



ISBN : 978-602-5595-85-1

PERANCANGAN KAPAL

Preliminary Design



Penulis:

Ali Munazid

Bagiyo Suwasono

Sutiyo

PERANCANGAN KAPAL

Preliminary Design

Ali Munazid
Bagiyo Suwasono
Sutiyo



Hang Tuah University Press
2025

PERANCANGAN KAPAL

Preliminary Design

ISBN: 978-602-5595-85-1

Hak Cipta 2025 pada Penulis

Hak penerbitan pada HANG TUAH UNIVERSITY PRESS. Bagi mereka yang ingin memperbanyak sebagian isi buku ini dalam bentuk atau cara apapun harus mendapatkan izin tertulis dari penulis dan penerbit HANG TUAH UNIVERSITY PRESS.

Penulis:

Ali Munazid

Bagiyo Suwasono

Sutiyo

Reviewer:

Prof. Dr. Viv Djanat Prasita, M.App.Sc.

Editor:

Iradiratu Diah Prahmana Karyatanti

Desain sampul:

Ali Munazid



Penerbit:

HANG TUAH UNIVERSITY PRESS

Jl. Arif Rahman Hakim 150, Sukolilo, Surabaya Telp. (031) 5946261

E-mail: uht.press@hangtuah.ac.id

Anggota IKAPI

Hak Cipta dilindungi Undang-undang

All Right Reserved

Cetakan I, April 2025

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas segala kesempatan yang diberikan kepada saya untuk memberikan kata pengantar sebagai reviewer atas buku yang berjudul *Perancangan Kapal: Preliminary Design*. Buku ini hadir memberikan kontribusi penting dalam bidang ilmu keteknikan, khususnya teknik perkapalan bidang perancangan kapal yang merupakan langkah awal dalam merancang sebuah kapal, meliputi perancangan kapal, metode rancangan, parameter rancangan, estimasi ukuran utama, estimasi berat kapal, dan kinerja badan kapal, rancangan propeller dan rudder serta estimasi biaya pembangunan kapal.

Buku ini dibuat dengan susunan yang runtut dan sistematis serta didukung dengan data-data maupun teori yang relevan. Penulis berhasil menguraikan berbagai konsep perancangan awal kapal (*preliminary design*) dengan gaya Bahasa yang mudah dipahami dan dimengerti, namun tetap menjaga kedalaman ilmiah yang diperlukan. Buku ini juga membahas berbagai aspek yang sangat krusial, mulai dari perkembangan rancangan kapal konvensional dan *modern* hingga berbagai parameter rancangan yang ramah lingkungan.

Penulis juga memberikan gambaran yang komprehensif mengenai pentingnya pemahaman tentang perancangan awal kapal dalam menghadapi tantangan di dunia kelautan (perkapalan) yang semakin kompleks. Buku ini juga memberikan wawasan yang berharga bagi para akademisi, praktisi, dan mahasiswa yang bergerak di bidang Kelautan dan/atau Kemaritiman yang terkait parameter rancangan, ukuran utama, dan berat kapal.

Sebagai reviewer, saya sangat merekomendasikan buku ini sebagai referensi utama bagi siapa saja yang berkecimpung di bidang perancangan wahana apung, khususnya rancangan awal, estimasi ukuran utama dan estimasi berat kapal. Buku ini tidak hanya memberikan pengetahuan teoritis yang solid, tetapi juga dilengkapi dengan aplikasi praktis yang dapat membantu para pembaca dalam menerapkan ilmu perancangan kapal dalam aktivitas keseharian sebagai seorang *engineer* kapal.

Saya mengapresiasi dedikasi dan kerja keras para penulis dalam menyusun dan menyelesaikan buku ini, dan saya berharap buku ini dapat menjadi pegangan/referensi yang bermanfaat bagi komunitas kelautan dan/atau kemaritiman di Indonesia khususnya dalam merancang kapal. Selamat membaca dan semoga buku ini memberikan manfaat yang sebesar-besarnya bagi perkembangan ilmu dan teknologi perkapalan.

Surabaya, April 2025
Reviewer

Prof. Dr. Viv Djanat Prasita, M.App.Sc.

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga buku yang berjudul *Perancangan Kapal: Preliminary Design* dapat diselesaikan. Buku ini disusun sebagai upaya untuk memberikan pemahaman yang komprehensif mengenai ilmu perancangan kapal terutama perancangan awal kapal (*preliminary design*) yang merupakan salah satu cabang keilmuan yang penting dalam bidang teknik perkapalan. Materi dalam buku ini tentang pemahaman dan proses perancangan awal kapal (*preliminary design*) meliputi: (1) Perancangan kapal: pemahaman perancangan kapal, kapal konvensional dan modern, efisiensi voeffi dan dampak lingkungan; (2) Dasar perancangan kapal: pendekatan perancangan kapal, parameter perancangan kapal, Tahap perancangan kapal, Tujuan perancangan awal, Prosedur perancangan kapal, Permintaan pemesan kapal, Metode perancangan, dan Prosedur basic design; (3) *Ship design parameters*: Environment parameters,, Economic parameters, Shipping regulations, Peran teknologi dalam desain ramah lingkungan, Parameter bentuk badan kapal; (4) Menentukan ukuran dan berat kapal: menentukan ukuran utama kapal baru, menentukan berat kapal baru, menentukan kapasitas kapal baru; (5) Menentukan karakteristik kapal: estimasi hydrostatic, hambatan kapal, kecepatan kapal, koefisien power kapal; (6) Desain propeller dan rudder: desain propeller, desain rudder dan ukuran steering gear machinery; (7) Estimasi biaya pembangunan kapal: masalah optimasi, analisa biaya pembangunan kapal, biaya pembangunan konstruksi kapal, biaya mesin dan penggerak kapal, biaya perleengkapan dan outfitting kapal.

Penyusunan buku ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang berarti bagi mahasiswa, peneliti, praktisi, maupun masyarakat yang tertarik mendalami perancangan awal kapal (*preliminary design*), terutama dalam konteks perancangan kapal, parameter perancangan, estimasi ukuran utama, dan estimasi berat sebuah kapal, estimasi berat, estimasi kinerja badan kapal dan estimasi biaya pembangunan kapal. Selain itu, buku ini juga memberikan wawasan tentang pentingnya analisis terkait

efisiensi vioeffi dan hasil rancangan sebuah kapal yang ramah lingkungan. Penyusun menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam penulisan buku ini. Oleh karena itu, penyusun sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan buku ini di masa mendatang.

Akhir kata, penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusi dalam proses penyusunan buku ini khususnya Hibah PKKMM Program Studi Teknik Perkapalan Tahun 2004, baik secara langsung maupun tidak langsung. Semoga buku ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan menjadi referensi yang berguna dalam kajian perancangan kapal.

Selamat membaca!
Surabaya, April 2025
Penyusun

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
PRAKATA	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB 1 PERANCANGAN KAPAL	1
2.1. Pendahuluan.....	1
2.2. Kapal Konvensional dan Modern	3
2.3. Efisiensi Energy dan Dampak Lingkungan	10
BAB 2 DASAR PERANCANGAN KAPAL	23
2.1. Pendahuluan.....	23
2.2. Pendekatan <i>Ship Design</i>	23
2.3. Tahapan <i>Ship Design</i>	26
2.4. Tujuan <i>Preliminary Design</i>	27
2.5. Prosedur <i>Ship Design</i>	29
2.6. Permintaan Pemesan Kapal	30
2.7. <i>Mission Requirement</i> Tipe Kapal	37
2.8. Metode <i>Preliminary Design</i>	40
2.8.1. <i>Umum</i>	40
2.8.2. <i>Tipe Kapal</i>	40
2.8.3. <i>Metode Menentukan Ukuran Utama</i>	45
2.9. Prosedur <i>Basic Design</i>	47
2.9.1. <i>Deadweight carriers</i>	48
2.9.2. <i>Volume carrier</i>	50
2.9.3. <i>Linier Dimension Ships</i>	52
2.9.4. <i>Spesial Purposes Ships</i>	52
BAB 3 SHIP DESIGN PARAMETERS	53
3.1. Pendahuluan.....	53
3.2. Environmental Parameters.....	54
3.3. Economic Parameters.....	55
3.4. Shipping Regulations.....	56
3.5. Peran Teknologi dalam Desain Ramah Lingkungan	61

3.6.	Parameter Bentuk Badan Kapal	62
3.6.1.	<i>Ukuran Utama Kapal</i>	63
3.6.2.	<i>Rasio Ukuran Utama Kapal</i>	67
3.6.3.	<i>Koefisien Bentuk Badan Kapal</i>	70
BAB 4 MENENTUKAN UKURAN DAN BERAT KAPAL		71
4.1.	Pendahuluan	71
4.2.	Menentukan Ukuran Utama Kapal Baru	71
4.2.1.	<i>Displasemen Awal Kapal</i>	72
4.2.2.	<i>Ukuran Utama Kapal Metode Cube root</i>	75
4.2.3.	<i>Ukuran Utama Kapal Metode Geosim</i>	77
4.2.4.	<i>Ukuran Utama Kapal Metode Graphical Intersection</i> ...	78
4.2.5.	<i>Ukuran Utama Kapal Metode Graphic</i>	83
4.3.	Menentukan Berat Kapal Baru	86
4.3.1.	<i>Estimasi Berat Baja</i>	87
4.3.2.	<i>Estimasi Berat Kayu dan Perlengkapan Kapal</i>	93
4.3.3.	<i>Estimasi Berat Mesin Kapal</i>	97
4.4.	Menentukan Kapasitas Kapal Baru	99
4.4.1.	<i>Estimasi Grain Capacity</i>	100
4.4.2.	<i>Estimasi Cargo Oil Capacity</i>	102
4.4.3.	<i>Estimasi Bulk Carrier Capacity</i>	103
BAB 5 MENENTUKAN KARAKTERISTIK KAPAL		105
5.1.	Pendahuluan	105
5.2.	Estimasi Hidrostatik	105
5.2.1.	<i>Block Coefficient (C_B)</i>	105
5.2.2.	<i>Water Plan Coefficient (C_{WP})</i>	106
5.2.3.	<i>Displacement (Δ)</i>	107
5.2.4.	<i>Tinggi Titik Pusat Apung (KB)</i>	108
5.2.5.	<i>Tinggi Titik Pusat Apung dan Metasentra (BM)</i>	109
5.2.6.	<i>Tinggi Metasentra terhadap Keel (KM)</i>	111
5.2.7.	<i>Water Plan Area (WPA)</i>	111
5.2.8.	<i>Tonnes per Centimetre (TPC)</i>	111
5.2.9.	<i>Moment to Change Trim one Centimetre (MCTC)</i>	111
5.3.	Hambatan Kapal	112
5.3.1.	<i>Frictional Resistance (R_f)</i>	112

5.3.2.	<i>Hukum Froude's speed – Length</i>	114
5.3.3.	<i>Froude Number (Fn)</i>	115
5.3.4.	<i>Residual Resistance (R_r)</i>	115
5.3.5.	<i>Total Resistance (R_T)</i>	116
5.3.6.	<i>Hambatan Angin dan Tonjolan</i>	117
5.4.	<i>Tipe Kecepatan Kapal</i>	120
5.5.	<i>Estimasi Power Kapal</i>	124
5.6.	<i>Estimasi Power Koeffisient</i>	129
5.6.1.	<i>Quasi Propulsive Coefficient (QPC)</i>	130
5.6.2.	<i>Propulsive Coefficient (PC)</i>	131
5.6.3.	<i>Admiralty Coefficient (A_C)</i>	131
BAB 6 DESAIN PROPELLER DAN RUDDER		134
6.1.	<i>Desain Propeller</i>	134
6.2.	<i>Desain Rudder</i>	138
6.3.	<i>Ukuran Stearing Gear Machinery</i>	140
BAB 7 ESTIMASI BIAYA PEMBANGUNAN KAPAL		142
7.1.	<i>Pendahuluan</i>	142
7.2.	<i>Masalah Optimasi</i>	142
7.3.	<i>Analisa Biaya Pembangunan Kapal</i>	144
7.4.	<i>Biaya Pembangunan Kapal</i>	145
7.4.1.	<i>Biaya baja yang belum diproses (plate dan stiffeners)</i>	145
7.4.2.	<i>Biaya lain</i>	146
7.5.	<i>Biaya Mesin dan Penggerak Kapal</i>	149
7.6.	<i>Biaya Perlengkapan dan Outfitting Kapal</i>	149
DAFTAR PUSTAKA		151
GLOSARIUM		154
BIOGRAFI PENULIS		161

DAFTAR TABEL

Tabel 1-1 Spesifik konsumsi bahan bakar transportasi muatan barang (Schneekluth and Bertram, 1998)(Papanikolaou, 2014a)	18
Tabel 1-2 Spesifik konsumsi bahan bakar transportasi penumpang (Schneekluth and Bertram, 1998)(Papanikolaou, 2014a).....	19
Tabel 2-1 Koefisien DWT kapal (Strohbusch, 1971)(Schneekluth, 1985)(I, 2011).....	49
Tabel 2-2 Proses menentukan ukuran utama dan koefisien bentuk berdasarkan deadweight carriers	49
Tabel 2-3 Urutan menentukan ukuran utama dan koefisien bentuk.....	51
Tabel 3-1 Rasio ukuran utama	62
Tabel 3-2 Koefisien Bentuk Badan Kapal	63
Tabel 3-3 Rekomendasi L/B	69
Tabel 4-1 <i>Deadweight coefficient</i> (C_D) kapal niaga.....	74
Tabel 4-2 Nilai $V/L^{0.5}$ kapal niaga.	81
Tabel 4-3 <i>General Cargo ships: LPP dan DWT</i>	84
Tabel 4-4 Keseimbangan berat kapal.....	87
Tabel 4-5 Nilai CB pada SLWL dan 85% Dmld, kapal.....	102
Tabel 5-1 <i>Rasio R_r/RT</i>	117
Tabel 5-2 <i>Pendekatan wake fraction kapal niaga</i>	122
Tabel 5-3 <i>Hubungan posisi ruang mesin dengan efisiensi poros.</i>	126
Tabel 6-1 Nilai K kapal niaga	139
Tabel 7-1 Distribusi biaya pembangunan dry cargo ship (Schneekluth, 1985),	144

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1-1 Pengembangan kapal (Papanikolaou, 2002)	8
Gambar 1-2 Efisiensi transportasi von Karmen-Gabrielli (Akagi, 1991).....	12
Gambar 1-3 Efisiensi transportasi (Akagi, 1991) dan data NTUA-SDL (Papanikolaou, 2005).	13
Gambar1-4 Efisiensi kapal konvensional dan modern (Akagi and Morishita, 2001)(Papanikolaou, 2005).....	14
Gambar 1-5 Payload efisiensi kapal konvensional dan modern (Akagi, 1991)(Papanikolaou, 2005).	14
Gambar 1-6 Rasio Payload transportasi (Akagi, 1991)(Papanikolaou, 2005).	15
Gambar 1-7 Transport Factor vs kecepatan berdasarkan (Kennell, 1998)(Papanikolaou, 2005).	15
Gambar 1-8 Fuel transport factor vs jarak (Kennell, 1998) dan NTUA-SDL (Papanikolaou, 2005).	17
Gambar 1-9 Fuel transport factor rasio vs range (Kennell, 1998) dan NTUA-SDL (Papanikolaou, 2005).....	17
Gambar 1-10 Payload to HP ratio vs ship weight to payload ratio (Kennell, 1998) dan NTUA-SDL (Papanikolaou, 2005).	18
Gambar 1-11 Data kecelakaan (jumlah kejadian pertahun) (Papanikolaou, 2014a).....	19
Gambar 1-12 Efisiensi CO2 kapal terhadap transportasi kereta api dan jalan raya (Buhaug <i>et al.</i> , 2009)(Papanikolaou, 2014a).	20
Gambar 2-1 Fungsi Dasar Kapal (Lavander, 2003).	24
Gambar 2-2 Prosedur <i>Ship Design</i> (Lavander, 2003).	26
Gambar 1-3 Design Spiral J. H. Evans (Papanikolaou, 2014b)(Thomas, 2003).	30
Gambar 1-4 Prosedur Desain, Konstruksi dan operasi kapal....	33
Gambar 3-1 Ukuran Utama Kapal.	64
Gambar 3-2 Hubungan L dan B kapal komersial (Watson, 1998)	68
Gambar 4-1 Grafik (C_B) dan ($V/L^{0.5}$).....	80
Gambar 4-2 General Cargo Ship Lpp dan DWT.....	84
Gambar 4-3 General Cargo Ship (L dan B) terhadap DWT	85

Gambar 4-4 General Cargo Ship Displasemen terhadap DWT (C_D)	85
Gambar 4-5 Nesting pelat baja.....	88
Gambar 5-1 Titik pusat dalam kapal (melintang)	108
Gambar 5-2 Titik pusat dalam kapal (memanjang)	110
Gambar 5-3 Rasio (R_r/R_T) kapal niaga sarat penuh	117
Gambar 5-4 Three ship speeds, apparent slip dan real slip.....	121
Gambar 5-5 Daya sepanjang poros propeller.....	125
Gambar 5-6 Power dan power oefficient sepanjang poros propeller	130
Gambar 6-1 Bagan / diagram Propeller B_P	135
Gambar 6-2 Thicness frection daun dan BAR propeller.....	136
Gambar 6-3 Keseimbangan rudder dengan profil kapal	138
Gambar 6-4 Gaya F , F_t dan F_n pada rudder kapal.....	141

SINOPSIS

Dengan tipe/jenis kapal yang beragam, banyaknya kompromi atau penyesuaian dalam mencapai desain kapal yang efektif dan efisien, serta tuntutan desain kapal mampu melindungi *crew*/ABK dan muatan di dalamnya dan lingkungan di sekitarnya. Oleh karena itu, buku “**Perancangan Kapal: Preliminary Design**” ini menyajikan dan membahas bagaimana perancang kapal (*naval architect*) merancang kapal terutama perancangan awal (*preliminary design*), agar kapal yang direncanakan sesuai dengan misi (fungsi), aman, ramah lingkungan, dan efisien.

Buku ini membahas tentang tahapan dan hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perancangan awal: **Perancangan Kapal, Dasar Perancangan Kapal, Ship Design Parameters, Menentukan Ukuran Utama dan Berat Kapal, Menentukan Karakteristik Kapal, Desain Propeller dan Rudder, Estimasi Biaya Pembangunan Kapal**. Dengan demikian pembaca akan memahami tahapan dalam merancang kapal, dasar-dasar merancang kapal, tujuan perancangan kapal, konsep desain inovatif, efisiensi energy dikapal, dan dampak lingkungan operasi kapal, estimasi parameter bentuk dan karakteristik kapal serta analisa ekonomi kapal.



Penerbit:
HANG TUAH UNIVERSITY PRESS
E-mail: uht.press@hangtuah.ac.id
Anggota IKAPI

