

**PERHITUNGAN HAMBATAN KAPAL DTMB 5415 DENGAN METODE
SIMULASI MAXSURF RESISTANCE DAN PENGUJIAN DI *TOWING*
TANK UNTUK *BENCHMARK* INTERNASIONAL DI PUSAT RISET
TEKNOLOGI HIDRODINAMIKA**



SKRIPSI

ALDE VIO VERANDI

NIM. 2001030006

**JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI KEMARITIMAN
UNIVERSITAS MARITIM RAJA ALI HAJI
TANJUNGPINANG**

2024

HALAMAN PERSETUJUAN

**PERHITUNGAN HAMBATAN KAPAL DTMB 5415 DENGAN METODE
SIMULASI MAXSURF RESISTANCE DAN PENGUJIAN DI *TOWING*
TANK UNTUK *BENCHMARK* INTERNASIONAL DI PUSAT RISET
TEKNOLOGI HIDRODINAMIKA**



Telah mengetahui dan disetujui oleh:

Pembimbing I


Ir. Eko Prayctno, S.T., M.Eng.
NIP. 198901192019031011

Pembimbing II


Dr. Dian Purnama Sari, S.T., M.T.
NIP. 197305041997032004



Dokumen ini ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat dari BSR-E, silahkan lakukan verifikasi pada dokumen elektronik yang dapat diunduh dengan melakukan scan QR Code

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Perhitungan Hambatan Kapal DTMB 5415 dengan metode simulasi Maxsurf Resistance dan pengujian di *Towing Tank* untuk *Benchmark* Internasional di Pusat Riset Teknologi Hidrodinamika

Nama : Alde Vio Verandi

NIM : 2001030006

Program Studi : Teknik Perkapalan

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji dan dinyatakan lulus pada tanggal 1 Juli 2024

Susunan Tim Pembimbing dan Penguji

Jabatan	Nama	Tanda Tangan
Pembimbing I	Ir. Eko Prayetno, S.T., M.Eng.	
Pembimbing II	Dr. Dian Purnama Sari, S.T., M.T.	 TT ELEKTRONIK
Ketua Penguji	Ir. Anton Hekso Yunianto, S.T., M.Si.	
Anggota	Muhd Ridho Baihaque, S.T., M.Sc.	
	Adyck Marga Raharja, S.T., M.Sc.	

Tanjungpinang, 1 Juli 2024
Universitas Maritim Raja Ali Haji
Fakultas Teknik dan Teknologi Kemaritiman
Dekan,


Ir. Sapta Nugraha S.T., M.Eng.
NIP. 198904112015041005



Dokumen ini ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat dari BSR-E, silahkan lakukan verifikasi pada dokumen elektronik yang dapat diunduh dengan melakukan scan QR Code

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya mahasiswa yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Alde Vio Verandi

NIM : 2001030006

Tempat, Tanggal Lahir : Tanjung Balai Karimun, 29 September 2002

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul Perhitungan Hambatan Kapal DTMB 5415 dengan metode simulasi Maxsurf Resistance dan pengujian di *Towing Tank* untuk *Benchmark* Internasional di Pusat Riset Teknologi Hidrodinamika adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari Peneliti lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Jika kemudian hari ternyata terbukti pernyataan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak intelektual maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Maritim Raja Ali Haji.

Tanjungpinang, 1 Juli 2024

Yang menyatakan



(Alde Vio Verandi)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan Rahmat Allah SWT. dan rasa syukur serta terima kasih, skripsi ini saya persembahkan kepada kedua orang tua tercinta mama dan papa, terima kasih atas kasih sayang, doa, dan dukungan tanpa henti yang telah kalian berikan. Kalian adalah sumber inspirasi terbesar dalam hidup saya. Tanpa kalian, saya tidak akan bisa mencapai titik ini. Semua pengorbanan dan cinta yang kalian berikan adalah fondasi dari setiap pencapaian yang saya raih. Terima kasih kepada seluruh anggota keluarga besar yang selalu memberikan semangat dan dukungan. Kehadiran kalian memberikan kekuatan dan motivasi dalam setiap langkah yang saya ambil. Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada semua kerabat dan sahabat yang selalu ada untuk memberikan dorongan, nasihat, dan kebahagiaan. Kalian membuat perjalanan akademik ini menjadi lebih berwarna dan berarti. Untuk kakek yang sudah pergi mendahului kami, terima kasih atas semua kenangan indah dan nilai-nilai kehidupan yang telah engkau tanamkan. Meskipun engkau tidak lagi bersama kami, semangatmu tetap hidup dalam hati kami. Karya ini juga untuk mengenangmu dan menghormati segala jasa serta cinta yang telah engkau berikan. Semoga karya ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membacanya dan menjadi kebanggaan bagi keluarga besar kita.

HALAMAN MOTO

“Dia mengajarkan manusia apa yang tidak diketahuinya.” (QS. Al-‘Alaq: 5)

You'll get that knowledge when God knows you're ready for it

“Knowledge must be earned not given”

“Ilmu tanpa agama adalah pincang, agama tanpa ilmu adalah buta” (Albert Einstein)

“Pendidikan adalah senjata paling ampuh yang bisa kamu gunakan untuk mengubah dunia” (Nelson Mandela)

“Tidak ada pemberian yang lebih baik dari orang tua kepada anaknya selain pendidikan yang baik” (HR. Tirmidzi)

“There's always good people in this world”

“No one care about yourself, just be yourself and move on”

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil ‘alamin Puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada Peneliti sehingga bisa menyelesaikan skripsi dengan judul “Perhitungan Hambatan Kapal DTMB 5415 dengan Metode Simulasi Maxsurf Resistance dan Pengujian di *Towing Tank* untuk *Benchmark Internasional* di Pusat Riset Teknologi Hidrodinamika” dengan waktu yang tepat walaupun banyak rintangan yang Peneliti hadapi selama proses penyelesaian skripsi ini.

Peneliti banyak memperoleh bantuan dari berbagai pihak, berupa doa, bantuan, bimbingan, masukan dan saran dalam penyelesaian skripsi. Peneliti ingin mengucapkan terima kasih banyak kepada:

1. Allah SWT yang telah menguatkan agar Peneliti selalu semangat dalam proses penyelesaian skripsi, serta memberikan jalan dalam setiap cobaan dan ujian yang telah dihadapi oleh Peneliti.
2. Kedua orang tua tercinta, Terima kasih telah memberikan dukungan baik berupa moral maupun materil. Semangat, mendoakan, serta memberi nasihat kepada Peneliti.
3. Umi dan Abi, yang sudah menganggap seperti keluarga sendiri, Terima kasih telah memberikan dukungan baik berupa moral maupun materil. Semangat, mendoakan, serta memberi nasihat kepada Peneliti.
4. Bapak Ir. Sapta Nugraha, S.T., M.Eng selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Maritim Ali Haji.
5. Bapak Ir. Risandi Dwirama Putra, S.T., M.Eng selaku Wakil Dekan 1 bidang akademik dan kemahasiswaan, yang selalu memberikan support terkait dengan penelitian ini.
6. Bapak Ir. Eko Prayetno, S.T., M.Eng selaku Wakil Dekan 2 bidang Umum dan keuangan, sekaligus pembimbing I dalam penelitian ini yang selalu meluangkan waktunya untuk berdiskusi dan memberikan kritik, saran dan pandangan, serta membantu jalannya proses dengan lancar..
7. Bapak M. Ridho Baihaque, S.T., M.Sc selaku Ketua Jurusan Teknik Perkapalan Universitas Maritim Raja Ali Haji sekaligus Dosen

Pengampu mata kuliah Desain dan Perancangan yang telah memberikan ilmu, saran dan pandangan.

8. Bapak Ir. Anton Hekso Yuniyanto, S.T., M.Si yang selalu meluangkan waktunya untuk berdiskusi dan memberikan kritik, saran dan pandangan, serta membantu jalannya proses dengan lancar.
9. Ibu Dr. Dian Purnama Sari, S.T., M.T selaku Pembimbing II sekaligus pembimbing eksternal yang masih mau meluangkan waktu dan bimbingannya walaupun terpisah jarak yang sangat jauh.
10. Ibu Endah Suwarni, S.T., M.T selaku pembimbing dalam program BRIN dan penelitian yang selalu siap membimbing kapanpun dan dimanapun.
11. Dosen-dosen Teknik perkapalan yang tidak bisa disebut satu-persatu yang selalu memberikan dukungan di dalam dan diluar perkuliahan.
12. Teman-teman seperjuangan Alghi, Lusyana, dan Andrizal.
13. Raja munawarah yang selalu setia memberikan dukungan secara moril kepada peneliti.
14. Teman-teman satu kelas dan satu angkatan 2020 dan 2021 yang selalu membantu ketika dalam kesusahan dan selalu memberikan dukungan.
15. Serta pihak-pihak lain yang terlibat yang tidak dapat Peneliti sebutkan satu-persatu.

Peneliti menyadari bahwa penelitian ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu Peneliti meminta kritik dan saran yang membangun demi menghasilkan skripsi dengan sebaik-baiknya. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca, terkhusus untuk pembaca yang ingin menjadikan skripsi ini sebagai referensi penelitian atau membuat skripsi dengan kasus serupa.

Tanjungpinang, 1 Juli 2024

Yang menyatakan



Alde Vio Verandi

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN MOTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
GLOSARIUM	xvi
ABSTRAK	xvii
ABSTRACT	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II KAJIAN LITERATUR	5
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Landasan Teori	9
2.2.1 Model Lambung Navy Combatant [David Taylor Model Basin (DTMB) model 5415 (5415)]	9
2.2.2 Teori Hambatan/Hambatan kapal (<i>Ship Resistance</i>)	11
2.2.3 Teori <i>Froude</i>	13
2.2.4 Metode <i>Fung</i> (Empiris)	17
2.2.5 Metode <i>Holtrop</i> (Empiris)	18
2.2.6 Metode dan Prosedur Pengujian ITTC (<i>International Towing Tank Conference</i>).....	23
2.2.7 Perangkat Lunak Maxsurf Resistance (Numerik).....	29

BAB III METODE PENELITIAN	31
3.1 Jenis Penelitian	31
3.2 Lokasi penelitian.....	31
3.3 Variabel Penelitian.....	32
3.4 Pengumpulan Data.....	32
3.5 Instrumen Penelitian	33
3.6 Metodologi Penelitian.....	34
3.7 Prosedur Penelitian	36
3.8 Kehandalan	38
3.9 Analisis Data.....	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Desain Geometri Lambung DTMB 5415	39
4.1.1 Perbaikan desain lambung DTMB 5415	42
4.1.2 Gambar Produksi (<i>Production Drawing</i>) DTMB 5415	49
4.1.3 Produksi Model Lambung (<i>Hull Production</i>) DTMB 5415	51
4.2 Pengujian Hambatan pada Perangkat Lunak Maxsurf Resistance	59
4.2.1 Pengaturan Koefisien Parameter Hidrostatik dan Satuan (<i>units</i>).....	59
4.2.2 Input Data (<i>Pre-Processing</i>).....	61
4.2.3 <i>Output (Raw Data)</i> Maxsurf Resistance	69
4.3 Pengujian Hambatan Ekperimental pada <i>Towing tank</i>	80
4.3.1 Persiapan Model	81
4.3.2 Pengujian Model.....	83
4.3.3 <i>Output (Raw Data EFD)</i>	86
4.4 Hasil Analisis Perbandingan Maxsurf Resistance dan Eksperimental.....	88
BAB V PENUTUP	94
5.1 Kesimpulan	94
5.2 Saran	95
DAFTAR PUSTAKA	96
LAMPIRAN.....	103
BIODATA	165

DAFTAR TABEL

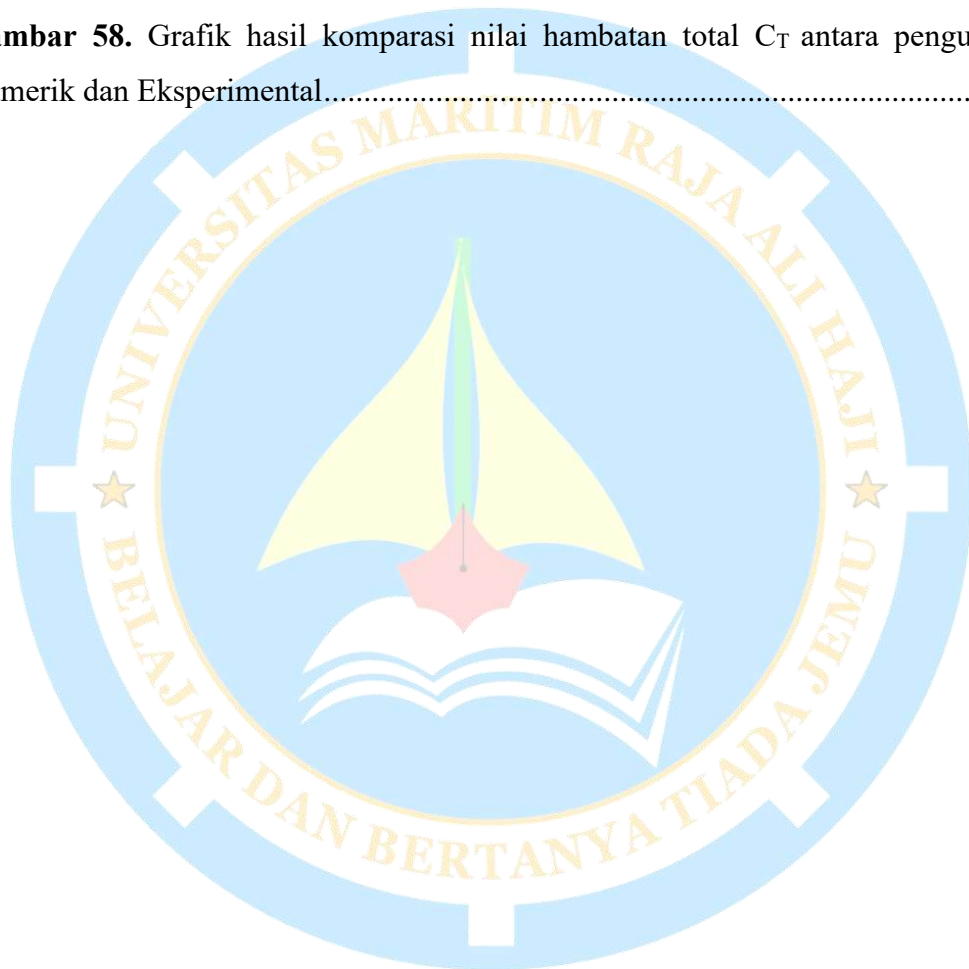
Tabel 1. Data Geometri Lambung DTMB 5415	10
Tabel 2. <i>Approximate speed ranges for Displacement, High Speed Displacement, Semi-Planning and Planing Craft</i>	17
Tabel 3. Parameter Kecepatan Metode <i>Fung</i>	18
Tabel 4. Parameter Geometri Metode <i>Fung</i>	18
Tabel 5. Estimasi Parameter Geometri dan Kecepatan Metode <i>Holtrop</i>	19
Tabel 6. Perkiraan nilai hambatan dari faktor bentuk (form factor) k_{2i}	21
Tabel 7. Dimensi Geometri Lambung DTMB 5415 <i>Full Scale</i> vs Model	32
Tabel 8. Instrument Pengujian Model DTMB 5415.....	33
Tabel 9. Spesifikasi <i>Towing tank</i> di Laboratorium Hidrodinamika BRIN.....	33
Tabel 10. Ukuran Utama Referensi ACAD <i>Fullscale</i>	40
Tabel 11. Ukuran Model Referensi IGS <i>File</i> Rhino	40
Tabel 12. Batasan Parameter Metode <i>Holtrop</i>	64
Tabel 13. Batasan Parameter Metode <i>Fung</i>	64
Tabel 14. Batasan Parameter Kecepatan Metode <i>Holtrop</i>	66
Tabel 15. Batasan Parameter Kecepatan Metode <i>Fung</i>	66
Tabel 16. <i>Data Window</i> (Jendela Data).....	68
Tabel 17. Tabulasi Hasil Pengujian Hambatan Model Maxsurf Resistance	70
Tabel 18. Dimensi Utama dari Model Pengujian DTMB 5415	81
Tabel 19. Kondisi Lingkungan dan Pembebanan pada Model.....	84
Tabel 20. Tabulasi Hasil Pengujian <i>Benchmarking</i> Model Eksperimental (EFD) <i>Towing tank</i> LHI	87
Tabel 21. Koreksi Geometri Desain Maxsurf dengan referensi SIMMAN.....	88
Tabel 22. Hasil komparasi nilai hambatan total R_T antara pengujian Numerik dan Eksperimental.....	90
Tabel 23. Hasil komparasi nilai hambatan total C_T antara pengujian Numerik dan Eksperimental.....	91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. <i>David Taylor Model Basin 5415</i>	9
Gambar 2. Komponen Hambatan Dasar.....	12
Gambar 3. Komponen Hambatan Detail	13
Gambar 4. <i>Froude Number Length</i>	16
Gambar 5. Data yang diukur dan data turunan dalam uji hambatan	24
Gambar 6. Maxsurf Modeller & Resistance	29
Gambar 7. Laboratorium Hidrodinamika BRIN Surabaya.....	31
Gambar 8. Fakultas Teknik dan Teknologi Kemaritiman UMRAH Senggarang	32
Gambar 9. Bagan Alir Metodologi Penelitian.....	35
Gambar 10. Bagan Alir Prosedur Penelitian	36
Gambar 11. Skenario sistem pengukuran yang umum dilakukan pada pengujian <i>Towing Tank</i>	37
Gambar 12. <i>Profile view DTMB 5415 Full scale ACAD</i>	39
Gambar 13. Desain (IGES File) Rhino Model Skala INSEAN (1:24,830) DTMB 5415.....	40
Gambar 14. <i>Flowchart</i> tahapan pengerjaan perbaikan desain Lambung kapal DTMB 5415	42
Gambar 15. <i>Lines Plan</i> orisinal SIMMAN 2008.....	43
Gambar 16. Gambar Rencana Garis (<i>Lines Plan</i>) setelah dilakukan penyesuaian dan penambahan keterangan gambar	44
Gambar 17. Ekstraksi titik koordinat (Offset table)	45
Gambar 18. Penyesuaian (<i>fitting & fairing</i>) pada <i>Surfaces</i> Lambung Kapal DTMB 5415 di Maxsurf Modeller	46
Gambar 19. Penambahan <i>surfaces</i> pada bagian <i>edges</i> kapal dan <i>Main Deck</i> <i>Surfaces</i>	47
Gambar 20. Tahapan persiapan model	48
Gambar 21. Detail konstruksi untuk masing-masing Frame	50
Gambar 22. Detail gambar produksi	51
Gambar 23. Proses Pembuatan Model.....	51

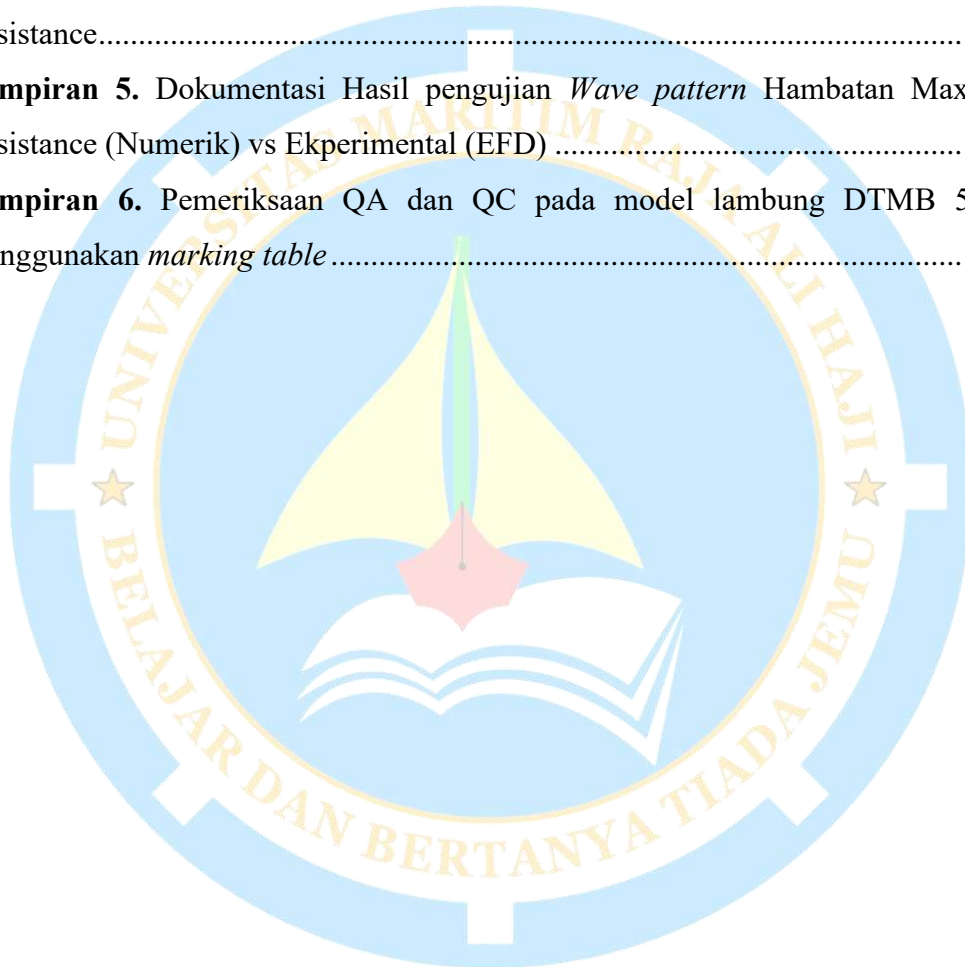
Gambar 24. <i>Main Deck</i> dan <i>Frame section Nesting plan</i> pada Material	52
Gambar 25. Proses <i>Laser Cutting</i> Material	53
Gambar 26. Pengecekan Landasan <i>Main Deck</i> pada <i>Marking Table</i>	54
Gambar 27. Penyusunan <i>Frame</i> pada Landasan	55
Gambar 28. Proses Pemasangan Kulit dan Laminasi	56
Gambar 29. Proses Dempul dan Penghalusan	57
Gambar 30. Proses Pengecatan (<i>Painting</i>)	58
Gambar 31. Pengecekan Geometri Lambung pada <i>Marking Table</i>	58
Gambar 32. Pengaturan Perhitungan Koefisien Parameter Hidrostatik	60
Gambar 33. Satuan (<i>Units</i>).....	61
Gambar 34. Maxsurf Modeller Geometri Model DTMB 5415	62
Gambar 35. <i>Surfaces Hull Measurement</i>	63
Gambar 36. Metode Komputasi	65
Gambar 37. Menu Input Rentang Kecepatan (<i>Speed Range</i>).....	67
Gambar 38. Grafik Hasil Pengujian Numerik untuk Nilai RT	71
Gambar 39. Grafik Hasil Pengujian Numerik untuk Nilai CT	71
Gambar 40. Dialog Menu <i>Free Surface Calculation Parameters</i>	73
Gambar 41. Dimensi <i>Free Surface Area</i>	74
Gambar 42. Kondisi Grid <i>Free Surface Area</i>	75
Gambar 43. ISO-Elevation <i>Wave Contour Line</i>	76
Gambar 44. <i>Wave pattern</i> (pola gelombang) pada Fn 0,138.....	76
Gambar 45. <i>Wave pattern</i> (pola gelombang) pada Fn 0,200.....	77
Gambar 46. <i>Wave pattern</i> (pola gelombang) pada Fn 0,250.....	77
Gambar 47. <i>Wave pattern</i> (pola gelombang) pada Fn 0,280.....	77
Gambar 48. <i>Wave pattern</i> (pola gelombang) pada Fn 0,300.....	78
Gambar 49. <i>Wave pattern</i> (pola gelombang) pada Fn 0,350.....	78
Gambar 50. <i>Wave pattern</i> (pola gelombang) pada Fn 0,41	78
Gambar 51. <i>Wave pattern</i> (pola gelombang) pada Fn 0,43.....	79
Gambar 52. <i>Wave pattern</i> (pola gelombang) pada Fn 0,450.....	79
Gambar 53. Proses Pengujian Hidrodinamika Model	80

Gambar 54. Rencana Garis (<i>Lines Plan</i>) dan Dokumentasi Geometri DTMB 5415	82
Gambar 55. Konfigurasi Model Kapal untuk Uji Hambatan.....	85
Gambar 56. Grafik Hasil Pengujian Benchmarking Model Eksperimental (EFD) <i>Towing tank</i> LHI	87
Gambar 57. Grafik hasil komparasi nilai hambatan total R_T antara pengujian Numerik dan Eksperimental.....	90
Gambar 58. Grafik hasil komparasi nilai hambatan total C_T antara pengujian Numerik dan Eksperimental.....	92



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian Lambung Kapal DTMB 5415.....	104
Lampiran 2. Data Hasil pengujian EFD (<i>Eksperiment Fluid Dynamic</i>)	106
Lampiran 3. Tabulasi dan Grafik Hasil Data Mentah (<i>Raw data</i>) Pengujian Maxsurf Resistance	111
Lampiran 4. Tabulasi Hasil Data Mentah (<i>Raw data</i>) Pengujian Maxsurf Resistance.....	120
Lampiran 5. Dokumentasi Hasil pengujian <i>Wave pattern</i> Hambatan Maxsurf Resistance (Numerik) vs Ekperimental (EFD)	156
Lampiran 6. Pemeriksaan QA dan QC pada model lambung DTMB 5415 menggunakan <i>marking table</i>	158



GLOSARIUM

<i>Carriage</i>	= Platform bergerak yang berjalan di sepanjang rel di atas air, yang digunakan untuk menarik model kapal untuk pengujian dan eksperimen
DTMB	= <i>David Taylor Model Basin</i>
5415	= Model atau varian desain tertentu dalam serangkaian model kapal angkatan laut yang dikembangkan oleh David Taylor Model Basin (DTMB)
Empiris	= Perhitungan menggunakan rumus (<i>Holtrop, Fung, Wyman, dll</i>)
<i>Froude number (Fr, Fn)</i>	= Variabel tanpa dimensi yang membandingkan gaya inersia dengan gaya gravitasi yang bekerja pada kapal atau objek yang bergerak di air/fluida.
ITTC	= Organisasi non-pemerintah yang mempromosikan kerja sama dalam penelitian eksperimental tentang hidrodinamika kapal.
Maxsurf	= Perangkat lunak khusus untuk arsitektur angkatan laut (<i>naval architecture</i>) dan desain teknik kelautan (<i>marine engineering</i>)
Numerik	= Perhitungan Komputasi Perangkat Lunak (<i>Maxsurf Resistance</i>)
<i>Reynolds number (Re)</i>	= Variabel tak berdimensi dalam mekanika fluida yang memprediksi pola aliran dan membantu menentukan apakah suatu aliran akan bersifat laminar atau turbulen
<i>Sinkage</i>	= Penurunan posisi kapal yang mengapung di air secara stabil
Trim	= Perbedaan draft antara garis tegak lurus buritan dan garis tegak lurus depan kapal, dinyatakan dalam meter
Tangki Penarik (<i>Towing Tank</i>)	= Fasilitas eksperimental khusus yang digunakan untuk mempelajari kinerja hidrodinamika kapal dan struktur kelautan