

**TINJAUAN TAHANAN KAPAL K.M. SULTAN MAHMUD
BAHARUDDIN II SETELAH DIPERPANJANG**

**Skripsi sarjana ini diajukan sebagai
Salah satu persyaratan mencapai gelar
Sarjana Teknik Perkapalan**

Oleh :

RUDI HARTONO DAULAY

95310014



**JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
UNIVERSITAS DARMA PERSADA
JAKARTA
2000**

Skripsi Sarjana yang berjudul:

**TINJAUAN TAHANAN KAPAL K.M. SULTAN MAHMUD BADARUDDIN II
SETELAH DIPERPANJANG**

Telah diuji dan diterima baik (lulus) pada tanggal 11 bulan Agustus, tahun 2000 di hadapan Panitia Ujian Skripsi Sarjana Fakultas Teknologi Kelautan.

Penguji



(Ir. Darlis Tenek, M.Sc)

Ketua Panitia/Peng uji



(DR. Ir. Abdul Hamid, M.Eng)

Penguji



(Ir. Y. Arya Dewanto)

Sekretaris Panitia/Pembimbing



(Ir. Agustinus Pusaka)

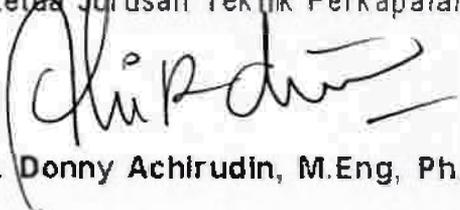
Penguji



(Ir. Muswar Muslim)

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Perkapalan



(Ir. Donny Achirudin, M.Eng, Ph.D)

Dekan Fakultas Teknologi Kelautan



(Ir. Teguh Sastrodhwongso, MSE)

ABSTRAK

Untuk memenuhi keperluan angkutan dari PT. PUSRI terutama produk amoniak yang berkembang dengan pesat maka K.M. Sultan Mahmud Badaruddin II yang sebelumnya memiliki kapasitas muat 3875 ton amoniak dikonversi menjadi 5700 ton amoniak. Karena terjadi perubahan bentuk pada kapal K.M. Sultan Mahmud Badaruddin II maka tahanan yang terjadi pada K.M. SMB II juga berubah.

Didalam penulisan skripsi ini penulis akan membahas perubahan dari tahanan K.M. SMB II yang mengakibatkan pula perubahan yang terjadi pada kecepatan kapal tersebut.

Pada K.M. SMB II sebelum dikonversi kecepatan maksimum kapal yang didapat adalah 15,7 knot pada BHP = 5918,620 HP, sedangkan pada kapal K.M. SMB II yang telah dikonversi kecepatan maksimum yang didapat adalah 15 knot pada BHP = 5373,856 HP.

Dimana perhitungan tahanan kapal tersebut dilakukan dengan menggunakan diagram Gulddhammer dan Harvald, disajikan koordinasi dari hasil yang dikumpulkan dari berbagai pengujian ditangki percobaan. Karena distribusi frekuensi kesalahan dalam metode perkiraan tahanan lebih kecil.

KATA PENGANTAR

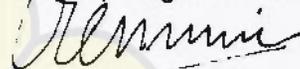
Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini, yang merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar kesarjanaan (S-1) di Fakultas Teknologi Kelautan Jurusan Teknik Perkapalan Universitas Darma Persada.

Dengan selesainya tugas akhir ini, penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu serta meluangkan waktunya sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan. Dalam kesempatan ini izinkanlah penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Teguh Sastrodiwongso MSE, selaku Dekan Fakultas Teknologi Kelautan dan dosen pembimbing.
2. Bapak Ir. Safochid Sosrodiredjo, selaku PUDEK I.
3. Bapak Ir. Darlis Tenek Msc., selaku PUDEK II.
4. Bapak Ir. Danny Faturachman, selaku PUDEK III.
5. Bapak Ir. Augustinus Pusaka K., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Perkapalan dan Dosen Pembimbing.
6. Ibu Ir. Fanny Octaviani, selaku Pembimbing Akademik
7. Bapak Soekarsono N.A.,
8. Seluruh karyawan serta Dosen Fakultas Teknologi Kelautan.
9. Kedua Orang tua dan keluarga besar Daulay yang telah banyak memberikan dorongan dan perhatian yang begitu besar kepada penulis.
10. Rekan-rekan mahasiswa dan rekan-rekan senior, khususnya Rekan Angkatan '95, Ir. Aprianto Hani Wibowo, Achiruddin, M. Isal, Farid Arma, Romy Hidayat, Henry Dunan s, Jhony Roy Patiapon, Herry Priyatno, Erie D. Hartanto, Haduji, Tasyudi, Rony Effendi, I.B. Nur Lukinto utama, Yopie Mardiana, Pungki Barata, Firdaus, David Azizi, R. Handiananto, dll.
11. Serta seluruh pihak yang tak dapat penulis sebut satu persatu.

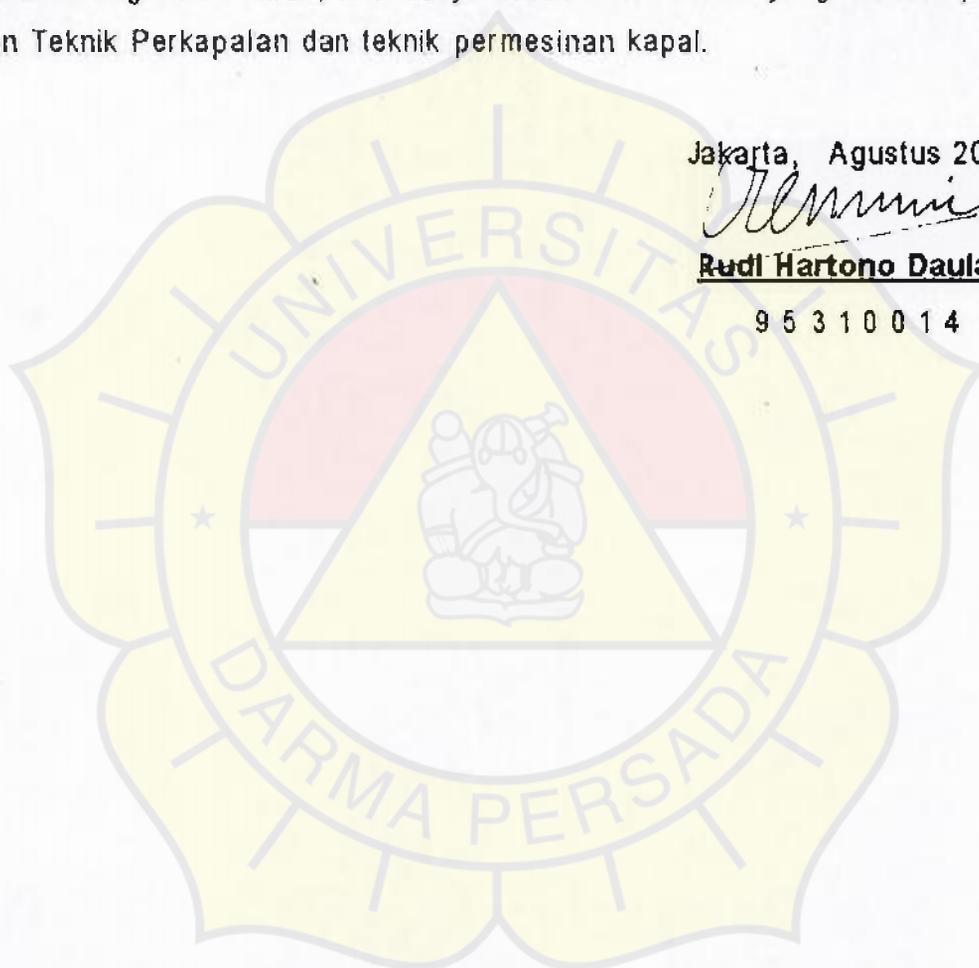
Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan-kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini, karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun untuk dapat memperbaiki dan melengkapi tugas akhir ini. Akhir kata penulis berharap semoga penyusunan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita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

Jakarta, Agustus 2000



Rudi Hartono Daulay

9 5 3 1 0 0 1 4



DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR SIMBOL	vii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tinjauan Penulisan	3
1.5. Metode Penulisan	4
1.6. Spesifikasi Kapal	4
1.7. Sistematika Penulisan	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	7
II.1. Tahanan Gesek	7
2.1.1. Aliran Laminar dan Turbulen	10
2.1.2. Lapisan Batas	10
2.1.3. Pemisahan	12
2.1.4. Koefisien Tahanan Gesek	14
2.1.5. Stimulasi Turbulensi	15
2.1.6. Kekasaran	16
II.2. Tahanan Gelombang	17
2.2.1. Gelombang Air Dalam	17
2.2.2. Sistem Gelombang	19
2.2.3. Interferense	21

II.3. Tahanan Sisa	22
II.4. Tahanan Udara	23
II.5. Tahanan Tambahan	25
2.5.1. Tahanan Anggota Badan	25
2.5.2. Tahanan Kemudi	25
II.6. Diagram Guldhammer dan Harvald	26
2.6.1. Koreksi LCB	27
2.6.2. Koerksi B/T	28
2.6.3. Koreksi Bentuk Penampang Melintang	28
2.6.4. Koreksi Anggota Badan Kapal	29
2.6.5. Koreksi Tahanan Udara dan Kemudi	29
2.6.6. Koreksi Anggota Badan Kapal	29
2.6.7. Koreksi Tahanan Udara dan Kemudi	30
2.6.8. Koreksi Pelayaran Dinas	30
BAB III. ANALISA DAN PEMBAHASAN	31
III.1. Spesifikasi Kapal	32
III.2. Pembahasan Tahanan Kapal pada Kecepatan 15 Knot Sebelum Dikonversi	33 33
III.3. Pembahasan Tahanan Kapal pada Kecepatan 15 Knot Sesudah Dikonversi	38 38
III.4. Analisa perhitungan	46
BAB IV. PENUTUP	47
IV.1. Kesimpulan	47
IV.2. Saran-saran	48
DAFTAR PUSTAKA	49

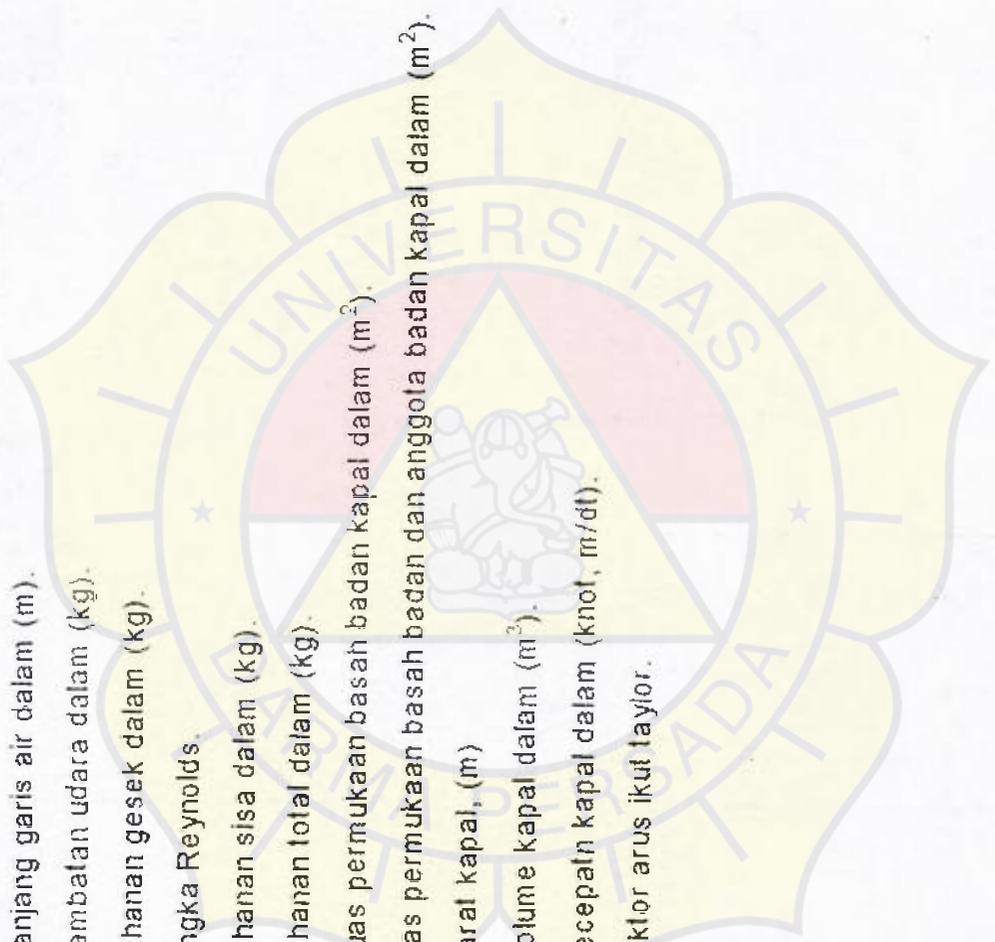
DAFTAR LAMPIRAN

1. Diagram koefisien tahanan sisa terhadap rasio kecepatan panjang untuk harga koefisien prismatic longitudinal yang berbeda-beda $L / \nabla^3 = 5,0$
2. Diagram koefisien tahanan sisa terhadap rasio kecepatan panjang untuk harga koefisien prismatic longitudinal yang berbeda-beda $L / \nabla^{1/3} = 5,5$
3. Diagram koefisien tahanan sisa terhadap rasio kecepatan panjang untuk harga koefisien prismatic longitudinal yang berbeda-beda $L / \nabla^{1/3} = 6,0$
4. Diagram koefisien tahanan sisa terhadap rasio kecepatan panjang untuk harga koefisien prismatic longitudinal yang berbeda-beda $L / \nabla^{1/3} = 6,5$
5. Diagram untuk menentukan LCB standart
6. Diagram koreksi koefisien tahanan sisa untuk LCB
7. Diagram koefisien tahanan gesek menurut ITTC 1957
8. Diagram bentuk lambung kapal K.M. Sultan Mahmud Badaruddin II
9. Diagram kurva hidrostatik K.M. Sultan Mahmud Badaruddin II
10. Gambar K.M. SMB II sebelum konversi dan sesudah konversi

DAFTAR SIMBOL

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

- Am luas penampang melintang tengah kapal (midship area) dalam (m^2).
- AP after perpendicular (garis tegak buritan).
- Awl luas bidang garis air (water line area) dalam (m^2).
- B lebar kapal, lebar tangki dalam (m).
- C_A koefisien penambahan hambatan untuk korelasi model - kapal.
- C_{AA} koefisien hambatan udara.
- C_{AS} koefisien hambatan kemudi.
- C_f koefisien tahanan gesek.
- C_b koefisien blok.
- C_m koefisien tengah kapal.
- C_p koefisien prismatic memanjang.
- C_R koefisien tahanan sisa.
- C_T koefisien hambatan total.
- C_w koefisien garis air kapal.
- Δ displasemen kapal dalam (ton).
- EHP efektif horse power dalam (HP).
- F_n angka froude $\left(\frac{V_s}{\sqrt{g \times L_{pp}}} \right)$
- FP fore perpendicular (garis tegak haluan).
- g gaya gravitasi $9,81 \text{ m/dt}^2$.
- H tinggi kapal dalam (m).
- η_H efisiensi badan kapal $(1-t)/(1-w)$.
- η_p efisiensi baling-baling.
- η_r efisiensi rotary relatif.



The logo of Universitas Tadulisan is a large, stylized emblem in the background. It features a central shield with a red and white design, surrounded by a yellow border with the text 'UNIVERSITAS TADULISAN' and '1974'. The shield is flanked by two stars and contains a central figure that appears to be a person or a symbol.

$L/V^{1/3}$	rasio panjang - displasemen.
LCB	jarak/letak titik tekan memanjang dari tengah kapal dalam (m).
Loa	length over all (panjang keseluruhan) dalam (m).
Lpp	length between perpendicular (panjang antara garis tegak) dalam (m).
Lwl	panjang garis air dalam (m).
R_{AA}	hambatan udara dalam (kg).
R_f	tahanan gesek dalam (kg).
R_n	angka Reynolds.
R_r	tahanan sisa dalam (kg).
R_T	tahanan total dalam (kg).
S	luas permukaan basah badan kapal dalam (m^2).
S_1	luas permukaan basah badan dan anggola badan kapal dalam (m^2).
T	sarat kapal, (m)
∇	Volume kapal dalam (m^3).
V_s	kecepatan kapal dalam (knot, m/dt).
w	faktor arus ikut Taylor.

BABI PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

PT Pupuk Sriwidjaja (PUSRI) merupakan perusahaan pupuk terbesar di Indonesia. PT PUSRI disamping mengemban tugas yang dipercayakan pemerintah untuk memasarkan hasil produksi pupuk urea dari para produsen pupuk nasional juga memasarkan hasil produksi amoniaknya sendiri dan PT Pupuk Kalimantan Timur (KALTIM) dengan menyediakan sarana angkutan, khususnya mengangkut amoniak yang dihasilkan pabrik pupuk tersebut ke pabrik Petrokimia di Gresik dan di Philipina.

Dengan dilihat latar belakang perkembangan PT PUSRI yang sangat pesat, maka tepatlah saat itu PT PUSRI menambah lagi armada perkapalannya untuk menunjang kegiatan marketing dan distribusi, terutama untuk produk amoniak. Khusus dalam pembangunan kapal ini PT PUSRI telah maju lagi selangkah dalam membantu pemerintah untuk memasukkan devisa dengan kegiatan export amoniak yang dihasilkan dari kelebihan proses produksi pupuk urea untuk distribusi dalam negeri.

Untuk memenuhi keperluan angkutan tersebut maka pada tahun 1983 dibuatlah kapal pengangkut amoniak Sultan Mahmud Badaruddin II (SMB II) yang mempunyai kapasitas muat sebesar 3875 ton amoniak yang dibuat di galangan kapal *Meyer Werft Papenburg*, di Jerman Barat.

sebelum rencana kontrak pembangunan ditandatangani, PT PUSRI terlebih dahulu telah mengadakan studi kelayakan yang selanjutnya dipakai dalam perencanaan dasar pembangunan kapal dimana PT PUSRI bekerja sama dengan konsultan asing dari Amerika *Marine Consultant & Designer (MCD) USA*.

Dengan telah beroperasinya kapal amoniak atau gas tanker SMB II mulai tahun 1984 dan perkembangan yang sedang berjalan pada rencana optimalisasi pabrik PUSRI II, III, dan IV tahun 1992 dimana diperkirakan akses amoniak saat itu akan lebih meningkat lagi dari 80.000 ton/tahun menjadi 112.200 ton/tahun disertai dengan telah beroperasinya pabrik pupuk KALTIM II yang memproduksi amoniak 330.000 ton/tahun, maka total produksi amoniak pupuk KALTIM dan PUSRI sebesar 530.000 ton/tahun. Dengan angka produksi tersebut maka kapal gas Tanker SMB II hanya mampu mengangkut sekitar 30 % dari total produksi amoniak tersebut.

Berdasarkan pengalaman perusahaan – perusahaan pelayaran di Indonesia terdapat kesulitan dalam mencari ruangan kapal untuk mengangkut amoniak yang disebabkan oleh adanya perbedaan mendasar atas karakteristik dari sisi produksi dan pemasarannya yaitu hasil produk secara relatif terus menerus diproduksi, dari sisi pemasaran yang relatif tidak menentu terlebih lagi apabila terjadi masalah *Unscheduled Shout Down* pabrik dan dari sisi pabrik membutuhkan upaya agar *shipping out* kelebihan produksi amoniaknya tidak *shout down*.

Dalam rangka mengantisipasi adanya peningkatan atas jasa angkutan amoniak sebagai akibat mulai berproduksinya pabrik yang telah dioptimalkan di unit pabrik PT PUSRI II – III – IV pada tahun 1992 dan pabrik amoniak PT Petrokimia Gresik pada tahun 1994, maka dilakukan studi kelayakan oleh PT PUSRI untuk konversi kapal gas tanker SMB II menjadi kapasitas muat 5700 ton.

1.2. RUMUSAN MASALAH

Mengingat laju pembangunan yang semakin hari semakin meningkat dimana industri kimia termasuk salah satu bagian yang sangat penting dalam menunjang pembangunan, maka kita mendapat tantangan baru dalam pengadaan kapal yang dapat mengangkut bahan kimia tersebut.

Bagi PT PUSRI khususnya pemesanan kapal LPG Carrier yang dibuat digalangan *Jos L Meyer* Jerman Barat adalah suatu langkah tepat untuk menjawab tantangan tersebut sesuai dengan tugas yang diembannya sebagai stabilisator dan dinamisator dalam sektornya. Mengingat betapa pentingnya sarana transportasi gas carrier ini, maka penyediaan fasilitas transportasi yang memadai bagi keperluan suplai bahan baku berbagai industri kimia yang ada di tanah air dipandang sangat perlu.

Disamping itu dengan adanya kelebihan produksi amoniak di pabrik - pabrik lain di kawasan nusantara kehadiran pengangkut gas akan sangat membantu melancarkan transportasi amoniak di dalam negeri ataupun dengan mengekspornya untuk memperoleh tambahan devisa.

Berdasarkan alasan tersebut terlihat bahwa peningkatan *shipping out* amoniak dirasakan mendesak untuk dilakukan studi kelayakan kapal SMB II tersebut. Hal ini menarik perhatian penulis untuk melakukan tinjauan tahanan kapal SMB II, setelah mengalami perpanjangan badan kapal.

1.3. BATASAN MASALAH

Dalam skripsi ini penulis membatasi tinjauan pada kapal SMB II, yang telah diperpanjang badan kapalnya guna meningkatkan kapasitas angkut produksi amoniak, PT PUSRI. Pengamatan tinjauan ini hanya terbatas pada tahanan kapal, dan daya mesin.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

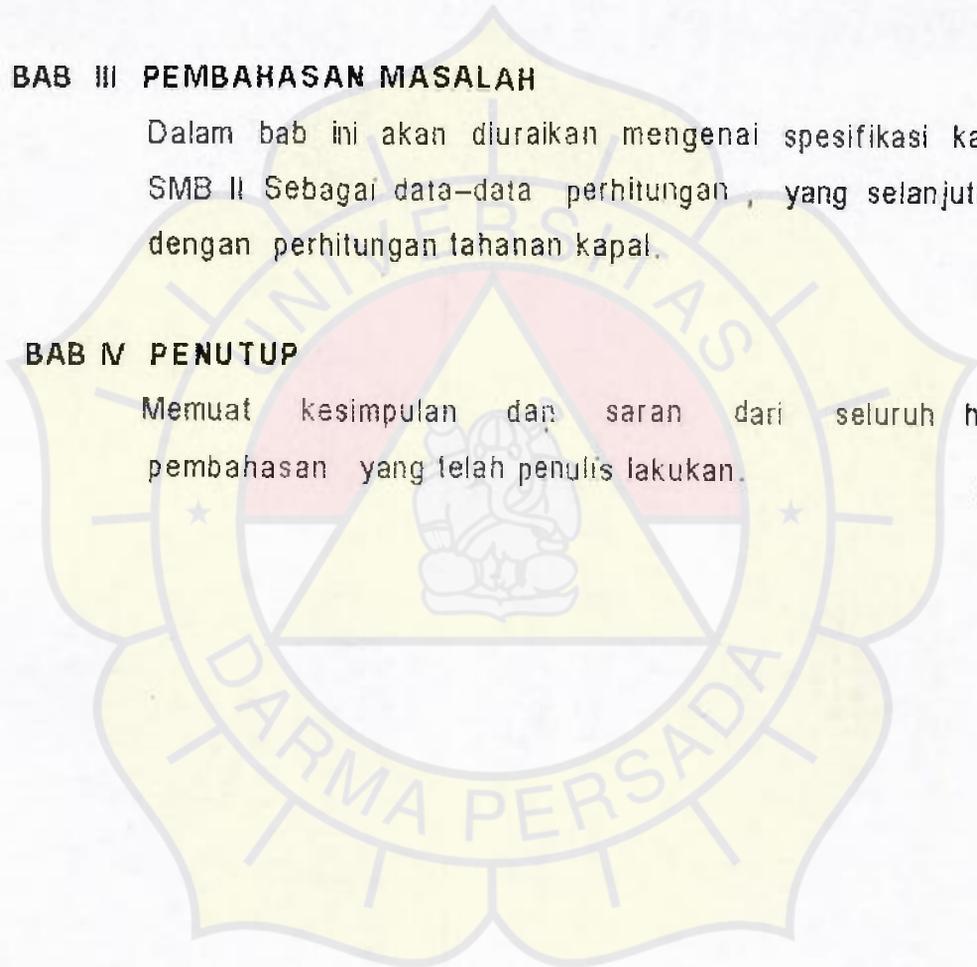
Dalam bab ini akan dibahas mengenai dasar – dasar teori Pendukung - pendukung pengerjaan skripsi ini. Yaitu teori hidrodinamika dalam perhitungan tahanan kapal dan langkah – langkah perhitungan tahanan..

BAB III PEMBAHASAN MASALAH

Dalam bab ini akan diuraikan mengenai spesifikasi kapal SMB II Sebagai data-data perhitungan , yang selanjutnya dengan perhitungan tahanan kapal.

BAB IV PENUTUP

Memuat kesimpulan dan saran dari seluruh hasil pembahasan yang telah penulis lakukan.



I.4. TUJUAN PENULISAN

Tujuan penulisan mengadakan pengamatan ini adalah untuk mengetahui tahanan kapal akibat perpanjangan badan kapal.

Penulis juga mengharapkan hasil penulisan ini dapat memberikan sumbangan informasi bagi studi kelayakan kapal – kapal lainnya apabila akan melakukan konversi dan perkembangan ilmu perkapalan dimasa datang serta untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Perkapalan.

I.5. METODE PENULISAN

Metode yang digunakan pada penulisan Tugas Akhir ini adalah dengan langkah atau tahap sebagai berikut:

- Studi literatur (Kepustakaan) yaitu penulisan yang berpedoman dari buku- buku referensi.
- Penelitian lapangan baik secara konsultasi maupun observasi terhadap obyek yang sejenis di lapangan.

I.6. SPESIFIKASIKAPAL

K.M Sultan Mahmud Badaruddin II merupakan kapal pengangkut amoniak yang dikonversi guna menambah daya angkutnya . Adapun spesifikasi penambahan hasil konversinya tertera pada tabel di bawah ini:

uraian	Unit	Sebelum Konversi	Sesudah Konversi	Ketentuan Kontrak
Nama Kapal	K.M	S.MBI	S.MBI	S.MBI
L.O.A	M	1135,0	1447,70	144,70
L.B.P	M	105,00	137,35	136,20
B. Moulded	M	16,30	16,30	16,30
Draught	M	6,89	6,78	6,80
Main Engine	BHP	1x6200/Mak	16200/Mak	1x6200/Mak
Speed Trial	Knot	16,65	16,8	15,0
Speed Service	Knot	15,7	15,0	.
Classification		LR/KI	GL/KI	.

1.7. SISTEMATIKA PENULISAN

Skripsi ini dibagi menjadi 4 bab. Dengan susunan sebagai berikut:

Judul:

**TINJAUAN TAHANAN KAPAL K.M SULTAN MAHMUD
BADARUDDIN II SETELAH DIPERPANJANG**

DAFTAR ISI :

- ABSTRAK
- KATA PENGANTAR
- DAFTAR SIMBOL

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini diuraikan tentang latar belakang penulisan, rumusan masalah yang dibahas, serta pembatasan masalah.