



**PERBANDINGAN PENGARUH VARIASI *LEADING*
EDGE TUBERCLES PADA NACA 0012 TERHADAP
OLAH GERAK *MONOHULL* DAN *PENTAMARAN***

SKRIPSI

LUCKY YOHANES SIPAHUTAR

2010313026

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERKAPALAN

2024



**PERBANDINGAN PENGARUH VARIASI *LEADING
EDGE TUBERCLES* PADA NACA 0012 TERHADAP
OLAH GERAK *MONOHULL* DAN *PENTAMARAN***

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

LUCKY YOHANES SIPAHUTAR

2010313026

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERKAPALAN

2024

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Lucky Yohanes Sipahutar

NIM : 2010313026

Program Studi : S1 Teknik Perkapalan

Judul Skripsi : PERBANDINGAN PEGARUH VARIASI *LEADING EDGE TUBERCLES* PADA NACA 0012 TERHADAP OLAH GERAK *MONOHULL* DAN *PENTAMARAN*

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.



Purwo Joko Suranto, S.T., M.T
Penguji Utama



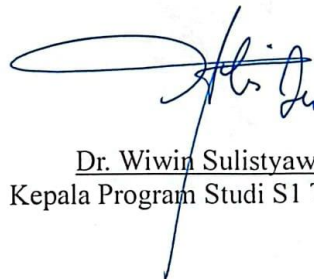
Fakhri Akbar Ayub, S.T., M.Eng., Ph.D
Penguji Lembaga



Fathin Muhammad Mahdhudhu, S.T., B.Eng, M.Sc
Pembimbing



Dr. Muchamad Oktaviandri, ST., MT., IPM.,
ASEAN.Eng
Plt. Dekan Fakultas Teknik



Dr. Wiwin Sulistyawati, ST., MT
Kepala Program Studi S1 Teknik Perkapalan

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 10 Juli 2024


LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PERBANDINGAN PEGARUH VARIASI *LEADING EDGE TUBERCLES* PADA NACA 0012 TERHADAP OLAH GERAK *MONOHULL* DAN *PENTAMARAN*

Disusun Oleh:
Lucky Yohanes Sipahutar
2010313026


Menyetujui,

Pembimbing 1



Dr. Wiwin Sulistyawati, ST., MT


Pembimbing 2



Fathin Muhammad Mahdhudhu, S.T., B.Eng, M.Sc

Mengetahui,

Kepala Program Studi Teknik Perkapalan



Dr. Wiwin Sulistyawati, ST., MT

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Lucky Yohanes Sipahutar

NIM : 2010313026

Program Studi : S1 Teknik Perkapalan

Bagaimana dikemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 23 Juli 2024

Yang menyatakan,



Lucky Yohanes Sipahutar

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama : Lucky Yohanes Sipahutar

NIM : 2010313026

Fakultas : Teknik

Program Studi : S1 Teknik Perkapalan

Demi pembangunan 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 :

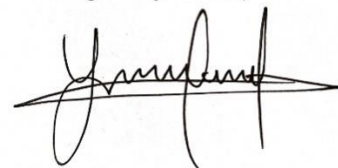
**“PERBANDINGAN PEGARUH VARIASI *LEADING EDGE TUBERCLES*
PADA NACA 0012 TERHADAP OLAH GERAK *MONOHULL* DAN
PENTAMARAN”**

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 peneliti / pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 23 Juli 2024

Yang menyatakan,



Lucky Yohanes Sipahutar

PERBANDINGAN PENGARUH VARIASI *LEADING EDGE TUBERCLES* PADA NACA 0012 TERHADAP OLAH GERAK *MONOHULL* DAN *PENTAMARAN*

Lucky Yohanes Sipahutar

ABSTRAK

Pada saat kapal bergerak, kapal dapat mengalami gerak enam derajat kebebasan. Gerakan tersebut adalah *surge*, *sway*, *heave*, *roll*, *pitch*, *yaw*. Selain mengalami gerak enam derajat, kapal juga dapat dipengaruhi oleh arah datangnya gelombang. Response Amplitude Operator (RAO) didefinisikan sebagai rasio amplitude gerakan kapal (translasi dan rotasi) terhadap amplitude gelombang frekuensi tertentu. Semakin besar nilai RAO maka semakin besar guncangan yang akan terasa di kapal. Penelitian ini dilakukan dengan penambahan variasi jenis NACA pada kapal *monohull* dan *pentamaran*. Penelitian ini menggunakan *software maxsurf modeler* dan *rhinoceros* untuk melakukan pemodelan pada kapal *monohull* dan *pentamaran*. Selain itu, *software ansys AQWA* juga digunakan untuk mendapatkan nilai RAO. Dari simulasi yang telah dilakukan, lambung pada model kapal dapat mempengaruhi nilai RAO. Model *pentamaran* memiliki nilai RAO lebih kecil dibandingkan dengan model *monohull*. Hal ini dapat dilihat dari penurunan nilai RAO yang terjadi paada model *pentamaran* gerakan *heave* sebesar 23% dan gerakan *pitch* sebesar 25,2% terhadap model *monohull*.

Kata Kunci : Monohull, Pentamaran, RAO, Olah Gerak.

COMPARISON OF THE EFFECT OF VARIATIONS OF LEADING EDGE TUBERCLES IN NACA 0012 ON MONOHULL AND PENTAMARAN MOVEMENTS

Lucky Yohanes Sipahutar

ABSTRACT

When the ship moves, the ship can experience six degrees of freedom. These movements are surge, sway, heave, roll, pitch, yaw. In addition to experiencing a six-degree movement, the ship can also be influenced by the direction of the wave. The Response Amplitude Operator (RAO) is defined as the ratio of the amplitude of the ship's movement (translation and rotation) to a particular frequency wave amplitude. The higher the RAO, the greater the shock that will be felt on the ship. The research was carried out with the addition of variations of the NACA type on monohull ships and landings. The research uses the software maxsurf modeler and rhinoceros to perform modelling on monohull ships and landings. In addition, the AQWA ansys software is also used to obtain RAO values. From the simulation that has been done, the armor on the ship model can influence the RAO value. The armor model has a smaller RAO rate compared to the monohull model. This can be seen from the reduction in RAO that occurred in the armour model heave movement by 23% and pitch movement by 25.2% compared with the Monohull.

Keywords: Monohull, Pentamaran, RAO, Movement.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucap rasa puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Perbandingan Pengaruh Variasi *Leading Edge Tubercles* Pada Naca 0012 Terhadap Olah Gerak *Monohull* dan *Pentamaran*” 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. Ibu Rosinta Simbolon dan Bapak Leonardo Sipahutar selaku Orang tua penulis yang senantiasa selalu mendukung serta mendoakan yang terbaik bagi penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan sebaik mungkin.
2. Bapak Dr. Muchamad Oktaviandri, S.T, M.T, IPM, ASEAN.Eng selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.
3. Ibu Dr. Wiwin Sulistyawati, S.T, M.T selaku Kepala Program Studi Teknik Perkapalan Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta serta dosen pembimbing I.
4. Bapak Fathin Muhammad Mahdhudhu, S.T, B.Eng, M.Sc selaku dosen pembimbing II.
5. Fransiska Parsaulina dan Daniel Lukman Sipahutar selaku saudara kandung penulis yang senantiasa memberi dukungan penuh.
6. Trifena Roselita Meilan yang selalu memberi dukungan dan bantuan dalam penyusunan skripsi ini.
7. Saudara dan saudari Maritim 2020 yang senantiasa berbagi ilmu serta memberi semangat dan dukungan kepada penulis.
8. Teman-teman UKM Basket Veteran Jakarta yang selama ini telah mendukung dan menyemangati penulis.
9. Terima kasih juga kepada seluruh pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu, yang telah membantu dan memberi dukungan kepada penulis.

Skripsi ini dilakukan dengan tujuan untuk memberikan kontribusi ilmiah dalam bidang Teknik Perkapalan. Penulis berharap skripsi ini dapat menjadi referensi yang bermanfaat bagi banyak orang. Terakhir, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, segala kritik, saran, dan masukan yang membangun sangat diharapkan guna perbaikan di masa mendatang.

Jakarta, Juli 2024

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| HALAMAN JUDUL | ii |
| LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI | ii |
| LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING | iii |
| PERNYATAAN ORISINALITAS | iv |
| PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI | v |
| ABSTRAK | vi |
| ABSTRACT | vii |
| KATA PENGANTAR | viii |
| DAFTAR ISI | x |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| DAFTAR GAMBAR | xvi |
| DAFTAR LAMPIRAN | xix |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Perumusan Masalah..... | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah..... | 2 |
| 1.4 Tujuan Penelitian..... | 3 |
| 1.5 Manfaat Penelitian..... | 3 |
| 1.6 Sistematika Penulisan..... | 3 |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 Lambung Kapal | 5 |
| 2.2 Dual Foil NACA 0012 | 7 |
| 2.3 Olah Gerak Kapal | 9 |
| 2.4 <i>Response Amplitude Operator (RAO)</i> | 10 |
| 2.5 <i>Leading Edge Tubercles</i> | 11 |

| | | |
|--|--|-----------|
| 2.6 | Arah Sudut Gelombang | 12 |
| 2.7 | Computational Fluid Dynamics (CFD) | 13 |
| BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN | | 14 |
| 3.1 | Diagram Alir Penelitian..... | 14 |
| 3.2 | Studi Literatur..... | 15 |
| 3.3 | Pemodelan <i>Monohull</i> dan <i>Pentamaran</i> Setelah Adanya Variasi Leading Edge Tubercle pada NACA 0012..... | 15 |
| 3.4 | Analisis dan Validasi..... | 16 |
| 3.5 | Pengaturan Simulasi | 16 |
| BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN | | 19 |
| 4.1 | Pemodelan Kapal <i>Monohull</i> dan <i>Pentamaran</i> | 19 |
| 4.1.1 | Rencana Garis | 19 |
| 4.1.2 | Pemodelan Awal | 21 |
| 4.1.3 | Pemodelan Awal <i>Foil</i> | 22 |
| 4.1.4 | Validasi Model..... | 25 |
| 4.1.4 | Pemasangan <i>Dual Foil</i> Pada Model <i>Monohull</i> dan <i>Pentamaran</i> | 26 |
| 4.2 | Hasil Data RAO kapal <i>Monohull</i> dan <i>Pentamaran</i> | 28 |
| 4.2.1 | Hasil Data RAO Kapal <i>Monohull</i> (M1)..... | 28 |
| 4.2.2 | Hasil Data RAO Kapal <i>Monohull</i> (M2)..... | 34 |
| 4.2.3 | Hasil Data RAO Kapal <i>Monohull</i> (M3)..... | 40 |
| 4.2.4 | Hasil Data RAO Kapal <i>Pentamaran</i> (P1)..... | 46 |
| 4.2.5 | Hasil Data RAO Kapal <i>Pentamaran</i> (P2)..... | 52 |
| 4.2.6 | Hasil Data RAO Kapal <i>Pentamaran</i> (P3)..... | 58 |
| 4.3 | Perbandingan RAO Model <i>Monohull</i> dan <i>Pentamaran</i> | 64 |
| 4.3.1 | Perbandingan RAO Gerakan <i>Heave</i> pada <i>Monohull</i> | 64 |
| 4.3.2 | Perbandingan RAO Gerakan <i>Pitch</i> pada <i>Monohull</i> | 68 |
| 4.3.3 | Perbandingan RAO Gerakan <i>Heave</i> pada <i>Pentamaran</i> | 72 |
| 4.3.4 | Perbandingan RAO Gerakan <i>Pitch</i> pada <i>Pentamaran</i> | 76 |

| | |
|----------------------------|----|
| BAB 5 PENUTUP | 80 |
| 5.1 Kesimpulan..... | 80 |
| 5.2 Saran..... | 81 |

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

| | | |
|--------------------|---|----|
| Tabel 3. 1 | Jarak dan Ketinggian Leading Edge Tubercles kapal monohull..... | 15 |
| Tabel 3. 2 | Jarak dan Ketinggian Leading Edge Tubercles kapal pentamaran..... | 16 |
| Tabel 4. 1 | Ukuran Pokok Kapal Monohull | 19 |
| Tabel 4. 2 | Ukuran Pokok Kapal Pentamaran | 19 |
| Tabel 4. 3 | Koordinat Foil NACA 0012..... | 23 |
| Tabel 4. 4 | Validasi Model | 25 |
| Tabel 4. 5 | Gerakan Surge Kapal Monohull (M1)..... | 28 |
| Tabel 4. 6 | Gerakan Sway Kapal Monohull (M1) | 29 |
| Tabel 4. 7 | Gerakan Heave Kapal Monohull (M1)..... | 30 |
| Tabel 4. 8 | Gerakan Roll Kapal Monohull (M1) | 31 |
| Tabel 4. 9 | Gerakan Pitch Kapal Monohull (M1)..... | 32 |
| Tabel 4. 10 | Gerakan Yaw Kapal Monohull (M1) | 33 |
| Tabel 4. 11 | Gerakan Surge Kapal Monohull (M2)..... | 34 |
| Tabel 4. 12 | Gerakan Sway Kapal Monohull (M2) | 35 |
| Tabel 4. 13 | Gerakan Heave Kapal Monohull (M2) | 36 |
| Tabel 4. 14 | Gerakan Roll Kapal Monohull (M2)..... | 37 |
| Tabel 4. 15 | Gerakan Pitch Kapal Monohull (M2)..... | 38 |
| Tabel 4. 16 | Gerakan Yaw Kapal Monohull (M2) | 39 |
| Tabel 4. 17 | Gerakan Surge Kapal Monohull (M3)..... | 40 |
| Tabel 4. 18 | Gerakan Sway Kapal Monohull (M3) | 41 |
| Tabel 4. 19 | Gerakan Heave Kapal Monohull (M3)..... | 42 |
| Tabel 4. 20 | Gerakan Roll Kapal Monohull (M3) | 43 |
| Tabel 4. 21 | Gerakan Pitch Kapal Monohull (M3)..... | 44 |
| Tabel 4. 22 | Gerakan Yaw Kapal Monohull (M3) | 45 |
| Tabel 4. 23 | Gerakan Surge Kapal Pentamaran (P1)..... | 46 |
| Tabel 4. 24 | Gerakan Sway Kapal Pentamaran (P1) | 47 |
| Tabel 4. 25 | Gerakan Heave Kapal Pentamaran (P1)..... | 48 |
| Tabel 4. 26 | Gerakan Roll Kapal Pentamaran (P1) | 49 |
| Tabel 4. 27 | Gerakan Pitch Kapal Pentamaran (P1)..... | 50 |
| Tabel 4. 28 | Gerakan Yaw Kapal Pentamaran (P1)..... | 51 |
| Tabel 4. 29 | Gerakan Surge Kapal Pentamaran (P2)..... | 52 |

| | |
|---|----|
| Tabel 4. 30 Gerakan Sway Kapal Pentamaran (P2) | 53 |
| Tabel 4. 31 Gerakan Heave Kapal Pentamaran (P2)..... | 54 |
| Tabel 4. 32 Gerakan Roll Kapal Pentamaran (P2) | 55 |
| Tabel 4. 33 Gerakan Pitch Kapal Pentamaran (P2)..... | 56 |
| Tabel 4. 34 Gerakan Yaw Kapal Pentamaran (P2)..... | 57 |
| Tabel 4. 35 Gerakan Surge Kapal Pentamaran (P3)..... | 58 |
| Tabel 4. 36 Gerakan Sway Kapal Pentamaran (P3) | 59 |
| Tabel 4. 37 Gerakan Heave Kapal Pentamaran (P3)..... | 60 |
| Tabel 4. 38 Gerakan Roll Kapal Pentamaran (P3) | 61 |
| Tabel 4. 39 Gerakan Pitch Kapal Pentamaran (P3)..... | 62 |
| Tabel 4. 40 Gerakan Yaw Kapal Pentamaran (P3)..... | 63 |
| Tabel 4. 41 Gerakan Heave Model Monohull Berdasarkan Arah Gelombang 0 Derajat..... | 64 |
| Tabel 4. 42 Gerakan Heave Model Monohull Berdasarkan Arah Gelombang 45 Derajat..... | 65 |
| Tabel 4. 43 Gerakan Heave Model Monohull Berdasarkan Arah Gelombang 90 Derajat..... | 66 |
| Tabel 4. 44 Gerakan Heave Model Monohull Berdasarkan Arah Gelombang 180 Derajat..... | 67 |
| Tabel 4. 45 Gerakan Pitch Model Monohull Berdasarkan Arah Gelombang 0 Derajat..... | 68 |
| Tabel 4. 46 Gerakan Pitch Model Monohull Berdasarkan Arah Gelombang 45 Derajat..... | 69 |
| Tabel 4. 47 Gerakan Pitch Model Monohull Berdasarkan Arah Gelombang 90 Derajat..... | 70 |
| Tabel 4. 48 Gerakan Pitch Model Monohull Berdasarkan Arah Gelombang 180 Derajat..... | 71 |
| Tabel 4. 49 Gerakan Heave Model Pentamaran Berdasarkan Arah Gelombang 0 Derajat..... | 72 |
| Tabel 4. 50 Gerakan Heave Model Pentamaran Berdasarkan Arah Gelombang 45 Derajat..... | 73 |

| | |
|---|----|
| Tabel 4. 51 Gerakan Heave Model Pentamaran Berdasarkan Arah Gelombang 90 Derajat..... | 74 |
| Tabel 4. 52 Gerakan Heave Model Pentamaran Berdasarkan Arah Gelombang 180 Derajat..... | 75 |
| Tabel 4. 53 Gerakan Pitch Model Pentamaran Berdasarkan Arah Gelombang 0 Derajat..... | 76 |
| Tabel 4. 54 Gerakan Pitch Model Pentamaran Berdasarkan Arah Gelombang 45 Derajat..... | 77 |
| Tabel 4. 55 Gerakan Pitch Model Pentamaran Berdasarkan Arah Gelombang 90 Derajat..... | 78 |
| Tabel 4. 56 Gerakan Pitch Model Pentamaran Berdasarkan Arah Gelombang 180 Derajat..... | 79 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2. 1 Monohull | 6 |
| Gambar 2. 2 Model Lambung Pentamaran..... | 7 |
| Gambar 2. 3 Bentuk NACA 0012 | 7 |
| Gambar 2. 4 Jarak Foil Pada 4 kasus..... | 8 |
| Gambar 2. 5 Foil NACA Pada Kapal | 9 |
| Gambar 2. 6 Enam Derajat Kebebasan Pada Kapal | 10 |
| Gambar 2. 7 Model Sirip Paus Bungkuk..... | 11 |
| Gambar 2. 8 Bentuk Variasi Leading Edge Tubercles Pada NACA 0012 | 12 |
| Gambar 2. 9 Arah Datangnya Gelombang | 12 |
| Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian..... | 14 |
| Gambar 3. 2 Radius Of Gyration Monohull..... | 17 |
| Gambar 3. 3 Radius Of Gyration Pentamaran..... | 17 |
| Gambar 4. 1 Body Plan Monohull..... | 20 |
| Gambar 4. 2 Body Plan Pentamaran..... | 20 |
| Gambar 4. 3 Half Breadth Plan Monohull..... | 20 |
| Gambar 4. 4 Half Breadth Plan Pentamaran | 21 |
| Gambar 4. 5 Model Monohull pada Maxsurf..... | 21 |
| Gambar 4. 6 Model Monohull pada Rhinoceros | 21 |
| Gambar 4. 7 Model Pentamaran pada Maxsurf..... | 22 |
| Gambar 4. 8 Model Pentamaran pada Rhinoceros | 22 |
| Gambar 4. 9 NACA 0012..... | 22 |
| Gambar 4. 10 Model 3D Foil NACA 0012 | 24 |
| Gambar 4. 11 Model 3D Foil Lading Edge Tubercles NACA 0012..... | 25 |
| Gambar 4. 12 Grafik Hasil <i>CT</i> Model Validasi..... | 26 |
| Gambar 4. 13 Grafik Hasil <i>CT</i> Model Riset..... | 26 |
| Gambar 4. 14 Model Monohull Setelah Terpasang NACA | 27 |
| Gambar 4. 15 Model Pentamaran Setelah Terpasang NACA | 27 |
| Gambar 4. 16 Grafik Gerakan Surge Kapal Monohull (M1) | 28 |
| Gambar 4. 17 Grafik Gerakan Sway Kapal Monohull (M1)..... | 29 |
| Gambar 4. 18 Grafik Gerakan Heave Kapal Monohull (M1)..... | 30 |
| Gambar 4. 19 Grafik Gerakan Roll Kapal Monohull (M1)..... | 31 |

| | | |
|---------------------|---|----|
| Gambar 4. 20 | Grafik Gerakan Pitch Kapal Monohull (M1)..... | 32 |
| Gambar 4. 21 | Grafik Gerakan Yaw Kapal Monohull (M1) | 33 |
| Gambar 4. 22 | Grafik Gerakan Surge Kapal Monohull (M2) | 34 |
| Gambar 4. 23 | Grafik Gerakan Sway Kapal Monohull (M2)..... | 35 |
| Gambar 4. 24 | Grafik Gerakan Heave Kapal Monohull (M2)..... | 36 |
| Gambar 4. 25 | Grafik Gerakan Roll Kapal Monohull (M2)..... | 37 |
| Gambar 4. 26 | Grafik Gerakan Pitch Kapal Monohull (M2)..... | 38 |
| Gambar 4. 27 | Grafik Gerakan Yaw Kapal Monohull (M2) | 39 |
| Gambar 4. 28 | Grafik Gerakan Surge Kapal Monohull (M3) | 40 |
| Gambar 4. 29 | Grafik Gerakan Sway Kapal Monohull (M3)..... | 41 |
| Gambar 4. 30 | Grafik Gerakan Heave Kapal Monohull (M3)..... | 42 |
| Gambar 4. 31 | Grafik Gerakan Roll Kapal Monohull (M3)..... | 43 |
| Gambar 4. 32 | Grafik Gerakan Pitch Kapal Monohull (M3)..... | 44 |
| Gambar 4. 33 | Grafik Gerakan Yaw Kapal Monohull (M3) | 45 |
| Gambar 4. 34 | Grafik Gerakan Surge Kapal Pentamaran (P1)..... | 46 |
| Gambar 4. 35 | Grafik Gerakan Sway Kapal Pentamaran (P1) | 47 |
| Gambar 4. 36 | Grafik Gerakan Heave Kapal Pentamaran (P1)..... | 48 |
| Gambar 4. 37 | Grafik Gerakan Roll Kapal Pentamaran (P1) | 49 |
| Gambar 4. 38 | Grafik Gerakan Pitch Kapal Pentamaran (P1)..... | 50 |
| Gambar 4. 39 | Grafik Gerakan Yaw Kapal Pentamaran (P1) | 51 |
| Gambar 4. 40 | Grafik Gerakan Surge Kapal Pentamaran (P2)..... | 52 |
| Gambar 4. 41 | Grafik Gerakan Sway Kapal Pentamaran (P2) | 53 |
| Gambar 4. 42 | Grafik Gerakan Heave Kapal Pentamaran (P2)..... | 54 |
| Gambar 4. 43 | Grafik Gerakan Roll Kapal Pentamaran (P2) | 55 |
| Gambar 4. 44 | Grafik Gerakan Pitch Kapal Pentamaran (P2)..... | 56 |
| Gambar 4. 45 | Grafik Gerakan Yaw Kapal Pentamaran (P2) | 57 |
| Gambar 4. 46 | Grafik Gerakan Surge Kapal Pentamaran (P3)..... | 58 |
| Gambar 4. 47 | Grafik Gerakan Sway Kapal Pentamaran (P3) | 59 |
| Gambar 4. 48 | Grafik Gerakan Heave Kapal Pentamaran (P3)..... | 60 |
| Gambar 4. 49 | Grafik Gerakan Roll Kapal Pentamaran (P3) | 61 |
| Gambar 4. 50 | Grafik Gerakan Pitch Kapal Pentamaran (P3)..... | 62 |
| Gambar 4. 51 | Grafik Gerakan Yaw Kapal Pentamaran (P3) | 63 |

| | |
|--|----|
| Gambar 4. 52 Grafik RAO Gerakan Heave Model Monohull Berdasarkan Arah Gelombang 0 Derajat | 64 |
| Gambar 4. 53 Grafik RAO Gerakan Heave Model Monohull Berdasarkan Arah Gelombang 45 Derajat | 65 |
| Gambar 4. 54 Grafik RAO Gerakan Heave Model Monohull Berdasarkan Arah Gelombang 90 Derajat | 66 |
| Gambar 4. 55 Grafik RAO Gerakan Heave Model Monohull Berdasarkan Arah Gelombang 180 Derajat | 67 |
| Gambar 4. 56 Grafik RAO Gerakan Pitch Model Monohull Berdasarkan Arah Gelombang 0 Derajat | 68 |
| Gambar 4. 57 Grafik RAO Gerakan Pitch Model Monohull Berdasarkan Arah Gelombang 45 Derajat | 69 |
| Gambar 4. 58 Grafik RAO Gerakan Pitch Model Monohull Berdasarkan Arah Gelombang 90 Derajat | 70 |
| Gambar 4. 59 Grafik RAO Gerakan Pitch Model Monohull Berdasarkan Arah Gelombang 180 Derajat | 71 |
| Gambar 4. 60 Grafik RAO Gerakan Heave Model Pentamaran Berdasarkan Arah Gelombang 0 Derajat | 72 |
| Gambar 4. 61 Grafik RAO Gerakan Heave Model Pentamaran Berdasarkan Arah Gelombang 45 Derajat | 73 |
| Gambar 4. 62 Grafik RAO Gerakan Heave Model Pentamaran Berdasarkan Arah Gelombang 90 Derajat | 74 |
| Gambar 4. 63 Grafik RAO Gerakan Heave Model Pentamaran Berdasarkan Arah Gelombang 180 Derajat | 75 |
| Gambar 4. 64 Grafik RAO Gerakan Pitch Model Pentamaran Berdasarkan Arah Gelombang 0 Derajat | 76 |
| Gambar 4. 65 Grafik RAO Gerakan Pitch Model Pentamaran Berdasarkan Arah Gelombang 45 Derajat | 77 |
| Gambar 4. 66 Grafik RAO Gerakan Pitch Model Pentamaran Berdasarkan Arah Gelombang 90 Derajat | 78 |
| Gambar 4. 67 Grafik RAO Gerakan Pitch Model Pentamaran Berdasarkan Arah Gelombang 180 Derajat | 79 |

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Lembar Konsultasi Pembimbing I

Lampiran 2 Lembar Konsultasi Pembimbing II