

TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN ALAT UJI STABILITAS HULL
KAPAL DENGAN APLIKASI GYRO STABILIZER**
*(DESIGN OF BOAT HULL STABILITY TESTING MODEL
WITH GYRO STABILIZER APPLICATION)*



Disusun Oleh :

SETYO TRI UTOMO
NBI : 1421600008

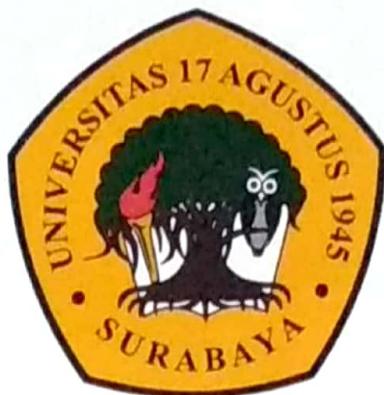
AGUS SUMANTRI
NBI : 1421600115

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

2020

TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN ALAT UJI STABILITAS HULL
KAPAL DENGAN APLIKASI GYRO STABILIZER**
*(DESIGN OF BOAT HULL STABILITY TESTING MODEL
WITH GYRO STABILIZER APPLICATION)*



Disusun Oleh :

SETYO TRI UTOMO
NBI : 1421600008

AGUS SUMANTRI
NBI : 1421600115

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

2020

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

NAMA : SETYO TRI UTOMO
NBI : 1421600008
PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN
FAKULTAS : TEKNIK
JUDUL : RANCANG BANGUN ALAT UJI STABILITAS
HULL KAPAL DENGAN APLIKASI GYRO
STABILIZER

Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing

Ir. Gatut Prijo Utomo, M.Sc
NPP. 0731125801

Dekan
Fakultas Teknik

Dr. Ir. Sajiyo, M.Kes.

Ketua Program Studi
Teknik Mesin

Ir. Ichlas Wahid, M.T.
NPP. 20420900207





LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Setyo Tri Utomo

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Mesin

Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya meyakini untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya **Hak Bebas Royalti Nonekslusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)**, atas karya saya yang berjudul:

Rancang Bangun Alat Uji Stabilitas Hull Kapal dengan Aplikasi Gyro Stabilizer

Dengan **Hak Bebas Royalti Nonekslusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)**, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum.

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Pada Tanggal : 04 Juli 2020

Yang Menyatakan



(Setyo Tri Utomo)

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul:

RANCANG BANGUN ALAT UJI STABILITAS HULL KAPAL DENGAN APLIKASI GYRO STABILIZER

Yang dibuat untuk melengkapi persyaratan menjadi Sarjana Teknik mesin pada Program Studi Teknik Mesin – Fakultas Teknik – Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya. Sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari naskah Tugas Akhir yang telah dipublikasikan atau pernah digunakan untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di lingkungan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, maupun di perguruan tinggi atau instansi manapun. Kecuali, bagian yang bersumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 30 Mei 2020



Setyo Tri Utomo
1421600008

LEMBAR PERSEMBAHAN

1. Untuk Almarhum kedua Orang tua tercinta Alm. Suprijanto dan Alm. Pamuti Rahayu, yang telah melahirkan, membesarkan, mendidik, dan yang selalu mendoakan dari jauh untuk keberhasilan penulis serta memberi dorongan, semangat, bantuan, baik material maupun spiritual kepada saya.
2. Bapak Ir. Gatut Prijo Utomo, M.Sc., selaku dosen pembimbing yang telah membimbing, mengarahkan, dan memberikan petunjuk dalam penyusunan Tugas Akhir ini dengan sangat perhatian, baik, sabar dan ramah.
3. Bapak Baharuddin Ali, S.T., M.Eng, selaku pembimbing lapangan kami di BPPT-Balai Teknologi Hidrodinamika yang telah banyak membantu dan memberi masukan terkait proses pengujian dan pengolahan data pada penelitian ini.
4. Bapak Ir. Ichlas Wahid, M.T., Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
5. Bapak Dr. Ir. Sajiyo, M.Kes., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
6. Syaiful Bahri, S.T., yang turut serta membantu kami saat proses pengujian berlangsung di BPPT-Balai Teknologi Hidrodinamika dan berbagi ilmu.
7. Dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang telah memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis selama mengikuti kegiatan kuliah.
8. Teman – teman yang sudah membantu membuat tugas akhir ini, terimakasih atas segala suka maupun duka mewarnai hari – hari saat penulisan, semoga persaudaraan kita selama lamanya.
9. Teman-teman Jurusan Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang telah banyak membantu dan mendoakan.

KATA MUTIARA

*“FOR MY FAMILY FOR MY FRIENDS, FOR THOSE THAT WE’VE LOST AT SEA,
THIS IS THE MESSAGE THIS IS FOR YOU, NEVER FORGET THE LOWER EAST
SIDE CREW”*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hiayah-nya, sehingga penyusunan Tugas Akhir dengan judul “**RANCANG BANGUN ALAT UJI STABILITAS HULL KAPAL DENGAN APLIKASI GYRO STABILIZER**” dapat selesai dengan tepat waktu. Penyusunan laporan Tugas Akhir ini adalah salah satu syarat untuk mengikuti sidang Tugas Akhir sebagai syarat kelulusan mahasiswa Program Studi S1 Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya. Diakui bahwa sejak tahap awal sehingga selesaiya tugas akhir ini secara langsung maupun tidak langsung terlibat, penulis menerima banyak sekali bantuan dari pihak mulai dari materi, ide, data, moril sampai kepada spiritual. Penulis menyadari bahwa laporan ini jauh dari kata sempurna, oleh karena itu diperlukan kritik dan saran yang bersifat membangun dari di dalam penyusunan maupun isi dar tugas akhir ini.

Surabaya, 30 Mei 2020

Setyo Tri Utomo
1421600008

ABSTRAK

RANCANG BANGUN ALAT UJI STABILITAS HULL KAPAL DENGAN APLIKASI GYRO STABILIZER

Pergerakan rolling pada kapal memberikan dampak ketidaknyamanan dan safety pada penumpang, awak kapal dan peralatan di dalam kapal. Reduksi gerakan rolling pada kapal dapat meminimalisir hal tersebut, serta dapat meningkatkan keamanan operasional kapal. Stabilizer pada kapal dapat didefinisikan sebagai suatu alat untuk mereduksi gerakan rolling daripada kapal saat berada di atas laut berombak. Performa stabilizer eksternal dinilai kurang baik saat kecepatan rendah jika dibandingkan dengan stabilizer internal. Disamping itu potensi bahaya yang ditimbulkan oleh penambahan stabilizer eksternal kemungkinan juga akan lebih besar dikarenakan diperlukan penambahan dimensi untuk instalasinya, serta memerlukan dry docking dalam proses pemeliharaannya. Internal stabilizer system seperti gyro stabilizer tidak mempengaruhi penambahan dimensi keseluruhan kapal dikarenakan pemasangan bersifat built-in, serta tidak memerlukan dry docking pada saat pemeliharaan berlangsung.

Objektif dari penelitian ini adalah untuk merancang bangun penggunaan gyro stabilizer pada sebuah replika hull kapal dan menganalisisnya dengan metode pengujian Decay Roll Test. Dengan memberikan variasi kecepatan putar dari flywheel pada mekanisme gyro stabilizer sebesar 0 RPM, 5000 RPM, 10000 RPM, dan 15000 RPM, terhadap simpangan rolling dari kapal. Proses perekaman grafik rolling dilakukan dengan rotational sensor pada perangkat berbasis sistem operasi android.

Hasil pembacaan grafik roll time trace didapatkan periode rolling bertambah panjang seiring dengan penambahan kecepatan putar flywheel, dengan periode terpanjang $T\phi = 1.4858$ detik pada putaran 15000 RPM. Sementara dengan metode Froude dan Bertin, didapatkan kenaikan nilai koefisien roll damping tertinggi 62% pada kecepatan putar flywheel 10000 RPM dari kondisi flywheel 0 RPM (Kondisi gyro off).

Kata Kunci: *Gyro stabilizer, kecepatan putar flywheel, pergerakan rolling, periode, roll damping, decay roll test.*

ABSTRACT

DESIGN OF BOAT HULL STABILITY TESTING MODEL WITH GYRO STABILIZER APPLICATION

Rolling motion on boats gives the inconvenience and safety effects to passengers, crew, and equipment inside of the boat. Reduction of rolling motion on the boat, can minimize them, also increase the operating performance of the boat. The stabilizer on the boat can be defined as a equipment to reduce rolling motion on wavy sea condition. Performance of external stabilizer considered to be poor at low speed, when compared with internal stabilizer. Beside it, potential hazard of addition of external stabilizer also higher caused by added dimension of overall boat geometry, and need to be dry docked for maintenance. Internal stabilizer such as gyro stabilizer, not affecting boat dimension addition, caused by its built in installation, and no need for dry docking for maintenance.

Objective of this research is to design the application of gyro stabilizer on a boat hull model, and analyze it through experimental test. Experiments performed to indentify the effect of gyro stabilizer application on a boat, by providing flywheel rotation speed variation of gyro stabilizer mechanism at 0 RPM, 5000 RPM, 10000 RPM, and 15000 RPM, on rolling motion deviation of the boat. Rolling graph read and recorded by rotational sensor of Android operating system based device.

Result on the reading of roll time trace graphic, found rolling period increase in length along with addition of flywheel rotational speed. The longest period is $T\phi = 1.4858$ seconds at 15000 RPM. Meanwhile, with Froude's and Bertin's Method, obtained the highest increases value of roll damping coefficient 62% at 10000 RPM of flywheel speed from 0 RPM flywheel condition (Gyro in 'off' condition).

Keywords: *Gyro stabilizer, flywheel speed, rolling motion, period, roll damping, decay roll test.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
LEMBAR PERSEMBERAHAN	iv
KATA MUTIARA.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Manfaat Penelitian.....	2

BAB II DASAR TEORI

2.1. Kecepatan Angular	3
2.2. Percepatan Sudut.....	4
2.3. Torsi	5
2.4. Momen Inersia	6
2.5. Momentum Angular	7
2.6. Buoyancy	11
2.7. Stabilitas Hidrostatis.....	12

2.8. Stabilitas Giroskopik	14
2.9. Decay Roll Test.....	16

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian.....	19
3.2. Perencanaan Penelitian	20
3.2.1. Penentuan Masalah.....	20
3.2.2. Studi Literatur	20
3.2.3. Penentuan Variabel.....	20
3.2.4. Desain	20
3.2.5. Eksperimen.....	21
3.2.5.1. Alat dan Bahan	21
3.2.5.2. Proses Pembuatan	22
3.2.5.3. Pengambilan Data	24
3.2.6. Pengambilan Data Eksperimen.....	25
3.2.7. Karakteristik Stabilisasi	25
3.2.8. Kesimpulan	26

BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1. Estimasi Teoritis Performa Alat Uji	27
4.2. Kalibrasi Alat Ukur (Software).....	27
4.2. Perakitan Alat Uji.....	30
4.3. Decay Roll Test.....	32
4.3.1. Roll Time Trace.....	34
4.3.2. Pengolahan Data - Gyro Off.....	36
4.3.3. Pengolahan Data – Gyro On, 5000 RPM	39
4.3.4. Pengolahan Data - Gyro On, 10000 RPM.....	42
4.3.5. Pengolahan Data - Gyro On, 15000 RPM.....	45

4.3.6. Perbandingan Hasil Pengolahan Data.....	48	
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1. Kesimpulan	53	
5.2. Saran.....	53	
5.2. Pengembangan yang Dapat Dilakukan.....	54	
DAFTAR PUSTAKA		55
LAMPIRAN-LAMPIRAN		57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Kecepatan Angular [2].....	3
Gambar 2.2. Momen Inersia [4]	6
Gambar 2.3. Kaidah Tangan Kanan Momentum Angular [4].....	9
Gambar 2.4. Vektor momentum angular terhadap kecepatan presesi [4]	10
Gambar 2.5. Stabilitas Hidrostatis [6]	12
Gambar 2.6. Stabilitas <i>Gyroscopic</i> [7]	16
Gambar 2.7. Time Trace Decay Roll Test	16
Gambar 3.1. Desain Alat Uji.....	20
Gambar 3.2. Identifikasi Komponen Desain Alat uji	21
Gambar 3.3. Replika Hull/lambung.....	22
Gambar 3.4. Mekanisme Gyro	23
Gambar 3.5. PWM Speed Control DC Motor beserta skematiknya.....	23
Gambar 3.6. Proses Perekaman Grafik dengan software Sensor Kinetics.....	24
Gambar 3.7. Kondisi Pengujian	25
Gambar 4.1. Posisi dan Grafik Hasil Kalibrasi	29
Gambar 4.2. Kondisi Instalasi Alat Uji saat Pengujian Berlangsung	31
Gambar 4.3. Pengukuran Sudut Maksimum Inklinasi Model Hull	32
Gambar 4.4. Pemberian Simpangan Pada Model Hull	33
Gambar 4.5. Pengukuran Rolling saat Simpangan dilepaskan.....	33
Gambar 4.6. Roll Time Trace saat Gyro Off, didapatkan $T\phi = 0.60935$ detik	34
Gambar 4.7. Roll Time Trace saat Gyro On, 5000 RPM didapatkan $T\phi = 0.75613$ detik	34
Gambar 4.8. Roll Time Trace saat Gyro On, 10000 RPM didapatkan $T\phi = 1.116$ detik	35
Gambar 4.9. Roll Time Trace saat Gyro On, 15000 RPM didapatkan $T\phi = 1.4858$ detik	35
Gambar 4.10. Penujukan Puncak Positif dan Negatif dari Roll Time Trace (Gyro Off).....	36

Gambar 4.11. Penunjukan Roll Decrement, Puncak Simpangan Sudut Absolut (Gyro Off)	37
Gambar 4.12. Curve Fitting, (Gyro Off).....	37
Gambar 4.13 Bertin's Coefficient (Gyro Off).....	38
Gambar 4.14. Penujukan Puncak Positif dan Negatif dari Roll Time Trace (Gyro On, 5000 RPM).....	39
Gambar 4.15. Penunjukan Roll Decrement, Puncak Simpangan Sudut Absolut (Gyro On, 5000 RPM)	40
Gambar 4.16. Curve Fitting, (Gyro On, 5000 RPM).....	40
Gambar 4.17. Bertin's Coefficient (Gyro On, 5000 RPM).....	41
Gambar 4.18. Penujukan Puncak Positif dan Negatif dari Roll Time Trace (Gyro On, 10000 RPM).....	42
Gambar 4.19. Penunjukan Roll Decrement, Puncak Simpangan Sudut Absolut (Gyro On, 10000 RPM).....	43
Gambar 4.20. Curve Fitting, (Gyro On, 10000 RPM).....	43
Gambar 4.21. Bertin's Coefficient (Gyro On, 10000 RPM).....	44
Gambar 4.22. Penujukan Puncak Positif dan Negatif dari Roll Time Trace (Gyro On, 15000 RPM).....	45
Gambar 4.23. Penunjukan Roll Decrement, Puncak Simpangan Sudut Absolut (Gyro On, 15000 RPM).....	45
Gambar 4.24. Curve Fitting, (Gyro On, 15000 RPM).....	46
Gambar 4.25. Bertin's Coefficient (Gyro On, 15000 RPM).....	47
Gambar 4.26. Roll Time Trace saat Gyro Off, On 5000 RPM, On 10000 RPM, dan On 15000 RPM.....	48
Gambar 4.27. Grafik Perbandingan Koefisien Damping Linear, Koefisien Damping Kuadratik, dan Koefisien Damping Total terhadap Perubahan RPM Flywheel	50
Gambar 4.28. Roll Decrement saat Gyro Off, On 5000 RPM, On 10000 RPM, dan On 15000 RPM.....	51
Gambar 4.29. Bertin's Coefficient saat Gyro Off, On 5000 RPM, On 10000 RPM, dan On 15000 RPM.	51

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Estimasi Performa Hull	27
Tabel 4.2. Estimasi Performa Gyro	27
Tabel 4.3. Hasil Kalibrasi	30
Tabel 4.4. Total Berat Alat Uji	30
Tabel 4.5. Parameter Terukur (Gyro Off).....	39
Tabel 4.6. Parameter Terukur (Gyro On, 5000 RPM).....	42
Tabel 4.7. Parameter Terukur (Gyro On, 10000 RPM).....	44
Tabel 4.8. Parameter Terukur (Gyro On, 15000 RPM).....	47
Tabel 4.9. Koefisien Damping Linear, Koefisien Damping Kuadratik, dan Koefisien Damping Total pada RPM Flywheel Tertentu.....	48