 75 per cent; Z is the number of blades.

$$\Delta C_D = (2 + 4(t/c)_{0.75}) \{0.003605 - (1.59 + 1.62 \log(c_{0.75}/k_p))^{-2.5}\}$$

In this formula t/c is the thickness-chordlength ratio and k_p is the propeller blade surface roughness.

For this roughness the value of $k_p = 0.00003$ m is used as a standard figure for new propellers.

The chord length and the thickness-chordlength ratio can be estimated using the following empirical formulae:

$$c_{0.75} = 2.073(A_E/A_O) D/Z$$

and

$$(t/c)_{0.75} = (0.0185 - 0.00125 Z) D/c_{0.75}.$$

The blade area ratio can be determined from the Keller's formula:

$$A_E/A_O = K + (1.3 + 0.3 Z) T/(D^2(p_o + \rho g h - p_v))$$

In this formula T is the propeller thrust, $p_o + \rho g h$ the static pressure at the shaft centre line, p_v is the vapour pressure and K is a constant to which the following figures apply:

$$K = 0 \text{ to } 0.1 \text{ for twin-screw ships}$$

$$K = 0.2 \text{ for single-screw ships}$$

For sea water of 15 degrees centigrade the value $p_o - p_v$ is 99047 N/m^2 .

The given prediction equations are consistent with shafting efficiency of

$$\eta_S = P_D/P_S = 0.99$$

and reflect ideal trial conditions, implying:

- no wind, waves and swell,
- deep water with a density of 1025 kg/m^3 and temperature of 15 degrees centigrade and
- a clean hull and propeller with a surface roughness according to modern standards.

The shaft power can now be determined from:

$$P_S = P_D / (\eta_E \eta_n \eta_S \frac{1-w}{1+w})$$

5. Numerical example

The performance characteristics of a hypothetical single-screw ship are calculated for a speed of 25 kn. The calculations are made for the various ship components and the propulsion factors, successively.

The main ship particulars are listed in the Table 1.

where h_B is the position of the centre of the transverse area A_{BT} above the keel line and T_F is the forward draught of the ship.

The additional resistance due to the presence of a bulbous bow near the surface is determined from:

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

where the coefficient P_B is a measure for the emergence of the bow and F_{nT} is the Froude number based on the immersion:

$$P_B = 0.56 \sqrt{A_{BT}} / (T_F - 1.5 h_B)$$

and

$$F_{nT} = V / \sqrt{g(T_F - h_B - 0.25 \sqrt{A_{BT}}) + 0.15 V^2}$$

In a similar way the additional pressure resistance due to the immersed transom can be determined:

$$R_{TR} = 0.5 \rho V^2 A_{TR} c_6$$

The coefficient c_6 has been related to the Froude number based on the transom immersion:

$$c_6 = 0.2(1 - 0.2 F_{nT}) \quad \text{when } F_{nT} < 5$$

or

$$c_6 = 0 \quad \text{when } F_{nT} \geq 5$$

F_{nT} has been defined as:

$$F_{nT} = V / \sqrt{2 g A_T / (B + B C_{WP})}$$

In this definition C_{WP} is the waterplane area coefficient.

The model-ship correlation resistance R_A with

$$R_A = \frac{1}{2} \rho V^2 S C_A$$

is supposed to describe primarily the effect of the hull roughness and the still-air resistance. From an analysis of results of speed trials, which have been corrected to ideal trial conditions, the following formula for the correlation allowance coefficient C_A was found:

$$C_A = 0.006(L + 100)^{-0.16} - 0.00205 + \\ + 0.003\sqrt{L/7.5} C_B^4 c_2 (0.04 - c_4)$$

with

$$c_4 = T_F / L \quad \text{when } T_F / L \leq 0.04$$

or

$$c_4 = 0.04 \quad \text{when } T_F / L > 0.04$$

In addition, C_A might be increased to calculate e.g. the effect of a larger hull roughness than standard. To this end the ITTC-1978 formulation can be used from which the increase of C_A can be derived for roughness values higher than the standard figure of $k_s = 150 \mu\text{m}$ (mean apparent amplitude):

increase $C_A = (0.105 k_s^{1/3} - 0.005579) / L^{1/3}$

In these formulae L and k_s are given in metres.

3. Prediction of propulsion factors

The statistical prediction formulae for estimating the effective wake fraction, the thrust deduction factor and the relative-rotative efficiency as presented [1] could be improved on several points. For single-screw ships with a conventional stern arrangement the following adapted formula for the wake fraction can be used:

$$\omega = c_9 C_V \frac{L}{T_A} \left(0.0661875 + 1.21756 c_{11} \frac{C_V}{(1 - C_{P1})} \right. \\ \left. + 0.24555 \sqrt{\frac{E}{L(1 - C_{P1})}} - \frac{0.09726}{0.95 - C_P} + \frac{0.1143}{0.95 - C_P} \right. \\ \left. + 0.75 C_{steer} C_V + 0.002 C_{steer} \right)$$

The coefficient c_9 depends on a coefficient c_8 defined as:

$$c_8 = BS / (LDT_A) \quad \text{when } B/T_A < 1$$

or

$$c_8 = S(7D/T_A - 25) / (LD(B/T_A - 3)) \quad \text{when } B/T_A > 1$$

$$c_9 = c_8$$

or

$$c_9 = 32 - 16 / (c_8 - 24) \quad \text{when } c_8 > 32$$

$$c_{11} = T_A / D \quad \text{when } T_A / D < 1$$

or

$$c_{11} = 0.053773 (T_A / D)^2 + 1.33333 \quad \text{when } T_A / D > 1$$

In the formula for the wake fraction, C_V is the viscous resistance coefficient with $C_V = (1 + k) C_F + C_{P1}$. Further:

$$C_{P1} = 1.45 C_F - 0.315 - 0.0225 k c_8$$

In a similar manner the following approximate formula for the thrust deduction for single-screw ships with a conventional stern can be applied:

$$I = 0.001979 L / (B - BC_{P1}) + 1.0585 c_{10} + \\ - 0.00521 - 0.1418 D^2 / (BT) + 0.0015 C_{steer}$$

The coefficient c_{10} is defined as:

$$c_{10} = B/L \quad \text{when } L/B > 1$$

or

$$c_{10} = 0.201 - 0.003728401 / (B/L - 0.134615385) \quad \text{when } L/B < 1$$

The relative-rotative efficiency can be predicted

waterline length L , C_{WP} is the waterplane area coefficient and A_{BT} is the transverse sectional area of the bulb at the position where the still-water surface intersects the stem.

The appendage resistance can be determined from:

$$R_{APP} = 0.5 \rho V^2 S_{APP} (1 + k_2)_{eq} C_F$$

where ρ is the water density, V the speed of the ship, S_{APP} the wetted area of the appendages, $1 + k_2$ the appendage resistance factor and C_F the coefficient of frictional resistance of the ship according to the ITTC-1957 formula.

In the Table below tentative $1 + k_2$ values are given for streamlined flow-oriented appendages. These values were obtained from resistance tests with bare and appended ship models. In several of these tests turbulence stimulators were present at the leading edges to induce turbulent flow over the appendages.

Approximate $1 + k_2$ values

rudder behind skeg	1.5 - 2.0
rudder behind stern	1.3 - 1.5
twin-screw balance rudders	2.8
shaft brackets	3.0
skeg	1.5 - 2.0
strut bossings	3.0
hull bossings	2.0
shafts	2.0 - 4.0
stabilizer fins	2.8
dome	2.7
bilge keels	1.4

Equivalent $1 + k_2$

The equivalent $1 + k_2$ value for a combination of appendages is determined from

$$(1 + k_2)_{eq} = \frac{\Sigma (1 + k_2) S_{APP}}{\Sigma S_{APP}}$$

The appendage resistance can be increased by the resistance of bow thruster tunnel openings according to:

$$\rho V^2 d^2 C_{PRO}$$

where d is the tunnel diameter.

The coefficient C_{PRO} ranges from 0.003 to 0.012. For openings in the cylindrical part of a bulbous bow the lower figures should be used.

The wave resistance is determined from:

$$R_w = c_1 c_2 c_3 \rho g \exp(m_1 F_n^{1/2} + m_2 \cos(\lambda F_n^{-1/2}))$$

with:

$$c_1 = 2153105 c_7^{0.5413} (L/B)^{0.9751} (90 - i_E)^{-0.375}$$

$$c_7 = 0.229577 (B/L)^{0.13333} \quad \text{when } B/L < 0.11$$

$$c_7 = b/L$$

when $0.11 < B/L < 0.2$

$$c_7 = 0.5 + 0.0025 L/B \quad \text{when } B/L > 0.2$$

when $B/L > 0.2$

$$c_2 = \exp(-1.89 \sqrt{c_3})$$

$$c_3 = 1 - 0.847 + 37 C_{BT}$$

In these expressions c_2 is a parameter which accounts for the reduction of the wave resistance due to the installation of a bulbous bow. Similarly, c_3 expresses the influence of a transom stern on the wave resistance. The expression A_{BT} represents the immersed part of the transverse area of the transom at zero speed.

In this figure the transverse area of wedges placed on the transom chine should be included.

In the formula for the wave resistance, F_n is the Froude number based on the waterline length L . The other parameters can be determined from:

$$\lambda = 1.446 C_F - 0.03 L/B \quad \text{when } L/B < 0.11$$

$$\lambda = 1.446 C_F - 0.36 \quad \text{when } L/B > 0.2$$

$$m_1 = 0.0140407 L/T - 1.75254 T^{1/3}/L + 4.79523 B/L - c_{15}$$

$$c_{15} = 8.07981 C_F - 13.8673 C_F^2 + 6.984388 C_F^3 \quad \text{when } C_F < 0.11$$

$$c_{15} = 1.73014 - 0.7067 C_F \quad \text{when } C_F > 0.11$$

$$m_2 = c_{15} C_F^2 \exp(-0.1 F_n^{-2})$$

The coefficient c_{15} is equal to -1.69385 for $L^3/T < 512$, whereas $c_{15} = 0.0$ for $L^3/T > 1727$.

For values of $512 < L^3/T < 1727$, c_{15} is determined from:

$$c_{15} = -1.69385 + (L/T^{1/3} - 8.0)/2.36$$

$$+ d = -0.9$$

The half angle of entrance i_E is the angle of the waterline at the bow in degrees with reference to the centre plane but neglecting the local shape at the stem. If i_E is unknown, use can be made of the following formula:

$$i_E = 1 + 89 \exp(-1(L/B)^{0.5036} (1 - C_{BT})^{0.3245} (1 + C_F - 0.0225 L/B)^{0.636} (L_S/B)^{0.3447} (100 T/L^3)^{0.1392})$$

This formula, obtained by regression analysis of 200 hull shapes, yields i_E values between 1° and 9° . The original equation in [1] sometimes resulted in negative i_E values for exceptional combinations of hull-form parameters.

The coefficient that determines the influence of a bulbous bow on the wave resistance is c_4 :

$$c_4 = 0.56 A_{BT}^{1/2} (RT)(0.31 \sqrt{A_{BT}^{1/2}} + F_n^{-1} + h_g)$$

AN APPROXIMATE POWER PREDICTION METHOD

by

J. Holtrop^{*} and G.G.J. Mennen^{*}

1. Introduction

In a recent publication [1] a statistical method was presented for the determination of the required propulsive power at the initial design stage of a ship. This method was developed through a regression analysis of random model experiments and full-scale data, available at the Netherlands Ship Model Basin. Because the accuracy of the method was reported to be insufficient when unconventional combinations of main parameters were used, an attempt was made to extend the method by adjusting the original numerical prediction model to test data obtained in some specific cases. This adaptation of the method has resulted into a set of prediction formulae with a wider range of application. Nevertheless, it should be noticed that the given modifications have a tentative character only, because the adjustments are based on a small number of experiments. In any case, the application is limited to hull forms resembling the average ship described by the main dimensions and form coefficients used in the method.

The extension of the method was focussed on improving the power prediction of high-block ships with low L/B -ratios and of slender naval ships with a complex appendage arrangement and immersed transom sterns.

Some parts of this study were carried out in the scope of the NSMB Co-operative Research programme. The adaptation of the method to naval ships was carried out in a research study for the Royal Netherlands Navy. Permission to publish results of these studies is gratefully acknowledged.

2. Resistance prediction

The total resistance of a ship has been subdivided into:

$$R_{\text{total}} = R_F(1+k_1) + R_{APP} + R_W + R_B + R_{TR} + R_A$$

where:

R_F frictional resistance according to the ITTC-1957 friction formula

$1+k_1$ form factor describing the viscous resistance of the hull form in relation to R_F

R_{APP} resistance of appendages

R_W wave-making and wave-breaking resistance

R_{TR} additional pressure resistance of bulwarks near the water surface

^{*} Netherlands Ship Model Basin, (Marin), Wageningen, The Netherlands

R_{TR} additional pressure resistance of transom stern

R_A model-ship correlation resistance.

For the form factor of the hull the prediction formula:

$$1+k_1 = c_{13}(0.93 + c_{12}(B/L_R)^{0.92497} \\ (0.95 - C_p)^{-0.521446}(1 - C_p + 0.0225 lcb)^{0.92497}$$

can be used.

In this formula C_p is the prismatic coefficient on the waterline length L and lcb is the longitudinal position of the centre of buoyancy forward of 0, a percentage of L . In the form-factor formula L_R parameter reflecting the length of the run according to:

$$L_R/L = 1 - C_p + 0.06 C_p/lcb/(4 C_p - 1)$$

The coefficient c_{12} is defined as:

$$c_{12} = (T/L)^{0.2225446} \quad \text{when } T/L > 0.02$$

$$c_{12} = 48.20(T/L - 0.02)^{2.075} + 0.479948 \quad \text{when } 0.02 < T/L < 0.1$$

$$c_{12} = 0.479948 \quad \text{when } T/L < 0.1$$

In this formula T is the average modified draft. The coefficient c_{13} accounts for the specific shape of the afterbody and is related to the coefficient C_M according to

$$c_{13} = 1 + 0.003 C_M$$

For the coefficient C_M the following tentative guidelines are given:

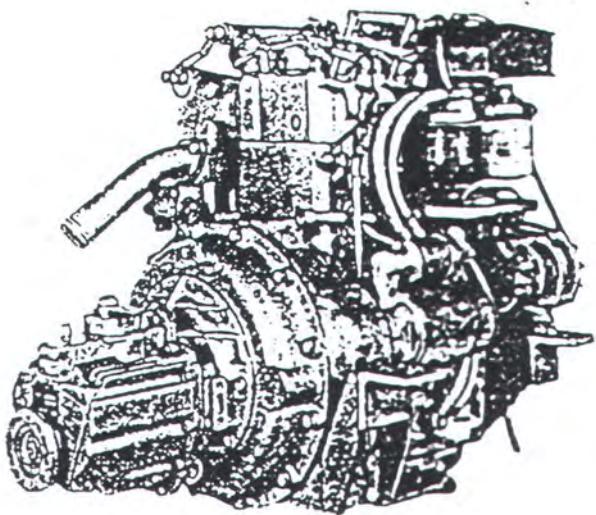
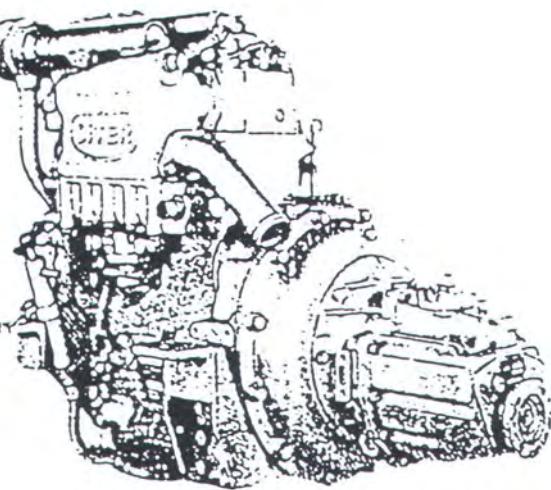
Afterbody form	C_M
U-shaped sections	+ 10
Normal section shape	0
U-shaped section with Hogner stern	+ 10

The wetted area of the hull can be calculated well by:

$$S = L(C_T + B)\sqrt{C_M}(0.453 + 0.6425 C_B + \\ - 0.2862 C_M + 0.003467 h T + 0.1713 C_B \\ + 2.23 A_{ST}/C_B)$$

In this formula C_M is the midship section coefficient, C_B is the block coefficient on the basis of

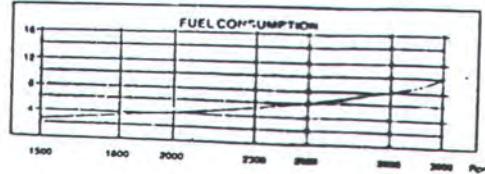
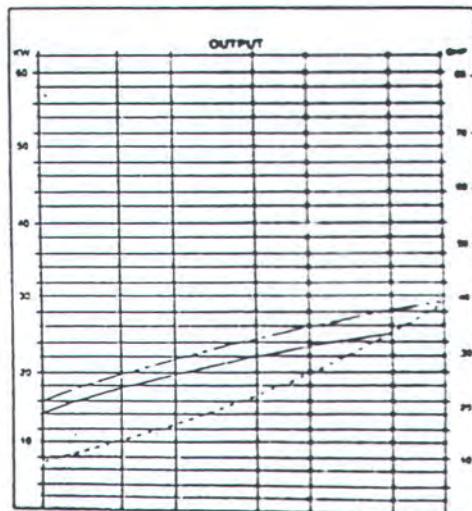
MARINE DIESEL ENGINES



D 203-2
Indirect cooling

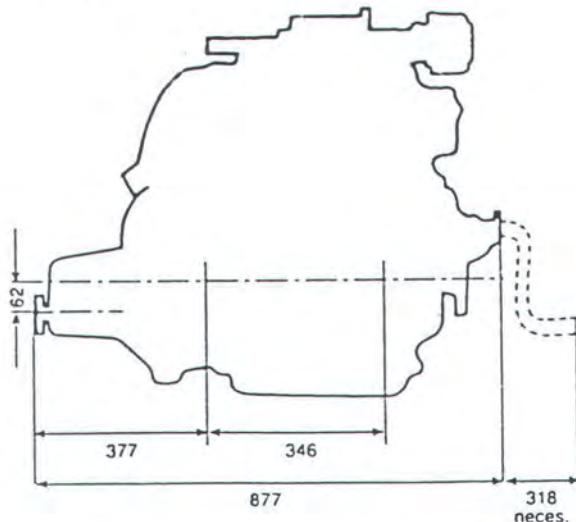
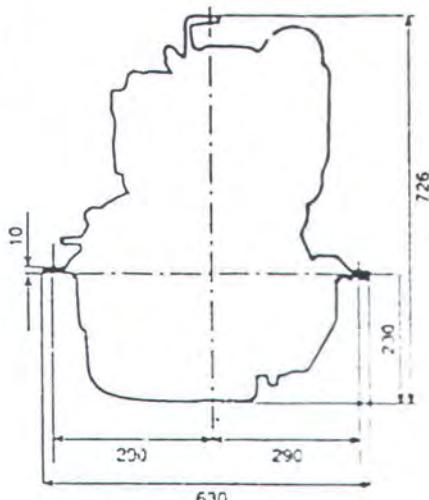
Model MARINE Indirect watercooled D 203-2
 Output (max.) 29 kW; 39,5 HP
 Work cycle Four stroke
 Number of cylinders.. Two
 Bore 100 mm
 Stroke 105 mm
 Displacement 1,650 ltrs
 Combustion method.. Direct injection

— Continuous output according to DIN 6071 for commercial craft
 - - - Intermittent output for pleasure craft
 - - - Power curve of the generator motor



R.p.m.	ENGINE OUTPUT				FUEL CONSUMPTION	
	COMMERCIAL CRAFT		PLEASURE CRAFT		Commercial	Pleasure
	kW	HP	kW	HP	Liters/hour	Liters/hour
1,800	14	19	16	21.5	2.5	2.5
1,800	17.5	23.5	19.8	26.5	3	3
2,000	19.5	26.5	22	30	4	4
2,300	22	30	25	34	5	5
2,500	26.5	35	28.5	38	6	6
2,800	25	34	28	36	8	8
3,000	-	-	29	39.5	-	9.5

DIMENSIONS



DESIGN FEATURES D 203-2

Combustion method: Direct injection

Impression ratio: 17.5 : 1.

Air cleaner: Marine air strainer.

Generator: 12 volt 33 amp

Shaft: Drop forged steel - gear driven - induction hardened cams & journals.

Component interchangeability: High degree for ease in maintenance & spare parts stock.

Connecting rod: Drop forged alloy steel - serrated - diagonally split big end.

Cooling: Watercooled, Indirect-with self priming Jabsco pump, centrifugal fuel water pump, brass shell and tube, heat exchanger, with zinc anode protection and surge chamber.

Case: Deep set design - cast iron - reinforced sidewalls assure stability and positive bearing alignment.

Shaft: Drop forged alloy steel - induction hardened journals - Bolt & counterweights.

Cylinder head: Individual-cast iron

Cylinders: Individual - replaceable - high wear resistant cast iron. Wet liner.

Electric starter: 12 volt/1.3 kW

Engine configuration: Vertical in-line

Exhaust elbow: Watercooled with direct water discharge.

Fuel transfer pump: Cam operated - diaphragm type with special hand priming feature.

Fuel filter: Replaceable cartridge - high mount.

Flywheel housing: SAE 4 standard, options available.

Governor regulation: ±3 % High speed centrifugal governor.

Injection nozzle: M 11 (four hole) nozzle

Injection pump: Cam operated. Block type

Lube oil filling: High mounted allowing for easy fill from above engine.

Lube oil filter: Full flow, replaceable-high mount.

Lubrication: Full pressure feed with gear type pump.

Lube oil consumption: 30 gr/hr.

Main and rod bearings: Multi-layer precision steel bearings copper/lead-tin plated with steel back.

Marine gearbox: Mechanical type, 2:1 reduction-reverse.

Minimum engine speed:

Under load: 1,500 r.p.m.

Idle speed: 650 r.p.m.

Number of bearings: Number of cylinders plus one.

Oil dipstick: High mount.

Oil sump capacity: 4.5 ltrs.

Permissible Inclination (With standard oil sump):

Continuous duty longitudinal/transverse: 12°/15°.

Intermittent duty longitudinal/transverse: 20°/20°.

Pistons: High strength aluminium alloy-full floating piston pins.

Rotation: Counterclockwise facing flywheel end according to DIN 626.

Starting system: High mount hand start and Electric start 12 volt.

Valves: Overhead arrangement - one inlet and exhaust per cylinder.

Weight (approx):

Electric start: 291 Kgs.

With gearbox: 306 Kgs.

OPTIONS AVAILABLE

Classification society certificates.

Exhaust silencers.

Speed controls.

Instrument panels.

Mounting feet.

Shafts.

Stern tubes.

Propellers.



PT. Loma - Bisma - Indra (Persero)

HEAD OFFICE: Jl. Raya Tangerang KM. 10.5, Tangerang, Banten, INDONESIA. Phone: (62 031) 5670275 - 5663836, Fax: (031) 5671072, TEL: 34210 851 855 MA P.O. BOX 9158 DM - CABLE: 881
COMBUSTION ENGINE Group (Bare Engine Division, Power Plant (PLTD) Division, Spare Parts Division)



LINGKUP PRODUKSI

MARINE ENGINE SET

No. Order	:	
Proyek	:	
Pemesan	:	KUD Prlmkopin Selayar
Tipe	:	D 203 - 2
Jumlah	:	1 unit
Daya	:	28 kW / 38 HP
Putaran	:	2.800 rpm
Rating	:	

Technical Specification

Model	:	MARINE Indirect watercooled D 203-2
Output (max)	:	29 kW; 39.5 HP
Work cycle	:	Four stroke
Number of cylinders	:	Two
Bore	:	100 mm
Stroke	:	105 mm
Displacement	:	1.650 ltrs
Combustion method	:	Direct injection
Engine output	:	28 kW/ 38 HP
Revolution	:	2.800 rpm

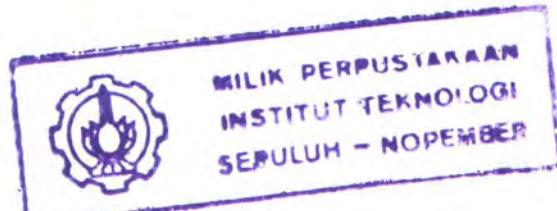
DESIGN FEATURES D203-2

Combustion method	:	Direct injection
Compression ratio	:	17.5:1.
Air cleaner	:	Marine air strainer
Alternator	:	12 volt 33 amp.
Crankshaft	:	Drop forged steel-gear driven- induction hardened cams and journals
Component interchangeability	:	High degree for ease in maintenance and spare parts stock.
Connecting rod	:	Drop forged alloy steel-serrated-diagonally split journal end.
Cooling	:	Water cooled Indirect-with self priming jabsco pump, centrifugal jacket water pump, brass she and tube, heat exchanger,with zinc anode protection and surge chamber
Crankcase	:	Deep set design- cast iron- reinforced sidewalls assure rigidity and positive bearing alignment.
Crankshaft	:	Drop forged alloy steel, induction hardened journals- bolt-on counterweights
Cylinder head	:	Individual- castiron.
Cylinders	:	Individual-replaceable- high wear resistant cast iron wet type liner
Electric starter	:	12 volt/ 1.3 kW
Engine configuration	:	Vertical in-line
Exhaust elbow	:	Watercooled with direct water discharge.
Fuel transfer pump	:	Cam operated- diaphragm type with special hand priming feature
Fuel filter	:	Replaceable cartridge-high mount
Flywheel housing	:	SAE 4 standart, options available
Governor regulation	:	3%. High speed centrifugal governor

Injection nozzle	Multi (four hole) nozzle.
Injection pump	Cam operated. Block type
Lube oil filling	High mounted allowing for easy fill from above engine
Lube oil filter	Full flow, replaceable-high mount.
Lubrication	Full pressure feed with gear type pump.
Lube oil consumption	45 gr/hr.
Main and rod bearings	Multi-layer precision steel bearings cooper/leadtin plated with steel back
Marine gearbox	Mechanical type
Minimum engine speed	- Under load : 1.500 r.p.m. - Idle speed : 650 r.p.m.
Number of bearing	Number of cylinders plus one
Oil dipstick	High mount.
Oil sump capacity	7 ltrs
Permissible inclination (with standard oil sump)	- Continuous duty longitudinal / 15°/15° - Intermittent duty longitudinal/transverse 25°/35°
Pistons	High strength aluminium alloy-full floating piston pins
Rotation	Counterclockwise facing flywheel end according to DIN 6265
Starting system	High mount hand start and Electric start 12 volt
Valves	Overhead arrangement-one inlet and exhaust per cylinder
Weight	- Electric start : 353 Kgs. - V ₁₂ gearbox : 305 Kgs.
Options Available	- Classification society certificates - Exhaust silencers. - Speed controls - Instrument panels. - Mounting feet. - Shafts. - Stern tubes. - Propellers.

Additional:

Stern Arrangement		Gbr M A2 24 217
Propeller shaft		
- Diameter	34 mm	
- Length	2400 mm (max)	- disesuaikan kondisi pasar
- Material	Stainless steel	
- Complete with	Nut 1 pc	1 pc
	Propeller Key 1 pc	1 pc
	Flange + Key 1 set	1 set
Stern Tube		
- Diameter	67 mm	
- Length	800 mm	
- Material	Bronze casting / stainless steel	
- Complete with	Packing Grand	1 roll
	Stern Setting Metal + Bolt and Nut	1 set
	Bush (for propeller shaft)	1 set
	Baut full drat $\frac{1}{2}$ " x 1m	2 buah
	Mur $\frac{1}{2}$ "	16 buah
	Ring plat $\frac{1}{4}$ "	32 buah
Propeller B 3.50		
- Diameter	18"	
- Pitch	13"	



- Material : High strength casting brass		
Flange poros (poros propeler ke gearbox)		Gambar menunggu shaft
- flange		
- mur		
- ring		
Exhaust System		
- pipe SGP 1 1/2"	4 m	
- pipe SGP 2 1/2"	1 m	
- Reducer 2 1/2" x 1 1/2"	1 buah	
- Elbow 1 1/2" , 90	3 buah	
- Elbow 2 1/2" , 90	1 buah	
- Flens 1 1/2"	6 buah	
- Flens 2 1/2"	4 buah	
- Silencer ex. Koel	1 buah	
- Klem pipa 1 1/2"	2 buah	
- Asbestos dia 10 mm	1 rol	
- Kawat anyam galvanis (tahan karat)	2 m	
Cooling System		
- Elbow kuningan 3/4"(drat)	2 buah	Isap
- Nipple kuningan double drat 3/4"	2 buah	Isap
- Slang plastik spirai 1"	2 m	Isap
- Klem kawat 1"~ 2"	3 buah	
- Kiep bawah 1" (kuningan)	1 buah	Lihat contoh (P. Bagus)
- Slang plastik 1" (yang ada serat nilonnya)	4 m	Tekan
Pondasi mesin		
- Mur + baut + ring pondasi M16 x 300	4 buah	
Sistem Bahan Bakar		
- Slang plastik dia ± 10 mm / 3/8" (yang ada serat nilonnya)	5 m	BBM
- Klem dia. 10 mm	4 buah	
Sistem kendali (Control)		
- Remote control handle (double)	1 buah	
- Remote control cable for speed	1 buah	
- Remote control cable for gear shifting	1 buah	
- Angle joint untuk speed & gear box	2 buah	
- Bracket engine speed	1 buah	
- Bracket gear box	1 buah	
- Baut + mur + ring pir stainless steel untuk flens M10 x 40	4 buah	
Electrical system		
- Battery 12 V x 120 AH cable		
- Battery cable 1.5 m	2 buah	
Tool		
- Standard tool	1 set	
- Special tool	1 buah	gambar terlampir
Engine Panel		
- Standard Ditter		
- Expanded Cable NYAF dia 2.5 mm	4 buah	coklat, hijau, biru, hitam
Book		
- Instruction manual book	1 set	
- Spare part list	1 buah	
Generating Set 2 kVA	1 unit	bantuan



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN

Kampus ITS -Sukolilo, Surabaya 60111 Telp. 5947254, 5994251-5 Faks. 1173 - 1176 5947254

SURAT KEPUTUSAN TUGAS AKHIR

No. : 367 a/ K03.4.2/PP/2003

Nama Mahasiswa : Dinas Hariyanto
Nomor Pokok : 4199100448
Tanggal diberi tugas : 03 September 2003
Tanggal selesai tugas : 10 Januari 2004
Dosen Pembimbing : 1. Ir. IKA Pria Utama, MSc., Ph.D.
2. Ir. Maahar Manfaat Wartono

Uraian / judul tugas akhir yang diberikan :

ANALISIS PERHITUNGAN TAHANAN KAPAL IKAN KAYU TRADISIONAL " STUDI KASUS DI DAERAH JAWA TIMUR "

Surabaya, 10 September 2003

Jurusan Teknik Perkapalan
Ketua,

Tembusan :

1. Yth. Dekan FTK-ITS
2. Yth. Dosen Pembimbing
3. Arsip





FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN ITS

JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN

DAFTAR KEMAJUAN TUGAS AKHIR (NA 1701)

na mahasiswa
P.
as diberikan
ggal mulai tugas
ggal selesai tugas
sen Pembimbing

: Dinas Hajiyantri
: 4199100448
: Semester Gasal 2003 / 2004
: 03 September 2003
: 10 Januari 2004
: 1. Ir. IKA. Pria. Utama, M.Sc, Ph.D.
2. Ir. Mahardjo Hartono

Tanggal	Uraian Kemajuan Tugas	Tanda Tangan
1/09 -03	Studi Pertulisan dan Metodi Perhitungan Tahapan	
1/09 -03	Persiapan Survey Lapangan ke Muara Jaya	
1/10 -03	Laporan hasil-hasil dari Survey Lapangan dan Pembuatan Lines Plan kapal Muara Jaya	
1/10 -03	Pembuatan Model Kapal Muara Jaya pakai Software Maxsurf Pro.	
1/11 -03	Persiapan Survey Lapangan ke Pacitan	
1/11 -03	Laporan hasil-hasil dari Survey Lapangan dan Pembuatan Lines Plan kapal Pacitan	
1/12 -03	Pembuatan Model Kapal Pakai Software Maxsurf Pro. pada kapal Pacitan	
1/12 -03	Perhitungan Tahapan kapal dengan 14 metode yang ada	

lihat halaman berikutnya

