



**TUGAS AKHIR
TEKNOLOGI REKAYASA KONSTRUKSI PERKAPALAN**

**ANALISIS PENGARUH SUDUT BILGE KEEL & PERUBAHAN
BENTUK GEOMETRI BILGA KEEL TERHADAP GERAK ROLLING
PADA KAPAL FISHING VESSEL 120 GT**

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagai Persyaratan
Menyelesaikan Tugas Akhir

Disusun Oleh:

Giri Lazuardy Razak
NIM 40040422650051

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA KONSTRUKSI PERKAPALAN
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2026**

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Giri Lazuardy Razak
NIM : 40040422650051
Fakultas : Sekolah Vokasi
Program Studi : Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan
Judul Penelitian Terapan : Analisis Pengaruh Sudut Bilge Keel & Perubahan Bentuk Geometri Bilga Keel Terhadap Gerak Rolling Pada Kapal Fishing Vessel 120 Gt

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran, dan pemaparan asli dari diri saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan-bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya, ditulis oleh orang lain, atau diajukan untuk gelar ataupun ijazah pada Universitas Diponegoro atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan tidak benaran dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Diponegoro.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan se benarnya.

Semarang, 24 September 2026
Pembuat Pernyataan



Giri Lazuardy Razak
NIM 40040422650051

**HALAMAN PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PENGARUH SUDUT BILGE KEEL & PERUBAHAN
BENTUK GEOMETRI BILGA KEEL TERHADAP GERAK ROLLING
PADA KAPAL FISHING VESSEL 120 GT**

Oleh :

**Giri Lazuardy Razak
40040422650051**

Diajukan pada

Sidang Tugas Akhir

Tanggal 24 September 2026

Dinyatakan Lulus / Tidak Lulus

Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan

Muhammad Sawal Baital, S.T., M.T

Dr. Aulia Windyandari, S.T., M.T.

Dr. Mohd Ridwan, S.T.,M.T.

Pembimbing 1.....

Penguji 1.....

Penguji 2.....

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan

Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro


Dr. Mohd Ridwan, S.T.,M.T.
NIP. 197008271999031002

ABSTRAK

Kapal ikan beroperasi pada kondisi gelombang yang tinggi dan acak, sehingga rentan mengalami gerak oleng (rolling) berlebihan yang dapat membahayakan keselamatan awak dan efektivitas operasi penangkapan. Bilge keel merupakan perangkat peredam roll pasif yang paling umum digunakan, namun pengaruh lebar dan posisi vertikal pemasangannya terhadap karakteristik redaman roll belum banyak dikaji secara sistematis, khususnya terkait konsistensi antar-metode ekstraksi koefisien redaman. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi lebar bilge keel (0,25–0,40 m) dan posisi vertikal pemasangan dari baseline (0,5–2,0 m) terhadap redaman roll kapal ikan 145 GT, serta membandingkan konsistensi dan akurasi tiga metode ekstraksi koefisien redaman: Logarithmic Decrement, Extinction Curve, dan Nonlinear Time-Domain Curve Fitting. Simulasi numerik dilakukan menggunakan ANSYS AQWA melalui 68 skenario roll decay test pada empat sudut awal (5° – 20°). Ketiga metode divalidasi menggunakan data sintetis, dengan Metode Extinction Curve menunjukkan galat estimasi terkecil (0,8% untuk B1; 3,1% untuk B2) sehingga ditetapkan sebagai metode acuan utama. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konfigurasi bilge keel lebar 0,40 m pada posisi 2,0 m dari baseline menghasilkan redaman tertinggi (damping ratio 5,17%, meningkat dari 3,80% pada kondisi tanpa bilge keel), dengan posisi vertikal terbukti lebih berpengaruh dibandingkan lebar bilge keel akibat efek lengan momen terhadap sumbu roll. Bilge keel terbukti meningkatkan redaman terutama melalui komponen kuadratik (viscous), bukan komponen linear. Model simulasi menunjukkan konsistensi internal yang baik, dengan selisih periode resonansi RAO terhadap periode roll decay test sebesar 0,59%.

Kata Kunci: bilge keel; ekstraksi koefisien redaman; extinction curve; kapal ikan; redaman roll nonlinear; roll decay test; ANSYS AQWA

KATA PENGANTAR

Assalamualakum Wr. Wb

Puji dan syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Proyek Tugas Akhir ini.

Penyusunan Proyek Tugas Akhir ini selain merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan pendidikan Tingkat Sarjana Terapan pada Fakultas Sekolah Vokasi Jurusan Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan juga bertujuan untuk menambah wawasan penulis di analisis gerak kapal

Kelancaran penulisan Proyek Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu:

1. Allah SWT. yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan proposal usulan tugas akhir ini dengan baik dan lancar,
2. Ayah, Bunda, Au, Reta serta keluarga besar tercinta yang selalu mendukung dalam finansial dan emosional, memberi nasihat dan memberi doa selama ini kepada penulis,
3. Bapak Dr. Mohd. Ridwan, S.T., M.T. selaku kepala program studi dan dosen wali penulis selama menempuh pembelajaran di Diploma – IV Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan,
4. Bapak Muhammad Sawal Baital, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing tugas akhir penulis yang telah mendukung dan memberikan masukan serta arahan selama penyusunan tugas akhir ini,
5. Dosen, Tenaga Pendidik serta Akademik Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan Universitas Diponegoro yang telah memberikan banyak ilmu, pengetahuan dan wawasan yang bermanfaat bagi penulis.
6. Bapak Prasetyo selaku Owner Surveyor yang telah membantu penulis mengerjakan TA dengan menyediakan data-data yang dibutuhkan penulis untuk mengerjakan TA
7. Teman-teman Angkatan 2022 “NASA” Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan proposal usulan tugas akhir ini.
8. Sahabat-sahabat penulis yang tidak bisa disebutkan semua yang selama ini kebersamaan penulis selama pengerjaan skripsi

Dalam penyusunan Proyek Tugas Akhir ini tentunya masih banyak terdapat kekurangan, kesalahan dan kekhilafan karena keterbatasan kemampuan penulis, untuk itu sebelumnya penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya. Penulis juga mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak demi perbaikan yang bersifat membangun atas laporan ini.

Dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih dan semoga laporan Proyek Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan dapat menjadi referensi yang baik bagi pembaca khususnya mahasiswa yang hendak meneliti lebih lanjut terkait material yang digunakan.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN LAPORAN TUGAS AKHIR.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.5.1 Manfaat Teoritis.....	4
1.5.2 Manfaat Praktis.....	5
1.6 Hipotesa Sementara	5
1.7 Luaran Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Fishing Vessel	6
2.2 Gerak Kapal (Ship Motions).....	6
2.3 Parameter Massa dan Radius Girasi Kapal.....	7
2.3.1 LCG, VCG, dan Displacement	7
2.3.2 Radius Girasi (K_{xx} , K_{yy} , K_{zz}) dan Momen Inersia Massa Roll	7
2.3.3 Nilai Acuan/Rule of Thumb Radius Girasi dari Literatur	8
2.4 Roll Damping.....	10
2.4.1 Definisi dan Komponen Roll Damping.....	10
2.4.2 Sifat Linear dan Nonlinear Roll Damping.....	10
2.5 Bilge Keel dan Metode Estimasi Redaman (Ikeda/ITTC).....	11
2.5.1 Metode Ikeda dan Prosedur ITTC 7.5-02-07-04.5	11
2.5.2 Metode Robinson dan Stoddart untuk Kondisi Tanpa Bilge Keel.....	12
2.5.3 Aplikasi Metode Ikeda pada Kapal Ikan	12
2.6 Roll Decay Test.....	12
2.6.1 Prinsip Pengujian.....	12

2.6.2 Roll Decay Test Numerik dengan Ansys Aqwa.....	12
2.7 Metode Ekstraksi Koefisien Redaman Roll.....	13
2.7.1 Metode 1 Logarithmic Decrement.....	13
2.7.2 Metode 2 Extinction Curve	13
2.7.3 Metode 3 Nonlinear Time-Domain Curve Fitting	14
2.8 Penelitian Terdahulu	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 Rencana Desain	16
3.2 Alat.....	16
3.2.1 Maxsurf Modeler	17
3.2.2 Maxsurf Stability	17
3.2.3 Rhinoceros	18
3.2.4 SolidWorks	18
3.2.5 ANSYS AQWA	18
3.3 Tempat Pelaksanaan Penelitian	18
3.4 Metode Penelitian	18
3.5 Variabel Penelitian	19
3.5.1 Variabel Bebas	19
3.5.2 Variabel Terikat.....	20
3.5.3 Variabel Terkontrol (Tetap).....	20
3.6 <i>Flowchart</i> Penelitian.....	21
3.6.1 Uraian Diagram Alir Penelitian	22
BAB IV PEMBAHASAN	25
4.1 Permodelan Kapal.....	25
4.1.1 Data Principal Dimension dan Lines Plan Kapal Ikan	25
4.1.2 Permodelan Lambung pada Maxsurf Modeler	26
4.1.3 Penyempurnaan Geometri pada Rhinoceros	26
4.1.4 Validasi Hidrostatik Model.....	27
4.1.5 Prosedur Penentuan VCG Menggunakan Maxsurf Stability	28
4.2 Proses Analisis di Ansys Aqwa Hydrodynamic Diffraction	30
4.2.1 Persiapan Model dan Definisi Properti Massa	30
4.2.2 Uji Konvergensi Mesh Panel.....	30
4.2.3 Analysis Settings	31
4.2.4 Hasil Hidrostatik dan Validasi terhadap Maxsurf Stability	32

4.2.5 Hasil Response Amplitude Operator (RAO) Kapal Ikan	32
4.3 Proses Analisis di Ansys Aqwa Hydrodynamic Response (Roll Decay Test)	33
4.3.1 Setup Time Response Analysis dan Kondisi Awal	33
4.3.2 Skema Variasi Konfigurasi Bilge Keel	33
4.3.3 Hasil Simulasi Time History Roll Decay per Variasi	34
4.4 Ekstraksi Koefisien Redaman Roll	38
4.4.1 Ekstraksi menggunakan Logarithmic Decrement	38
4.4.2 Ekstraksi menggunakan Extinction Curve (Bertin/Energy-Averaging)	39
4.4.3 Ekstraksi menggunakan Nonlinear Time-Domain Curve Fitting	39
4.4.4 Validasi Hasil Ekstraksi terhadap Nilai Input/Referensi	40
4.5 Pembahasan	42
4.5.1 Pengaruh Variasi Lebar Bilge Keel dan penempatan bilge keel terhadap Periode Natural Roll (T_n) serta Sifat Linear dan Nonlinear Redaman	42
4.5.2 Perbandingan Konsistensi dan Akurasi Koefisien Redaman B_1/ζ_L dan B_2/ζ_Q antara Metode Logarithmic Decrement, Extinction Curve, dan Nonlinear Time-Domain Curve Fitting	43
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	44
5.1 Kesimpulan	44
5.2 Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN	48
LAMPIRAN A Data dan Gambar Teknik Kapal	48
A.1 Lines Plan Kapal Ikan	48
A.2 General Arrangement (Rencana Umum)	48
LAMPIRAN B Perhitungan Kondisi Muatan dan VCG	49
B.1 Tabel Tangki Sesuai General Arrangement	49
B.2 Perhitungan VCG Kondisi Kedatangan (Fish Hold 100%)	49
LAMPIRAN C Laporan Hidrostatik dan Validasi Model	50
C.1 Laporan Hidrostatik Lengkap Maxsurf Stability	50
C.2 Laporan Hidrostatik ANSYS AQWA	50
C.3 Tabel Validasi Koefisien Bentuk	50
LAMPIRAN D Uji Konvergensi Mesh dan Analysis Settings	51
D.1 Tabel Hasil Uji Konvergensi Mesh	51
D.2 Analysis Settings — Hydrodynamic Diffraction	51

D.3 Setup Time Response Analysis.....	52
LAMPIRAN E Grafik Overlay Roll Decay Test	52
E.1 Overlay per Posisi Bilge Keel (4 Sudut Awal)	52
E.2 Overlay per Lebar Bilge Keel (4 Sudut Awal)	54
E.3 Grafik Extinction Curve Seluruh 17 Konfigurasi	56
E.4 Grafik Extinction Curve NOBK — Penjelasan Statistik	57
LAMPIRAN F Validasi Metode Ekstraksi	57
F.1 Validasi Silang B_{eq} terhadap B1 Metode 1	57
LAMPIRAN G Tabel Rekapitulasi Hasil Lengkap	58
G.1-G3 Tabel B1, B2, Tn, ζ per Metode (17 Konfigurasi).....	58
G.4 Tabel Perbandingan B_{eq} Tiga Metode.....	59
LAMPIRAN H Kode Program (Script Python).....	59
H.1 Kode Ekstraksi Metode 3 (Nonlinear Time-Domain Curve Fitting).....	59
LAMPIRAN I Luaran Tugas Akhir	62
I.1 HaKI.....	62
I.2 Jurnal Gading	63
LAMPIRAN J Riwayat Hidup Penulis.....	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Nilai koefisien radius girasi dari literatur	9
Tabel 3. 1 Data Utama Kapal xxx.....	16
Tabel 4. 1 Ringkasan penggunaan perangkat lunak pada penelitian ini	25
Tabel 4. 2 Data Utama Kapal.....	25
Tabel 4. 3 Validasi Koefisien	28
Tabel 4. 4 Common Analysis Options:.....	31
Tabel 4. 5 Wave Directions:.....	31
Tabel 4. 6 Wave Frequencies:	31
Tabel 4. 7 Validasi Hidrostatik.....	32
Tabel 4. 8 Hasil ekstraksi Metode 1 (Logarithmic Decrement)	38
Tabel 4. 9 Hasil ekstraksi Metode 2 (Extinction Curve)	39
Tabel 4. 10 Hasil ekstraksi Metode 3 (Nonlinear Time-Domain Curve Fitting).....	40
Tabel 4. 11 Validasi ketiga metode terhadap data sintetis	40
Tabel 4. 12 Rekapitulasi lengkap T_n , B_1 , B_2 (tiga metode), dan ζ (Metode 2) untuk seluruh 17 kombinasi	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Lines Plan KM xxx	16
Gambar 3. 2 Software Penelitian : A. Maxsurf Modeler, B. Solidworks, C. Maxsurf Stability, D. Rhinoceros, E. Ansys Aqwa	17
Gambar 3. 3 Konfigurasi Bilge Keel	19
Gambar 3. 4 Flow Chart Penelitian	22
Gambar 4. 1 Hasil Permodelan di Maxsurf Modeler.....	26
Gambar 4. 2 Model lambung kapal hasil penyempurnaan di Rhinoceros, dengan penambahan rudder dan skeg pada bagian buritan.....	27
Gambar 4. 3 Hasil Hydrostatik dari Maxsurf Modeler.....	27
Gambar 4. 4 Data LWT sumber: Data Lapangan	28
Gambar 4. 5 Konvergensi Mesh Panel	31
Gambar 4. 6 Kurva RAO Roll pada beam sea (90°), kondisi NOBK, draft 2,4 m menunjukkan puncak resonansi tajam pada 1,5576 rad/s]	32
Gambar 4. 7 Overlay Roll Decay - Sudut Awal 20°, Variasi Lebar Bilge Keel per Posisi Pemasangan	34
Gambar 4. 8 Overlay Roll Decay - Sudut Awal 15°, Variasi Lebar Bilge Keel per Posisi Pemasangan	35
Gambar 4. 9 Overlay Roll Decay - Sudut Awal 10°, Variasi Lebar Bilge Keel per Posisi Pemasangan	35
Gambar 4. 10 Overlay Roll Decay - Sudut Awal 5°, Variasi Lebar Bilge Keel per Posisi Pemasangan	36
Gambar 4. 11 Overlay Roll Decay - Sudut Awal 20°, Variasi Posisi Bilge Keel per Lebar Bilge Keel	36
Gambar 4. 12 Overlay Roll Decay - Sudut Awal 15°, Variasi Posisi Bilge Keel per Lebar Bilge Keel	37
Gambar 4. 13 Overlay Roll Decay - Sudut Awal 10°, Variasi Posisi Bilge Keel per Lebar Bilge Keel	37
Gambar 4. 14 Overlay Roll Decay - Sudut Awal 5°, Variasi Posisi Bilge Keel per Lebar Bilge Keel	38