



**ANALISIS MODIFIKASI BENTUK *STEP HULL* DENGAN
VARIASI SUDUT TERHADAP HAMBATAN DAN
SEAKEEPING MENGGUNAKAN METODE CFD**

SKRIPSI

ANDIKA MASRUL

1910313030

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERKAPALAN

2023



**ANALISIS MODIFIKASI BENTUK *STEP HULL* DENGAN
VARIASI SUDUT TERHADAP HAMBATAN DAN
SEAKEEPING MENGGUNAKAN METODE CFD**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

ANDIKA MASRUL

1910313030

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERKAPALAN

2023

PENGESAHAN

Skripsi diajukan oleh :

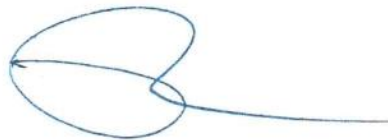
Nama : Andika Masrul

NIM : 1910313030

Program Studi : Teknik Perkapalan

Judul Skripsi : Analisis Modifikasi Bentuk *Step Hull* dengan Variasi Sudut Terhadap Hambatan dan *Seakeeping* Menggunakan Metode CFD

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.



Prof. Dr. Eng. Jaswar, C.Eng., C.Mar.Eng.

Penguji Utama



Fakhri Akbar Ayub, S.T., M.Eng., Ph.D

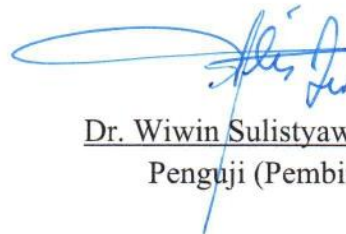
Penguji Lembaga



Dr. Ir. Reda Rizal, B.Sc., M.Si., IPU.,

ASEAN Eng.

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Wiwin Sulistyawati, ST. MT

Penguji (Pembimbing)



Dr. Wiwin Sulistyawati, ST. MT

Kepala Program Studi

Teknik Perkapalan

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 11 Januari 2023

PENGESAHAN PEMBIMBING

ANALISIS MODIFIKASI BENTUK STEP HULL DENGAN VARIASI SUDUT TERHADAP HAMBATAN DAN SEAKEEPING MENGUNAKAN METODE CFD

Disusun Oleh :

ANDIKA MASRUL

1910313030

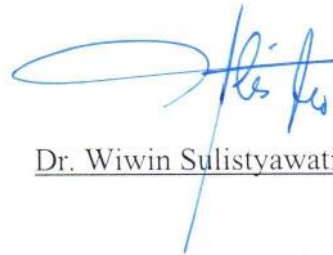
Menyetujui,

Pembimbing 1



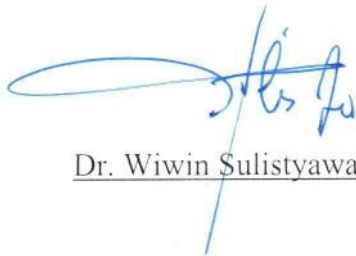
Dr. Fajri Ashfi Rayhan, ST. MT

Pembimbing 2



Dr. Wiwin Sulistyawati, ST. MT

Kepala Program Studi S1 Teknik Perkapalan



Dr. Wiwin Sulistyawati, ST. MT

PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya sendiri, dan semua sumber yang dikutip atau dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Andika Masrul
NIM : 1910313030
Program Studi : S1 Teknik Perkapalan

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 11 Januari 2023

Yang menyatakan,



Andika Masrul

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andika Masrul
NIM : 1910313030
Fakultas : Teknik
Program Studi : S1 Teknik Perkapalan

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (Non Exclusive Royalty Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**“ANALISIS MODIFIKASI BENTUK STEP HULL DENGAN VARIASI
SUDUT TERHADAP HAMBATAN DAN SEAKEEPING
MENGUNAKAN METODE CFD”**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 11 Januari 2023

Yang menyatakan,



Andika Masrul

ANALISIS MODIFIKASI BENTUK STEP HULL DENGAN VARIASI SUDUT TERHADAP HAMBATAN DAN SEAKEEPING MENGGUNAKAN METODE CFD

ANDIKA MASRUL

ABSTRAK

Stepped planing hull atau *step hull* adalah sebuah modifikasi lambung kapal yang berprinsip mengurangi daerah permukaan basah. Jenis lambung ini masih jarang digunakan walaupun beberapa kapal yang menggunakan jenis lambung ini telah membuktikan keefektifannya. Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi pengaruh antara variasi sudut *step hull* dengan *non-step hull* terhadap hambatan dan mengidentifikasi *Response of Amplitude Operator* (RAO) pada kapal *step hull* maupun *non-step hull*. Penelitian ini menggunakan metode CFD dan terdapat 3 model konfigurasi lambung di setiap perubahan sudut *step hull* dari 180°, 210°, 240° dan 270°. Hasil penelitian ini mengungkapkan bahwa model *step hull* 270° adalah model lambung dengan rata-rata hambatan total terendah dengan penurunan hambatan sebesar 45.2% dibandingkan lambung *non-step*. Namun, untuk olah gerak kapal model ini mengalami kenaikan respon pada gerakan *pitch*, *roll*, dan *yaw*. Sementara itu model yang memiliki *respons* kapal terbaik dengan konfigurasi yang sama ialah model dengan sudut *step hull* 240° dengan rata-rata penurunan hambatan senilai 40.7%. Penelitian ini menyimpulkan bahwa kenaikan sudut *step hull* sejalan dengan pengurangan hambatan. Tetapi berbanding terbalik dengan *respons* yang diterima kapal. Dengan demikian, Penelitian ini dapat memberikan pemahaman tentang lambung *step* dan menjadi bahan dalam pengembangan lambung *step*.

Kata Kunci : Kapal cepat, *Step hull*, Variasi Sudut, Hambatan kapal, *Seakeeping*

**STEP HULL SHAPE MODIFICATION ANALYSIS WITH ANGLE
VARIATION OF SHIP RESISTANCE AND SEAKEEPING
USING CFD METHOD**

ANDIKA MASRUL

ABSTRACT

Stepped planing hull or step hull is a hull modification whose principle is to reduce the wetted surface area. This type of hull is still rarely used although several ships using this type of hull have proven its effectiveness. The purpose of this study was to identify the effect of variations in the angle of step hull and non-step hull on its resistance and identify the Response of Amplitude Operator (RAO) on both step hull and non-step hull ships. This study used the CFD method and there were 3 hull model configurations in hull step angle of 180°, 210°, 240° and 270°. The results of this study revealed that the 270° step hull model is the hull model with the lowest average total resistance with a reduced resistance of 45.2% compared to the non-step hull. However, for the ship's seakeeping this model experienced an increase in response to pitch, roll and yaw movements. Meanwhile, the model that has the best ship response with the same configuration belongs to the model with a hull step angle of 240° with an average resistance reduction of 40.7%. This study concludes that the increase in hull step angle is in line with the reduction in resistance. But inversely proportional to the response received by the ship. Thus, this research can provide an understanding of the step hull and become a reference in the development of the step hull.

Keywords : *Speed Boat, Step Hull, Angle Variation, Ship Resistance, Seakeeping*

KATA PENGANTAR

Dengan mengucap rasa puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Analisis Modifikasi Bentuk *Step Hull* dengan Variasi Sudut Terhadap Hambatan dan *Seakeeping* Menggunakan Metode CFD” yang mana skripsi ini merupakan syarat kelulusan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi S1 Teknik Perkapalan Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, penulis ingin menyampaikan rasa syukur dan terima kasih serta penghargaan yang tak terhingga kepada:

1. Allah Subhanahu Wata’ala yang masih memberikan penulis kesempatan sampai dewasa ini.
2. Nabi Muhammad Shallallahu ‘Alaihi Wa Salam atas mukjizat dan syafa’at beliau kelak.
3. Orang Tua Penulis yang senantiasa selalu mendukung dan memberikan arahan serta mendoakan kepada Penulis setiap saat.
4. Dr. Ir. Reda Rizal, B.Sc. M.Si. IPU., ASEAN Eng. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta
5. Dr. Wiwin Sulistyawati, ST, MT selaku Kepala Program Studi Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.
6. Dr. Fajri Ashfi Rayhan, ST, MT, IPM. Selaku dosen pembimbing penulis yang senantiasa memberikan arahan terhadap skripsi ini.
7. Saudara-saudari Maritim yang senantiasa berbagi ilmu yang dimiliki serta memberi semangat dan dukungan
8. Terima kasih juga kepada seluruh pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu, yang telah membantu dan memberikan dukungan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini terdapat banyak kekurangan dalam penyajian materi hingga sistematika penulisan, oleh sebab itu penulis terbuka untuk kritik dan saran agar melengkapi kekurangan tersebut. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan dapat menambah referensi di bidang Teknik Perkapalan.

Jakarta, 11 Januari 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
PENGESAHAN	ii
PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan masalah	3
1.4 Hipotesis Penelitian	4
1.5 Tujuan Penelitian.....	4
1.6 Manfaat Penelitian.....	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Kecepatan Kapal.....	6
2.2 Kapal Cepat	7
2.3 <i>Step Hull</i>	10
2.4 Hambatan Kapal	12
2.5 Olah Gerak Kapal.....	16
2.6 CFD	17
BAB 3 METODE PENELITIAN	19
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	19

3.2	<i>Maxsurf Modeler Advanced</i>	31
3.3	<i>Ansys CFD</i>	31
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		37
4.1	Analisis CFD Menggunakan <i>Software Ansys</i>	37
4.2	Analisis Hambatan Variasi Model <i>Step Hull</i>	43
4.3	Perhitungan Koefisien Hambatan Kapal	47
4.4	Persentase Perbandingan Penurunan Hambatan.....	55
4.5	<i>Contour</i> Gelombang	57
4.6	Analisis Seakeeping	60
BAB 5 SIMPULAN		76
5.1	Kesimpulan.....	76
5.2	Saran	77
DAFTAR PUSTAKA		78
RIWAYAT HIDUP		2
LAMPIRAN		83s

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 <i>Values Of 1 + K2</i>	16
Tabel 3. 1 Ukuran Utama Kapal	20
Tabel 3. 2 Variasi Model.....	22
Tabel 3. 3 <i>Draft</i> Berbagai Model	23
Tabel 3. 4 Spesifikasi Nimala <i>Towing Tank</i>	27
Tabel 4. 1 Nilai Konvergensi Model Ori 1	37
Tabel 4. 2 Nilai Konvergensi Model Ori 2	38
Tabel 4. 3 Nilai Hambatan Total Model Ori 1 Kondisi <i>Trim</i>	39
Tabel 4. 4 Nilai Hambatan Total Model Ori 2 Kondisi <i>Trim</i>	40
Tabel 4. 5 Nilai Hambatan Total Original 1 Dan 2 Berbagai Kondisi.....	41
Tabel 4. 6 Nilai Hambatan Total Variasi Sudut <i>Step Hull</i>	43
Tabel 4. 7 Luasan Basah Kapal.....	44
Tabel 4. 8 <i>Step Resistance</i> Model <i>Konfiguration 1</i>	44
Tabel 4. 9 <i>Step Resistance</i> Model <i>Konfiguration 2</i>	45
Tabel 4. 10 <i>Step Resistance</i> Model <i>Konfiguration 3</i>	46
Tabel 4. 11 Ct Model Original	47
Tabel 4. 12 Ct <i>Step Hull</i> 180 °	48
Tabel 4. 13 Ct <i>Step Hull</i> 210 °	49
Tabel 4. 14 Ct <i>Step Hull</i> 240°	50
Tabel 4. 15 Ct <i>Step Hull</i> 270 °	51
Tabel 4. 16 Nilai Hambatan Viskositas.....	52
Tabel 4. 17 Nilai Hambatan Gesek	53
Tabel 4. 18 Nilai Hambatan Gelombang.....	54
Tabel 4. 19 Perbandingan Nilai Hambatan Non <i>Step</i> dengan <i>Step</i> (1)	55
Tabel 4. 20 Perbandingan Nilai Hambatan Non <i>Step</i> dengan <i>Step</i> (2)	55
Tabel 4. 21 Perbandingan Nilai Hambatan <i>Step</i> 180° Dengan Variasi <i>Step</i> (1) ..	56
Tabel 4. 22 Perbandingan Nilai Hambatan <i>Step</i> 180° Dengan Variasi <i>Step</i> (2) ..	56
Tabel 4. 23 Perbandingan Nilai Hambatan <i>Step</i> 180° Dengan Variasi <i>Step</i> (3) ..	57
Tabel 4. 24 Momen Inersia Model.....	62
Tabel 4. 25 <i>Wave Directions</i>	63
Tabel 4. 26 <i>Wave Frequencies</i>	64
Tabel 4. 27 RAO Ori 1 Sudut 180°	64

Tabel 4. 28 RAO Ori 1 Sudut 90°	65
Tabel 4. 29 RAO Ori 2 Sudut 180°	66
Tabel 4. 30 RAO Ori 2 Sudut 90°	66
Tabel 4. 31 RAO <i>Step</i> 2 Sudut 180°	67
Tabel 4. 32 RAO <i>Step</i> 2 Sudut 90°	68
Tabel 4. 33 RAO <i>Step</i> 5 Sudut 180°	69
Tabel 4. 34 RAO <i>Step</i> 5 Sudut 90°	70
Tabel 4. 35 RAO <i>Step</i> 8 Sudut 180°	71
Tabel 4. 36 RAO <i>Step</i> 8 Sudut 90°	72
Tabel 4. 37 RAO <i>Step</i> 11 Sudut 180°	73
Tabel 4. 38 RAO <i>Step</i> 11 Sudut 90°	73
Tabel 4. 39 Nilai Terbesar Gerakan Rotasi Kapal	74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Jenis Lambung Berdasarkan <i>Lift Force</i>	7
Gambar 2. 2 Kapal Peti Kemas	8
Gambar 2. 3 Kapal Yatch.....	8
Gambar 2. 4 Kapal Patroli.....	9
Gambar 2. 5 Gambar <i>Step Hull</i>	10
Gambar 2. 6 Titik Dan Garis Stagnasi	11
Gambar 2. 7 Komponen Kapal <i>Step Hull</i>	11
Gambar 2. 8 Dimensi <i>Step Hull</i>	12
Gambar 2. 9 Variasi Sudut <i>Step Hull</i>	12
Gambar 2. 10 Komponen Hambatan Kapal	16
Gambar 2. 11 macam Gerak Kapal Sesuai Sumbunya	16
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> Penelitian	19
Gambar 3. 2 <i>Lines plan</i> 1	21
Gambar 3. 3 <i>Lines Plan</i> 2.....	21
Gambar 3. 4 3D Model Non- <i>Step Hull</i> Dengan <i>Deadrise Angle</i> 15 °.....	22
Gambar 3. 5 3D Model Non- <i>Step Hull</i> Dengan <i>Deadrise Angle</i> 20 °.....	22
Gambar 3. 6 <i>Step Hull</i> 1	23
Gambar 3. 7 <i>Step Hull</i> 2.....	24
Gambar 3. 8 <i>Step Hull</i> 3	24
Gambar 3. 9 <i>Step Hull</i> 4.....	24
Gambar 3. 10 <i>Step Hull</i> 5.....	24
Gambar 3. 11 <i>Step Hull</i> 6.....	25
Gambar 3. 12 <i>Step Hull</i> 7	25
Gambar 3. 13 <i>Step Hull</i> 8.....	25
Gambar 3. 14 <i>Step Hull</i> 9.....	25
Gambar 3. 15 <i>Step Hull</i> 10.....	26
Gambar 3. 16 <i>Step Hull</i> 11	26
Gambar 3. 17 <i>Step Hull</i> 12.....	26
Gambar 3. 18 Gambar Kapal Dari Bawah Air	28
Gambar 3. 19 Nimala <i>Towing Tank</i>	29
Gambar 3. 20 Modul-Modul Pembentuk Kapal.....	29

Gambar 3. 21 Pengujian <i>Towing Tank</i>	30
Gambar 3. 22 Posisi Step 600 Mm Di Depan <i>Transom</i>	30
Gambar 3. 23 Posisi Step 800 Mm Di Depan <i>Transom</i>	30
Gambar 3. 24 <i>Boundary Condition</i>	32
Gambar 3. 25 Kondisi Batas <i>Inflow</i>	34
Gambar 3. 26 Kondisi Batas <i>Outflow</i>	34
Gambar 3. 27 Kondisi Batas <i>Opening</i>	35
Gambar 3. 28 Kondisi Model.....	35
Gambar 3. 29 Tampilan Proses <i>Solving</i>	36
Gambar 4. 1 <i>Grid Independence</i> Model Ori 1	37
Gambar 4. 2 <i>Grid Independence</i> Model Ori 2	38
Gambar 4. 3 Rt Model Ori 1 (<i>Trim Condition</i>).....	39
Gambar 4. 4 Rt Model Ori 2 (<i>Trim Condition</i>).....	40
Gambar 4. 5 Rt Model Ori 1	42
Gambar 4. 6 Rt Model Ori 2	42
Gambar 4. 7 <i>Step Hull Resistance</i>	43
Gambar 4. 8 <i>Step Resistance</i> Model <i>Konfiguration</i> 1.....	45
Gambar 4. 9 <i>Step Resistance</i> Model <i>Konfiguration</i> 2.....	45
Gambar 4. 10 <i>Step Resistance</i> Model <i>Konfiguration</i> 3.....	46
Gambar 4. 11 Ct Model Original	47
Gambar 4. 12 Ct <i>Step Hull</i> 180°.....	48
Gambar 4. 13 Ct <i>Step Hull</i> 210 °	49
Gambar 4. 14 Ct <i>Step Hull</i> 240 °	50
Gambar 4. 15 Ct <i>Step Hull</i> 270 °	51
Gambar 4. 16 Coefficient <i>Viscosity</i>	52
Gambar 4. 17 Coefficient <i>Friction</i>	53
Gambar 4. 18 Koefisien Hambatan Gelombang	54
Gambar 4. 19 Kontur Lambung Ori Pada Kec 7 M/S.....	57
Gambar 4. 20 Kontur Lambung <i>Step Hull</i> 180° Pada Kec 7 M/S.....	58
Gambar 4. 21 Kontur Lambung <i>Step Hull</i> 210° Pada Kec 7 M/S.....	58
Gambar 4. 22 Kontur Lambung <i>Step Hull</i> 240° Pada Kec 7 M/S.....	59
Gambar 4. 23 Kontur Lambung <i>Step Hull</i> 270° Pada Kec 7 M/S.....	59

Gambar 4. 24 Kontur <i>Pressure Distribution</i>	60
Gambar 4. 25 <i>Setting</i> Posisi Model.....	61
Gambar 4. 26 <i>Split Body</i> Pada Model	61
Gambar 4. 27 <i>Boundary Condition</i> Pada Analisis <i>Seakeeping</i>	62
Gambar 4. 28 Hasil <i>Meshing</i>	63
Gambar 4. 29 RAO Ori 1 Sudut 180°	65
Gambar 4. 30 RAO Ori 1 Sudut 90°	65
Gambar 4. 31 RAO Ori 2 Sudut 180°	66
Gambar 4. 32 RAO Ori 2 Sudut 90°	67
Gambar 4. 33 RAO <i>Step</i> 2 Sudut 180°	68
Gambar 4. 34 RAO <i>Step</i> 2 Sudut 90°	69
Gambar 4. 35 RAO <i>Step</i> 5 Sudut 180°	70
Gambar 4. 36 RAO <i>Step</i> 5 Sudut 90°	70
Gambar 4. 37 RAO <i>Step</i> 8 Sudut 180°	71
Gambar 4. 38 RAO <i>Step</i> 8 Sudut 90°	72
Gambar 4. 39 RAO <i>Step</i> 11 Sudut 180°	73
Gambar 4. 40 RAO <i>Step</i> 11 Sudut 90°	74

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Lembar Konsultasi Pembimbing 1
- Lampiran 2 Lembar Konsultasi Pembimbing 2
- Lampiran 3 Surat Keterangan Plagiarisme
- Lampiran 4 Hasil Turnitin