

**TUGAS MERANCANG KAPAL
KP 4209**

PERENCANAAN KAPAL TUNDA 2 x 900 HP

**Diajukan untuk melengkapi tugas – tugas guna memenuhi persyaratan
mencapai gelar Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Perkapalan**

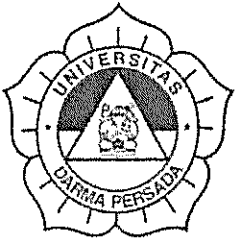
Oleh :

NAMA : KUNKEL SITOMPUL

N.I.M : 96310008



**JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
UNIVERSITAS DARMA PERSADA
JAKARTA
2003**



UNIVERSITAS DARMA PERSADA

FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN

JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN

Jl. Radin Inten II, Pondok Kelapa Jakarta Timur, 13450

Telp. (021) 8649051-57 Pes. 2029

SURAT KETERANGAN PERMOHONAN UJIAN SIDANG TUGAS MERANCANG KAPAL

Yang bertanda tangan dibawah ini menerangkan bahwa :

Nama : Kunkel Sitompul
N.I.M : 96310008
Jurusan : TEKNIK PERKAPALAN
Judul Tugas Merancang : PERENCANAAN KAPAL TUNDA 2 X 900 Hp

Bermaksud untuk mengajukan permohonan Ujian Sidang Tugas Merancang Kapal dan telah menyelesaikan Tugas Merancang Kapal yang disetujui oleh :

No.	Dosen Pembimbing	Disetujui Tanggal	Paraf
1	DR.Ir. Abdul Hamid, M.Eng	25 Juli 03	
2	Ir. Augustinus Pusaka, Msc	24-7-2003	
3	Ir. Danny Faturachman, MM	24-7-2003	

Jakarta,.....

Mengetahui,
Dekan

(Ir. Marthin J Tamaela)

Ketua Jurusan
Teknik Perkapalan

(Ir Augustinus P Msc)

KATA PENGANTAR

Puji Syukur Kehadirat Ilahi Rabbi Alloh SWT yang telah melimpahkan segala Rahmat Taufik dan hidayah-Nya, Shalawat serta salam semoga tercurahkan Kepada sebaik- baiknya manusia beliau adalah junjungan kita Nabi Besar Muhammad SAW. Sehingga Penulis dapat menyelesaikan Tugas Merancang Kapal ini, yang merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar kesarjanaan (S-1) di Fakultas Teknologi Kelautan Universitas Darma Persada.

Tugas merancang kapal ini berisi tentang perencanaan perhitungan merancang kapal Tunda 2 x 900 Hp (harbour), dimana penyusunannya disesuaikan menurut bahan dan materi yang disyaratkan dalam kurikulum Fakultas Teknologi Kelautan Jurusan Teknik Perkapalan.

Dengan selesainya Tugas Merancang kapal ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu serta meluangkan waktunya sehingga tugas merancang kapal ini dapat terselesaikan. Dalam kesempatan ini izinkanlah penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Marthin J Tamaela, selaku Dekan Fakultas Teknologi Kelautan.
2. Bapak Ir. Danny Faturrahman MM, selaku PUDEK I dan Dosen Pembimbing.
3. Ibu Ir. Fanny Octaviani, selaku PUDEK II.
4. Bapak Ir. Y. Arya Dewanto MT, selaku PUDEK III.
5. Bapak DR. Ir. A. Hamid M.Eng, selaku PUREK III dan Dosen Pembimbing.
6. Bapak Ir. Agustinus Pusaka.Msc , selaku Ketua Jurusan Teknik Perkapalan dan Dosen Pembimbing.
7. Ir. Theresiana Dwirina Novita, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Perkapalan.
8. Bapak Ir. Joedonowarso P, selaku Pembimbing Akademik.
9. Seluruh karyawan serta Dosen Fakultas Teknologi Kelautan.
10. Kedua Orang Tua yang tercinta beserta Keluarga yang telah banyak memberikan dorongan, semangat dan perhatian yang begitu besar kepada penulis.
11. Kawan –kawan di **Base of Education**
12. kekasihku "Evelyn Chandra" yang memberikan semangat dan perhatiannya kepada penulis

13. Rekan – rekan FTK dan alumni yang telah membantu penulis khususnya (Ir Andrias, Ir Bronson, Ir Carok, Ir Fadly, Ir Edwin, Ir Rudi H, Ir Zeke, Ir Apri, Ir Roy, Ir. J Andi P, Bobby, Binsar, Ortega, Manaf, Della, Eko, Moes, Zaldi, Adi S. semua tanpa terkecuali)
14. Angkatan TOP '96 FTK
15. Bojong Indah Estate (Efan SS, Cibon, Extrim, Agung SE, Ir Khairul, Akas, Anjal, Ir Sayid Trims Computernya, Ipul “ PUEGUJET. Com. Game Samurai Showdown, StarCarft, yang telah menemani penulis)
16. Serta seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan – kekurangan dalam penyusunan tugas merancang kapal ini, karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun untuk dapat memperbaiki dan melengkapi tugas merancang ini. Akhir kata penulis berharap semoga penyusunan tugas ini dapat bermanfaat bagi kita semua, khususnya untuk rekan – rekan yang berada pada jurusan Teknik Perkapalan.

Jakarta, Juli 2003



KUNKEL SITOMPUL

96310008

DAFTAR ISI

Halaman

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI

DAFTAR SIMBOL

BAB I	PENDAHULUAN	1
1.1.	Tinjauan Perancangan Kapal	1
1.2.	Biro Klasifikasi	2
1.3.	Bentuk Konstruksi Kapal	2
1.4.	Pemilihan Mesin Induk	3
1.5.	Peraturan Internasional	3
1.6.	Studi Pustaka	4
BAB II	PERHITUNGAN PERENCANAAN KAPAL	5
II.1.	PRARANCANGAN	5
1.1.	Prosedur Penentuan Ukuran Utama	6
1.2.	Metode Perhitungan.....	6
1.3.	Estimasi Sementara.....	7
3.1.	Estimasi Ukuran Utama Kapal	7
3.2.	Estimasi Koefisien Bentuk Kapal	9
1.4.	Perkiraan LWT, DWT, dan Displacemen	13
1.5.	Estimasi Stabilitas Awal dan Oleng Periode	17
1.6.	Estimasi Kurva Stabilitas Awal	18
1.7.	Momen Pengganggu Stabilitas	20
1.8.	Perkiraan Daya Tarik / Dorong	21
1.9.	Perkiraan Lambung Timbul	22
II.2.	PERENCANAAN UTAMA	24
2.1.	Perhitungan Kurva Prismatic	24
2.2.	Pembuatan Body Plan	30
2.3.	Rencana Garis	35

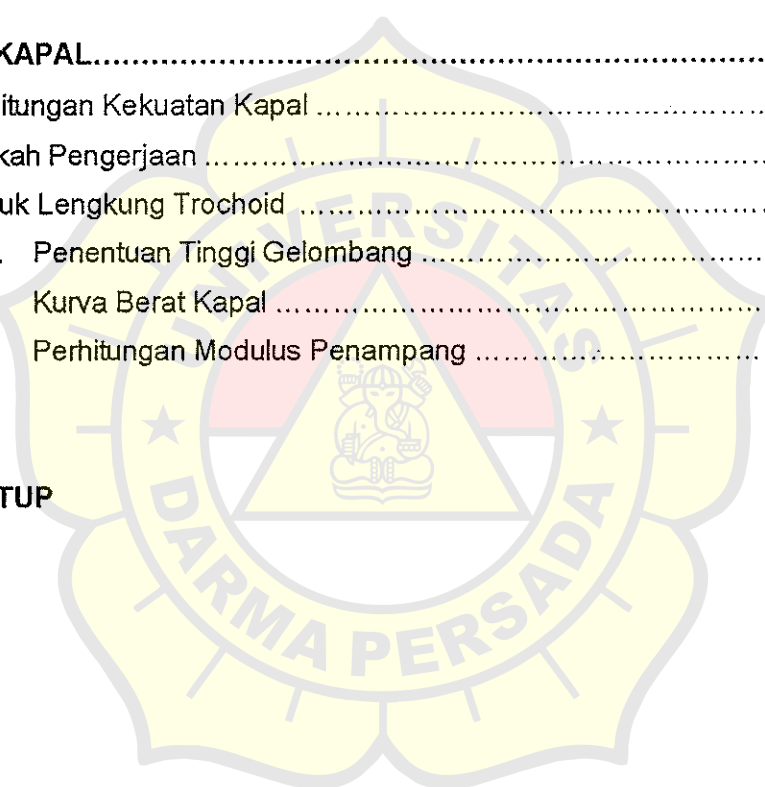
2.4	Perhitungan Hidrostatik Kapal	37
2.5	Perhitungan Kurva Bonjean.....	65
II.3.	PERHITUNGAN DAYA MESIN DAN PEMILIHAN ALAT	
	PROPULSI KAPAL	71
3.1.	Hambatan Kapal	71
3.1.1.	Diagram Gulddammer dan Harvald	73
3.1.2.	Data – Data Kapal Rancangan	78
3.1.3.	Perhitungan Hambatan Kapal Pada Kecepatan 12,5 Knot.....	79
3.2.	Penentuan Ukuran Utama Baling – Baling Kapal	88
3.2.1.	Perencanaan Baling – Baling Kapal	89
3.2.2.	Perhitungan Kavitasi	93
II.4.	RENCANA UMUM	98
4.1.	Penentuan Letak Sekat	98
4.2.	Susunan Anak Buah Kapal	99
4.3.	Perlengkapan Dan Peralatan Deck	99
4.4.	Akomodasi	103
4.5.	Mesin Kemudi Dan Instrumen Nautis	103
4.6.	Alat – Alat Keselamatan Pelayaran	107
4.7.	Pemadam Kebakaran	108
II.5.	TONNAGE Dan LAMBUNG TIMBUL.....	109
5.1.	Perhitungan Tonnage	109
5.2.	Perhitungan Gross Tonnage (GRT)	111
5.3.	Perhitungan Nett Tonnage Kapal	115
5.4.	Lambung Timbul	115
II.6.	PERHITUNGAN RUANG MUAT (CAPACITY PLAN).....	123
6.1.	Kapasitas Tangki – Tangk	123

II.7.	STABILITAS KAPAL Dan TRIM	129
7.1.	Perhitungan Kurva Stabilitas	130
7.2.	Langkah Pembuatan Kurva Silang	132
7.3.	Perhitungan Trim Kapal	156
II.8.	PEMERIKSAAN FLOODABLE LENGTH KAPAL	160
II.9.	KONSTRUKSI KAPAL	164
II.10.	KEKUATAN KAPAL	181
II.10.1.	Perhitungan Kekuatan Kapal	181
II.10.2.	Langkah Pengerjaan	181
10.2.1.	Bentuk Lengkung Trochoid	183
10.2.2.	Penentuan Tinggi Gelombang	185
10.2.3	Kurva Berat Kapal	187
10.2.4	Perhitungan Modulus Penampang	190

BAB III PENUTUP

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR SIMBOL

Tabulasi berikut menunjukkan simbol yang digunakan pada tugas merancang kapal ini. Karena huruf terbatas, kadangkala huruf yang sama digunakan untuk menyatakan lebih dari satu konsep.

- A luas pandangan samping lambung kapal dalam (m^2).
- A_{rudder} luas daun kemudi (m^2).
- A_c koefisien Admiralty.
- A_m luas penampang melintang tengah kapal (midship area) (m^2).
- AP after perpendicular (garis tegak buritan).
- A_{wl} luas bidang garis air (water line area) dalam (m^2).
- B lebar kapal, lebar tangki dalam (m).
- B_{rudder} lebar daun kemudi dalam (m).
- C_A koefisien penambahan hambatan untuk korelasi model - kapal.
- C_{AA} koefisien hambatan udara.
- C_{AS} koefisien hambatan kemudi.
- C_b koefisien blok.
- C_d koefisien displasemen kapal pembanding.
- C_F koefisien hambatan gesek.
- C_m koefisien tengah kapal.
- C_p koefisien prismatic memanjang.
- C_{pa} koefisien prismatic belakang.
- C_{pf} koefisien prismatic depan.
- C_R koefisien hambatan sisa.
- C_T koefisien hambatan total.
- C_w koefisien garis air kapal.
- d diameter poros dalam (m), diameter rantai dalam (inch).
- Δ displasemen kapal dalam (ton).
- D displasemen kapal dalam (ton).

- DDT perubahan displasemen karena kapal mengalami trim buritan sebesar 1 cm (displacement due to one cm change of trim by stern) dalam (ton).
- $d\phi$ sudut kemiringan.
- D_o diameter optimum baling-baling dalam (m).
- D_{prop} diameter baling-baling dalam (m).
- e deck stringer dalam (mm).
- E panjang efektif bangunan atas dalam (m).
- EHP efektif horse power dalam (HP).
- f ratio untuk lambung timbul fb/H' .
- F disk area of the screw dalam (m^2), letak lambung timbul untuk fresh water load line dalam (m).
- F_a developed blade area dalam (m^2).
- F_a/F blade area ratio propeller.
- fb freeboard (lambung timbul) dalam (m).
- F_n angka froude $\left(\frac{V_s}{\sqrt{g \times L_{pp}}} \right)$
- FP fore perpendicular (garis tegak haluan).
- F_p projected area of the blades dalam (m^2).
- $F_{p'}$ projected blade area dalam (m^2).
- F_p/F_a developed blade area ratio.
- FS frame spacing (jarak gading) dalam (m).
- F_s lambung timbul minimum dalam (m).
- γ berat jenis minyak $0,865 \text{ t/m}^3$, berat jenis air laut $1,025 \text{ t/m}^3$.
- g gaya gravitasi $9,81 \text{ m/dt}^2$.
- GG' free surface dalam (m).
- GM tinggi metasentra melintang dalam (m).
- h Jarak ordinat ($L_{pp}/station$), tinggi bangunan atas, tinggi centre girder, tinggi efektif diukur dari garis muat sampai puncak teratas rumah geladak dalam (m), deck load (beban geladak) dalam kN/m^2 .

- h' tinggi dari uppermost continuous deck sampai ke puncak rumah geladak dalam (m).
- H tinggi kapal dalam (m).
- H_{rudder} tinggi daun kemudi dalam (m).
- H' $H - ML$ dalam (m).
- H_{min} minimum bow height (tinggi haluan minimum) dalam (m).
- H_o/D pitch ratio baling-baling.
- η_H efisiensi badan kapal $(1 - t) / (1 - w)$.
- η_{po} efisiensi baling-baling.
- η_{rr} efisiensi rotary relatif.
- h_{st} tinggi standar bangunan atas dalam (m).
- I momen inersia dalam (m^4).
- KB jarak/letak titik tekan vertikal dari lunas dalam (m).
- KG jarak/letak titik berat vertikal dari lunas dalam (m).
- KM jarak/tinggi metasentra melintang dari lunas dalam (m).
- KM_L jarak/letak metasentra memanjang dalam (m).
- L jarak memanjang tangki, panjang ruangan dalam (m), berat barang bawaan dalam (kg).
- L' panjang poop/forecastle, panjang untuk ruangan dalam (m).
- $L/\nabla^{1/3}$ rasio panjang - displasemen.
- LCB jarak/letak titik tekan memanjang dari tengah kapal dalam (m).
- LCF jarak/letak titik apung dari tengah kapal dalam (m).
- LCG jarak/letak titik berat dari tengah kapal dalam (m).
- Loa length over all (panjang keseluruhan) dalam (m).
- L_{pp} length between perpendicular (panjang antara garis tegak) (m).
- L_{wl} panjang garis air dalam (m).
- L_{wp} panjang paralel midle body dalam (m).
- LWT light weight (berat kapal kosong) dalam (ton).
- μ koefisien permeabilitas.
- ML margin line (batas dalam dari bulkhead deck) 76 mm.
- MTC momen untuk mengubah trim 1 cm dalam (tm).

- n jumlah station, putaran baling-baling per detik (rps).
- N putaran baling-baling (rpm).
- P - Pv beda tekanan statik pada sumbu baling-baling dalam (kg/m^2).
- P berat rata-rata ABK dalam (kg).
- R radius of bilga (jari-jari bilga) dalam (m).
- R_{AA} hambatan udara dalam (kg).
- R_f hambatan gesek dalam (kg).
- R_n angka Reynolds.
- R_r hambatan sisa dalam (kg).
- R_T hambatan total dalam (kg).
- S letak lambung timbul untuk summer load line dalam (m), sheer credit (faktor yang akan ditampilkan terhadap sheer), angka sorong dalam (kg), jarak dalam (m), jarak pelayaran dalam (mil), luas permukaan basah badan kapal dalam (m^2).
- S₁ luas permukaan basah badan dan anggota badan kapal (m^2).
- σ angka kavitasi.
- S_a sheer bagian belakang dalam (m).
- S_{AH} sheer credit pada buritan dalam (m).
- S_f sheer bagian depan dalam (m).
- S_{FH} sheer credit pada haluan dalam (m).
- S_m volume chain locker untuk panjang rantai jangkar 100 fathom (183 m) dalam (m^3).
- T sarat kapal, lambung timbul untuk tropical load line dalam (m), gaya dorong (thrust) dalam kg.
- t tebal pelat dalam (mm).
- T_b sarat pada buritan dalam (m).
- tb trim buritan dalam (m).
- TEU twenty feet equivalent unit.
- TF letak lambung timbul untuk fresh water load line dalam (m).
- th trim haluan dalam (m).
- Th sarat pada haluan dalam (m).
- TPC ton per 1 cm (ton per centimetre immersion) dalam (ton).

- T_R Rolling periode (waktu oleng) kapal dalam (second).
- u faktor pengisapan.
- V volume chain locker, volume total dari semua ruangan tertutup dalam kapal dalam (m^3).
- ∇ Volume kapal dalam (m^3).
- V_a kecepatan maju baling-baling dalam (m/det).
- V_c volume total dari ruang muat dalam (m^3).
- V_s kecepatan kapal dalam (knot, m/dt).
- W displasemen kapal dalam (ton), letak lambung timbul untuk winter load line dalam (m)
- w faktor arus ikut taylor.
- $W_{el\ agg}$ weight of electrical aggregate (berat instalasi listrik) dalam (ton).
- W_{ep} weight complete of engine plan (berat permesinan) dalam (ton).
- W_{fo} weight of fuel oil (berat bahan bakar) dalam (ton).
- W_{fw} weight of fresh water (berat air tawar) dalam (ton).
- W_{lo} weight of lubricating oil (berat minyak pelumas) dalam (ton).
- WNA letak lambung timbul untuk winter north atlantic load line (m)
- W_{o+a} weight of outfitting & accomodation (berat perlengkapan dan akomodasi) dalam (ton).
- W_{or} weight of reserve (berat cadangan) dalam (ton).
- W_{ow} others weight (berat lainnya) dalam (ton).
- W_{p+l} weight of person and luggage (berat ABK dan berat bawaan) dalam (ton).
- W_{pl} weight of pay load (berat muatan) dalam (ton).
- W_{prop} weight of propeller (berat baling-baling) dalam (ton).
- W_{prov} weight of provision (berat makanan) dalam (ton).
- W_{sh} weight of shafting (berat poros) dalam (ton).
- W_{st} berat baja kapal dalam (ton).
- Y = $h - h_{st}$ dalam (m).
- Z angka petunjuk untuk jangkar; jumlah daun baling-baling; jumlah ABK; section modulus dalam (cm^3).

BAB I PENDAHULUAN

I.1. TINJAUAN PERANCANGAN KAPAL

Kondisi geografis Indonesia yang terdiri dari beribu – ribu pulau menjadikan angkutan laut memegang peranan penting dan strategis. Untuk memenuhi hal tersebut Pemerintah selalu berupaya meningkatkan dan mengembangkan sarana dan pra sarana perhubungan pada umumnya, perhubungan laut pada khususnya.

Industri alat transportasi dinegara kita khususnya perhubungan laut mulai memperlihatkan prestasi yang boleh di banggakan. Beberapa perusahaan (galangan kapal) bahkan telah memiliki kemampuan rancang bangun yang tidak kalah dari perusahaan Internasional, mutu produksi dan harga bersaing. Mereka bukan hanya memasok kebutuhan dalam negeri, bahkan beberapa tender Internasional telah dimenangkan oleh perusahaan dalam negeri.

Dari pertimbangan tersebut diatas maka penulis merasa tertarik untuk menyusun tugas merancang mengenai sebuah kapal tunda / dorong sebagai sarana penundaan kapal – kapal, disamping itu pula penulisan tugas merancang ini adalah untuk melengkapi salah satu syarat untuk memperoleh Strata –1 Teknik Perkapalan Universitas Darma Persada.

Di dalam peranannya kapal tunda biasanya dapat digunakan untuk :

1. Menarik kapal yang akan bersandar di dermaga
2. Mendorong kapal yang akan bersandar di dermaga.
3. Menarik tongkang untuk melayani bunker di pelabuhan
4. Menarik kapal – kapal yang rusak atau tidak berlayar
5. Dan lain – lain

Maka dalam tugas merancang kapal ini yang akan diuraikan adalah kapal tunda (Harbour Tug) dengan daya tarik 21 ton dengan mesin 2 x 900 HP dan kecepatan maximum 12.5 knot

I.2. BIRO KLASIFIKASI

Bentuk dan konstruksi kapal Tunda (Harbour Tug) ini menggunakan klas Nippon Kaiji Kyokai (NK) dan Biro Klasifikasi Indonesia (BKI), maka dengan sendirinya semua perhitungan konstruksi yang menyangkut tentang kapal harus selalu mengacu kepada klas tersebut di atas.

Pertimbangan pemakaian klas ini adalah didasarkan pada pengembangan mahasiswa teknik perkapalan akan klas selain BKI, LR, ABS dan lain sebagainya, yang diharapkan, berguna di lapangan pekerjaan nantinya.

I.3. BENTUK KONSTRUKSI KAPAL

Pemilihan bentuk konstruksi kapal Tunda (Harbour Tug) ini direncanakan dengan konstruksi yang terdiri dari haluan (bow) yang berbentuk tinggi lurus (upright stem), pada lambung kapal (hull) terdapat paralel middle body dan pada buritan kapal (stern) dengan bentuk konstruksi cant part terpotong atau buritan transom (transom stern).

Untuk jumlah deck pada kapal ini adalah empat deck. Jarak antara deck yang satu dengan yang lainnya 2,4 m. Hal ini sesuai dengan peraturan yang dikeluarkan oleh Dirjen Perhubungan Laut. Dan pada kapal rancangan ini menggunakan alas ganda (Double bottom)

Sedangkan untuk jumlah sekat pemisah (bulkhead) antara ruangan pada kapal ini ditentukan menurut peraturan yang berlaku dari klas NK dan BKI, dimana sekat ini terbagi atas after peak bulkhead, engine room bulkhead, collision bulkhead.

I.4. PEMILIHAN MESIN INDUK

Pemilihan mesin induk ini dapat dilihat daripada kebutuhan-kebutuhan yang diperlukan untuk kelancaran selama pelayaran, seperti tenaga dorong yang dihasilkan oleh mesin serta kebutuhan peralatan instalasi mesin lainnya, yaitu seperti generator untuk sistim kelistrikan di kapal, pompa-pompa dan lain sebagainya.

Penentuan tenaga dorong yang sesuai dengan kebutuhan dalam pelayaran dinasnya, maka pemilihan mesin induk ini harus mampu memenuhi kriteria persyaratan, seperti :

- Kemampuan mendorong kapal hingga bergerak sampai kecepatan maksimum.
- Ruang lingkup penempatan mesin dan instalasinya serta dengan memperhatikan dimensinya.
- Efisiensi dalam operasi dan ekonomis.
- Suku cadang tersedia dan mudah didapat.

I.5. PERATURAN INTERNASIONAL

Peraturan internasional yang dipakai dalam perencanaan kapal ini adalah :

1. International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS), 1974.
2. International Convention on Load Line (ILLC), 1966.
3. International Convention on Tonnage Measurement of Ships (Tonnage), 1969.

I.6. STUDI PUSTAKA

Dalam studi pustaka ini perbedaan dari dimensi utama, ratio dan koefisien bentuk kapal dapat diketahui, perbedaan ratio yang terdapat pada kapal pembanding dengan kapal yang akan dirancang pada umumnya tidak begitu besar sehingga sesuai dengan batasan-batasan yang diketahui untuk syarat sebuah kapal. Adapun dimensi utama kapal pembanding yang digunakan sebagai estimasi perhitungan sementara, adalah sebagai berikut :

Data kapal Pembanding

Nama Kapal	:	Merbabu
Panjang Seluruh Kapal	:	28.00 m
Panjang Kapal (Lpp)	:	24.85 m
Lebar Kapal (B)	:	8.60 m
Tinggi Kapal (H)	:	3.50 m
Sarat Air Kapal (T)	:	2.70 m
Displacement (Δ)	:	360.697 ton
Mesin Induk (ME)	:	2 x 650 HP
Kecepatan Kapal (Vs)	:	12.13 Knot
Register/ klasifikasi	:	B.V. ... I ³ / ₃ E Tug