



**KAJIAN SENSITIVITAS PADA GERAKAN MEMUTAR
KAPAL DENGAN MENGGUNAKAN MODEL *WHOLESHIP***

SKRIPSI

FAIQ MUHAMMAD SYARIF

1910313016

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERKAPALAN

2023



**KAJIAN SENSITIVITAS PADA GERAKAN MEMUTAR
KAPAL DENGAN MENGGUNAKAN MODEL *WHOLESHIP***

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meperoleh Gelar Sarjana Teknik

FAIQ MUHAMMAD SYARIF

1910313016

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERKAPALAN

2023

PENGESAHAN

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Faiq Muhammad Syarif

NIM : 1910313016

Program Studi : Teknik Perkapalan

Judul Skripsi : KAJIAN SENSITIVITAS PADA GERAKAN
MEMUTAR KAPAL DENGAN MENGGUNAKAN
MODEL *WHOLESHIP*

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, ST .MT
Penguji Utama

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



Dr. Ir. Reda Rizal, B.Sc., M.Si., IPU.,
ASEAN Eng.
Dekan Fakultas Teknik

Fakhri Akbar Ayub, ST., M.Eng., Ph.D
Penguji 1 (Pembimbing)

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

Ditetapkan di : Jakarta
Tanggal Ujian : 11 Januari 2023

PENGESAHAN PEMBIMBING

KAJIAN SENSITIVITAS PADA GERAKAN MEMUTAR KAPAL DENGAN
MENGUNAKAN MODEL *WHOLESHP*

Disusun Oleh:

FAIQ MUHAMMAD SYARIF

1910313016

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

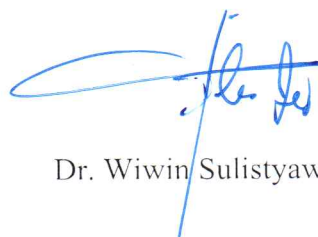


Fakhri Akbar Ayub, ST., M.Eng., Ph.D



Purwo Joko Suranto, ST.MT

Kepala Program Studi S1 Teknik Perkapalan



Dr. Wiwin Sulistyawati, ST.MT

PERNYATAAN ORIGINALITAS

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

Nama : Faiq Muhammad Syarif

NIM : 1910313016

Program Studi : Teknik Perkapalan

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

Jakarta, 11 Januari 2023

Yang menyatakan,



Faiq Muhammad Syarif

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama : Faiq Muhammad Syarif

NIM : 1910313016

Fakultas : Teknik

Program Studi : S1 Teknik Perkapalan

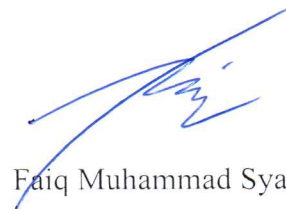
Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (Non Exclusive Royalty Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**“KAJIAN SENSITIVITAS PADA GERAKAN MEMUTAR KAPAL
DENGAN MENGGUNAKAN MODEL *WHOLESHIP*”**

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,



Faiq Muhammad Syarif

KAJIAN SENSITIVITAS PADA GERAKAN MEMUTAR KAPAL DENGAN MENGGUNAKAN MODEL *WHOLESHIP*

FAIQ MUHAMMAD SYARIF

ABSTRAK

Kapal merupakan transportasi utama yang digunakan untuk menghubungkan antar pulau di Indonesia. Dengan itu kapal harus memiliki kemampuan manuver yang baik agar tidak terjadi kecelakaan dan menimbulkan kerugian. Kemampuan manuver kapal dapat diprediksi menggunakan perhitungan numerik berdasarkan gaya hidrodinamika yang terjadi pada kapal. Dengan menganalisis pengaruh setiap *Hydrodynamic derivatives* terhadap gerakan memutar kapal maka dapat diketahui *Hydrodynamic derivatives* mana yang bisa dieliminasi saat dihitung menggunakan perhitungan numerik. Pada penelitian ini *Hydrodynamic derivatives* yang didapatkan menggunakan *wholeship model* akan dianalisis menggunakan *Monte Carlo Simulation*. *Monte Carlo Simulation* digunakan untuk mengetahui pengaruh setiap *Hydrodynamic derivatives* terhadap indikator yang mempengaruhi gerakan memutar kapal yaitu *advance*, *transfer*, dan *tactical diameter*. Nilai dari *Hydrodynamic derivatives* divariasikan dengan standard deviasi 1% - 5%. Hasil dari *Monte Carlo Simulation* akan diketahui *Hydrodynamic derivatives* mana saja yang tidak terlalu berpengaruh saat kapal melakukan gerakan memutar. Pada penelitian ini ditemukan ada tujuh *Hydrodynamic derivatives* yang tidak terlalu berpengaruh terhadap simulasi gerakan memutar kapal yaitu $X_{\eta\eta\eta}$, X_{rrr} , Y_0 , Y_η , $Y_{\eta\eta}$, $N_{\eta\eta}$, dan N_{rrr} . Ketujuh *Hydrodynamic derivatives* tersebut dinyatakan tidak terlalu berpengaruh karena nilai pengaruh *Hydrodynamic derivatives* tersebut terhadap gerakan memutar kapal mendekati 0. Berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan menunjukkan bahwa pengeliminasian *Hydrodynamic derivatives* $X_{\eta\eta\eta}$, X_{rrr} , Y_0 , Y_η , $Y_{\eta\eta}$, $N_{\eta\eta}$, dan N_{rrr} tidak terlalu berpengaruh terhadap simulasi gerakan memutar kapal.

Kata kunci: Analisis Sensitivitas, *Monte Carlo Simulation*, Manuver Kapal, *Hydrodynamic Derivatives*.

SENSITIVITY STUDY OF TURNING MOTION OF SHIPS USING WHOLESHP MODEL

FAIQ MUHAMMAD SYARIF

ABSTRACT

Ships are the main transportation used to connect between islands in Indonesia. With that the ship must have good maneuverability to avoid accidents and cause losses. The ship's maneuverability can be predicted using numerical calculations based on the hydrodynamic forces that occur on the ship. By analyzing the effect of each Hydrodynamic derivatives on the turning motion of the ship, it can be seen which Hydrodynamic derivatives can be eliminated when calculated using numerical calculations. In this study, the hydrodynamic derivatives obtained using the whole ship model will be analyzed using a Monte Carlo Simulation. Monte Carlo Simulation is used to determine the effect of each Hydrodynamic derivatives on indicators that affect the ship's turning motion, namely advance, transfer, and tactical diameter. The values of Hydrodynamic derivatives are varied with a standard deviation of 1% - 5%. The results of the Monte Carlo Simulation will show which Hydrodynamic derivatives do not have much effect when the ship makes a circular motion. In this study, it was found that there were seven Hydrodynamic derivatives that did not significantly affect the ship's turning motion simulation, namely $X_{\eta\eta\eta}$, X_{rrr} , Y_0 , Y_η , $Y_{\eta\eta}$, $N_{\eta\eta}$, and N_{rrr} . The seven Hydrodynamic derivatives were declared not too influential because the effect values of the Hydrodynamic derivatives the ship's turning motion is close to 0. Based on the simulation results that have been carried out, it shows that the elimination of Hydrodynamic derivatives $X_{\eta\eta\eta}$, X_{rrr} , Y_0 , Y_η , $Y_{\eta\eta}$, $N_{\eta\eta}$, and N_{rrr} does not significantly affect the ship's turning motion simulation.

Keywords: *Sensitivity Analysis, Monte Carlo Simulation, Ship Maneuvering, Hydrodynamic Derivatives.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas berkat dan karunia-Nya penulis dapat Menyusun dan menyelesaikan skripsi yang berjudul "Kajian Sensitivitas Pada Gerakan Memutar Kapal Dengan Menggunakan Model *Wholeship*". Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka untuk memenuhi syarat kelulusan sarjana Teknik Perkapalan Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta. Penulis menyadari tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. ir. Reda Rizal, B.Sc, M.Si. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.
2. Ibu Dr. Wiwin Sulistiyawati, St., MT. selaku Kepala Program Studi Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.
3. Bapak Fakhri Akbar Ayub, ST, M.Eng, Ph.D selaku dosen pembimbing I yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
4. Bapak Purwo Joko Suranto, ST, MT selaku dosen pembimbing II yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
5. Bapak (Asril Fauzi), Ibu (Nita Hara), dan kakakku (Faiz Muhammad Hanif) atas dukungan yang diberikan tanpa batas sehingga proses perkuliahan dan skripsi ini dapat selesai sesuai pada waktunya.
6. Seluruh anggota keluarga yang selalu mendoakan dan memberi semangat dalam proses perkuliahan dan penyelesaian skripsi ini.
7. Saudara/i Teknik perkapalan 2019 yang telah bersama-sama menjalani proses belajar dan perkuliahan di Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan dari semua pihak yang telah penulis sebutkan di atas. Besar harapan penulis agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi akademisi dan masyarakat umum. Penulis sadar bahwa skripsi ini jauh dari kesempurnaan. Segala saran ataupun kritik yang membangun terhadap Teknik penulisan maupun isi dari skripsi, penulis terima dengan tangan terbuka dan mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang berkenan untuk menyampaikannya.

Jakarta, 11 Januari 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA	5
2.1 Pendahuluan	5
2.2 <i>Equation Of Motion</i>	9
2.3 <i>Mathematical Method</i>	10
2.4 <i>Sensitivity Analysis and Monte Carlo Simulation</i>	11
2.5 Data Kapal	13

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	14
3.1 Diagram Alir.....	14
3.1.1 Identifikasi dan Rumusan Masalah.....	15
3.1.2 Studi Literatur.....	15
3.1.3 Pengumpulan Data.....	15
3.1.1 Analisis Sensitivitas.....	15
3.1.2 Mengeliminasi Hydrodynamic Derivatives.....	15
3.1.3 Validasi Hydrodynamic Derivatives.....	16
3.1.4 Hasil Analisis.....	16
BAB 4 PEMBAHASAN.....	17
4.1 Analisis Sensitivitas Menggunakan <i>Monte Carlo Simulation</i>	17
4.2 Eliminasi Hydrodynamic Derivatives.....	39
4.2.1 Grafik Distribusi Normal.....	40
4.2.2 Simulasi Gerakan Memutar.....	52
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	62
5.1 Kesimpulan.....	62
5.2 Saran.....	63

DAFTAR PUSTAKA

RIWAYAT HIDUP

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Turning Ability Test.....	7
Gambar 2.2 Enam derajat kebebasan	8
Gambar 2.3 Sistem Koordinat.....	9
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	14
Gambar 4. 1 Grafik pengaruh turunan X' terhadap gerakan memutar kapal	37
Gambar 4. 2 Grafik pengaruh turunan Y' terhadap gerakan memutar kapal	38
Gambar 4. 3 Grafik pengaruh turunan N' terhadap gerakan memutar kapal	39
Gambar 4. 4 Grafik perbandingan distribusi normal original dan eliminasi pada gerakan advance dengan sudut daun kemudi 35° menggunakan standard deviasi 1%	40
Gambar 4. 5 Grafik perbandingan distribusi normal original dan eliminasi pada gerakan advance dengan sudut daun kemudi -35° menggunakan standard deviasi 1%	41
Gambar 4. 6 Grafik perbandingan distribusi normal <i>original</i> dan eliminasi pada gerakan <i>transfer</i> dengan sudut daun kemudi 35° menggunakan <i>standard deviasi</i> 1%	42
Gambar 4. 7 Grafik perbandingan distribusi normal original dan eliminasi pada gerakan transfer dengan sudut daun kemudi -35° menggunakan standard deviasi 1%	42
Gambar 4. 8 Grafik perbandingan distribusi normal <i>original</i> dan eliminasi pada gerakan <i>t.d.x</i> dengan sudut daun kemudi 35° menggunakan <i>standard deviasi</i> 1%	43
Gambar 4. 9 Grafik perbandingan distribusi normal original dan eliminasi pada gerakan t.d.x dengan sudut daun kemudi -35° menggunakan standard deviasi 1%	44
Gambar 4. 10 Grafik perbandingan distribusi normal <i>original</i> dan eliminasi pada gerakan <i>t.d</i> dengan sudut daun kemudi 35° menggunakan <i>standard deviasi</i> 1% .	45
Gambar 4. 11 Grafik perbandingan distribusi normal original dan eliminasi pada gerakan t.d dengan sudut daun kemudi -35° menggunakan standard deviasi 1%	45
Gambar 4. 12 Grafik perbandingan distribusi normal original dan eliminasi pada gerakan advance dengan sudut daun kemudi 35° menggunakan standard deviasi 5%	46
Gambar 4. 13 Grafik perbandingan distribusi normal original dan eliminasi pada gerakan advance dengan sudut daun kemudi -35° menggunakan standard deviasi 5%	47
Gambar 4. 14 Grafik perbandingan distribusi normal <i>original</i> dan eliminasi pada gerakan <i>transfer</i> dengan sudut daun kemudi 35° menggunakan <i>standard deviasi</i> 5%	48

Gambar 4. 15 Grafik perbandingan distribusi normal original dan eliminasi pada gerakan transfer dengan sudut daun kemudi -35° menggunakan standard deviasi 5%	48
Gambar 4. 16 Grafik perbandingan distribusi normal <i>original</i> dan eliminasi pada gerakan <i>t.d.x</i> dengan sudut daun kemudi 35° menggunakan <i>standard deviasi</i> 5%	49
Gambar 4. 17 Grafik perbandingan distribusi normal original dan eliminasi pada gerakan <i>t.d.x</i> dengan sudut daun kemudi -35° menggunakan standard deviasi 5%	50
Gambar 4. 18 Grafik perbandingan distribusi normal <i>original</i> dan eliminasi pada gerakan <i>t.d</i> dengan sudut daun kemudi 35° menggunakan <i>standard deviasi</i> 5% .	51
Gambar 4. 19 Grafik perbandingan distribusi normal original dan eliminasi pada gerakan <i>t.d</i> dengan sudut daun kemudi -35° menggunakan standard deviasi 5%	51
Gambar 4. 20 Hasil Simulasi Tanpa $X\eta\eta\eta$	53
Gambar 4. 21 Hasil Simulasi Tanpa Xrr	54
Gambar 4. 22 Hasil Simulasi Tanpa $Y0$	55
Gambar 4. 23 Hasil Simulasi Tanpa $Y\eta$	56
Gambar 4. 24 Hasil Simulasi Tanpa $Y\eta\eta$	57
Gambar 4. 25 Hasil Simulasi Tanpa $N\eta\eta$	58
Gambar 4. 26 Hasil Simulasi Tanpa $Nrrr$	59
Gambar 4. 27 Hasil Simulasi Tanpa Ketujuh Hydrodynamic derivatives	60
Gambar 4. 28 Hasil Simulasi Tanpa Nv dan Nr	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Peraturan untuk manuver kapal untuk laut dalam, IMO resolution MSC.137 (76).....	6
Tabel 2.2 Hydrodynamic derivatives untuk model whole ship	12
Tabel 2.3 Data Kapal.....	13
Tabel 4. 1 Hasil analisis sensitivitas Hydrodynamic derivatives dengan.....	17
Tabel 4. 2 Hasil analisis sensitivitas Hydrodynamic derivatives dengan.....	20
Tabel 4. 3 Hasil analisis sensitivitas Hydrodynamic derivatives dengan.....	22
Tabel 4. 4 Hasil analisis sensitivitas Hydrodynamic derivatives dengan.....	25
Tabel 4. 5 Hasil analisis sensitivitas Hydrodynamic derivatives dengan.....	28
Tabel 4. 6 Hydrodynamic derivatives yang tidak terlalu berpengaruh dengan standard deviasi 1%.....	31
Tabel 4. 7 Hydrodynamic derivatives yang tidak terlalu berpengaruh dengan standard deviasi 2%.....	32
Tabel 4. 8 Hydrodynamic derivatives yang tidak terlalu berpengaruh dengan standard deviasi 3%.....	32
Tabel 4. 9 Hydrodynamic derivatives yang tidak terlalu berpengaruh dengan standard deviasi 4%.....	33
Tabel 4. 10 Hydrodynamic derivatives yang tidak terlalu berpengaruh dengan standard deviasi 5%.....	34
Tabel 4. 11 Hydrodynamic derivatives yang berpengaruh dengan standard deviasi 1%	35
Tabel 4. 12 Hydrodynamic derivatives yang berpengaruh dengan standard deviasi 2%	35
Tabel 4. 13 Hydrodynamic derivatives yang tidak terlalu berpengaruh dengan standard deviasi 3%.....	35
Tabel 4. 14 Hydrodynamic derivatives yang tidak terlalu berpengaruh dengan standard deviasi 4%.....	36
Tabel 4. 15 Hydrodynamic derivatives yang tidak terlalu berpengaruh dengan standard deviasi 5%.....	36

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Lembar Konsultasi Pembimbing 1
- Lampiran 2 Lembar Konsultasi Pembimbing 2