

**STUDI TAHANAN KAPAL CEPAT BERLAMBUNG DEADRISE DAN
BERTANGGA MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK MAXSURF**

SKRIPSI

*Diajukan guna memenuhi persyaratan untuk meraih gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin*



MUHAMMAD SYAUFY MUTHAHHAR

D311 16 508

DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA 2021



LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR)

*Studi Tahanan Kapal Cepat Berlambung Deadrise dan Bertangga Menggunakan
Perangkat Lunak Maxsurf*

Disusun dan diajukan oleh:

MUHAMMAD SYAUFYI MUTHAHHAR

D311 16 508

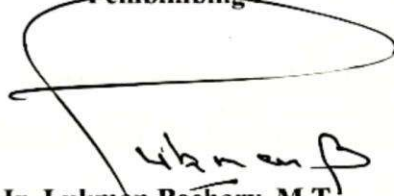
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian
Studi Program Studi Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Gowa, 11 Juli 2021

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing I



Ir. Lukman Bochari, M.T.

NIP. 19581127 198803 1 001

Pembimbing II



Andi Dian Eka Anggriani, S.T., M.T.

NIP. 19870824 201903 2009

Mengetahui:

Ketua Departemen Teknik Perkapalan



Dr. Eng. Suandar Baso, ST., MT

NIP. 19730206 200012 1 002



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Syaufiy Muthahhar

NIM : D311 16 508

Program Studi : Teknik Perkapalan

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

Studi Tahanan Kapal Cepat Berlambung Deadrise dan Bertangga Menggunakan
Perangkat Lunak Maxsurf

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambil alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar - benar merupakan hasil karya sendiri.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil orang lain, maka saya bersedia mengenai sanksi atas perbuatan tersebut

Gowa, 12 Juli 2021

Yang menyatakan,



Muhammad Syaufiy Muthahhar



KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT Tuhan semesta alam yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Studi Tahanan Kapal Cepat Berbentuk Lambung Deadrise Angle dan Variasi Bentuk Lambung Bertangga Menggunakan *Maxsurf Software*”. Shalawat dan salam juga tak lupa penulis ucapkan untuk junjungan Rasulullah Muhammad SAW.

Penulisan tugas akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar.

Dalam penyusunan tugas akhir ini memerlukan proses yang panjang, mulai dari awal persiapan hingga tahap akhir penyelesaian. Tidak sedikit hambatan dan kesulitan yang ditemukan oleh penulis sehingga tanpa bantuan semangat, diskusi, dan bimbingan dari berbagai pihak maka tugas akhir ini dapat diselesaikan. Oleh karena itu saya ucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak dan Ibu tercinta, yang telah memberikan dorongan semangat, segala doa yang telah dipanjatkan, serta waktu dan tenaga yang telah diluahkan sehingga bisa mendidik penulis sampai tahap ini.
2. Bapak Ir. Lukman Bochary, MT, selaku pembimbing 1 dan ibu Andi Dian Eka Anggriani, ST., MT selaku pembimbing 2 yang telah membimbing serta memberikan ilmu dan motivasi selama perkuliahan hingga selesainya penyusunan tugas akhir ini.
3. Bapak Dr. Eng. Suandar Baso, ST., MT. dan bapak Moh Rizal

ermansyah,

T., MT. selaku dosen penguji yang banyak memberikan masukan dan ran



untuk menyempurnakan tugas akhir ini.

4. Seluruh Dosen Departemen Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, terima kasih atas seluruh ilmu dan diskusi yang telah diberikan selama penulis berkuliah di Departemen Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
5. Seluruh Civitas Akademika Universitas Hasanuddin, terima kasih atas seluruh *support* dalam proses akademik maupun non-akademik selama penulis berkuliah di Universitas Hasanuddin.
6. Enam puluh empat orang saudara/saudari saya se-Teknik Perkapalan 2016, terima kasih atas kebersamaannya selama menjalani masa perkuliahan.
7. Teman-teman CRUIZER 2016, terima kasih atas segala *support*, rasa kekeluargaan dan kesederhanaannya, serta segala kebersamaannya selama masa perkuliahan di Jurusan Perkapalan.
8. Kanda-kanda senior, dinda-dinda junior dan teman-teman se-Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang

Semoga Allah SWT senantiasa memberikan rahmat dan karunianya kepada semua pihak yang telah memberikan segala bantuannya. Hasil penelitian ini tentu saja memiliki banyak kekurangan karena keterbatasan kemampuan penulis. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat dan menjadi suatu karya yang memberi dampak positif dan dapat pula bermanfaat bagi pembaca dan penulis.

AamiinYaaRabbAlamiin

Wassalamualaikum WarahmatullahiWabarakatuh

Makassar, Mei 2021

Muhammad Syaufiy Muthahhar



ABSTRAK

Muhammad Syaufiy Muthahhar, 2021. “STUDI TAHANAN KAPAL CEPAT BERLAMBUNG DEADRISE DAN BERTANGGA MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK MAXSURF”. (Dibimbing oleh Lukman Bochary dan Andi Dian Eka Anggriani)

Dewasa ini, trend kapal cepat mengalami perubahan atau modifikasi guna mendapatkan desain kapal yang menjamin performa kapal saat berlayar dilautan, salah satunya pada modifikasi hull. Salah satu modifikasi hull adalah perubahan bentuk lambung dari Semi Planing Hull menjadi kapal Planing hull dengan lambung berbentuk Deadrise Angle serta penambahan bentuk lambung bertangga. Prinsip dari penggunaan lambung bertangga. Lambung kapal dengan tipe lambung berbentuk deadrise angle ini adalah jenis kapal yang dapat mengangkat kapal dengan meningkatkan komponen hydrostatic lift yang berarti pada kecepatan yang lebih rendah kapal bekerja seperti kapal displacemen dan secara bertahap mulai ‘ploughing water’ dengan meningkatkan kecepatan. Adapun prinsip dasar dari penggunaan lambung bertangga mengurangi luas permukaan basah (wetted surface area) karena timbulnya turbulensi dibawah badan kapal. Variasi deadrise angle yang digunakan adalah 5° , 10° , dan 15° . Sedangkan desain bentuk lambung bertangga didasarkan pada fitur geometri 2D (dimensi) yaitu bentuk U dan V dan geometri segmen 2D yaitu bentuk 2-U dan 2-V. Jumlah lambung bertangga yang didesain dikategorikan menjadi satu, dua, dan tiga lambung bertangga. Pengolahan data yang digunakan pada penelitian ini untuk melakukan modifikasi desain lambung kapal menggunakan bantuan software Maxsurf Modeller. Sedangkan untuk melakukan analisa nilai tahanan menggunakan bantuan software Maxsurf Resistance. Berdasarkan analisa tahanan setiap variasi deadrise angle dan lambung bertangga, diketahui bahwa tahanan total kapal cenderung berkurang seiring dengan penambahan jumlah lambung bertangga serta peningkatan kondisi trim kapal. Pada kapal dengan variasi deadrise angle tanpa menggunakan lambung bertangga, kapal dengan deadrise angle 10° memiliki nilai tahanan yang cenderung lebih kecil dibandingkan dengan variasi deadrise angle yang lain. Pada desain bentuk lambung bertangga, nilai tahanan antara bentuk lambung bertangga pada jumlah lambung bertangga yang sama, memiliki nilai tahanan yang relatif kecil.

Kata Kunci: Planing Hull, Deadrise Angle, Lambung Bertangga, Tahanan



ABSTRACT

Muhammad Syaufiy Mutahhar, 2021. "STUDY OF SPEED BOAT RESISTANCE WITH DEADRISE AND STEPPED HULL USING MAXSURF SOFTWARE". (Supervised by Lukman Bochary and Andi Dian Eka Anggriani)

Nowadays, the trend of speed boats undergoes changes or modifications in order to get a ship design that ensures the ship performance while sailing at sea, one of which is the modification of the hull. One of the hull modifications is the change in the shape of the hull from the Semi Planing Hull to a Planing hull ship with a Deadrise Angle hull and the addition of a stepped hull. The hull with a deadrise angle hull type is the type of ship that can lift the ship by increasing the hydrostatic lift component which means at a lower speed the ship works like a displacement ship and gradually begins to 'plow water' by increasing the speed. The basic principle of using a stepped hull is to reduce the wetted surface area due to turbulence under the hull. The deadrise angle variations used are 5° , 10° , and 15° . While the hull shape design is based on 2D geometric features (dimensions) namely U and V shapes and 2D geometric segment, namely 2-U and 2-V shapes. The number of designed hulls is categorized into one, two, and three hulls. Data processing used in this study to modify the hull design is the Maxsurf Modeller software. Whereas, to analyze the value of resistance using the Maxsurf Resistance software. Based on the analysis of the resistance of each variation of deadrise angle and stepped hull, it is known that the total resistance of the ship tends to decrease along with the increase in the number of hulls and the increase in the trim condition of the ship. On ships with variations of deadrise angle without using a stepped hull, ships with a deadrise angle of 10° have a resistance value that tends to be smaller than other variations of deadrise angle. In the stepped hull design, the resistance value between the stepped hull forms on the same number of hulls has a relatively small resistance value.

Keywords: Planing Hull, Deadrise Angle, Stepped Hull, Resistance



DAFTAR ISI

SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
KATA PENGANTAR	ii
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II	6
TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Kapal Cepat (High Speed Craft).....	6
2.2 Karakteristik Kapal Cepat	8
2.3 Lambung Bertangga	9
2.4 Trim Kapal	12
2.5 Tahanan Kapal	13
2.7 Metode Wyman.....	16
2.8 Maxsurf Pro	19
2.8.1 Maxsurf Modeller	20
2.8.2 Maxsurf Modeller	22
.....	25
LOGI PENELITIAN	25
tasi dan Waktu Penelitian	25



3.1.1	Lokasi penelitian.....	25
3.1.2	Waktu penelitian.....	25
3.2	Jenis dan Metode Pengumpulan Data	25
3.3	Metode Pengolahan Data	26
3.3.1	Data Kapal	26
3.3.2	Pemodelan Kapal Cepat dengan Lambung deadrise Angle dan Lambung Bertangga.....	28
3.3.3	Menghitung Tahanan Model Kapal dengan Maxsurf Resistance	33
3.3.4	Penarikan Kesimpulan	34
3.5	Kerangka Pemikiran	35
BAB IV		36
HASIL DAN PEMBAHASAN		36
4.1	Desain Deadrise Angle dan Lambung Bertangga Pada Kapal	36
4.1.1	Desain Deadrise Angle Pada Lambung Melintang Kapal	36
4.1.2	Desain Lambung Bertangga Pada Kapal	38
4.2	Analisa Tahanan Kapal	44
4.2.1	Deadrise Angle 5° Dengan Variasi Lambung Bertangga.....	45
4.2.2	Deadrise Angle 10° Dengan Variasi Lambung Bertangga.....	74
4.2.3	Deadrise Angle 15° Dengan Variasi Lambung Bertangga.....	104
4.3	Perbandingan Tahanan Kapal Antara Desain Lambung Bertangga	133
4.3.1	Perbandingan Tahanan Kapal Tanpa Lambung Bertangga Dengan Kapal Yang Menggunakan Lambung Bertangga Pada Deadrise Angle 5°	134
4.3.2	Perbandingan Tahanan Kapal Tanpa Lambung Bertangga Dengan Kapal Yang Menggunakan Lambung Bertangga Pada Deadrise Angle 10°	150
4.3.3	Perbandingan Tahanan Kapal Tanpa Lambung Bertangga Dengan Kapal Yang Menggunakan Lambung Bertangga Pada Deadrise Angle 15°	167
4.4	Perbandingan Tahanan Kapal Antara Desain Deadrise Angle	183
4.5	Perbandingan Tahanan Kapal Antara Variasi Desain Deadrise Angle Dengan Kapal Penumpang Cepat SS 44	191
BAB V		195
	JLAIN.....	195
	impulan.....	195
	an.....	196



DAFTAR PUSTAKA 197
LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Ukuran utama kapal penumpang cepat SS 44	26
Tabel 3.2	Data offset linesplan kapal penumpang cepat SS 44.....	27
Tabel 4.1	Tabel nilai tahanan kapal dengan deadrise angle 5° tanpa lambung bertangga pada berbagai kondisi trim dan variasi kecepatan	46
Tabel 4.2	Tabel nilai tahanan kapal dengan deadrise angle 5° berlambung 1 tangga bentuk 2-U pada berbagai kondisi trim dan variasi kecepatan	49
Tabel 4.3	Tabel nilai tahanan kapal dengan deadrise angle 5° berlambung 2 tangga bentuk 2-U pada berbagai kondisi trim dan variasi kecepatan	51
Tabel 4.4	Tabel nilai tahanan kapal dengan deadrise angle 5° berlambung 3 tangga bentuk 2-U pada berbagai kondisi trim dan variasi kecepatan	53
Tabel 4.5	Tabel nilai tahanan kapal dengan deadrise angle 5° berlambung 1 tangga bentuk 2-V pada berbagai kondisi trim dan variasi kecepatan	55
Tabel 4.6	Tabel nilai tahanan kapal dengan deadrise angle 5° berlambung 2 tangga bentuk 2-V pada berbagai kondisi trim dan variasi kecepatan	58
Tabel 4.7	Tabel nilai tahanan kapal dengan deadrise angle 5° berlambung 3 tangga bentuk 2-V pada berbagai kondisi trim dan variasi kecepatan	60
Tabel 4.8	Tabel nilai tahanan kapal dengan deadrise angle 5° berlambung 1 tangga bentuk U pada berbagai kondisi trim dan variasi kecepatan.....	62
Tabel 4.9	Tabel nilai tahanan kapal dengan deadrise angle 5° berlambung 2 tangga bentuk U pada berbagai kondisi trim dan variasi kecepatan.....	64
Tabel 4.10	Tabel nilai tahanan kapal dengan deadrise angle 5° berlambung 3 tangga bentuk U pada berbagai kondisi trim dan variasi kecepatan.....	67
Tabel 4.11	Tabel nilai tahanan kapal dengan deadrise angle 5° berlambung 1 tangga bentuk V pada berbagai kondisi trim dan variasi kecepatan.....	69
	Tabel nilai tahanan kapal dengan deadrise angle 5° berlambung 2 tangga bentuk V pada berbagai kondisi trim dan variasi kecepatan.....	71



Tabel 4.13	Tabel nilai tahanan kapal dengan deadrise angle 5° berlambung 3 tangga bentuk V pada berbagai kondisi trim dan variasi kecepatan.....	73
Tabel 4.14	Tabel nilai tahanan kapal dengan deadrise angle 10° tanpa lambung bertangga pada berbagai kondisi trim dan variasi kecepatan	76
Tabel 4.15	Tabel nilai tahanan kapal dengan deadrise angle 10° berlambung 1 tangga bentuk 2-U pada berbagai kondisi trim dan variasi kecepatan	78
Tabel 4.16	Tabel nilai tahanan kapal dengan deadrise angle 10° berlambung 2 tangga bentuk 2-U pada berbagai kondisi trim dan variasi kecepatan	80
Tabel 4.17	Tabel nilai tahanan kapal dengan deadrise angle 10° berlambung 3 tangga bentuk 2-U pada berbagai kondisi trim dan variasi kecepatan	82
Tabel 4.18	Tabel nilai tahanan kapal dengan deadrise angle 10° berlambung 1 tangga bentuk 2-V pada berbagai kondisi trim dan variasi kecepatan	85
Tabel 4.19	Tabel nilai tahanan kapal dengan deadrise angle 10° berlambung 2 tangga bentuk 2-V pada berbagai kondisi trim dan variasi kecepatan	87
Tabel 4.20	Tabel nilai tahanan kapal dengan deadrise angle 10° berlambung 3 tangga bentuk 2-V pada berbagai kondisi trim dan variasi kecepatan	89
Tabel 4.21	Tabel nilai tahanan kapal dengan deadrise angle 10° berlambung 1 tangga bentuk U pada berbagai kondisi trim dan variasi kecepatan.....	92
Tabel 4.22	Tabel nilai tahanan kapal dengan deadrise angle 10° berlambung 2 tangga bentuk U pada berbagai kondisi trim dan variasi kecepatan.....	94
Tabel 4.23	Tabel nilai tahanan kapal dengan deadrise angle 10° berlambung 3 tangga bentuk U pada berbagai kondisi trim dan variasi kecepatan.....	96
Tabel 4.24	Tabel nilai tahanan kapal dengan deadrise angle 10° berlambung 1 tangga bentuk V pada berbagai kondisi trim dan variasi kecepatan.....	98
	Tabel nilai tahanan kapal dengan deadrise angle 10° berlambung 2 tangga bentuk V pada berbagai kondisi trim dan variasi kecepatan.....	100



Tabel 4.26	Tabel nilai tahanan kapal dengan deadrise angle 10° berlambung 3 tangga bentuk V pada berbagai kondisi trim dan variasi kecepatan.....	103
Tabel 4.27	Tabel nilai tahanan kapal dengan deadrise angle 15° tanpa lambung bertangga pada berbagai kondisi trim dan variasi kecepatan	105
Tabel 4.28	Tabel nilai tahanan kapal dengan deadrise angle 15° berlambung 1 tangga bentuk 2-U pada berbagai kondisi trim dan variasi kecepatan	107
Tabel 4.29	Tabel nilai tahanan kapal dengan deadrise angle 15° berlambung 2 tangga bentuk 2-U pada berbagai kondisi trim dan variasi kecepatan	109
Tabel 4.30	Tabel nilai tahanan kapal dengan deadrise angle 15° berlambung 3 tangga bentuk 2-U pada berbagai kondisi trim dan variasi kecepatan	112
Tabel 4.31	Tabel nilai tahanan kapal dengan deadrise angle 15° berlambung 1 tangga bentuk 2-V pada berbagai kondisi trim dan variasi kecepatan	114
Tabel 4.32	Tabel nilai tahanan kapal dengan deadrise angle 15° berlambung 2 tangga bentuk 2-V pada berbagai kondisi trim dan variasi kecepatan	116
Tabel 4.33	Tabel nilai tahanan kapal dengan deadrise angle 15° berlambung 3 tangga bentuk 2-V pada berbagai kondisi trim dan variasi kecepatan	118
Tabel 4.34	Tabel nilai tahanan kapal dengan deadrise angle 15° berlambung 1 tangga bentuk U pada berbagai kondisi trim dan variasi kecepatan.....	121
Tabel 4.35	Tabel nilai tahanan kapal dengan deadrise angle 15° berlambung 2 tangga bentuk U pada berbagai kondisi trim dan variasi kecepatan.....	123
Tabel 4.36	Tabel nilai tahanan kapal dengan deadrise angle 15° berlambung 3 tangga bentuk U pada berbagai kondisi trim dan variasi kecepatan.....	125
Tabel 4.37	Tabel nilai tahanan kapal dengan deadrise angle 15° berlambung 1 tangga bentuk V pada berbagai kondisi trim dan variasi kecepatan.....	128
	Tabel nilai tahanan kapal dengan deadrise angle 15° berlambung 2 tangga bentuk V pada berbagai kondisi trim dan variasi kecepatan.....	130



Tabel 4.39	Tabel nilai tahanan kapal dengan deadrise angle 15° berlambung 3 tangga bentuk V pada berbagai kondisi trim dan variasi kecepatan.....	132
Tabel 4.40	Nilai tahanan total setiap kapal dengan deadrise angle 5° berlambung 1 tangga tanpa lambung bertangga pada kondisi even keel dan trim buritan untuk setiap kenaikan kecepatan.....	136
Tabel 4.41	Nilai tahanan total setiap kapal dengan deadrise angle 5° berlambung 2 tangga tanpa lambung bertangga pada kondisi even keel dan trim buritan untuk setiap kenaikan kecepatan.....	141
Tabel 4.42	Nilai tahanan total setiap kapal dengan deadrise angle 5° berlambung 3 tangga dan tanpa lambung bertangga pada kondisi even keel dan trim buritan untuk setiap kenaikan kecepatan.....	149
Tabel 4.43	Nilai tahanan total setiap kapal dengan deadrise angle 10° berlambung 1 tangga dan tanpa lambung bertangga pada kondisi even keel dan trim buritan untuk setiap kenaikan kecepatan.....	152
Tabel 4.44	Nilai tahanan total setiap kapal dengan deadrise angle 10° berlambung 2 tangga dan tanpa lambung bertangga pada kondisi even keel dan trim buritan untuk setiap kenaikan kecepatan.....	158
Tabel 4.45	Nilai tahanan total setiap kapal dengan deadrise angle 10° berlambung 3 tangga dan tanpa lambung bertangga pada kondisi even keel dan trim buritan untuk setiap kenaikan kecepatan.....	163
Tabel 4.46	Nilai tahanan total setiap kapal dengan deadrise angle 15° berlambung 1 tangga dan tanpa lambung bertangga pada kondisi even keel dan trim buritan untuk setiap kenaikan kecepatan.....	169
Tabel 4.47	Nilai tahanan total setiap kapal dengan deadrise angle 15° berlambung 2 tangga dan tanpa lambung bertangga pada kondisi even keel dan trim buritan untuk setiap kenaikan kecepatan.....	174
	Nilai tahanan total setiap kapal dengan deadrise angle 15° berlambung 3 tangga dan tanpa lambung bertangga pada kondisi even keel dan trim buritan untuk setiap kenaikan kecepatan.....	180



Tabel 4.49	Nilai tahanan kapal dengan variasi sudut deadrise tanpa menggunakan lambung bertangga pada kondisi even keel sampai trim buritan 3°	184
Tabel 4.50	Nilai tahanan kapal dengan variasi sudut deadrise pada kapal berlambung 1 tangga bentuk 2-U pada kondisi even keel sampai trim buritan 3°	184
Tabel 4.51	Nilai tahanan kapal dengan variasi sudut deadrise pada kapal berlambung 2 tangga bentuk 2-U pada kondisi even keel sampai trim buritan 3°	185
Tabel 4.52	Nilai tahanan kapal dengan variasi sudut deadrise pada kapal berlambung 3 tangga bentuk 2-U pada kondisi even keel sampai trim buritan 3°	186
Tabel 4.53	Hasil nilai tahanan kapal penumpang cepat SS 44 dan desain lambung dengan variasi deadrise angle	192



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Kapal Penumpang cepat	6
Gambar 2.2	Deadrise angle pada kapal planing hull	8
Gambar 2.3	Visualisasi Kapal dengan lambung bertangga.....	11
Gambar 2.4	Kapal dengan Lambung bertangga	12
Gambar 2.5	Kapal Kondisi Even Keel	12
Gambar 2.6	Kapal Kondisi Trim by Stern	12
Gambar 2.7	Kapal Kondisi Trim by Head	13
Gambar 2.8	Sistem koordinat 3D model Maxsurf	20
Gambar 2.9	Tampilan Workspace pada Maxsurf Modeller	22
Gambar 2.10	Tampilan workspace pada program Maxsurf Resistance.....	24
Gambar 3.1	Body plan kapal dengan variasi Deadrise Angle.....	28
Gambar 3.2	Sketsa peletakan stepped kapal	29
Gambar 3.3	Desain kapal berbentuk deadrise angle 5° tanpa menggunakan lambung bertangga	30
Gambar 3.4	Tampilan awal penambahan stepped pada kapal berbentuk deadrise angle 5°.....	30
Gambar 3.5	Tampak bawah penampang 1 stepped pada kapal berbentuk deadrise angle 5°.....	31
Gambar 3.6	Tampak samping kapal berbentuk deadrise angle 5° dengan penampang 1 stepped	31
Gambar 3.7	Proses <i>Trimming</i> pada <i>surface</i> yang saling berpotongan	32
Gambar 3.8	Tampak kapal berbentuk lambung deadrise angle 5° dengan 1 stepped bentuk V	32
Gambar 3.9	Tampilan saat akan membuka file pada software <i>Maxsurf Resistance</i>	33
Gambar 3.10	Tampilan pemilihan <i>Surface to Measure</i>	33
Gambar 3.11	Data nilai tahanan hasil perhitungan menggunakan metode Wyman serta kurva tahanan terhadap kecepatan pada program <i>Maxsurf Resistance</i>	34
Gambar 4.1	Linesplan kapal pada autocad hasil import ke dxf	36



Gambar 4.2	Pemodelan 3 dimensi kapal penumpang cepat SS 44	37
Gambar 4.3	Lines plan desain kapal dengan lambung deadrise angle 5°	37
Gambar 4.4	Deasin kapal dengan lambung Deadrise Angle 5°	37
Gambar 4.5	Lines plan desain kapal dengan lambung deadrise angle 10°	37
Gambar 4.6	Deasin kapal dengan lambung Deadrise Angle 10°	38
Gambar 4.7	Lines plan desain kapal dengan lambung deadrise angle 15°	38
Gambar 4.8	Deasin kapal dengan lambung Deadrise Angle 15°	38
Gambar 4.9	Desain model kapal 1 Stepped dengan sudut deadrise 5°	39
Gambar 4.10	Desain model kapal 2 Stepped dengan sudut deadrise 5°	40
Gambar 4.11	Desain model kapal 3 Stepped dengan sudut deadrise 5°	40
Gambar 4.12	Desain model kapal 1 Stepped dengan sudut deadrise 10°	41
Gambar 4.13	Desain model kapal 2 Stepped dengan sudut deadrise 10°	42
Gambar 4.14	Desain model kapal 3 Stepped dengan sudut deadrise 10°	42
Gambar 4.15	Desain model kapal 1 Stepped dengan sudut deadrise 15°	43
Gambar 4.16	Desain model kapal 2 Stepped dengan sudut deadrise 15°	44
Gambar 4.17	Desain model kapal 3 Stepped dengan sudut deadrise 15°	44
Gambar 4.18	Kurva koefisien tahanan kapal dengan deadrise angle 5° tanpa lambung bertangga pada setiap kenaikan FnV	47
Gambar 4.19	Kurva koefisien tahanan kapal dengan deadrise angle 5° berlambung 1 tangga bentuk 2-U pada setiap kenaikan FnV	48
Gambar 4.20	Kurva koefisien tahanan kapal dengan deadrise angle 5° berlambung 2 tangga bentuk 2-U pada setiap kenaikan FnV	50
Gambar 4.21	Kurva koefisien tahanan kapal dengan deadrise angle 5° berlambung 3 tangga bentuk 2-U pada setiap kenaikan FnV	54
Gambar 4.22	Kurva koefisien tahanan kapal dengan deadrise angle 5° berlambung 1 tangga bentuk 2-V pada setiap kenaikan FnV	56
Gambar 4.23	Kurva koefisien tahanan kapal dengan deadrise angle 5° berlambung 2 tangga bentuk 2-V pada setiap kenaikan FnV	57
Gambar 4.24	Kurva koefisien tahanan kapal dengan deadrise angle 5° berlambung 3 tangga bentuk 2-V pada setiap kenaikan FnV	59



Gambar 4.25	Kurva koefisien tahanan kapal dengan deadrise angle 5° berlambung 1 tangga bentuk U pada setiap kenaikan FnV	63
Gambar 4.26	Kurva koefisien tahanan kapal dengan deadrise angle 5° berlambung 2 tangga bentuk U pada setiap kenaikan FnV	65
Gambar 4.27	Kurva koefisien tahanan kapal dengan deadrise angle 5° berlambung 3 tangga bentuk U pada setiap kenaikan FnV	66
Gambar 4.28	Kurva koefisien tahanan kapal dengan deadrise angle 5° berlambung 1 tangga bentuk V pada setiap kenaikan FnV	68
Gambar 4.29	Kurva koefisien tahanan kapal dengan deadrise angle 5° berlambung 2 tangga bentuk V pada setiap kenaikan FnV	72
Gambar 4.30	Kurva koefisien tahanan kapal dengan deadrise angle 5° berlambung 3 tangga bentuk V pada setiap kenaikan FnV	74
Gambar 4.31	Kurva koefisien tahanan kapal dengan deadrise angle 10° tanpa lambung bertangga pada setiap kenaikan FnV	75
Gambar 4.32	Kurva koefisien tahanan kapal dengan deadrise angle 10° berlambung 1 tangga bentuk 2-U pada setiap kenaikan FnV	77
Gambar 4.33	Kurva koefisien tahanan kapal dengan deadrise angle 10° berlambung 2 tangga bentuk 2-U pada setiap kenaikan FnV	81
Gambar 4.34	Kurva koefisien tahanan kapal dengan deadrise angle 10° berlambung 3 tangga bentuk 2-U pada setiap kenaikan FnV	83
Gambar 4.35	Kurva koefisien tahanan kapal dengan deadrise angle 10° berlambung 1 tangga bentuk 2-V pada setiap kenaikan FnV	83
Gambar 4.36	Kurva koefisien tahanan kapal dengan deadrise angle 10° berlambung 2 tangga bentuk 2-V pada setiap kenaikan FnV	86
Gambar 4.37	Kurva koefisien tahanan kapal dengan deadrise angle 10° berlambung 3 tangga bentuk 2-V pada setiap kenaikan FnV	90
Gambar 4.38	Kurva koefisien tahanan kapal dengan deadrise angle 10° berlambung 1 tangga bentuk U pada setiap kenaikan FnV	91
Gambar 4.39	Kurva koefisien tahanan kapal dengan deadrise angle 10° berlambung 2 tangga bentuk U pada setiap kenaikan FnV	93



Gambar 4.40	Kurva koefisien tahanan kapal dengan deadrise angle 10° berlambung 3 tangga bentuk U pada setiap kenaikan FnV	95
Gambar 4.41	Kurva koefisien tahanan kapal dengan deadrise angle 10° berlambung 1 tangga bentuk V pada setiap kenaikan FnV	97
Gambar 4.42	Kurva koefisien tahanan kapal dengan deadrise angle 10° berlambung 2 tangga bentuk V pada setiap kenaikan FnV	101
Gambar 4.43	Kurva koefisien tahanan kapal dengan deadrise angle 10° berlambung 3 tangga bentuk V pada setiap kenaikan FnV	102
Gambar 4.44	Kurva koefisien tahanan kapal dengan deadrise angle 15° tanpa lambung bertangga pada setiap kenaikan FnV	104
Gambar 4.45	Kurva koefisien tahanan kapal dengan deadrise angle 15° berlambung 1 tangga bentuk 2-U pada setiap kenaikan FnV	108
Gambar 4.46	Kurva koefisien tahanan kapal dengan deadrise angle 15° berlambung 2 tangga bentuk 2-U pada setiap kenaikan FnV	110
Gambar 4.47	Kurva koefisien tahanan kapal dengan deadrise angle 15° berlambung 3 tangga bentuk 2-U pada setiap kenaikan FnV	111
Gambar 4.48	Kurva koefisien tahanan kapal dengan deadrise angle 15° berlambung 1 tangga bentuk 2-V pada setiap kenaikan FnV	113
Gambar 4.49	Kurva koefisien tahanan kapal dengan deadrise angle 15° berlambung 2 tangga bentuk 2-V pada setiap kenaikan FnV	117
Gambar 4.50	Kurva koefisien tahanan kapal dengan deadrise angle 15° berlambung 3 tangga bentuk 2-V pada setiap kenaikan FnV	119
Gambar 4.51	Kurva koefisien tahanan kapal dengan deadrise angle 15° berlambung 1 tangga bentuk U pada setiap kenaikan FnV	120
Gambar 4.52	Kurva koefisien tahanan kapal dengan deadrise angle 15° berlambung 2 tangga bentuk U pada setiap kenaikan FnV	122
Gambar 4.53	Kurva koefisien tahanan kapal dengan deadrise angle 15° berlambung 3 tangga bentuk U pada setiap kenaikan FnV	126
Gambar 4.54	Kurva koefisien tahanan kapal dengan deadrise angle 15° berlambung 1 tangga bentuk V pada setiap kenaikan FnV	127



Gambar 4.55	Kurva koefisien tahanan kapal dengan deadrise angle 15° berlambung 2 tangga bentuk V pada setiap kenaikan F_nV	129
Gambar 4.56	Kurva koefisien tahanan kapal dengan deadrise angle 15° berlambung 3 tangga bentuk V pada setiap kenaikan F_nV	133
Gambar 4.57	Kurva perbandingan koefisien tahanan dengan Froude number Volume desain kapal dengan deadrise angle 5° berlambung 1 tangga pada kondisi even keel	137
Gambar 4.58	Kurva perbandingan koefisien tahanan dengan Froude number Volume desain kapal dengan deadrise angle 5° berlambung 1 tangga pada kondisi Trim Buritan 1°	137
Gambar 4.59	Kurva perbandingan koefisien tahanan dengan Froude number Volume desain kapal dengan deadrise angle 5° berlambung 1 tangga pada kondisi trim buritan 2°	138
Gambar 4.60	Kurva perbandingan koefisien tahanan dengan Froude number Volume desain kapal dengan deadrise angle 5° berlambung 1 tangga pada kondisi trim buritan 3°	138
Gambar 4.61	Kurva perbandingan koefisien tahanan dengan Froude number Volume desain kapal dengan deadrise angle 5° berlambung 2 tangga pada kondisi even keel	142
Gambar 4.62	Kurva perbandingan koefisien tahanan dengan Froude number Volume desain kapal dengan deadrise angle 5° berlambung 2 tangga pada kondisi Trim Buritan 1°	143
Gambar 4.63	Kurva perbandingan koefisien tahanan dengan Froude number Volume desain kapal dengan deadrise angle 5° berlambung 2 tangga pada kondisi trim buritan 2°	143
Gambar 4.64	Kurva perbandingan koefisien tahanan dengan Froude number Volume desain kapal dengan deadrise angle 5° berlambung 2 tangga pada kondisi trim buritan 3°	144
Gambar 4.65	Kurva perbandingan koefisien tahanan dengan Froude number Volume desain kapal dengan deadrise angle 5° berlambung 3 tangga pada kondisi even keel	146



Gambar 4.66	Kurva perbandingan koefisien tahanan dengan Froude number Volume desain kapal dengan deadrise angle 5° berlambung 3 tangga pada kondisi trim buritan 1°	146
Gambar 4.67	Kurva perbandingan koefisien tahanan dengan Froude number Volume desain kapal dengan deadrise angle 5° berlambung 3 tangga pada kondisi trim buritan 2°	147
Gambar 4.68	Kurva perbandingan koefisien tahanan dengan Froude number Volume desain kapal dengan deadrise angle 5° berlambung 3 tangga pada kondisi trim buritan 3°	147
Gambar 4.69	Kurva perbandingan koefisien tahanan dengan Froude number Volume desain kapal dengan deadrise angle 10° berlambung 1 tangga pada kondisi even keel	153
Gambar 4.70	Kurva perbandingan koefisien tahanan dengan Froude number Volume desain kapal dengan deadrise angle 10° berlambung 1 tangga pada kondisi trim buritan 1°	154
Gambar 4.71	Kurva perbandingan koefisien tahanan dengan Froude number Volume desain kapal dengan deadrise angle 10° berlambung 1 tangga pada kondisi trim buritan 2°	154
Gambar 4.72	Kurva perbandingan koefisien tahanan dengan Froude number Volume desain kapal dengan deadrise angle 10° berlambung 1 tangga pada kondisi trim buritan 3°	155
Gambar 4.73	Kurva perbandingan koefisien tahanan dengan Froude number Volume desain kapal dengan deadrise angle 10° berlambung 2 tangga pada kondisi even keel	159
Gambar 4.74	Kurva perbandingan koefisien tahanan dengan Froude number Volume desain kapal dengan deadrise angle 10° berlambung 2 tangga pada kondisi trim buritan 1°	159
Gambar 4.75	Kurva perbandingan koefisien tahanan dengan Froude number Volume desain kapal dengan deadrise angle 10° berlambung 2 tangga pada kondisi trim buritan 2°	160



Gambar 4.76	Kurva perbandingan koefisien tahanan dengan Froude number Volume desain kapal dengan deadrise angle 10° berlambung 2 tangga pada kondisi trim buritan 3°	160
Gambar 4.77	Kurva perbandingan koefisien tahanan dengan Froude number Volume desain kapal dengan deadrise angle 10° berlambung 3 tangga pada kondisi even keel	164
Gambar 4.78	Kurva perbandingan koefisien tahanan dengan Froude number Volume desain kapal dengan deadrise angle 10° berlambung 3 tangga pada kondisi trim buritan 1°	165
Gambar 4.79	Kurva perbandingan koefisien tahanan dengan Froude number Volume desain kapal dengan deadrise angle 10° berlambung 3 tangga pada kondisi trim buritan 2°	165
Gambar 4.80	Kurva perbandingan koefisien tahanan dengan Froude number Volume desain kapal dengan deadrise angle 10° berlambung 3 tangga pada kondisi trim buritan 3°	166
Gambar 4.81	Kurva perbandingan koefisien tahanan dengan Froude number Volume desain kapal dengan deadrise angle 15° berlambung 1 tangga pada kondisi even keel	170
Gambar 4.82	Kurva perbandingan koefisien tahanan dengan Froude number Volume desain kapal dengan deadrise angle 15° berlambung 1 tangga pada kondisi trim buritan 1°	170
Gambar 4.83	Kurva perbandingan koefisien tahanan dengan Froude number Volume desain kapal dengan deadrise angle 15° berlambung 1 tangga pada kondisi trim buritan 2°	171
Gambar 4.84	Kurva perbandingan koefisien tahanan dengan Froude number Volume desain kapal dengan deadrise angle 15° berlambung 1 tangga pada kondisi trim buritan 3°	171
Gambar 4.85	Kurva perbandingan koefisien tahanan dengan Froude number Volume desain kapal dengan deadrise angle 15° berlambung 2 tangga pada kondisi even keel	175



Gambar 4.86	Kurva perbandingan koefisien tahanan dengan Froude number Volume desain kapal dengan deadrise angle 15° berlambung 2 tangga pada kondisi trim buritan 1°	176
Gambar 4.87	Kurva perbandingan koefisien tahanan dengan Froude number Volume desain kapal dengan deadrise angle 15° berlambung 2 tangga pada kondisi trim buritan 2°	176
Gambar 4.88	Kurva perbandingan koefisien tahanan dengan Froude number Volume desain kapal dengan deadrise angle 15° berlambung 2 tangga pada kondisi trim buritan 3°	177
Gambar 4.89	Kurva perbandingan koefisien tahanan dengan Froude number Volume desain kapal dengan deadrise angle 15° berlambung 3 tangga pada kondisi even keel	183
Gambar 4.90	Kurva perbandingan koefisien tahanan dengan Froude number Volume desain kapal dengan deadrise angle 15° berlambung 3 tangga pada kondisi trim buritan 1°	183
Gambar 4.91	Kurva perbandingan koefisien tahanan dengan Froude number Volume desain kapal dengan deadrise angle 15° berlambung 3 tangga pada kondisi trim buritan 2°	184
Gambar 4.92	Kurva perbandingan koefisien tahanan dengan Froude number Volume desain kapal dengan deadrise angle 15° berlambung 3 tangga pada kondisi trim buritan 3°	184
Gambar 4.93	Kurva nilai tahanan variasi deadrise angle 5°, 10°, dan 15° tanpa lambung bertangga pada kondisi even keel sampai trim buritan 3° setiap kenaikan kecepatan.	189
Gambar 4.94	Kurva nilai tahanan variasi deadrise angle 5°, 10°, dan 15° menggunakan lambung 1 tangga pada kondisi even keel sampai trim buritan 3° setiap kenaikan kecepatan.	190
Gambar 4.95	Kurva nilai tahanan variasi deadrise angle 5°, 10°, dan 15° menggunakan lambung 2 tangga pada kondisi even keel sampai trim buritan 3° setiap kenaikan kecepatan.	191



Gambar 4.96 Kurva nilai tahanan variasi deadrise angle 5°, 10°, dan 15° menggunakan lambung 3 tangga pada kondisi even keel sampai trim buritan 3° setiap kenaikan kecepatan.192

Gambar 4.97 Kurva nilai tahanan antara variasi deadrise angle dan kapal existing pada kondisi trim buritan 1°195

Gambar 4.98 Kurva nilai tahanan antara variasi deadrise angle dan kapal existing pada kondisi trim buritan 2°195

Gambar 4.99 Kurva nilai tahanan antara variasi deadrise angle dan kapal existing pada kondisi trim buritan 3°196



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kapal merupakan salah satu alat transportasi yang digunakan manusia sebagai sarana untuk melakukan segala aktivitas di wilayah perairan. Aktivitas tersebut diantaranya eksplorasi, penelitian ekosistem laut, penangkapan ikan, dan tentunya sebagai alat penyeberangan. Adanya beragam fungsi dari aktivitas kapal tersebut membuat para ahli perancang kapal membuat kapal dengan ukuran dan bentuk yang sesuai dengan pengoperasiannya. Dalam operasi sebagai alat penyeberangan, kapal merupakan jaringan transportasi laut yang dibutuhkan untuk menghubungkan pelabuhan-pelabuhan dari satu pulau dengan pulau lainnya, sehingga sistem transportasi yang efisien dan efektif akan sangat dibutuhkan.

Ketersediaan moda transportasi sebagai penghubung antar daerah menjadi trend dan populer belakangan ini, diantaranya melalui kapal penyeberangan berupa feri roll on roll off atau yang lebih dikenal dengan kapal ro-ro atau feri ro-ro. Fungsi daripada kapal feri ro-ro itu sendiri adalah untuk mengangkut penumpang dan kendaraan beserta muatannya.

Selain kapal feri ro-ro, ada juga kapal penumpang cepat (*high speed ferry*) yang digunakan sebagai moda transportasi penyeberangan antar pulau. Kehadiran kapal cepat ini memberikan alternatif pilihan moda transportasi laut sebagai transportasi penyeberangan antara pulau-pulau kecil yang tidak terjangkau oleh kapal feri ro-ro di Indonesia.

Kapal cepat memiliki kecepatan yang relatif lebih besar dibanding kapal yang lain, disebabkan karena model rancangan dari kapal cepat dirancang untuk meminimalisir tahanan yang dihasilkan sehingga kecepatan kapal dapat optimal secara signifikan. Besarnya permintaan untuk kapal berkecepatan tinggi telah memicu perkembangan beberapa bentuk desain lambung yang canggih, kapal berbentuk lambung *deadrise angle* dengan variasi bentuk *lambung*



bertangga yang berguna untuk menambah gaya keatas sehingga mengurangi gesekan antara air dan lambung.

Kapal dengan bentuk lambung deadrise angle adalah salah satu bentuk lambung dari jenis lambung *planing hull*. Kapal dengan tipe ini merupakan salah satu jenis kapal yang mempunyai tingkat efisien yang baik sebagai kapal cepat. Kapal ini bergantung pada kecepatan yang mengangkat sebagian lambungnya keluar dari air (*hydrodynamic support*). Dengan kecilnya badan kapal yang bersentuhan dengan air maka jumlah tahanan air yang ditanggung juga kecil (D. Savitsky, 1964).

Prinsip dasar dari penggunaan *lambung bertangga* ialah mengurangi luas permukaan basah (*wetted surface area*) karena timbulnya turbulensi dibawah badan kapal, dan akan menambah daya tekan keatas kapal (*lifting force*), sehingga dengan sendirinya akan mengurangi tahanan dan menaikkan efisiensi dengan demikian maka akan menghasilkan kecepatan yang lebih tinggi dengan daya mesin yang lebih kecil serta bahan bakar yang lebih sedikit (*Sandiary dkk, 2019*).

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh (Muh. Fachreza, 2020) yang berjudul "Studi Tahanan Berbagai Variasi Bentuk Stepped Semi Planing hull" yang mengatakan bahwa perubahan nilai tahanan sebuah kapal dipengaruhi oleh luas permukaan kapal yang terendam kedalam air. Hal ini dibuktikan dengan semakin tinggi derajat trim maka nilai dari tahanan kapal akan berkurang disebabkan oleh panjang garis air berkurang walaupun pada kecepatan yang sama.

Berdasarkan uraian dan hasil penelitian diatas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian serupa dengan judul penelitian: **STUDI TAHANAN KAPAL CEPAT BERLAMBUNG DEADRISE DAN BERTANGGA MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK MAXSURF.**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah yang akan adalah sebagai berikut:



1. Pada sudut *deadrise* berapakah yang menghasilkan nilai tahanan yang paling rendah ketika menggunakan lambung bertangga 1, 2, dan 3 pada kondisi even keel sampai trim buritan 3° setiap peningkatan kecepatan menggunakan program *Maxsurf Software*?
2. Bagaimana perbandingan nilai tahanan antara setiap bentuk lambung bertangga (V, U, 2-V, dan 2-U) pada setiap variasi *deadrise angle* berdasarkan analisis program *Maxsurf Software*?
3. Bagaimana pengaruh variasi lambung *deadrise angle* terhadap nilai tahanan kapal pada kondisi even keel sampai trim buritan 3° dan pada setiap peningkatan kecepatan?
4. Bagaimana hubungan antara koefisien tahanan dengan *Froude number Volume* pada setiap kenaikan kecepatan?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka perlu adanya batasan masalah untuk membatasi ruang lingkup dan mempermudah analisa. Adapun batasan masalah pada penelitian ini, sebagai berikut :

1. Kapal yang digunakan adalah kapal penumpang cepat berbentuk lambung *deadrise angle*.
2. Variasi *deadrise angle* yang digunakan adalah 5° , 10° , dan 15° .
3. Variasi jumlah lambung bertangga yang digunakan adalah lambung bertangga 1, lambung bertangga 2, dan lambung bertangga 3.
4. Bentuk lambung bertangga yang digunakan adalah bentuk 2-U, bentuk 2-V, bentuk U, dan bentuk V.
5. Perhitungan nilai tahanan menggunakan *Maxsurf Software*.
6. Dilakukan pada kondisi air tenang.
7. Perhitungan nilai tahanan kapal tidak mempertimbangkan komponen

tahanan tambahan.

Kecepatan yang digunakan adalah 0 – 40 knot.



9. Berbagai kondisi yang digunakan adalah kondisi even keel sampai dengan kondisi trim buritan 3° .

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dikemukakan sebelumnya maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui sudut *deadrise* berapakah yang menghasilkan nilai tahanan yang paling rendah ketika menggunakan lambung bertangga 1, 2, dan 3 pada kondisi even keel sampai trim buritan 3° setiap peningkatan kecepatan menggunakan program *Maxsurf Software*
2. Mengetahui perbandingan nilai tahanan antara setiap bentuk lambung bertangga (V, U, 2-V, dan 2-U) pada setiap variasi *deadrise angle* berdasarkan analisis program *Maxsurf Resistance*.
3. Mengetahui pengaruh variasi lambung *deadrise angle* terhadap nilai tahanan kapal pada kondisi even keel sampai trim buritan 3° dan pada setiap kenaikan kecepatan.
4. Mengetahui hubungan antara koefisien tahanan dengan *Froude number Volume* pada setiap kenaikan kecepatan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah

1. Sebagai informasi mengenai pengaruh bentuk lambung bertangga pada variasi *deadrise angle* dan hubungannya dengan tahanan kapal cepat.
2. Sebagai masukan bagi perancang kapal dalam merancang kapal cepat yang efisien saat beroperasi.
3. Untuk menambah wawasan dan pengetahuan tentang pengaruh kenaikan trim dan hubungannya dengan nilai tahanan kapal cepat.



1.6 Sistematika Penulisan

BAB 1 : PENDAHULUAN

Dalam bab ini mengemukakan tentang informasi secara keseluruhan dari penelitian ini yang berkenaan dengan Latar belakang judul penelitian yang kemudian diturunkan pada Rumusan masalah, Batasan masalah, Tujuan penelitian, Manfaat penelitian, dan Sistematika Penulisan yang digunakan dalam penelitian ini.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini menguraikan dengan singkat mengenai tentang teori-teori Gambaran wilayah penelitian, berbagai literatur yang menunjang pembahasan dan digunakan sebagai dasar pemikiran dari penelitian ini.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini akan dikemukakan mengenai lokasi atau daerah penelitian, waktu penelitian, jenis data, metode pengolahan data, dan kerangka pikir penelitian.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan uraian mengenai pembahasan permasalahan yang diteliti yaitu hubungan antara penggunaan lambung bertangga pada kapal dengan nilai tahanan yang dihasilkan kapal cepat menggunakan Maxsurf Software.

BAB V : PENUTUP

Dalam bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian serta saran-saran yang direkomendasikan penulis terkait penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA



RAN

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kapal Cepat (High Speed Craft)

Kapal cepat atau dalam bahasa inggrisnya disebut *high speed craft* merupakan kapal yang dirancang untuk memiliki kecepatan tinggi untuk tujuan komersil. Kapal cepat pertama yang dibangun adalah jenis *hydrofoils* atau *hovercraft*, tetapi pada tahun 1990-an jenis kapal cepat katamaran dan monohull menjadi lebih populer. Kebanyakan kapal berkecepatan tinggi berfungsi sebagai kapal feri penumpang, tetapi untuk jenis katamaran dan monohull yang terbesar juga membawa mobil, bus, truk besar, dan lain lain (Wikipedia.org).



Sumber : <https://www.balitoursclub.net/jadwal-speed-boat-dari-sanur-bali-ke-nusa-penida/>

Gambar 2.1 Kapal penumpang cepat

Menurut *J. Lawrence* (1985), dalam jurnal yang ditulis oleh Rosmani (2013), dalam perencanaan kapal cepat kita harus memperhatikan hal-hal berikut:

- a. Dapat mempertahankan tahanan kapal yang rendah
- b. Dapat meminimalkan dampak gelombang yang dihasilkan
- c. Tidak terjadi propoising
- d. Dapat mentransmisikan daya secara sempurna melalui system propulsi kapal.



Karakter kecepatan tinggi ini telah membuatnya menjadi populer sehingga menyebabkan banyaknya perkembangan beberapa bentuk desain lambung yang canggih, misalnya tipe lambung *planing hull* yang biasanya digunakan untuk transportasi air berkecepatan tinggi yang mana sebagian besar beratnya didukung oleh tekanan hidrodinamik saat melaju dengan kecepatan tinggi (Zubaer dkk, 2018).

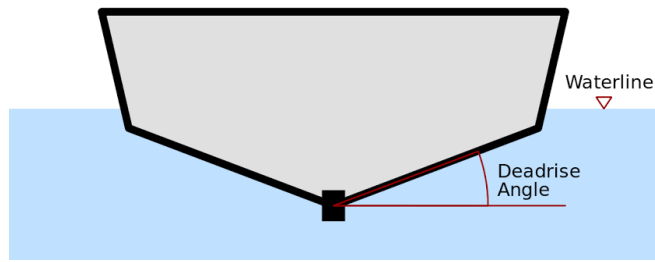
A. Haris Muhammad (2009), dalam jurnal yang ditulis oleh Rosmani (2013), menyatakan Penelitian awal hidrodinamika kapal tipe planing hull telah dimulai di Amerika Serikat (AS) sejak puluhan tahun yang lalu. Penelitian ini awalnya bertujuan untuk merencanakan sebuah aircraft (flying boat) dimana air adalah sebagai media pendaratan kapal. Seiring dengan kemajuan teknologi, konsep ini dikembangkan untuk desain lambung sebuah kapal berkecepatan tinggi atau dikenal dengan *planing hull*. Lambung dengan alas rata serta garis muat (sarat) yang rendah sangat mendukung kapal tipe planing hull dapat berkecepatan tinggi serta memiliki stabilitas yang baik.

Planing Hull adalah jenis kapal yang dapat mengangkat kapal dengan meningkatkan komponen *hydrostatic lift* yang berarti pada kecepatan lebih rendah kapal bekerja seperti kapal displacement dan secara bertahap mulai '*ploughing water*' dengan meningkatkan kecepatan.

Kapal dengan *Planing Hull* meluncur di sepanjang permukaan air dengan kecepatan tinggi, dan akan naik di atas permukaan air kemudian akan menghempas permukaan air. Lambung kapal tipe ini disesuaikan dengan sudut lambung pada saat pelayaran dengan kecepatan tinggi dan secara efektif lambung bagian bawah kapal mendukung tekanan air dinamis (dynamic water pressure). Luas penampang melintang pada lambung bagian bawah air dijaga secara tetap sepanjang setengah lambung kapal.

Kapal tipe lambung *planing hull* memiliki *deadrise angle*. *Deadrise* adalah besar sudut kemiringan pelat dasar kapal terhadap sumbu horizontal. *Deadrise angle* dapat dilihat pada Gambar 2.2.





Gambar 2.2 Deadrise angle pada kapal planing hull

2.2 Karakteristik Kapal Cepat

Menurut *J. Lawrence* (1985), dalam jurnal yang ditulis oleh Rosmani (2013), mengatakan karakteristik high speed craft dipengaruhi Froude numbernya. Froude number yang besar menyebabkan kapal dapat mencapai kecepatan tinggi. Untuk landing craft, luas bidang basah efektif berkurang seiring dengan meningkatnya kecepatan kapal. Oleh karena itu, bilangan Froude number (F_n) sering digunakan sebagai parameternya.

Froude number (F_n) didefinisikan sebagai berikut:

$$F_n = \frac{V_s}{\sqrt{g \times L}} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana:

- F_n = Froude Number
- V_s = Kecepatan (m/s)
- g = Percepatan Gaya Gravitasi (9.81 m/s²)
- L = Panjang kapal (m)

Froude number Volume (F_nV) didefinisikan sebagai berikut:

$$F_nV = \frac{V_s}{\sqrt{g \times V^{1/3}}} \dots\dots\dots(2.2)$$

ana:



- $F_n V$ = Froude Number Volume
- V_s = Kecepatan (m/s)
- g = Percepatan Gaya Gravitasi (9.81m/s^2)
- V = Volume kapal (m^3)

Secara umum, high speed craft membutuhkan daya yang besar. Hal ini karena resistance kapal merupakan suatu fungsi yang sangat berpengaruh dengan kecepatan kapal. Sehingga daya dorong yang dibutuhkan adalah:

$$P = R.V \dots\dots\dots(2.3)$$

$$P = k. V^3 \dots\dots\dots(2.4)$$

Dengan demikian mengandakan daya yang terpassang, menghasilkan peningkatan kecepatan hingga 26%. Kesulitan kedua ialah dengan mencoba meningkatkan kecepatan pada kondisi rough water.

Dimana Bilangan Froude merupakan bilangan yang menunjukkan penggolongan sebuah kapal apakah tergolong kapal cepat, sedang atau kapal lambat. Penggolongan kapal menurut bilangan Froude:

- a. Kapal lambat : kapal berlayar dengan $F_n \leq 0,20$
Hambatan gelombang (R_w) = 0
- b. Kapal sedang : jika $0,20 < F_n < 0,35$
Hambatan gesek (R_f) = 70-75% R_t
Hambatan gelombang (R_w) = 25-30% R_t
- c. Kapal cepat : $F_n \geq 0,35$
Hambatan gelombang = 50% R_t

2.3 Lambung Bertangga

Lambung bertangga merupakan modifikasi bentuk lambung berupa melintang yang ditempatkan pada bawah lambung kapal. Penggunaan bertangga dapat mengurangi sudut trim sehingga stabilitas lebih stabil, perkecil luas permukaan basah yang dapat mengurangi nilai hambatan kapal cepat. Pada umumnya, penggunaan lambung bertangga dapat



meningkatkan kecepatan sekitar 10-15% yang diinginkan antara memakai lambung bertangga dengan tidak memakai lambung bertangga dengan power mesin yang sama.

Suatu alasan mengapa *Lambung bertangga* lebih efektif adalah area/bagian yang tercelup air bisa dibagi beberapa beam dibandingkan dengan panjang kapal, lebar (*high-aspect*) permukaan lebih efisien, rendah (*low-aspect*) pada saat kondisi gesekan terhadap air. Jadi, dibalik sebuah ide tentang Lambung bertangga adalah untuk mengurangi permukaan yang tercelup air seperti teori pada pesawat terbang. Banyak yang mengira bahwa *Lambung bertangga* mengurangi lapisan/permukaan lambung yang terkena air, tetapi sesungguhnya pada konsep lambung bertangga ini adalah untuk meminimalkan bagian lambung. (Budiarto,2011).

Lambung bertangga atau *stepped Hull* adalah sebuah alternatif untuk lambung kapal planing atau bentuk kapal berkecepatan tinggi. Lambung bertangga memiliki diskontinuitas melintang yang terletak di beberapa titik di belakang pusat gravitasi dan titik tekan kapal. Lokasi longitudinal dari diskontinuitas melintang ini sangat penting. Untuk mengetahui alasan dalam mendesain bentuk tangga ini, kita harus mengetahui prinsip-prinsip hidrodinamika dari bentuk lambung planing ini.

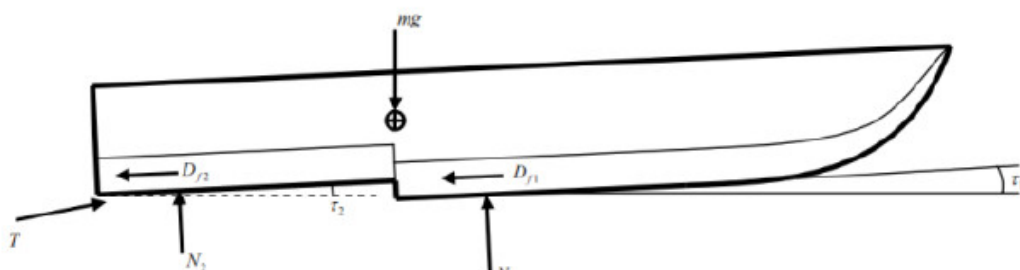
Ketika kapal mulai terangkat, dasar lambung awalnya akan memotong permukaan air pada titik yang disebut titik stagnasi. Untuk kapal dengan deadrise, garis stagnasi akan disapu kembali sampai memotong chine keras di kedua sisi, pada titik dimana aliran akan terpisah. Wilayah di belakang garis stagnasi ini adalah bagian dari lambung bawah yang memberikan presentase yang sangat besar dari pengangkatan yang diperlukan karena tekanan dinamis besar sedang dikembangkan.

Jika diskontinuitas melintang, atau stepped, dari kedalaman yang diletakkan di dasar lambung pada lokasi yang tepat dengan kondisi yang tinggi, air yang mengalir disepanjang lambung kapal akan terpisah body pada stepped. Ini akan meninggalkan beberapa jumlah afterbody



(bagian lambung belakang stepped) tidak tersetel asalkan dapat berventilasi memadai (akan dijelaskan kemudian). Air yang telah terpisah oleh stepped akan mengikuti profil permukaan bebas dan dapat menempel kembali ke afterbody. Kombinasi dari lift pada forebody harus dapat mendukung perpindahan kapal. Seperti yang telah dibahas, forebody lift, atau lift yang diselesaikan di pusat tekanan kapal, terhitung kasar 90% dari lift yang dibutuhkan. Oleh karena itu, afterbody harus dapat memberikan 10% sisa lift agar kapal menjadi stabil secara vertikal dan sekitar sumbu longitudinal melalui pusat gravitasi kapal. (Garland, 2010).

Seiring dengan meningkatnya modifikasi kapal cepat, meningkat pula resistensi yang disebabkan oleh gelombang yang signifikan, sehingga pembuatan kapal membutuhkan kritisasi efektifitas yang tinggi. Desain dan analisis prosedur diperlukan untuk kapal berkecepatan tinggi dikarenakan kinerja dan karakter kecepatan tinggi menjadi sangat penting di beberapa kebutuhan. Oleh karena itu, diperlukan untuk membuat strategi perancangan bentuk lambung dalam rangka mengurangi hambatan kapal. Stephull atau transvers step atau step planing hull atau planing lambung bertangga merupakan modifikasi pada bagian bawah lambung kapal berupa step melintang atau jika dilihat bangunan kapal dari samping, bentuk kapal seperti terpotong bagian bawahnya. (Febrian dkk, 2018)



Sumber: (Jurnal Teknik Perkapalan - Vol. 6, No. 1 Januari 2018, Hal 151)

Gambar 2.3 Visualisasi Kapal dengan lambung bertangga



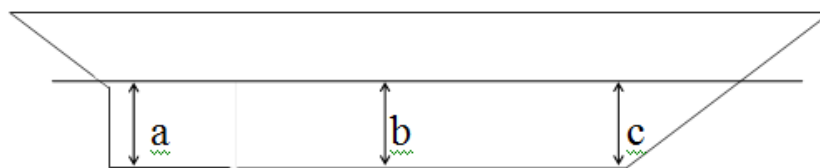


Sumber: (Jurnal Teknik Perkapalan - Vol. 6, No. 1 Januari 2018, Hal 151)

Gambar 2.4 Kapal dengan Lambung bertangga

2.4 Trim Kapal

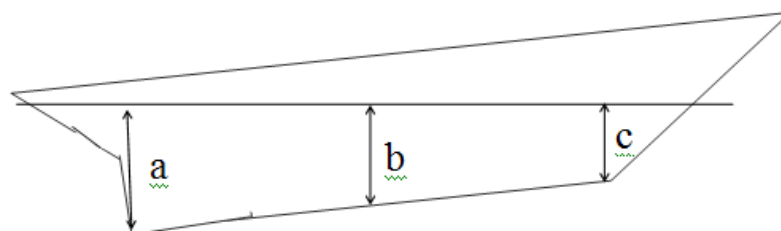
Hind (1967) menyatakan bahwa trim adalah perbedaan antara *draft* depan dan *draft* belakang. Trim merupakan sudut kemiringan kapal secara membujur. Trim biasanya diukur dalam ukuran inci yang dinyatakan sebagai positif dan negatif. Trim terbagi menjadi 3 bagian, yaitu *even keel*, *trim by the head*, dan *trim by the stern*.



Sumber (<http://www.maritimeworld.web.id>).

Gambar 2.5 Kapal Kondisi Even Keel.

Gambar 2.5 menunjukkan kapal trim even keel yaitu *draft* depan sama dengan *draft* belakang ($a = c$) dimana $b = (a + c) / 2$, hanya terjadi bilamana kapal tidak *hogging* atau *sagging*.



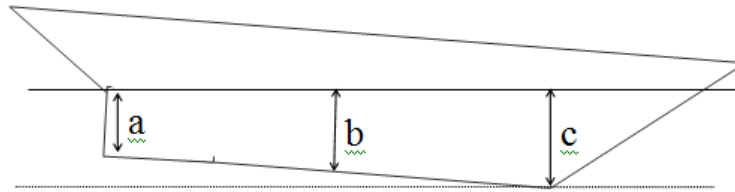
<http://www.maritimeworld.web.id>).

Gambar 2.6 Kapal Kondisi Trim by Stern.

Gambar 2.6 menunjukkan kapal *trim by stern* yaitu *draft* balakang lebih



besar dari *draft* depan (a tidak sama dengan c).



Sumber (<http://www.maritimeworld.web.id>).

Gambar 2.7 Kapal Kondisi Trim by Head.

Gambar 2.7 menunjukkan kapal *trim by Head* yaitu *draft* balakang lebih kecil dari *draft* depan (a tidak sama dengan c).

2.5 Tahanan Kapal

Tahanan (*resistance*) kapal pada suatu kecepatan adalah gaya fluida yang bekerja pada kapal sedemikian rupa sehingga melawan gerakan kapal tersebut. Tahanan tersebut sama dengan gaya fluida yang bekerja sejajar dengan sumbu gerakan kapal. Sedangkan suatu tahanan kapal ini adalah sama dengan suatu gaya karena dihasilkan oleh air, maka ini disebut gaya hidrodinamika. Gaya hidrodinamika semata-mata disebabkan oleh pergerakan relatif kapal terhadap air.

Untuk mengatasi tahanan tersebut, maka kapal membutuhkan sejumlah daya dorong sehingga dapat melewati air laut dengan kecepatan tertentu sesuai dengan kebutuhan operasinya. Daya dorong ini berupa gaya yang bekerja untuk melawan hambatan pada badan kapal yang tercelup di air, hambatan gelombang dan hambatan dari angin yang mengenai badan kapal yang berada di atas permukaan air laut. Hambatan-hambatan tersebut merupakan komponen tahanan kapal yang bekerja sejajar dengan sumbu gerakan kapal.

Pada dasarnya tahanan kapal dibagi menjadi dua yaitu tahanan yang berada di atas permukaan air dan tahanan yang berasal dari bawah permukaan air.

Tahanan yang di atas permukaan air adalah yang bekerja pada bagian badan kapal di atas permukaan air, disini pengaruh adanya udara yang dapat menimbulkan hambatan.



Komponen tahanan yang bekerja pada kapal dalam gerakan mengapung di air adalah:

A. Tahanan gesek (*Friction resistance*)

Tahanan gesek timbul akibat kapal bergerak melalui fluida yang memiliki viskositas seperti air laut, fluida yang berhubungan langsung dengan permukaan badan kapal yang tercelup sewaktu bergerak akan menimbulkan gesekan sepanjang permukaan tersebut, inilah yang disebut sebagai tahanan gesek. Tahanan gesek terjadi akibat adanya gesekan permukaan badan kapal dengan media yang dilaluinya. Oleh semua fluida mempunyai viskositas, dan viskositas inilah yang menimbulkan gesekan tersebut. Penting tidaknya gesekan ini dalam suatu situasi fisik tergantung pada jenis fluida dan konfigurasi fisik atau pola alirannya (*flow pattern*). Viskositas adalah ukuran tahanan fluida terhadap gesekan bila fluida tersebut bergerak. Jadi tahanan Viskos (RV) adalah komponen tahanan yang terkait dengan energi yang dikeluarkan akibat pengaruh viskos.

Tahanan gesek ini dipengaruhi oleh beberapa hal, sebagai berikut:

a. Angka Renold (*Renold's number, Rn*)

$$Rn = \frac{V.L}{\nu} \dots\dots\dots(2.5)$$

- Dimana :
- V : Volume (m³)
 - L : Panjang (m)
 - v : Kecepatan (m/s)

b. Koefisien gesek (*friction coefficient, Cf*)

$$Cf = \frac{0,75}{(\log Rn - 2,0)^2} \dots\dots\dots(2.6)$$

(Merupakan formula dari ITTC)

c. Rasio kecepatan dan panjang kapal (*speed length ratio, Slr*)

$$Slr = \frac{Vs}{\sqrt{L}} \dots\dots\dots(2.7)$$



Dimana L adalah panjang antara garis tegak kapal (*length between perpendicular*) dan V_s adalah kecepatan kapal.

B. Tahanan sisa (*Residual Resistance*)

Tahanan sisa didefinisikan sebagai kuantitas yang merupakan hasil pengurangan dari hambatan total badan kapal dengan hambatan gesek dari permukaan kapal. Hambatan sisa terdiri dari;

a. Tahanan gelombang (*Wave Resistance*)

Tahanan gelombang adalah hambatan yang diakibatkan oleh adanya gerakan kapal pada air sehingga dapat menimbulkan gelombang baik pada saat air tersebut dalam keadaan tenang maupun pada saat air tersebut sedang bergelombang.

b. Tahanan udara (*Air Resistance*)

Tahanan udara diartikan sebagai Tahanan yang dialami oleh bagian badan kapal utama yang berada di atas air dan bangunan atas (*Superstruktur*) karena gerakan kapal di udara. Tahanan ini tergantung pada kecepatan kapal dan luas serta bentuk bangunan atas tersebut. Jika angin bertiup maka tahanan tersebut juga akan tergantung pada kecepatan angin dan arah relatif angin terhadap kapal.

c. Tahanan bentuk (*Form Resistance*)

Tahanan ini erat kaitannya dengan bentuk badan kapal, dimana bentuk lambung kapal yang tercelup di bawah air menimbulkan suatu tahanan karena adanya pengaruh dari bentuk kapal tersebut.

d. Tahanan tambahan (*Added Resistance*)

Tahanan ini mencakup tahanan untuk korelasi model kapal. Hal ini akibat adanya pengaruh kekasaran permukaan kapal, mengingat bahwa permukaan kapal tidak akan pernah semulus permukaan model. Tahanan tambahan juga termasuk tahanan udara, anggota badan kapal dan kemudi.



Komponen tahanan tambahan terdiri dari:

- 1.) Tahanan anggota badan (*Appendages Resistance*)
Yaitu tahanan dari bos poros, penyangga poros, lunas bilga, daun kemudi dan sebagainya.
- 2.) Tahanan kekasaran
Yaitu terjadi akibat kekasaran dari korosi air, pengotoran pada badan kapal, dan tumbuhan laut.
- 3.) Hambatan kemudi (*Steering Resistance*)
Yaitu akibat pemakaian kemudi mengakibatkan timbulnya hambatan kemudi. (Arwini, 2018)

2.7 Metode Wyman

Formula universal yang digunakan untuk menghitung hambatan lambung mode lambung planning dan displacemen. Metode seperti ini ditetapkan oleh wyman untuk menghasilkan power engine yang sedang dihitung. Dengan demikian untuk menghitung hambatan, maxsurf secara akurat memprediksi hambatan lambung, efisiensi keseluruhan harus ditambahkan pada pemilihan efisien power.

Metode perhitungan ini ditemukan oleh David B. Wyman pada tahun 1998. David B. Wyman adalah seorang *naval architecture* yang saat ini tinggal di *Maine*, Amerika Serikat. Beliau pernah mengenyam pendidikan di *US Merchant Marine Academy* dan saat ini menjadi tenaga pengajar di *Maine Maritime Academy* (Eric W. Sponberg, 2010).

$$C_w = 0,8 + (0,17 \times \frac{v}{\sqrt{Lwl}}) \dots\dots\dots(2.8)$$

(Westlawn Masthead Magazine, 2006)

Dimana :



- Cw : Koefisien Wyman
- v : Kecepatan (m/s)
- Lwl : Panjang garis air (m)

Koefisien Cw digunakan untuk mencari nilai SHP (*Shaft Horse Power*) kapal.

$$SHP = \left(\frac{Displ.}{1000}\right) \times \left(\frac{v}{Cw \times \sqrt{Lwl}}\right)^3 \dots\dots\dots(2.9)$$

Westlawn Masthead Magazine, 2006)

- Dimana :
- Displ. : Displacement (ton)
- v : kecepatan (m/s)
- Cw : Koefisien Wyman
- Lwl : Panjang garis air (m)
- SHP : *Power Shaft* (HP)

Dalam hubungannya dengan perhitungan tahanan kapal menggunakan metode Wyman, nilai SHP (*Shaft Horse Power*) atau disebut juga dengan PS (*Power Shaft*) adalah daya yang terukur hingga daerah di depan bantalan tabung poros (*stern tube*) dari sistem perporosan penggerak kapal. Sedangkan DHP (*Delivery Horse Power*) atau PD (*Power Delivery*) adalah daya yang diserap oleh baling-baling kapal guna menghasilkan gaya dorong atau dengan kata lain *Power Delivery* merupakan daya yang disalurkan oleh motor penggerak ke baling-baling kapal (*propeller*) yang kemudian dirubah menjadi gaya dorong kapal. Adapun untuk persamaannya dijabarkan sebagai berikut:

$$DHP = SHP \times \eta_s \eta_b \dots\dots\dots(2.10)$$

(Harvald. A, Tahanan dan Propulsi Kapal)

Dimana :



DHP : *Power Delivery* (HP)
 $\eta_s \eta_b$: Efisiensi poros dan baling-baling

Selanjutnya setelah nilai dari *Power Delivery* sudah didapatkan kemudian nilai *Power Delivery* digunakan untuk mencari nilai EHP (*Effective Horse Power*) atau biasa juga disebut *Power Effective* (PE) adalah besarnya daya yang dibutuhkan untuk mengatasi gaya hambat (*resistance*), agar kapal dapat bergerak. Adapun persamaannya diuraikan sebagai berikut:

$$EHP = DHP \times P_c \dots\dots\dots(2.11)$$

(Harvald. A, Tahanan dan Propulsi Kapal)

Untuk nilai P_c atau koefisien propulsif dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$P_c = \eta_{rr} \times \eta_o \times \eta \dots\dots\dots(2.12)$$

Dimana :
 η_{rr} : Efisiensi relatif rotatif (1,02-1,05)
 η_o : Efisiensi propeller saat *open water test* (40% - 70%)
 η_h : Efisiensi lambung kapal

$$\eta_H = \frac{1 - t}{1 - w} \dots\dots\dots(2.13)$$

Dimana :
 t : Thrust deduction power ($t = k \times w$)
 w : Wake friction ($w = [0,5Cb] \times 0,05$)
 C_b : Koefisien blok

Karena *Power Effective* (PE) adalah daya yang digunakan untuk paku badan kapal, maka terdapat hubungan antara tahanan total (Rt) E. Maka persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:



$$R_t = \frac{EHP}{v} \dots\dots\dots(2.14)$$

(Harvald. A, Tahanan dan Propulsi Kapal)

Dimana :

EHP : *Power Effective* (HP)

R_t : Tahanan total (kN)

v : Kecepatan (m/s)

2.8 Maxsurf Pro

Maxsurf Pro adalah program spesialis dalam bidang *Naval Architect*, teknologi lepas pantai dan rekayasa struktur. Program ini dapat memvisualisasikan dan mengoptimalkan desain kapal dengan pengaturan lengkap yang telah diintegrasikan. *Maxsurf Pro* terdiri dari beberapa *sub – program*, yaitu:

1. *Maxsurf Modeller*
2. *Maxsurf Motion*
3. *Maxsurf Resistance*
4. *Maxsurf Stability*
5. *Maxsurf Structure*
6. *Maxsurf Fitting*
7. *Maxsurf Link*
8. *Maxsurf VPP*

Beberapa fungsi pada program ini seperti membuat bentuk lambung yang seimbang sesuai dengan persyaratan stabilitas, tahanan kapal, seakeeping dan kekuatan kapal. Setelah data ukuran utama kapal didapatkan untuk pembuatan model *lines plan*, data ukuran dari *lines plan* akan dibuat lagi dalam bentuk model 3D (tiga dimensi) menggunakan program *Maxsurf Modeller*. *Lines plan* ini merupakan kunci utama suksesnya perancangan desain sebelum model dilakukan

hidrodinamika, kekuatan struktur dan pendetailan lebih lanjut, Dasar unan model pada *Maxsurf Modeller* menggunakan *surface* (seperti



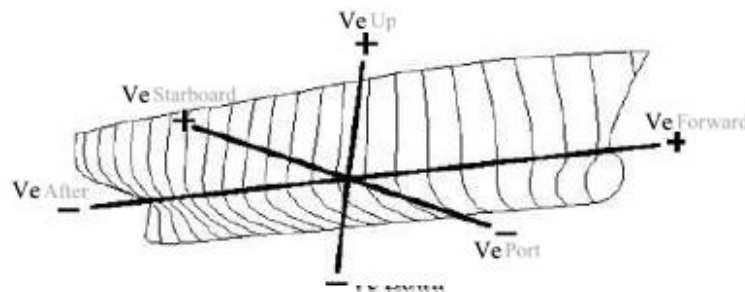
karpet) yang dapat ditarik dan dibentangkan sehingga bias menjadi model yang utuh. (Bentley System, 2013).

2.8.1 Maxsurf Modeller

Terdapat beberapa dasar pengaturan dan menu/*setup* dalam penggunaan maxsurf modeller yaitu sebagai berikut:

1. Sistem koordinat

Tampilan umum dan prinsip dasar pada pengoperasian maxsurf modeller, seperti yang diilustrasikan pada Gambar 2.8.



Sumber: Agung Aprianto, 2019

Gambar 2.8 Sistem koordinat 3D model Maxsurf

Window	Tampak pandangan
Body Plan	Tampak depan Haluan sampai buritan
Profile View	Tampak samping kanan, starboard side
Plan View	Tampak dari bawah, starboard above the centerline

Untuk mengatur posisi *baseline*, sarat kapal, dan posisi *zero point*, dapat disetting pada menu *Frame of Reference and Zero Point*.

2. Pengaturan satuan

Digunakan untuk mengatur unit/satuan sebagai standar satuan ukuran desain model.

Pengaturan *desain grid*

Digunakan untuk menentukan jarak-*jarak section, buttocks lines, waterline* dan *diagonal*.

View assembly dan *properties*



Digunakan untuk menampilkan *assembly* dan *properties*, berfungsi untuk mempermudah saat pengoperasian *modeling*, mengatur *properties* tampilan warna *surface* dan jenis kehalusan (*surface stiffness*) dll.

Pada desain dan pemodelan yang digunakan oleh program *Maxsurf Modeller* terdiri dari beberapa langkah sebagai berikut.

1. Pemilihan jenis *Surface*

Pilihan menu ini digunakan untuk memilih jenis *Surface*/bentuk lambung. Terdapat beberapa tipe *surface* antara lain:

- Section plane: *surface* dengan bentuk melintang
- Waterplane : *surface* dengan bentuk horizontal membujur
- Buttockplane : *surface* dengan bentuk vertikal membujur

Jenis-jenis *surface* tersebut memiliki fungsi yang sama, dan dapat dijadikan sesuai metode pemodelan yang akan digunakan.

2. *Curve* dan *extrude surface*

Pilihan menu ini digunakan untuk melakukan pemodelan dengan bentuk yang lebih spesifik seperti memodelkan sebuah tangki atau ruangan tertentu (*compartement*)

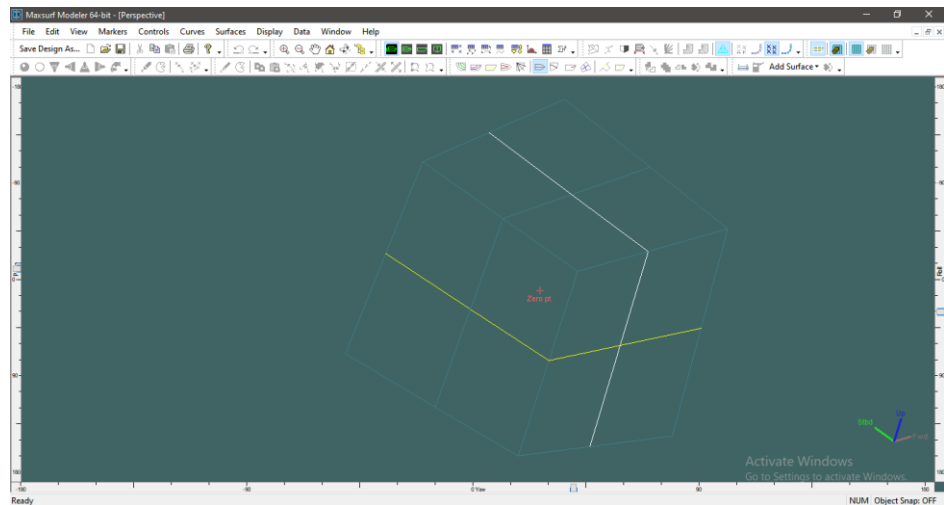
3. *Trimming*

Pilihan menu ini digunakan untuk menghilangkan bagian *surface* tertentu yang melebihi model *surface* yang lain (*overlap*)

4. Background

Pilihan menu ini digunakan untuk menyesuaikan pemodelan dengan Gambar *lines plan* yang telah disetujui dan dapat dijadikan acuan pemodelan, sehingga proses pemodelan dapat sesuai dengan karakteristik bentuk dan model kapal yang direncanakan.





Sumber: Hasil olah data

Gambar 2.9 Tampilan Workspace pada Maxsurf Modeller

2.8.2 Maxsurf Modeller

Merupakan sub-program yang tersedia dalam aplikasi Maxsurf. Fungsi dari program ini adalah untuk menghitung dan menganalisis tahanan kapal, dengan teori dan metode yang telah digunakan pada bidang ilmu perkapalan. Adapun langkah-langkah pengoperasian Maxsurf Resistance sebagai berikut/

1. Open model

Menu: File > Open design > Pilih design

Pilihan menu ini digunakan untuk membuka file dari Maxsurf Modeller, gunakan opsi pemilihan *measure all* untuk dasar perhitungan seluruh model *body* kapal yang tercelup di air.

2. Analisis

Menu : Analisis > Methods

Pilihan menu ini digunakan untuk menentukan metode/teori yang akan digunakan dalam analysis. Beberapa metode sebagai berikut

a. Planning

- Savitsky pre-planing
- Savitsky planning
- Blount and fox
- Lahtiharju
- Wyman



- b. Displacement
 - Holtrop
 - Compton
 - Fung
 - Van Ootmerssen
 - Series 60
 - KR barge resistance
- c. Yachts
 - Delft I, II
 - Delft III
- d. Analytical
 - Slender body

3. Speed

Menu: Analysis > Speeds > Input kecepatan minimum dan maksimum

Pilihan menu ini digunakan untuk menentukan kecepatan uji coba dalam analisis tahanan

4. Efficient

Menu: Analysis > Efficient > Input efficient

Pilihan menu ini digunakan untuk menentukan besar efisiensi dalam analisis tahanan

5. Solve

Menu: Analysis > Solve resistance > klik

Pilihan menu ini digunakan untuk memulai analisis perhitungan tahanan pada maxsurf resistance dengan mengacu pada beberapa input diatas.

Beberapa output dari solve antara lain:

- a. Graph
- b. Result Tabel

Data Tabel

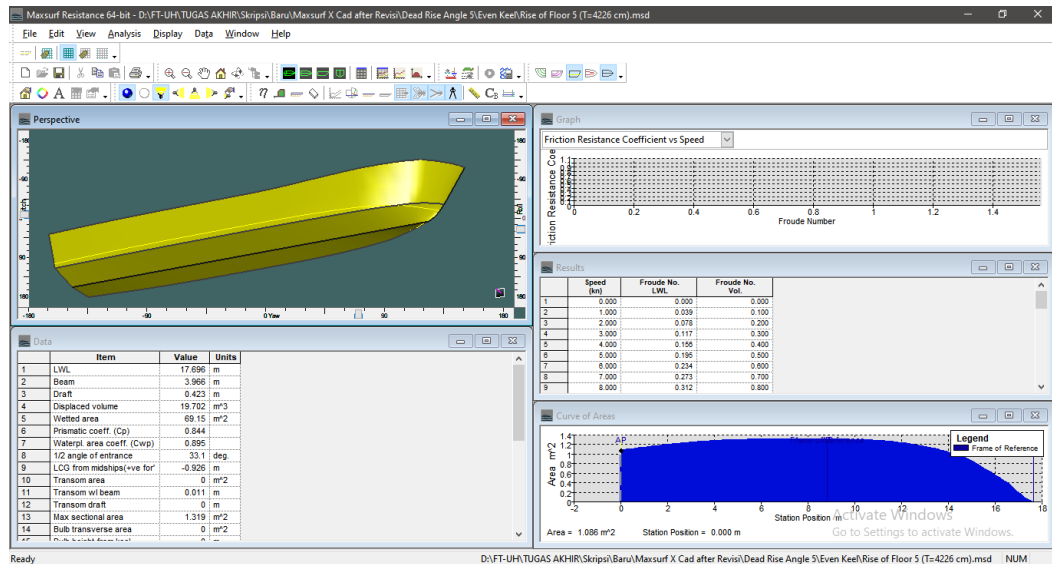
Curve of areas

calculate Free Surface

Menu: Analysis > calculate free surface > klik



Pilihan menu ini digunakan untuk mengetahui karakteristik permukaan air yang berhubungan dengan pengujian kecepatan dan tahanan kapal. (Bentley System, 2013)



Sumber: Hasil olah data

Gambar 2.10 Tampilan workspace pada program Maxsurf Resistance

