

**TUGAS MERANCANG KAPAL PERENCANAAN RO – RO
CAR AND PASSENGER FERRY 550 GT** Diajukan untuk melengkapi tugas –
tugas guna untuk memenuhi persyaratan mencapai Gelar Sarjana Strata Satu (S1)
Teknik Perkapalan



Oleh :

GINANJAR RAGANATA
2010310007

JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
UNIVERSITAS DARMA PERSADA
JAKARTA

2015

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya tugas merancang kapal III ini dapat penulis selesaikan. Tugas merancang adalah suatu mata kuliah yang sangat prioritas pada mahasiswa jurusan teknik perkapalan dan salah satu syarat untuk menyelesaikan Tugas Merancang Kapal, untuk mencapai gelar strata I (S-1) di Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Universitas Darma Persada.

Selama proses penyelesaian tugas merancang kapal berlangsung sampai terselesaikan, banyak orang – orang yang mendukung penulis baik itu secara moral maupun materil. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Orang Tua dan keluarga saya, yang senantiasa memberikan doa, motivasi dan kepercayaan yang besar.
2. Bapak Y. Arya Dewanto, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Kelautan Universitas Darma Persada.
3. Bapak Dr. Arif Fadillah, S.T, M.Eng. selaku Dosen Pembimbing tugas merancang kapal II dan juga sebagai Wakil Dekan I Fakultas Teknologi Kelautan.
4. Bapak Ir. Augustinus Pusaka, M.sc. selaku Dosen Pembimbing tugas merancang kapal I dan juga sebagai Wakil Dekan II Fakultas Teknologi Kelautan.
5. Ibu Theresiana D. Novita, S.T. selaku Dosen Pembimbing tugas merancang kapal I dan juga sebagai Ketua Jurusan Teknik Perkapalan.

6. Ibu Fanny Octaviani, S.T.,M.Si. selaku Dosen Pembimbing tugas merancang kapal III yang telah membimbing saya pada pengerjaan materi tugas merancang kapal III.
7. Ibu Shanty Manullang, S.Pi., M.Si. selaku Dosen Pembimbing tugas merancang kapal III yang telah membimbing saya pada pengerjaan materi tugas merancang kapal III.
8. Rekan - rekan Mahasiswa Fakultas Teknologi Kelautan Universitas Darma Persada.

Saya menyadari bahwa tugas merancang kapal ini masih jauh dari sempurna dan banyak memiliki kekurangan. Oleh karena itu saya mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak, agar dapat penulis jadikan perbaikan untuk ke depannya. saya berharap semoga tugas merancang kapal ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak, khususnya bagi kemajuan penulis dalam bidang perkapalan dan bagi Jurusan Teknik Perkapalan pada umumnya.

Akhir kata, Saya mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang membantu dalam penyelesaian tugas merancang kapal ini, rekan – rekan seperjuangan, dosen - dosen beserta karyawan Jurusan Teknik Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan Universitas Darma Persada.

Jakarta,6 Agustus 2015

GINANJAR RAGANATA

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR SIMBOL	vi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan	2
1.3 Karakteristik Kapal	2
1.4 Prinsip dan Metode Perancangan	5
1.5 Batasan Masalah	6
1.6 Data Awal Perencanaan	8
1.7 Sistematika Penulisan	9
BAB II. RENCANA AWAL	
2.1 Pra Rancangan	10
2.1.1 Estimasi Koefisien Bentuk Kapal	12
2.1.2 Displasemen Kapal dan Volume Kapal	16
2.1.3 Estimasi Bentuk Midship Kapal	17
2.1.4 Koreksi Ukuran Utama dan Froude Number	19
2.1.5 Estimasi Tenaga Penggerak Kapal	20
2.2 Menentukan Spesifikasi Mesin Kapal Sementara	22
2.3 Menentukan Spesifikasi <i>Reduction Gear</i> Sementara	23
2.3.1 Perkiraan LWT dan DWT	25
2.3.2 Perhitungan <i>Displacement</i>	33
2.3.3 Koreksi <i>Displacement</i>	33

BAB III. RENCANA UTAMA

3.1	Menetapkan Ukuran Utama dan Koefisien Kapal	46
3.2	Perencanaan Kurva Prismatic (CSA)	47
3.3	Perencanaan Kurva Garis Air (WPA)	58
3.4	Perencanaan Body Plan	66
3.5	Perhitungan Kurva Hidrostatik dan Bonjean	69

BAB IV. HAMBATAN DAN PROPULSI KAPAL

4.1	Hambatan Kapal	74
4.2	Perhitungan Hambatan Kapal Rancangan	76
4.3	Penentuan Ukuran Utama Baling - Baling	93

BAB V. RENCANA UMUM

5.1	Pengertian Renacana Umum	117
5.2	Karakteristik Kapal	119
5.3	Prinsip dan Metode Perancangan	122
5.4	Data Awal Perencanaan	123
5.5	Perencanaan Awak Kapal	126
5.6	Perencanaan Ruang Akomodasi	128
5.7	Alat Keselamatan	132
5.8	Perlengkapan Navigasi dan TeleKomunikasi	144
5.9	Perhitungan Perencanaan Tangki	147

BAB VI. PERHITUNGAN *TONNAGE* AND *FREEBOARD*

6.1	Perhitungan GRT dan NRT	156
6.2	Perhitungan Lambung Timbul	161
6.3	Pemeriksaan Flooadable Length	168

BAB VII. PERHITUNGAN KONSTRUKSI

7.1	Perhitungan <i>Scantling</i>	174
7.1.1	Perhitungan Beban yang bekerja pada kapal	174
7.1.2	Perhitungan Konstruksi Kapal	186
7.1.3	Perhitungan Konstruksi Dasar Ganda	192
7.1.4	Perhitungan Konstruksi Gading - gading	195

BAB VIII. PERHITUNGAN STABILITAS DAN TRIM

8.1	Stabilitas Kapal dan Trim	213
8.2	Perhitungan Kurva Stabilitas	214
8.3	Langkah Pembuatan Kurva Silang	215
8.4	Perhitungan Stabilitas Statis	251
8.5	Perhitungan Trim Kapal	266

BAB IX. KEKUATAN KAPAL

9.1	Perhitungan Kekuatan Kapal	271
9.2	Bentuk Lengkung <i>Trochoid</i>	271
9.3	Penentuan Tinggi Gelombang	275
9.4	Koreksi <i>Displacement</i>	280
9.5	Perhitungan Kurva Daya Apung	282
9.6	Perhitungan Kurva Berat Kapal	284
9.7	Perhitungan Kurva Daya Muatan (<i>DWT</i>)	288
9.8	Perhitungan Kurva Momen Lentur dan Gaya Lintang	289
9.9	Perhitungan Modulus Penampang	292
9.10	Koreksi Perhitungan Modulus Penampang	296

BAB X. PENUTUP 298

DAFTAR PUSTAKA 300

DAFTAR SIMBOL

Tabulasi berikut menunjukkan simbol yang digunakan pada tugas merancang kapal ini. Karena huruf terbatas, beberapa 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*) dalam (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.

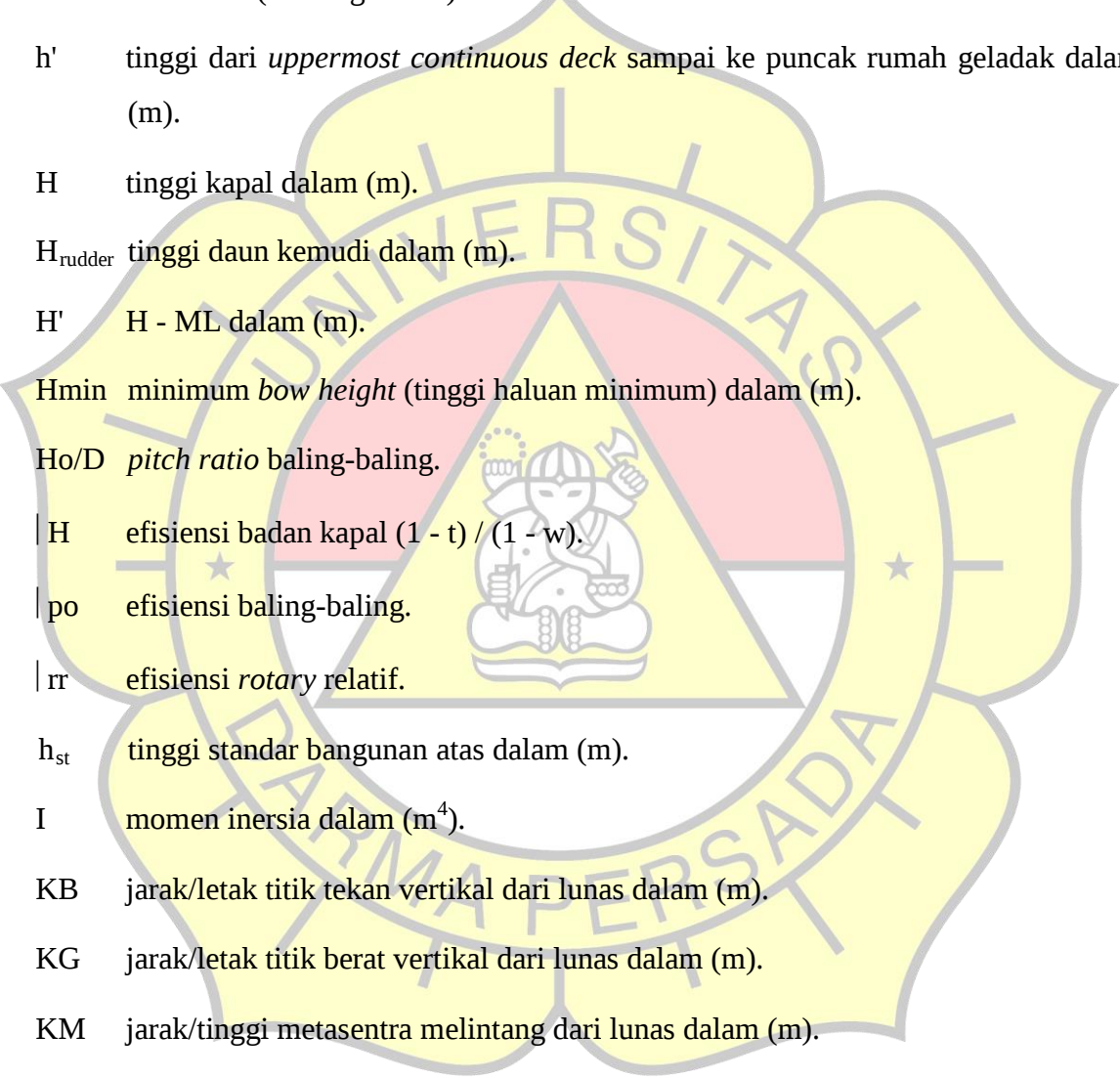
C_{pf} koefisien prismatic depan.

C_R koefisien hambatan sisa.

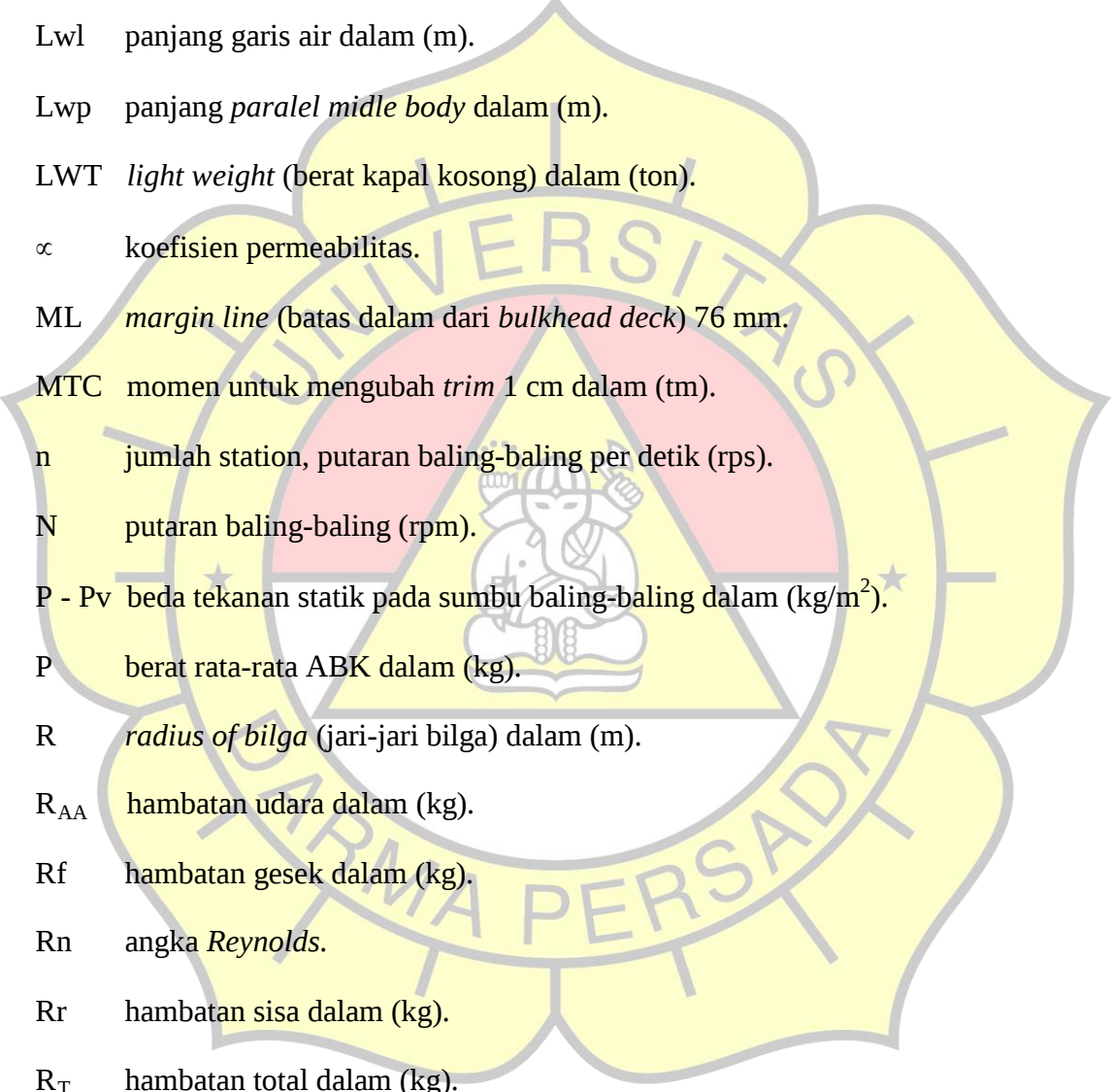
C_T koefisien hambatan total.

C_w koefisien garis air kapal.

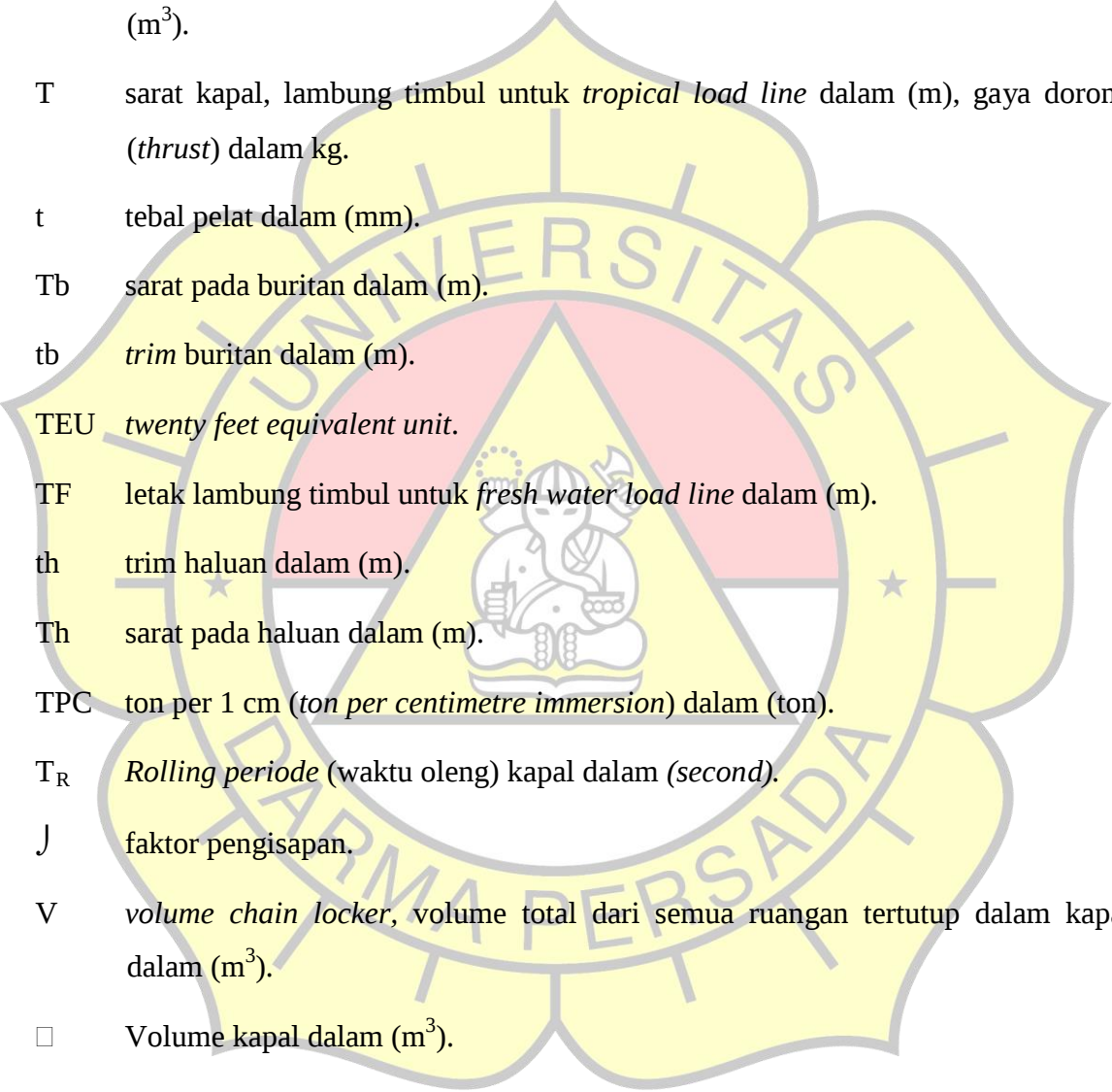
- d diameter poros dalam (m), diameter rantai dalam (inch).
- displasemen kapal dalam (ton).
- D displasemen kapal dalam (ton).
- DDT perubahan displasemen karena kapal mengalami *trim* buritan sebesar 1 cm (*displacement due to one cm change of trim by stern*) dalam (ton).
- dII sudut kemiringan.
- Do 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 (m²), letak lambung timbul untuk *fresh water load line* dalam (m).
- Fa *developed blade area* dalam (m²).
- Fa/F *blade area ratio propeller*.
- fb *freeboard* (lambung timbul) dalam (m).
- Fn angka froude $\left\{ \frac{V_s}{\sqrt{g \cdot L_{pp}}} \right\}$
- FP *fore perpendicular* (garis tegak haluan).
- Fp *projected area of the blades* dalam (m²).
- Fp' *projected blade area* dalam (m²).
- Fp/Fa *developed blade area ratio*.
- FS *frame spacing* (jarak gading) dalam (m).
- Fs lambung timbul minimum dalam (m).
- © berat jenis minyak 0,865 t/m³, berat jenis air laut 1,025 t/m³.



g	gaya gravitasi $9,81 \text{ m/dt}^2$.
GG'	<i>free surface</i> dalam (m).
GM	tinggi metasentra melintang dalam (m).
h	Jarak ordinat ($L_{pp}/station$), tinggi bangunan atas, tinggi <i>centre girder</i> , tinggi efektif diukur dari garis muat sampai puncak teratas rumah geladak dalam (m), <i>deck load</i> (beban geladak) dalam kN/m^2 .
h'	tinggi dari <i>uppermost continuous deck</i> 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 <i>bow height</i> (tinggi haluan minimum) dalam (m).
Ho/D	<i>pitch ratio</i> baling-baling.
$ H $	efisiensi badan kapal $(1 - t) / (1 - w)$.
$ p_o $	efisiensi baling-baling.
$ r_r $	efisiensi <i>rotary</i> 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 <i>poop/forecastle</i> , 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	<i>length over all</i> (panjang keseluruhan) dalam (m).
Lpp	<i>length between perpendicular</i> (panjang antara garis tegak) dalam (m).
Lwl	panjang garis air dalam (m).
Lwp	panjang <i>parallel midle body</i> dalam (m).
LWT	<i>light weight</i> (berat kapal kosong) dalam (ton).
α	koefisien permeabilitas.
ML	<i>margin line</i> (batas dalam dari <i>bulkhead deck</i>) 76 mm.
MTC	momen untuk mengubah <i>trim</i> 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	<i>radius of bilga</i> (jari-jari bilga) dalam (m).
R _{AA}	hambatan udara dalam (kg).
R _f	hambatan gesek dalam (kg).
R _n	angka <i>Reynolds</i> .
R _r	hambatan sisa dalam (kg).
R _T	hambatan total dalam (kg).
S	letak lambung timbul untuk <i>summer load line</i> dalam (m), <i>sheer credit</i> (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).
S ₁	luas permukaan basah badan dan anggota badan kapal dalam (m ²).
σ	angka kavitasi.



Sa	<i>sheer</i> bagian belakang dalam (m).
S _{AH}	<i>sheer credit</i> pada buritan dalam (m).
Sf	<i>sheer</i> bagian depan dalam (m).
S _{FH}	<i>sheer credit</i> pada haluan dalam (m).
Sm	volume <i>chain locker</i> untuk panjang rantai jangkar 100 fathom (183 m) dalam (m ³).
T	sarat kapal, lambung timbul untuk <i>tropical load line</i> dalam (m), gaya dorong (<i>thrust</i>) dalam kg.
t	tebal pelat dalam (mm).
Tb	sarat pada buritan dalam (m).
tb	<i>trim</i> buritan dalam (m).
TEU	<i>twenty feet equivalent unit</i> .
TF	letak lambung timbul untuk <i>fresh water load line</i> dalam (m).
th	<i>trim</i> haluan dalam (m).
Th	sarat pada haluan dalam (m).
TPC	ton per 1 cm (<i>ton per centimetre immersion</i>) dalam (ton).
T _R	<i>Rolling periode</i> (waktu oleng) kapal dalam (<i>second</i>).
J	faktor pengisapan.
V	volume <i>chain locker</i> , volume total dari semua ruangan tertutup dalam kapal dalam (m ³).
□	Volume kapal dalam (m ³).
Va	kecepatan maju baling-baling dalam (m/det).
Vc	volume total dari ruang muat dalam (m ³).
Vs	kecepatan kapal dalam (knot, m/dt).
W	displasemen kapal dalam (ton), letak lambung timbul untuk <i>winter load line</i> 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* dalam (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).

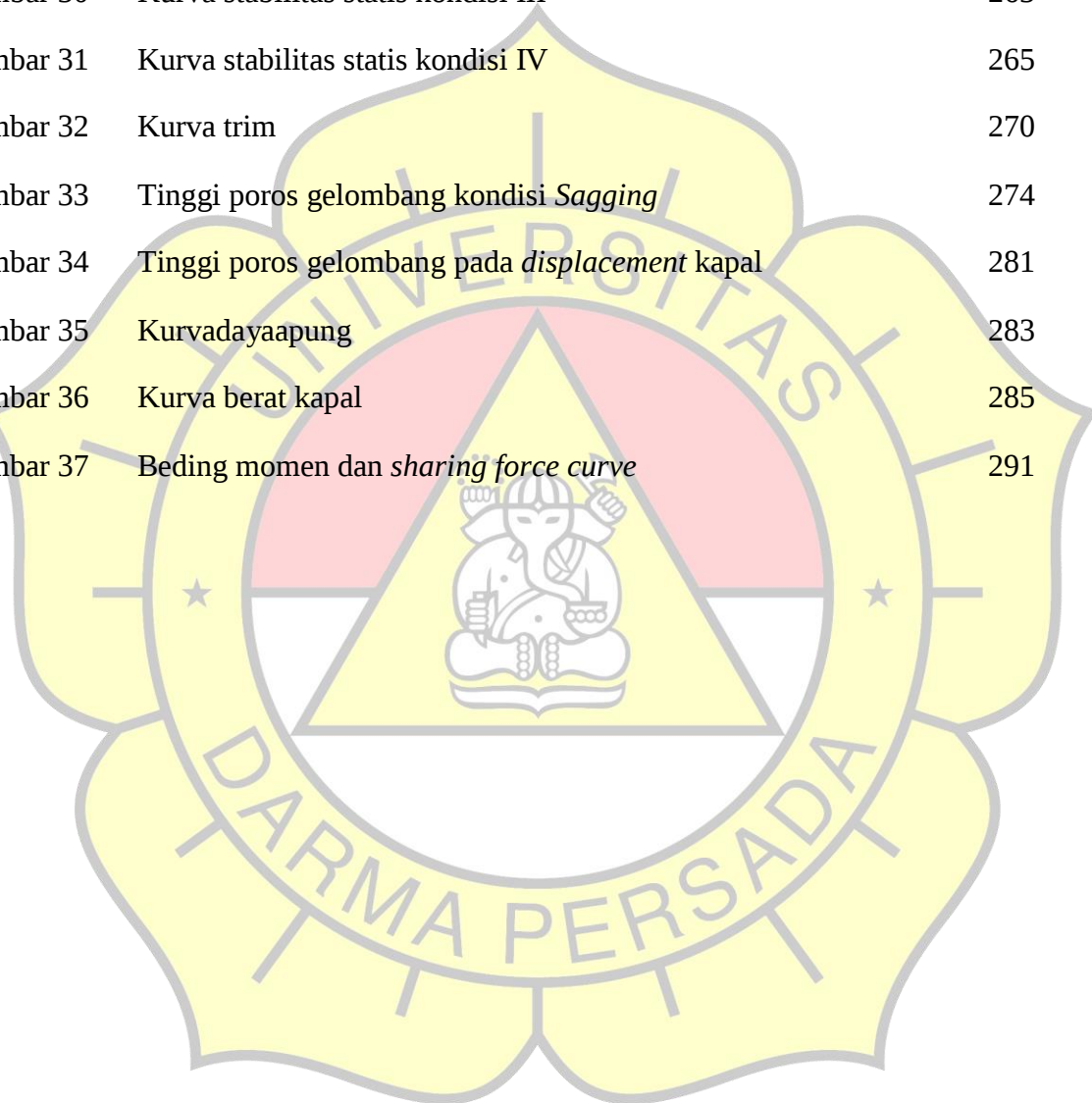
Y = $h - h_{st}$ dalam (m).

Z angka petunjuk untuk jangkar; jumlah daun baling-baling; jumlah ABK; *section modulus* dalam (cm^3).

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Peta Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI)	1
Gambar 2	Peta Area Operasional Perlintasan Laut Indonesia	4
Gambar 3	Kurva Stabilitas Awal	40
Gambar 4	<i>Curve Section Area (CSA)</i>	50
Gambar 5	<i>Area Water Line (AWL)</i>	60
Gambar 6	Daya Mesin Kapal	90
Gambar 7	Kurva 5 (Lima) Kecepatan	92
Gambar 8	Kurva Propeller bebaskan kavitasi	113
Gambar 9	Sistem David Menuang dan Sistem Gravitasi	133
Gambar 10	<i>General Arrangement</i>	147
Gambar 11	<i>Capacity Plan</i>	155
Gambar 12	Marka Garis Muat	167
Gambar 13	<i>Floodable Length Curves</i>	172
Gambar 14	<i>Midship Section</i>	207
Gambar 15	<i>Shell Expansion</i>	208
Gambar 16	<i>Construction Profile</i>	209
Gambar 17	Garis air bantu dan garis air sebenarnya	215
Gambar 18	Pembagian tujuh station menurut Tchebycheff	216
Gambar 19	Cara pembacaan titik Y_a dan Y_b dalam perhitungan stabilitas	218
Gambar 20	Penggambaran garis pada <i>displacement</i> sebenarnya	219
Gambar 21	Penggambaran garis air bantu	219
Gambar 22	Stabilitas kondisi I	227
Gambar 23	Stabilitas kondisi II	233
Gambar 24	Stabilitas kondisi III	239

Gambar 25	Stabilitaskondisi IV	245
Gambar 26	<i>Cross curve</i>	250
Gambar 27	Kurva momen pengganggu stabilitas	257
Gambar 28	Kurva stabilitas statis kondisi I	259
Gambar 29	Kurva stabilitas statis kondisi II	261
Gambar 30	Kurva stabilitas statis kondisi III	263
Gambar 31	Kurva stabilitas statis kondisi IV	265
Gambar 32	Kurva trim	270
Gambar 33	Tinggi poros gelombang kondisi <i>Sagging</i>	274
Gambar 34	Tinggi poros gelombang pada <i>displacement</i> kapal	281
Gambar 35	Kurvadayaapung	283
Gambar 36	Kurva berat kapal	285
Gambar 37	Beding momen dan <i>sharing force curve</i>	291



DAFTAR TABEL

Tabel 1	Fasilitas Sesuai Kelas Penumpang	5
Tabel 2	Spesifikasi Mesin Utama Sementara	22
Tabel 3	Spesifikasi Reduction Gear Sementara	23
Tabel 4	Perhitungan Kurva Stabilitas dengan Stabilitas	38
Tabel 4	Pengecekan Kurva Stabilitas Awal	39
Tabel 5	Persentase Kurva CSA	49
Tabel 6	Perhitungan Kurva CSA Main Part	51
Tabel 7	Perhitungan Kurva CSA Cant Part	52
Tabel 8	Persentase Area Water Line	59
Tabel 9	Area Water Line Main Part	61
Tabel 10	Area Water Line Cant Part	62
Tabel 11	Koefisien Hambatan Sisa Total	82
Tabel 12	Koefisien Hambatan Total	85
Tabel 13	5 (Lima) Kecepatan	91
Tabel 14	Dimensi Mesin Utama	92
Tabel 15	Dimensi Reduction Gear	92
Tabel 16	Koefisien Baling - Baling	101
Tabel 17	Koreksi Advance Coefficient	102
Tabel 18	Diameter Optimum	103
Tabel 19	Koefisien Gaya Dorong	106
Tabel 20	Penentuan Project Blade Area	111
Tabel 21	Tabel Perhitungan Kavitas	112
Tabel 22	Pemilihan Baling - Baling	113
Tabel 23	Fasilitas Sesuai Kelas Penumpang	120
Tabel 24	Spesifikasi Mesin Utama	123

Tabel 25	Spesifikasi Mesin Bantu	123
Tabel 26	Soesifikasi <i>Reduction Gear</i>	124
Tabel27	Berat bahan bakar dan air tawar	124
Tabel 28	Jumlah Alat Keselamatan pada kapal Rancangan	135
Tabel 29	Jumlah Alat Pemadam Kebakaran pada kapal Rancangan	138
Tabel 30	Jumlah <i>Smoke detector</i> pada kapal Rancangan	140
Tabel 31	Jumlah <i>Fire General Alarm Bell</i> pada kapal Rancangan	142
Tabel 32	Jumlah <i>Flashing Light For Fire Alarm</i> pada kapal Rancangan	142
Tabel 33	Jumlah <i>Push Button For General Alarm</i> pada kapal Rancangan	142
Tabel 34	Perhitungan luas <i>Water Balast Tank No 1</i>	152
Tabel 35	Perhitungan volume <i>Water Balast Tank No 1</i>	152
Tabel 36	Perhitungan luas <i>Water Balast Tank No 2</i>	153
Tabel 37	Perhitungan volume <i>Water Balast Tank No 2</i>	153
Tabel 38	Total Volume Tangki Keseluruhan	154
Tabel 39	Perhitungan <i>Volume</i> Dibawah <i>Tonnage Deck</i>	155
Tabel 40	Perhitungan <i>Volume</i> Diatas <i>Tonnage Deck</i>	156
Tabel 41	Pengurangan lambung timbul	164
Tabel 42	Hasil Perhitungan Lambung Timbul	166
Tabel 43	Tabel <i>Webster</i> untuk Faktor “m” dan “a”	171
Tabel 44	Tabel A kondisi I	222
Tabel 45	Tabel A kondisi II	228
Tabel 46	Tabel A kondisi III	234
Tabel 47	Tabel A kondisi IV	240
Tabel 48	Tabel kurva LC kondisi I	246
Tabel 49	Tabel kurva LC kondisi II	247
Tabel 50	Tabel kurva LC kondisi III	248
Tabel 51	Tabel kurva LC kondisi IV	249

Tabel 52	Stabilitasstatiskondisi I	258
Tabel 53	Stabilitasstatiskondisi II	260
Tabel 54	Stabilitasstatiskondisi III	262
Tabel 55	Stabilitasstatiskondisi IV	264
Tabel 56	Perhitungantrim	269
Tabel 57	PorosgelombangkondisiHogging dan Sagging	272
Tabel 58	PerhitunganporosgelombangSagging	273
Tabel 59	Perhitungantinggiporosgelombang T = 1,50 m	275
Tabel 60	Perhitungantinggiporosgelombang T = 2,00 m	277
Tabel 61	Perhitungantinggiporosgelombang T = 2,15 m	278
Tabel 62	Perhitungantinggiporosgelombang T = 2,20 m	279
Tabel 63	Perhitungankurvadayapung	282
Tabel 64	Perhitungankurvaberatkapal	284
Tabel 65	Perhitungan total bebanpadasetiapdeck	287
Tabel 66	Perhitungankurvadayamuatandead weight ton (DWT)	288
Tabel 67	Perhitunganmomenlenturdangayageserdalamkondisi denganmuatan 100%	sagging 290
Tabel 68	Di bawahNetral Axis	293
Tabel 69	Di atasNetral Axis	294

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Diagram Ikeda Masharu
- Lampiran 2 Diagram Untuk Menentukan Koreksi Hambatan Sisa
- Lampiran 3 Diagram Untuk Menentukan *LCB Standard*
- Lampiran 4 *Diagram Burill*
- Lampiran 5 *Grafik ITTC – 57*
- Lampiran 6 Gambar *Lines Plan*
- Lampiran 7 Gambar *Hidrostatic Curve*
- Lampiran 8 Gambar *Bonjean Curve*
- Lampiran 9 Geometri Propeller B4-40
- Lampiran 10 Spesifikasi Main Engine Lampiran
- 11 Spesifikasi Reduction Gear
- Lampiran 12 Diagram Propeller B4-40 dan B4-55
- Lampiran 13 Diagram Propeller B4-70 dan B4-85
- Lampiran 14 Gambar Sketsa Kendaraan