

**ANALISIS STABILITAS DAN *RESPONSE AMPLITUDE OPERATOR*
(RAO) AKIBAT PENAMBAHAN *BILGE KEEL*
PADA KAPAL MV. SUPER JET 15**

TUGAS AKHIR



Retno Agus Cahyani

NIM. 2101030003

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

2026

**ANALISIS STABILITAS DAN *RESPONSE AMPLITUDE OPERATOR*
(RAO) AKIBAT PENAMBAHAN *BILGE KEEL*
PADA KAPAL MV. SUPER JET 15**

Tugas Akhir

Skema Skripsi

*Tugas Akhir diajukan sebagai salah satu persyaratan memperoleh gelar Sarjana
Teknik pada Program Studi Teknik Perkapalan*



Retno Agus Cahyani

NIM. 2101030003

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

2026

**PERNYATAAN MENGENAI TUGAS AKHIR DAN
SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAAIAN HAK CIPTA**

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir berjudul "Analisis Stabilitas dan *Response Amplitude Operator* (RAO) Akibat Penambahan *Bilge Keel* Pada Kapal MV. Super Jet 15" 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 penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Apabila di kemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar dan melanggar peraturan yang berlaku dalam karya tulis dan hak intelektual, maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Maritim Raja Ali Haji dan menerima sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku. Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Universitas Maritim Raja Ali Haji.

Tanjungpinang, 13 Januari 2026



Retno Agus Cahyani

NIM 2101030003



© Hak Cipta Milik Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tahun 2026

Hak Cipta Dilindungi Undang- Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah; dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan Universitas Maritim Raja Ali Haji.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Maritim Raja Ali Haji.



HALAMAN PERSETUJUAN

Judul : Analisis Stabilitas dan *Response Amplitude Operator*
(RAO) Akibat Penambahan *Bilge Keel* Pada Kapal MV.
Super Jet 15

Nama : Retno Agus Cahyani

NIM : 2101030003

Program Studi : Teknik Perkapalan

Tanggal Persetujuan : 07 Januari 2026

Disetujui oleh,
Komisi Pembimbing


Ir. Eko Prasetyo, S.T., M.Eng

(Ketua)


Ir. Anton Hekso Yunianto, S.T., M.Si

(Anggota)

HALAMAN PENGESAHAN

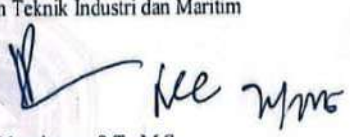
Judul : Analisis Stabilitas dan *Response Amplitude Operator* (RAO) Akibat Penambahan *Bilge Keel* Pada Kapal MV. Super Jet 15
Nama : Retno Agus Cahyani
NIM : 2101030003

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Komisi Penguji sebagai bagian persyaratan yang diperlukan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Perkapalan, Jurusan Teknik Industri Maritim, Fakultas Teknik dan Teknologi Kemaritiman, Universitas Maritim Raja Ali Haji.

KOMISI PENGUJI

Ketua	: Deny Nusyirwan, S.T., M.Sc	(.....)
Anggota I	: Muhd. Ridho Baihaque, S.T., M.Sc	(.....)
Anggota II	: Firman Apriansyah, S.Si., M.T	(.....)
Anggota III	: Ir. Eko Prayetno, S.T., M.Eng	(.....)
Anggota IV	: Ir. Anton Hekso Yunianto, S.T., M.Si	(.....)

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Industri dan Maritim


Deny Nusyirwan, S.T., M.Sc
NIPPPK. 197803162024211006

Tanggal Ujian : 13 Januari 2026

Tanggal Lulus :

PRAKATA

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan proposal penelitian ini yang berjudul “Analisis Stabilitas dan *Response Amplitude Operator* (RAO) Akibat Penambahan *Bilge Keel* Pada Kapal MV. Super Jet 15” dengan baik dan tepat waktu. Penyusunan proposal penelitian ini adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) pada program studi Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik dan Teknologi Kemaritiman, Universitas Maritim Raja Ali Haji.

Saya ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah turut serta mendukung dan membantu dalam proses penyusunan proposal penelitian ini. Penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada:

1. Allah SWT. Tuhan semesta alam yang telah memberikan petunjuk dan pertolongan-Nya dalam menyusun Proposal penelitian ini.
2. Kepada kedua orang tua saya, Bapak dan Ibu, serta kakak yang senantiasa memberikan dukungan, motivasi, serta doa yang tulus sepanjang proses pendidikan saya hingga saat ini.
3. Ibu Martaleli Bettiza., S.Si., M.Sc selaku Dekan Fakultas Teknik dan Teknologi Kemartiman, Universitas Maritim Raja Ali Haji.
4. Bapak Muhd. Ridho Baihaque, S.T., M.Sc. Selaku Koordinator Program Studi Teknik Perkapalan.
5. Bapak Ir. Eko Prayetno, S.T., M.Eng selaku Dosen Pembimbing I penelitian ini yang selalu membantu dan telah meluangkan waktunya kepada penulis dalam memberi bimbingan, kritik, saran, dan pandangan serta membantu jalannya proses dengan lancar.
6. Bapak Ir. Anton Hekso Yunianto, S.T., M.Si. Selaku pembimbing II dalam penelitian ini yang selalu meluangkan waktunya untuk berdiskusi dan memberi kritik, saran dan pendapat serta membantu jalannya proses penelitian dengan lancar.
7. Bapak Denny Nusyirwa, S.T., M. Sc, selaku dosen pembimbing akademik (PA) yang telah membimbing saya selama perkuliahan.

8. Teman Seperjuangan Teknik Perkapalan Angkatan 2021, serta teman-teman Costanthio Immanuel.T., Daniel Surya Kriswanto, Fahreza Nur Akbar, dan Vera Elisa sebagai sahabat sehidup semati senadi seperjuangan dan terlove love banyak banyak.

Saya menyadari sepenuhnya bahwa proposal penelitian ini masih memiliki keterbatasan dan kekurangan. Oleh karena itu, saya sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan mendatang. Semoga proposal penelitian ini dapat memberikan manfaat, baik sebagai tambahan wawasan maupun sebagai referensi bagi pembaca dan pihak-pihak yang memerlukan.

Tanjungpinang, 13 Januari 2026

Penulis



Retno Agus Cahyani
NIM. 2101030003



DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
DAFTAR SIMBOL	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah.....	2
C. Batasan Penelitian.....	2
D. Tujuan Penelitian	3
E. Manfaat Penelitian	3
BAB II KAJIAN LITERATUR	4
A. Tinjauan Pustaka.....	4
B. Landasan Teori.....	10
1. Kapal <i>High Speed Craft</i>	10
2. <i>Stability</i>	10
3. Olah Gerak Kapal.....	13
4. <i>Response Amplitude Operator (RAO)</i>	14
5. <i>Strip Theory</i>	14
6. <i>Roll Decay</i>	15
7. Spektrum Gelombang	16
8. <i>Wave Heading</i>	16
9. <i>Bilge Keel</i>	16

10. <i>International Code of Safety for High-Speed Craft (HSC) and International Maritime Organization (IMO)</i>	17
11. Kapal MV. Super Jet 15	19
C. <i>Software</i>	20
BAB III METODE PENELITIAN	22
A. Waktu dan Tempat Penelitian	22
B. Alat Yang Digunakan.....	22
C. Prosedur Pelaksanaan Penelitian	23
1. Diagram Alur Penelitian.....	24
2. Studi Literatur.....	24
3. Pemodelan Geometri.....	24
4. Penyesuaian Desain.....	24
D. Perancangan Sistem	25
1. Variabel.....	25
2. Modifikasi <i>Bilge Keel</i> Berbagai Variasi Sudut.....	26
3. Tahapan Simulasi <i>Maxsurf Stability</i> dan <i>Maxsurf Motion</i>	26
E. Analisis Data.....	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
A. Pembuatan Model Kapal	32
B. Pembuatan Model <i>Bilge keel</i>	33
C. Peletakan Titik Beban	35
D. Analisis Stabilitas Kapal	36
E. Analisis <i>Response Amplitude Operator (RAO)</i>	41
F. Pembahasan	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	50
A. Kesimpulan	50
B. Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN.....	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Titik G, B dan M Dalam Kondisi Bergulung.....	13
Gambar 2. Jenis-jenis Gerakan Kapal.....	13
Gambar 3. <i>Roll Decay</i>	15
Gambar 4. <i>Bilge Keel</i>	17
Gambar 5. Kapal MV. Super Jet 15.....	19
Gambar 6. <i>General Arrangement</i> Kapal MV. Super Jet 15.....	20
Gambar 7. <i>Software Maxsurf</i>	21
Gambar 8. Tempat Penelitian Laboratorium Arsitektur Perkapalan UMRAH.....	22
Gambar 9. Diagram Alir Pengerjaan Penelitian.....	23
Gambar 10. Data BMKG Rute Pelayaran Tanjungpinang-Dabo.....	29
Gambar 11. Gambar Diagram Data Gelombang BMKG Tahun 2024	29
Gambar 12. Gambar Diagram Data Gelombang BMKG Tahun 2025	30
Gambar 13. Pembuatan Model Kapal MV. Super Jet 15.....	32
Gambar 14. Pembuatan Model <i>Bilge Keel</i> Kapal MV. Super Jet 15	33
Gambar 15. Pembuatan Model Kapal MV. Super Jet 15 Menggunakan <i>Bilge Keel</i> Sudut 30°.....	34
Gambar 16. Pembuatan Model Kapal MV. Supr Jet 15 Menggunakan <i>Bilge Keel</i> sudut 45°.....	34
Gambar 17. Pembuatan Model Kapal MV. Supr Jet 15 Menggunakan <i>Bilge Keel</i> sudut 60°.....	35
Gambar 18. Hasil Anlisis Stabilitas Tanpa Menggunakan <i>Bilge Keel</i>	36
Gambar 19. Hasil Anlisis Stabilitas Menggunakan <i>Bilge Keel</i> 30°.....	38
Gambar 20. Hasil Anlisis Stabilitas Menggunakan <i>Bilge Keel</i> 45°.....	39
Gambar 21. Hasil Anlisis Stabilitas Menggunakan <i>Bilge Keel</i> 60°.....	40
Gambar 22. Grafik RAO <i>Heave, Pitch, Roll</i> , Tanpa <i>Bilge Keel</i> , Kecepatan 21 Knot Arah Gelombang 0° Tinggi Gelombang 1,25 Meter.....	42
Gambar 23. Grafik RAO <i>Heave, Pitch, Roll</i> , Tanpa <i>Bilge Keel</i> , Kecepatan 21 Knot Arah Gelombang 90° Tinggi Gelombang 1,25 Meter.....	42

- Gambar 24. Grafik RAO *Heave, Pitch, Roll*, Tanpa *Bilge Keel*, Kecepatan 21 Knot Arah Gelombang 180° Tinggi Gelombang 1,25 Meter.....43
- Gambar 25. Grafik RAO *Rolling* Menggunakan *Bilge Keel* 30°, Kecepatan 21 Knot Arah Gelombang 90° Tinggi Gelombang 1,25 Meter..... 44
- Gambar 26. Grafik RAO *Rolling* Menggunakan *Bilge Keel* 45°, Kecepatan 21 Knot Arah Gelombang 90° Tinggi Gelombang 1,25 Meter..... 44
- Gambar 27. Grafik RAO *Rolling* Menggunakan *Bilge Keel* 60°, Kecepatan 21 Knot Arah Gelombang 90° Tinggi Gelombang 1,25 Meter.....45



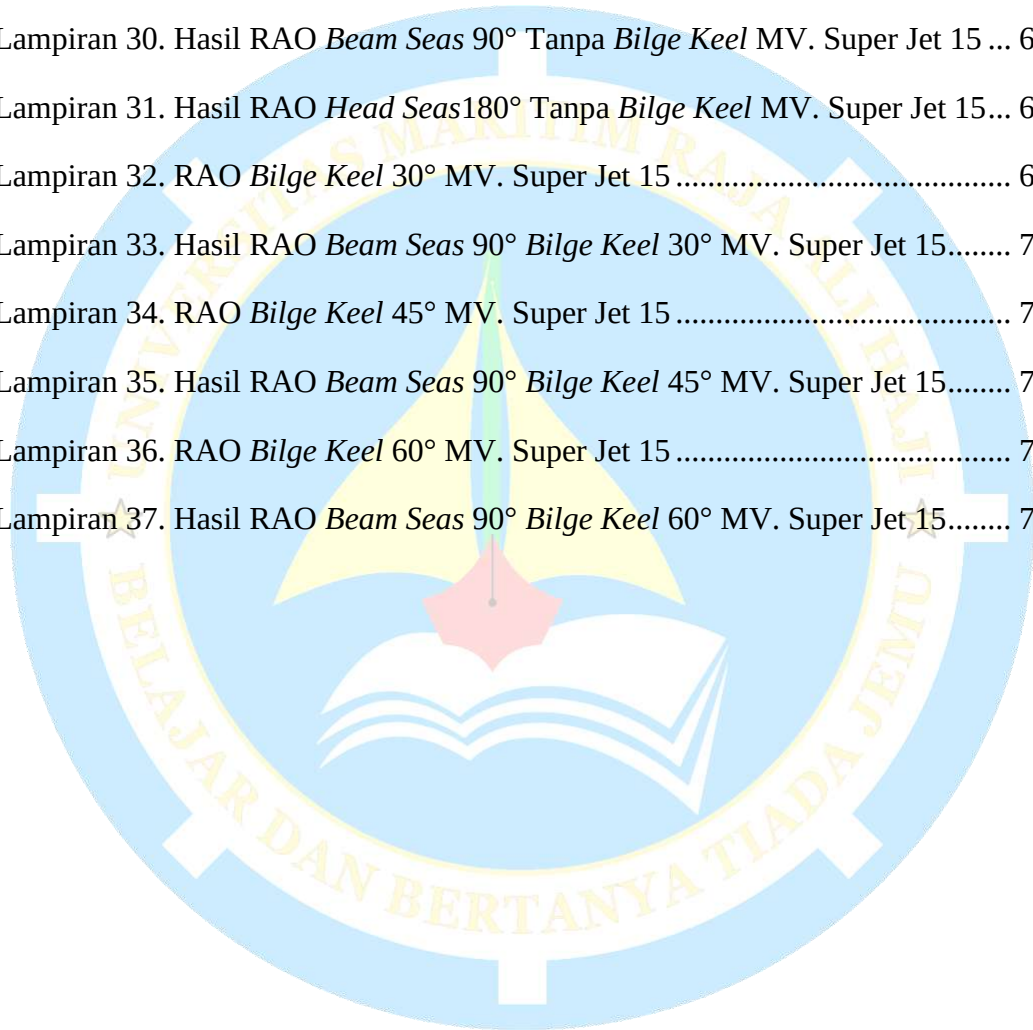
DAFTAR TABEL

Tabel 1. Penelitian Terdahulu	7
Tabel 2. <i>Stability Criteria Of Monohull Craft (HSC criteria)</i>	18
Tabel 3. <i>Stability Criteria Internasional Maritime Organisation (IMO 2008)</i> ..	18
Tabel 4. Data Kapal MV.Super Jet 15	19
Tabel 5. Alat Penelitian.....	22
Tabel 6. Variabel Penelitian.....	25
Tabel 7. Kode <i>Sea State</i>	28
Tabel 8. Data Hidrostatik Untuk Kapal Pemodel Awal.....	32
Tabel 9. Pembebanan LCG, VCG, dan TCG	35
Tabel 10. Hasil Analisis Stabilitas Tanpa <i>Bilge Keel</i>	37
Tabel 11. Hasil Analisis Stabilitas Menggunakan <i>Bilge Keel</i> 30°	38
Tabel 12. Hasil Analisis Stabilitas Menggunakan <i>Bilge Keel</i> 45°	39
Tabel 13. Hasil Analisis Stabilitas Menggunakan <i>Bilge Keel</i> 60°	40
Tabel 14. Hasil RAO <i>Heaveing, Pitching, Rolling</i> , Tanpa <i>Bilge Keel</i> , Kecepatan 21 Knot Arah Gelombang 0°, 90°, dan 180° Tinggi Gelombang 1,25 Meter.	43
Tabel 15. Hasil RAO <i>Rolling</i> Menggunakan <i>Bilge Keel</i> 30°, 45°, 60°, Kecepatan 21 knot	45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. GA Kapal MV. Super Jet 15.....	56
Lampiran 2. Desain Tanpa <i>Bilge Keel</i> MV. Super Jet 15.	56
Lampiran 3. <i>Frame of Reference and Zero Point</i> Kapal MV. Super Jet 15.	57
Lampiran 4. Data VCG, LCG dan TCG Kapal MV. Super Jet 15.....	57
Lampiran 5. Stabilitas Kapal MV. Super Jet 15.....	58
Lampiran 6. <i>Room Definition stability</i> MV. Super Jet 15.....	58
Lampiran 7. Kurva GZ Kapal MV. Super Jet 15..	58
Lampiran 8. Nilai GZ Area 0°-180°.....	59
Lampiran 9. Desain <i>Bilge Keel</i> 30° MV. Super Jet 15	59
Lampiran 10. Stabilitas <i>Bilge Keel</i> 30° Kapal MV. Super Jet 15.	59
Lampiran 11. <i>Room Definition Stability Bilge Keel</i> 30° Kapal MV. Super Jet 15.	60
Lampiran 12. Kurva GZ <i>Bilge Keel</i> 30° Kapal MV. Super Jet 15.....	60
Lampiran 13. Nilai GZ <i>Bilge Keel</i> 30°Area 0°-180°.	60
Lampiran 14. Desain <i>Bilge Keel</i> 45° MV. Super Jet 15	61
Lampiran 15. <i>Stability Bilge Keel</i> 45° MV. Super Jet 15	61
Lampiran 16. <i>Room Definition stability Bilge Keel</i> 45°Kapal MV. Super Jet 15.	61
Lampiran 17. Kurva GZ <i>Bilge Keel</i> 45°Kapal MV. Super Jet 15.....	62
Lampiran 18. Nilai GZ <i>Bilge Keel</i> 45°Area 0°-180°	62
Lampiran 19. Desain <i>Bilge Keel</i> 60° MV. Super Jet 15	63
Lampiran 20. <i>Stability Bilge Keel</i> 60° MV. Super Jet 15.....	63
Lampiran 21. <i>Room Definition stability Bilge Keel</i> 60°Kapal MV. Super Jet 15	63
Lampiran 22. Kurva GZ <i>Bilge Keel</i> 60°Kapal MV. Super Jet 15.....	64
Lampiran 23. Nilai GZ <i>Bilge Keel</i> 60°Area 0°-180°	64
Lampiran 24. Surat Permohonan Meminta Data BMKG	65

Lampiran 25. Surat Balasan Dari BMKG	66
Lampiran 26. Data BMKG Gelombang 1,25	67
Lampiran 27. RAO Tanpa <i>Bilge Keel</i> MV. Super Jet 15.....	67
Lampiran 28. Parameter RAO Tanpa <i>Bilge Keel</i> MV. Super Jet 15.....	68
Lampiran 29. Hasil RAO <i>Following Seas</i> 0° Tanpa <i>Bilge Keel</i> MV. Super Jet 15	68
Lampiran 30. Hasil RAO <i>Beam Seas</i> 90° Tanpa <i>Bilge Keel</i> MV. Super Jet 15 ...	68
Lampiran 31. Hasil RAO <i>Head Seas</i> 180° Tanpa <i>Bilge Keel</i> MV. Super Jet 15...	69
Lampiran 32. RAO <i>Bilge Keel</i> 30° MV. Super Jet 15	69
Lampiran 33. Hasil RAO <i>Beam Seas</i> 90° <i>Bilge Keel</i> 30° MV. Super Jet 15.....	70
Lampiran 34. RAO <i>Bilge Keel</i> 45° MV. Super Jet 15	70
Lampiran 35. Hasil RAO <i>Beam Seas</i> 90° <i>Bilge Keel</i> 45° MV. Super Jet 15.....	70
Lampiran 36. RAO <i>Bilge Keel</i> 60° MV. Super Jet 15	71
Lampiran 37. Hasil RAO <i>Beam Seas</i> 90° <i>Bilge Keel</i> 60° MV. Super Jet 15.....	71



DAFTAR SIMBOL



LOA	=	<i>Length Over All (m)</i>
LPP	=	<i>Length Perpendicular (m)</i>
LWL	=	<i>Length Water Line (m)</i>
B	=	<i>Breadth (m)</i>
T	=	<i>Draft (m)</i>
H	=	<i>Depth (m)</i>
Vs	=	<i>Service Speed</i>
C_B	=	<i>Coefisien Block</i>
C_P	=	<i>Coefisien Prismatic</i>
C_M	=	<i>Coefisien Midship</i>
g	=	<i>Percepatan Gravitasi (m/s^2)</i>
G	=	<i>Centre Of Gravity</i>
B	=	<i>Centre Of Bouyancy</i>
M ★	=	<i>Metasentris</i>
K	=	<i>Lunas</i>
KM	=	<i>Tinggi Titik Metasentris di Atas Lunas (m)</i>
KG	=	<i>Jarak Lunas Kapal ke Pusat Gravitasi (m)</i>
GM	=	<i>Metacentric Height (m)</i>
GZ	=	<i>Righting Lever (m)</i>
LCB	=	<i>Longitudinal center of bouyancy (m)</i>
VCG	=	<i>Vertical center of gravity (m)</i>
LCG	=	<i>Longitudinal center of gravity (m)</i>
LWT	=	<i>Light weight tonnage (ton)</i>
DWT	=	<i>Dead weight tonnage (ton)</i>