



**ANALISIS *MANUEVERING* KAPAL *CONTAINER*  
MENGUNAKAN *VIRTUAL CAPTIVE MODEL TEST*  
TERHADAP VARIASI *SQUAT EFFECT***

**SKRIPSI**

**JESSICA SARASWATI PANGARIBUAN**

**2110313008**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERKAPALAN**

**2026**



**ANALISIS *MANUEVERING* KAPAL *CONTAINER*  
MENGUNAKAN *VIRTUAL CAPTIVE MODEL TEST*  
TERHADAP VARIASI *SQUAT EFFECT***

**SKRIPSI**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana  
Teknik**

**JESSICA SARASWATI PANGARIBUAN  
2110313008**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERKAPALAN  
2026**

## LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Jessica Saraswati Pangaribuan

NIM : 2110313008

Program Studi : S1 Teknik Perkapalan

Judul Skripsi : Analisis *Manuevering* Kapal *Container* Menggunakan *Virtual Captive Model Test* Terhadap Variasi *Squat Effect*

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.



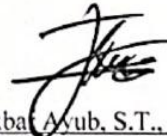
Dr. Wiwin Sulistyawati, S.T., M.T.

Penguji Utama



Sabila Fitri Afsari, S.T., M.T.

Penguji Lembaga



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

Ph.D.

Pembimbing



Dr. Eng. Ir. Teguh Firmansyah, S.T.,

M.T., IPM

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Wiwin Sulistyawati, S.T., M.T.

Kepala Program Studi

Ditetapkan di : Depok

Tanggal Ujian : 7 Januari 2026

## LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

ANALISIS *MANUEVERING* KAPAL *CONTAINER* MENGGUNAKAN  
*VIRTUAL CAPTIVE MODEL TEST* TERHADAP VARIASI *SQUAT EFFECT*

Disusun Oleh:

Jessica Saraswati Pangaribuan

2110313008

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II



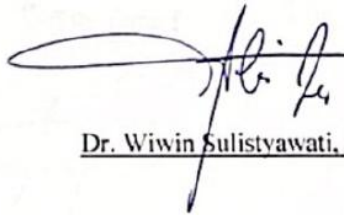
Fakhri Akbar Ayub, S.T., M.Eng.,

Ph.D.



Purwo Joko Suranto, 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 : Jessica Saraswati Pangaribuan

NIM : 2110313008

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.

Depok, 7 Januari 2026

Yang menyatakan,



Jessica Saraswati Pangaribuan

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama : Jessica Saraswati Pangaribuan

NIM : 2110313008

Program Studi : S1 Teknik Perkapalan

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, 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 MANUEVERING KAPAL CONTAINER MENGGUNAKAN  
VIRTUAL CAPTIVE MODEL TEST TERHADAP VARIASI SQUAT  
EFFECT”**

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 : Depok

Pada tanggal : 7 Januari 2026

Yang menyatakan,



Jessica Saraswati Pangaribuan

# **ANALISIS MANUEVERING KAPAL CONTAINER MENGGUNAKAN VIRTUAL CAPTIVE MODEL TEST TERHADAP VARIASI SQUAT EFFECT**

**Jessica Saraswati Pangaribuan**

## **ABSTRAK**

Penelitian ini menganalisis pengaruh *squat effect* terhadap karakteristik manuver kapal kontainer menggunakan *Virtual Captive Model Test* (VCMT) berbasis *Computational Fluid Dynamics* (CFD). Model kapal KCS dengan panjang LPP 7,2786 m disimulasikan pada dua kondisi kedalaman ( $h/T = 1.25$  dan  $h/T = 2.5$ ), dengan variasi sudut drift  $2^{\circ}$ – $10^{\circ}$  serta kecepatan 0.915–1.922 m/s. Validasi terhadap data eksperimen menunjukkan *error* <10%, sehingga model dinyatakan akurat dan layak digunakan. Hasil simulasi menunjukkan bahwa *squat effect* secara signifikan meningkatkan gaya lateral (*sway force*) dan momen yaw, terutama pada perairan dangkal. Pada  $h/T = 1.25$ , aliran terkompresi di bawah lambung menghasilkan tekanan rendah yang lebih dominan sehingga respons manuver meningkat tajam, khususnya pada sudut drift besar dan kecepatan tinggi. Data gaya dan momen yang diperoleh dari VCMT kemudian dianalisis menggunakan *Least Squares Method* untuk memperoleh turunan hidrodinamika ( *hydrodynamic derivatives* ). Metode ini berhasil menghasilkan pola regresi yang konsisten, menggambarkan peningkatan sway dan yaw yang sejalan dengan variasi kedalaman, sudut drift, dan kecepatan. Penelitian ini menegaskan bahwa kedangkalan perairan merupakan faktor kritis dalam performa manuver kapal dan bahwa kombinasi VCMT – CFD serta *Least Squares Method* mampu memberikan prediksi hidrodinamika yang reliabel sebagai alternatif uji fisik.

**Kata Kunci :** *Squat effect, Virtual Captive Model Test, CFD, Manuver Kapal, Sway Force, Yaw Moment, Least Square Method*

# **MANEUVERING ANALYSIS OF A CONTAINER SHIP USING A VIRTUAL CAPTIVE MODEL TEST UNDER VARIATIONS OF SQUAT EFFECTS**

**Jessica Saraswati Pangaribuan**

## **ABSTRACT**

*This study analyzes the effect of squat on the maneuvering characteristics of a container ship using a Virtual Captive Model Test (VCMT) based on Computational Fluid Dynamics (CFD). A KCS ship model with a length between perpendiculars ( $L_{pp}$ ) of 7.2786 m was simulated under two water depth conditions ( $h/T = 1.25$  and  $h/T = 2.5$ ), with drift angles ranging from  $2^\circ$  to  $10^\circ$  and ship speeds between 0.915 and 1.922 m/s. Validation against experimental data showed an error of less than 10%, indicating that the numerical model is accurate and suitable for further analysis. The simulation results show that the squat effect significantly increases the lateral force (sway force) and yaw moment, particularly in shallow water conditions. At  $h/T = 1.25$ , flow compression beneath the hull produces more dominant low-pressure regions, resulting in a sharp increase in maneuvering response, especially at larger drift angles and higher ship speeds. The hydrodynamic forces and moments obtained from the VCMT simulations were subsequently analyzed using the Least Squares Method to determine the hydrodynamic derivatives. This method successfully generated consistent regression trends, representing increased sway force and yaw moment in accordance with variations in water depth, drift angle, and ship speed. This study confirms that shallow water conditions are a critical factor in ship maneuvering performance and that the combined VCMT–CFD approach with the Least Squares Method is capable of providing reliable hydrodynamic predictions as an alternative to physical model testing.*

**Keywords :** *Squat effect, Virtual Captive Model Test, Computational Fluid Dynamics, Ship Maneuvering, Sway Force, Yaw Moment, Least Squares Method*

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan rasa puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “*Analisis Manuevering Kapal Container Menggunakan Virtual Captive Model Test Terhadap Variasi Squat Effect*” 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. Tuhan Yesus Kristus atas segala berkat-Nya yang tak terhingga. Kau sangat berarti bagi penulis.
2. Dr. Wiwin Sulistyawati, S.T., MT. selaku Kepala Program Studi Teknik Perkapalan Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.
3. Fakhri Akbar Ayub, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku dosen pembimbing I yang telah membantu dan mengarahkan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
4. Purwo Joko Suranto, S.T selaku dosen pembimbing II yang telah membantu dan mengarahkan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
5. Didi Harlianto M.Si. selaku dosen yang sudah banyak membimbing dan mengarahkan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
6. Keluarga besar penulis atas segala dukungan moral dan materialnya selama penulis menyusun skripsi
7. Saudara dan saudari Maritim yang senantiasa dalam suka dan duka serta berbagi ilmu yang dimiliki serta memberi semangat dan dukungan.
8. Seseorang yang tidak bisa saya sebutkan namanya yang selalu mendengarkan, menyemangati, membantu dalam sepanjang pengerjaan skripsi.
9. Rico Putranto dan Audi Razif Santoso yang selalu sigap membantu dan memberikan semangat untuk menyelesaikan skripsi ini.
10. Rachel Anne, Nabila Aulia, Nikita Nathanya dan Rochelle Gita atas eksistensinya untuk mendorong penulis menyelesaikan skripsi ini dan mendengarkan keluhan.
11. 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 baik dalam penyajian materi hingga sistematika penulisan, oleh sebab itu penulis sangat terbuka untuk kritik dan saran agar melengkapi kekurangan tersebut.

Akhir kata penulis mengucapkan Puji Tuhan, semoga Allah selalu menyertai langkah penulis. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan dapat menambah wawasan berpikir serta sebagai bahan referensi dan informasi yang bermanfaat bagi pengetahuan, khususnya di bidang Teknik Perkapalan.

Depok, Desember 2026

## DAFTAR ISI

|                                                                   |      |
|-------------------------------------------------------------------|------|
| <b>HALAMAN JUDUL</b> .....                                        | i    |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI</b> .....                            | ii   |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING</b> .....                         | iii  |
| <b>PERNYATAAN ORISINALITAS</b> .....                              | iv   |
| <b>PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI</b> .....                     | v    |
| <b>ABSTRAK</b> .....                                              | vi   |
| <b><i>ABSTRACT</i></b> .....                                      | vii  |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....                                       | viii |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                                           | x    |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                                         | xii  |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                                        | xiii |
| <b>DAFTAR GRAFIK</b> .....                                        | xv   |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....                                      | xvii |
| <b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....                                    | 1    |
| 1.1 Latar Belakang .....                                          | 1    |
| 1.2 Perumusan Masalah .....                                       | 2    |
| 1.3 Batasan Masalah .....                                         | 3    |
| 1.4 Tujuan Penelitian .....                                       | 3    |
| 1.5 Manfaat Penelitian .....                                      | 4    |
| 1.6 Sistematika Penelitian .....                                  | 4    |
| <b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b> .....                               | 6    |
| 2.1 <i>Mathematical Model</i> .....                               | 6    |
| 2.2 <i>Hydrodynamic Forces dan Hydrodynamic Derivatives</i> ..... | 6    |
| 2.3 <i>Captive Model Test</i> .....                               | 8    |
| 2.4 <i>Squat Effect</i> .....                                     | 10   |
| 2.5 Manuver Kapal.....                                            | 12   |

|                                          |                                                         |    |
|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----|
| 2.6                                      | <i>Least Square Method</i> .....                        | 13 |
| <b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN</b> ..... |                                                         | 15 |
| 3.1                                      | Diagram Alir .....                                      | 15 |
| 3.2                                      | Studi Literatur .....                                   | 15 |
| 3.3                                      | Model Kapal.....                                        | 16 |
| 3.4                                      | <i>Boundary Condition</i> .....                         | 17 |
| 3.5                                      | Simulasi.....                                           | 23 |
| 3.6                                      | Validasi .....                                          | 24 |
| 3.7                                      | <i>Least Square Method</i> .....                        | 25 |
| <b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....  |                                                         | 26 |
| 4.1                                      | <i>Grid Independence Test</i> .....                     | 26 |
| 4.2                                      | Konvergensi <i>Mesh</i> .....                           | 28 |
| 4.3                                      | Validasi Model.....                                     | 31 |
| 4.4                                      | Simulasi Model Dengan Variasi <i>Squat Effect</i> ..... | 33 |
| 4.5                                      | <i>Least Square Method</i> .....                        | 66 |
| <b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....  |                                                         | 93 |
| 5.1                                      | Kesimpulan .....                                        | 93 |
| 5.2                                      | Saran .....                                             | 94 |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b>                    |                                                         |    |
| <b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>              |                                                         |    |
| <b>LAMPIRAN</b>                          |                                                         |    |

## DAFTAR TABEL

|                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabel 3 1</b> Ukuran Utama Kapal Model .....                             | 16 |
| <b>Tabel 4 1</b> Grid Independence Test.....                                | 26 |
| <b>Tabel 4.2</b> Hasil <i>Sway</i> Kedalaman 5 Kecepatan 0.915 .....        | 33 |
| <b>Tabel 4.3</b> Hasil <i>Sway</i> Kedalaman 10 Kecepatan 0.915 .....       | 33 |
| <b>Tabel 4.4</b> Hasil <i>Sway</i> Kedalaman 5 Kecepatan 1.281 .....        | 34 |
| <b>Tabel 4.5</b> Hasil <i>Sway</i> Kedalaman 10 Kecepatan 1.281 .....       | 34 |
| <b>Tabel 4.6</b> Hasil <i>Sway</i> Kedalaman 5 Kecepatan 1.647 .....        | 34 |
| <b>Tabel 4.7</b> Hasil <i>Sway</i> Kedalaman 10 Kecepatan 1.647 .....       | 34 |
| <b>Tabel 4.8</b> Hasil <i>Sway</i> Kedalaman 5 Kecepatan 1.922 .....        | 35 |
| <b>Tabel 4.9</b> Hasil <i>Sway</i> Kedalaman 10 Kecepatan 1.922 .....       | 35 |
| <b>Tabel 4.10</b> Hasil <i>Yaw</i> Kedalaman 5 Kecepatan 0.915 .....        | 38 |
| <b>Tabel 4.11</b> Hasil <i>Yaw</i> Kedalaman 10 Kecepatan 0.915 .....       | 39 |
| <b>Tabel 4.12</b> Hasil <i>Yaw</i> Kedalaman 5 Kecepatan 1.218 .....        | 39 |
| <b>Tabel 4.13</b> Hasil <i>Yaw</i> Kedalaman 10 Kecepatan 1.218 .....       | 39 |
| <b>Tabel 4.14</b> Hasil <i>Yaw</i> Kedalaman 5 Kecepatan 1.647 .....        | 39 |
| <b>Tabel 4.15</b> Hasil <i>Yaw</i> Kedalaman 10 Kecepatan 1.647 .....       | 40 |
| <b>Tabel 4.16</b> Hasil <i>Yaw</i> Kedalaman 5 Kecepatan 1.922 .....        | 40 |
| <b>Tabel 4.17</b> Hasil <i>Yaw</i> Kedalaman 10 Kecepatan 1.922 .....       | 40 |
| <b>Tabel 4.18</b> Variasi Kedalaman .....                                   | 44 |
| <b>Tabel 4.19</b> Variasi <i>Drift Angle</i> .....                          | 44 |
| <b>Tabel 4.20</b> Variasi Kecepatan .....                                   | 45 |
| <b>Tabel 4.21</b> Perhitungan Model Linear.....                             | 67 |
| <b>Tabel 4.22</b> Perhitungan Nilai Konversi dan Ansys .....                | 68 |
| <b>Tabel 4.23</b> Hasil Perhitungan Regresi <i>Sway</i> .....               | 73 |
| <b>Tabel 4.24</b> Perbandingan Hasil <i>Sway</i> Regresi dan Konversi ..... | 75 |
| <b>Tabel 4.25</b> Hasil Perhitungan <i>Yaw</i> Konversi .....               | 82 |
| <b>Tabel 4.26</b> Perbandingan Hasil <i>Yaw</i> Konversi dan Regresi .....  | 84 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Gambar 1.1</b> Manuver Kapal .....                                                                      | 1  |
| <b>Gambar 2.1</b> Contoh Kapal Model untuk Analisis dengan <i>Experimental Computational Dynamic</i> ..... | 9  |
| <b>Gambar 2.2</b> Analisis Manuver dengan Experimental Fluid Dynamic.....                                  | 9  |
| <b>Gambar 2.3</b> Analisis Manuver menggunakan Computational Fluid Dynamic ...                             | 10 |
| <b>Gambar 2.4</b> Efek <i>Squat</i> di metode CFD .....                                                    | 10 |
| <b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir .....                                                                       | 15 |
| <b>Gambar 3.2</b> Model Kapal .....                                                                        | 16 |
| <b>Gambar 3.3</b> Variasi Kedalaman 5 .....                                                                | 18 |
| <b>Gambar 3.4</b> Variasi Kedalaman 10 .....                                                               | 19 |
| <b>Gambar 3.5</b> Variasi sudut .....                                                                      | 21 |
| <b>Gambar 4.1</b> Konvergensi <i>Mesh</i> Kecepatan 2.196 m/s 300 Ribu <i>Mesh</i> .....                   | 30 |
| <b>Gambar 4.2</b> Konvergensi <i>Mesh</i> Kecepatan 2.196 m/s 600 Ribu <i>Mesh</i> .....                   | 30 |
| <b>Gambar 4.3</b> Konvergensi <i>Mesh</i> Kecepatan 2.196 m/s 1.01 juta <i>Mesh</i> .....                  | 31 |
| <b>Gambar 4.4</b> Hasil Kontur 2 Derajat Kedalaman 5 Kecepatan 0.915.....                                  | 45 |
| <b>Gambar 4.5</b> Hasil Kontur 2 Derajat Kedalaman 5 Kecepatan 1.281.....                                  | 46 |
| <b>Gambar 4.6</b> Hasil Kontur 2 Derajat Kedalaman 5 Kecepatan 1.647.....                                  | 46 |
| <b>Gambar 4.7</b> Hasil Kontur 2 Derajat Kedalaman 5 Kecepatan 1.922.....                                  | 47 |
| <b>Gambar 4.8</b> Hasil Kontur 2 Derajat Kedalaman 10 Kecepatan 0.915.....                                 | 47 |
| <b>Gambar 4.9</b> Hasil Kontur 2 Derajat Kecepatan Kedalaman 10 1.281.....                                 | 48 |
| <b>Gambar 4.10</b> Hasil Kontur 2 Derajat Kedalaman 10 Kecepatan 1.647.....                                | 48 |
| <b>Gambar 4.11</b> Hasil Kontur 2 Derajat Kedalaman 10 Kecepatan 1.922.....                                | 49 |
| <b>Gambar 4.12</b> Hasil Kontur 4 Derajat Kedalaman 5 Kecepatan 0.915.....                                 | 49 |
| <b>Gambar 4.13</b> Hasil Kontur 4 Derajat Kedalaman 5 Kecepatan 1.281 .....                                | 50 |
| <b>Gambar 4.14</b> Hasil Kontur 4 Derajat Kedalaman 5 Kecepatan 1.647.....                                 | 50 |
| <b>Gambar 4.15</b> Hasil Kontur 4 Derajat Kedalaman 5 Kecepatan 1.922.....                                 | 51 |
| <b>Gambar 4.16</b> Hasil Kontur 4 Derajat Kedalaman 10 Kecepatan 0.915.....                                | 51 |
| <b>Gambar 4.17</b> Hasil Kontur 4 Derajat Kedalaman 10 Kecepatan 1.281.....                                | 52 |

|                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Gambar 4.18</b> Hasil Kontur 4 Derajat Kedalaman 10 Kecepatan 1.647.....  | 52 |
| <b>Gambar 4.19</b> Hasil Kontur 4 Derajat Kedalaman 10 Kecepatan 1.922.....  | 53 |
| <b>Gambar 4.20</b> Hasil Kontur 6 Derajat Kedalaman 5 Kecepatan 0.915.....   | 53 |
| <b>Gambar 4.21</b> Hasil Kontur 6 Derajat Kedalaman 5 Kecepatan 1.281.....   | 54 |
| <b>Gambar 4.22</b> Hasil Kontur 6 Derajat Kedalaman 5 Kecepatan 1.647.....   | 54 |
| <b>Gambar 4.23</b> Hasil Kontur 6 Derajat Kedalaman 5 Kecepatan 1.922.....   | 55 |
| <b>Gambar 4.24</b> Hasil Kontur 6 Derajat Kedalaman 10 Kecepatan 0.915.....  | 55 |
| <b>Gambar 4.25</b> Hasil Kontur 6 Derajat Kedalaman 10 Kecepatan 1.281.....  | 56 |
| <b>Gambar 4.26</b> Hasil Kontur 6 Derajat Kedalaman 10 Kecepatan 1.647.....  | 56 |
| <b>Gambar 4.27</b> Hasil Kontur 6 Derajat Kedalaman 10 Kecepatan 1.647.....  | 57 |
| <b>Gambar 4.28</b> Hasil Kontur 8 Derajat Kedalaman 5 Kecepatan 0.915.....   | 57 |
| <b>Gambar 4.29</b> Hasil Kontur 8 Derajat Kedalaman 5 Kecepatan 1.281 .....  | 58 |
| <b>Gambar 4.30</b> Hasil Kontur 8 Derajat Kedalaman 5 Kecepatan 1.647.....   | 58 |
| <b>Gambar 4.31</b> Hasil Kontur 8 Derajat Kedalaman 5 Kecepatan 1.922.....   | 59 |
| <b>Gambar 4.32</b> Hasil Kontur 8 Derajat Kedalaman 10 Kecepatan 0.915.....  | 59 |
| <b>Gambar 4.33</b> Hasil Kontur 8 Derajat Kedalaman 10 Kecepatan 1.281.....  | 60 |
| <b>Gambar 4.34</b> Hasil Kontur 8 Derajat Kedalaman 10 Kecepatan 1.647.....  | 60 |
| <b>Gambar 4.35</b> Hasil Kontur 8 Derajat Kedalaman 10 Kecepatan 1.922.....  | 61 |
| <b>Gambar 4.36</b> Hasil Kontur 10 Derajat Kedalaman 5 Kecepatan 0.915.....  | 61 |
| <b>Gambar 4.37</b> Hasil Kontur 10 Derajat Kedalaman 5 Kecepatan 1.281.....  | 62 |
| <b>Gambar 4.38</b> Hasil Kontur 10 Derajat Kedalaman 5 Kecepatan 1.647.....  | 62 |
| <b>Gambar 4.39</b> Hasil Kontur 10 Derajat Kedalaman 5 Kecepatan 1.922.....  | 63 |
| <b>Gambar 4.40</b> Hasil Kontur 10 Derajat Kedalaman 10 Kecepatan 0.915..... | 63 |
| <b>Gambar 4.41</b> Hasil Kontur 10 Derajat Kedalaman 10 Kecepatan 1.281..... | 64 |
| <b>Gambar 4.42</b> Hasil Kontur 10 Derajat Kedalaman 10 Kecepatan 1.647..... | 64 |
| <b>Gambar 4.43</b> Hasil Kontur 10 Derajat Kedalaman 10 Kecepatan 1.922..... | 65 |

## DAFTAR GRAFIK

|                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Grafik 4 1</b> Perbandingan Coefficient Drag .....                                      | 26 |
| <b>Grafik 4.2</b> Grafik Hasil <i>Coefficient Drag</i> Validasi .....                      | 32 |
| <b>Grafik 4.3</b> Perbandingan Gaya Lateral Kedalaman 5 m .....                            | 36 |
| <b>Grafik 4.4</b> Perbandingan Gaya Lateral Kedalaman 10 m .....                           | 36 |
| <b>Grafik 4.5</b> Perbandingan Gaya <i>Yaw</i> Kedalaman 5.....                            | 41 |
| <b>Grafik 4.6</b> Perbandingan Gaya <i>Yaw</i> Kedalaman 10.....                           | 41 |
| <b>Grafik 4 7</b> Perbandingan Y'H Konversi dan Regresi Kedalaman 5 Kecepatan 0.915 .....  | 78 |
| <b>Grafik 4 8</b> Perbandingan Y'H Konversi dan Regresi Kedalaman 5 Kecepatan 1.281 .....  | 79 |
| <b>Grafik 4 9</b> Perbandingan Y'H Konversi dan Regresi Kedalaman 5 Kecepatan 1.647 .....  | 79 |
| <b>Grafik 4 10</b> Perbandingan Y'H Konversi dan Regresi Kedalaman 5 Kecepatan 1.922.....  | 80 |
| <b>Grafik 4 11</b> Perbandingan Y'H Konversi dan Regresi Kedalaman 10 Kecepatan 0.915..... | 80 |
| <b>Grafik 4 12</b> Perbandingan Y'H Konversi dan Regresi Kedalaman 10 Kecepatan 1.281..... | 81 |
| <b>Grafik 4 13</b> Perbandingan Y'H Konversi dan Regresi Kedalaman 10 Kecepatan 1.647..... | 81 |
| <b>Grafik 4 14</b> Perbandingan Y'H Konversi dan Regresi Kedalaman 10 Kecepatan 1.922..... | 82 |
| <b>Grafik 4 15</b> Perbandingan N'H Konversi dan Regresi Kedalaman 5 Kecepatan 0.915.....  | 87 |
| <b>Grafik 4 16</b> Perbandingan N'H Konversi dan Regresi Kedalaman 5 Kecepatan 1.281.....  | 87 |
| <b>Grafik 4 17</b> Perbandingan N'H Konversi dan Regresi Kedalaman 5 Kecepatan 1.647.....  | 88 |
| <b>Grafik 4 18</b> Perbandingan N'H Konversi dan Regresi Kedalaman 5 Kecepatan 1.922.....  | 88 |

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Grafik 4 19</b> Perbandingan N'H Konversi dan Regresi Kedalaman 10 Kecepatan<br>0.915..... | 89 |
| <b>Grafik 4 20</b> Perbandingan N'H Konversi dan Regresi Kedalaman 10 Kecepatan<br>1.281..... | 89 |
| <b>Grafik 4 21</b> Perbandingan N'H Konversi dan Regresi Kedalaman 10 Kecepatan<br>1.647..... | 90 |
| <b>Grafik 4 22</b> Perbandingan N'H Konversi dan Regresi Kedalaman 10 Kecepatan<br>1.922..... | 90 |