



**ANALISIS STRUKTUR BALING-BALING KAPAL  
DENGAN MENGGUNAKAN *FINITE ELEMENT  
METHOD***

**SKRIPSI**

**ABDUH ZUHDI**

**1810313036**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERKAPALAN**

**2022**



# **ANALISIS STRUKTUR BALING-BALING KAPAL DENGAN MENGGUNAKAN *FINITE ELEMENT METHOD***

## **SKRIPSI**

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

**ABDUH ZUHDI**

**1810313036**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERKAPALAN**

**2022**

## LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

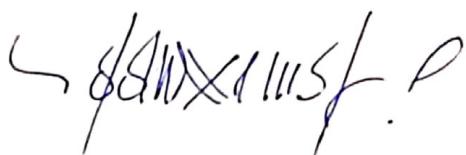
Nama : Abdur Zuhdi

NIM : 1810313036

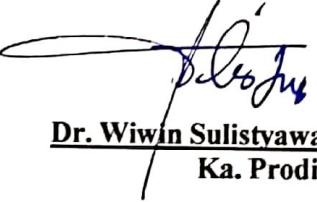
Program Studi : Teknik Perkapalan

Judul Skripsi : Analisis Struktur Baling-Baling Kapal Dengan  
Menggunakan *Finite Element Method*

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Pengaji 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. Fajri Ashfi Rayhan, ST. MT  
Pengaji Utama

  
Dr. Wiwin Sulistyawati, ST.MT  
Pengaji Lembaga  
Purwo Joko Suranto, ST. MT  
Pembimbing  
Dr. Wiwin Sulistyawati, ST. MT  
Ka. Prodi

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 23 Juni 2022

## **HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING**

### **ANALISIS STRUKTUR BALING-BALING KAPAL DENGAN MENGGUNAKAN *FINITE ELEMENT METHOD***

Disusun Oleh:

**ABDUH ZUHDI**

1810313036

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

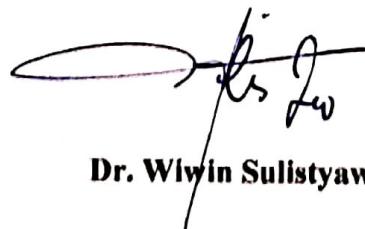


**Purwo Joko Suranto, ST. MT.**



**Dr. Damora Rhakasywi, ST.  
MT, IPP**

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 : Abduh Zuhdi

NIM : 1810313036

Program Studi : Teknik Perkapalan

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

Jakarta, 12 Juni 2022

Yang Menyatakan,



Abduh Zuhdi

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI**  
**SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN PUBLIKASI**

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

Nama : Abduh Zuhdi

NIM : 1810313036

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Perkapalan

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

**“ANALISIS STRUKTUR BALING-BALING KAPAL DENGAN  
MENGGUNAKAN *FINITE ELEMENT METHOD*”**

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 : 07 Juli 2022

Yang menyatakan,



Abduh Zuhdi

# **ANALISIS STRUKTUR BALING-BALING KAPAL DENGAN MENGGUNAKAN *FINITE ELEMENT METHOD***

**ABDUH ZUHDI**

## **ABSTRAK**

Baling-baling pada kapal mengubah daya dari mesin induk menjadi daya dorong agar kapal dapat berjalan di air. Beban hidrodinamik yang bekerja pada baling-baling kapal secara terus menerus mengakibatkan kekuatan material baling-baling sampai pada titik lelahnya (*fatigue*). Pada penelitian ini dilakukan analisa tekanan akibat beban hidrodinamis dengan menggunakan *ANSYS Fluent* sebagai data input yang dipakai untuk menganalisa *fatigue life* dan menemukan letak dari *hotspot stress* melalui *ANSYS Structural*. Pembebaan dilakukan dengan variasi kecepatan inlet 3 m/s, 4 m/s, 5.45 m/s, 6.5 m/s dan 7 m/s. Berdasarkan analisa yang dijalankan, hasil terbaik ada di material *copper alloy* dengan nilai *stress* sebesar 18.41 Pa dan siklus minimum sebesar  $3.43 \times 10^8$  serta *hotspot stress* ada di daerah *root* bagian *back* dari baling-baling kapal yang dianalisa. Setelah semua nilai *stress* dan siklus didapatkan maka perkiraan umur material baling-baling kapal tersebut adalah 32.5 Tahun.

**Kata kunci:** *Propeller, Fluent, Hotspot stress , Static Structural, Fatigue Life*

# **STRUCTURE ANALYSIS OF PROPELLER USING FINITE ELEMENT METHOD**

**ABDUH ZUHDI**

## **ABSTRACT**

*The propellers on the ship convert the power from the main engine into propulsion so the ship can run on water. The hydrodynamic load acting on the ship's propeller continuously results in the strength of the propeller material to the point of fatigue. In this study, a pressure analysis due to hydrodynamic load was carried out using ANSYS Fluent as input data used to analyze fatigue life and find the location of the stress hotspot through Structural ANSYS. The loading was carried out with variations in the inlet speed of 3 m/s, 4 m/s, 5.45 m/s, 6.5 m/s and 7 m/s. Based on the analysis carried out, the best results are in the copper alloy material with a stress value of 18.41 Pa and a minimum cycle of  $3.43 \times 10^8$  and the stress hotspot is in the root area of the back of the analyzed ship's propeller. After all stress and cycle values are obtained, the estimated age of the ship's propeller material is 32.5 years.*

**Keywords:** Propeller, Fluent, Hotspot stress , Static Structural, Fatigue Life

## KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT Yang Maha kuasa, karena atas seluruh berkat rahmat dan hidayahNya, penulis bisa menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis struktur baling-baling kapal dengan menggunakan *Finite Element Method* dalam rangka memenuhi syarat pencapaian gelar Sarjana Teknik pada Program Pendidikan Teknik Perkapalan Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Dalam proses penulisan skripsi dan penyelesaian studi, penulis menerima banyak bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung ataupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang tulus khususnya kepada :

1. Dr. Ir. Reda Rizal, M.Si. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.
2. Dr. Wiwin Sulistyawati, ST, MT. Selaku Kaprodi Teknik Perkapalan,yang selalu memberikan saran serta masukan kepada penulis agar mampu menyelesaikan skripsi ini.
3. Purwo Joko Suranto, ST, MT. Selaku Pembimbing I yang selalu memberikan bantuan dan masukan kepada penulis dalam proses penyelesaian skripsi ini.
4. Dr. Damora Rhakasywi, S.T,M.T,IPP Selaku Pembimbing II yang selalu memberikan bantuan dan masukan kepada penulis dalam proses penyelesaian skripsi ini.
5. Kedua orang tua saya yang tercinta, Ibu Efril dan Bapak Achmad, yang telah memberikan penulis dukungan dan doa yang tidak ada habisnya selama penulis menyusun skripsi.
6. Saudara dan saudari Maritim 2018 yang saling berbagi ilmu serta memberikan dukungan selama penulisan skripsi berlangsung.
7. Terima kasih untuk semua pihak terlibat yang tidak mampu penulis sebutkan satu persatu, yg telah memberikan dukungan dan semangat kepada penulis

Sebagai manusia yang tidak luput dari kesalahan, penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini jauh dari kata sempurna. Hal tersebut dikarenakan keterbatasan kemampuan dari ilmu pengetahuan yang di miliki oleh penulis. Oleh

karena itu penulis meminta maaf sebesar-besarnya atas kekurangan dan kesalahan dalam penulisan skripsi ini dan menerima berbagai macam kritikan yang bersifat membangun.

Terakhir, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi siapapun yang membacanya.

Jakarta, 16 Juni 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING .....	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS .....	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	v
ABSTRAK .....	vi
<i>ABSTRACT</i> .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	1
1.3 Rumusan Masalah .....	1
1.4 Batasan Masalah .....	2
1.5 Manfaat Penelitian .....	2
1.6 Sistematika Penulisan .....	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengenalan <i>propulsor</i> (alat gerak kapal).....	4
2.1.1 <i>Fixed Pitch Propeller</i> .....	4
2.1.2 <i>Ducted Propeller</i> .....	5
2.1.3 <i>Contra-Rotating Propeller</i> .....	5
2.1.4 <i>Overlapping Propeller</i> .....	6
2.1.5 <i>Controllable Pitch Propeller(CPP)</i> .....	7
2.2 <i>Propeller</i> berdaun 4.....	7
2.3 <i>Propeller B-Series</i> .....	7
2.4 <i>Copper Alloy</i> .....	8
2.5 Pengertian metode <i>FEM</i> .....	9

## BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram alur penelitian .....	10
3.2 Studi Literatur .....	10
3.3 Pengumpulan Data .....	11
3.4 Pemodelan <i>propeller</i> .....	12
3.5 Simulasi pemodelan .....	12
3.6 Hasil dan pembahasan .....	12

## BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pembuatan Model.....	13
4.2 Analisa Nilai Tekanan Dengan <i>ANSYS FLUENT</i> .....	14
4.2.1 Tahap Pre Processing.....	14
4.2.2 Tahap <i>Solver</i> .....	16
4.2.3 Nilai Konvergensi .....	18
4.2.4 Tahap <i>Post Processor</i> .....	18
4.3 Analisa Kelelahan Dan Kekuatan Pada Material Dengan <i>ANSYS STRUCTURAL</i> .....	23
4.3.1 Material.....	23
4.3.2 <i>Meshing</i> Pada Model.....	24
4.3.3 Pemilihan Boundary Condition.....	25
4.3.4 <i>Importing Load</i> .....	26
4.3.5 <i>Hotspot Stress</i> .....	29
4.3.6 <i>Fatigue Analysis</i> .....	34
4.4 Perhitungan Umur Material.....	37
4.5 Tahap Validasi.....	39
4.5.1 Validasi Pada Hasil Analisa <i>Fatigue Material</i> .....	39
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>41</b>
5.1 Kesimpulan.....	41
5.2 Saran .....	41

## DAFTAR PUSTAKA

## RIWAYAT HIDUP

## LAMPIRAN

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 4.1 <i>Boundary Physics For FFF</i> .....	16
Tabel 4.2 <i>Domain Physics For FFF</i> .....	16
Tabel 4.3 <i>Methods Control</i> .....	16
Tabel 4.4 Nilai Konvergensi.....	18
Tabel 4.5 <i>Contour pressure</i> .....	19
Tabel 4.6 <i>Material Properties In ANSYS</i> .....	24
Tabel 4.7 <i>Material Properties</i> .....	24
Tabel 4.8 <i>Imported Pressure</i> .....	26
Tabel 4.9 <i>Equivalent(Von-Mises) Stress</i> .....	30
Tabel 4.10 <i>Fatigue Analysis(Life)</i> .....	35
Tabel 4.11 <i>First-Order Fatigue</i> .....	37
Tabel 4.12 <i>Fatigue Life Material</i> .....	38

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Fixed Pitch Propeller</i> .....	5
Gambar 2.2 <i>Ducted Propeller</i> .....	5
Gambar 2.3 <i>Contra-rotating propeller</i> .....	6
Gambar 2.4 <i>Overlapping Propeller</i> .....	6
Gambar 2.5 <i>Controllable Pitch Propeller (CPP)</i> .....	7
Gambar 2.6 <i>Nickel-Alumunium Bronze(NAB)</i> .....	8
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian.....	10
Gambar 4.1 <i>Visualisasi Propeller Dari Solidworks</i> .....	13
Gambar 4.2 <i>boundary building</i> .....	14
Gambar 4.3 Hasil <i>Meshing</i> Pada <i>Propeller Dan Boundary Building</i> .....	14
Gambar 4.4 <i>Viscous Model</i> .....	15
Gambar 4.5 <i>Residual Monitors</i> .....	17
Gambar 4.6 Hasil <i>Running Calculations</i> .....	17
Gambar 4.7 Grafik Konvergen.....	18
Gambar 4.8 <i>Front Side Propeller Velocity Inlet 3 m/s</i> .....	19
Gambar 4.9 <i>Back Side Propeller Velocity Inlet 3 m/s</i> .....	19
Gambar 4.10 <i>Front Side Propeller Velocity Inlet 4 m/s</i> .....	20
Gambar 4.11 <i>Back Side Propeller Velocity Inlet 4 m/s</i> .....	20
Gambar 4.12 <i>Front Side Propeller Velocity Inlet 5.45 m/s</i> .....	20
Gambar 4.13 <i>Back Side Propeller Velocity Inlet 5.45 m/s</i> .....	21
Gambar 4.14 <i>Front Side Propeller Velocity Inlet 6.5 m/s</i> .....	21
Gambar 4.15 <i>Back Side Propeller Velocity Inlet 6.5 m/s</i> .....	22

Gambar 4.16 <i>Front Side Propeller Velocity Inlet 7 m/s</i> .....	22
Gambar 4.17 <i>Back Side Propeller Velocity Inlet 7 m/s</i> .....	23
Gambar 4.18 <i>Material Properties Untuk Copper Alloy</i> .....	23
Gambar 4.19 Hasil <i>Meshing Pada Propeller</i> .....	25
Gambar 4.20 Penentuan <i>Fixed Support</i> .....	25
Gambar 4.21 <i>Import Pressure</i> .....	26
Gambar 4.22 <i>Grafik Imported Pressure</i> .....	27
Gambar 4.23 <i>Front Side Imported Pressure Speed Inlet 4 m/s</i> .....	27
Gambar 4.24 <i>Back Side Imported Pressure Speed Inlet 4 m/s</i> .....	28
Gambar 4.25 <i>Front Side Imported Pressure Speed Inlet 7 m/s</i> .....	28
Gambar 4.26 <i>Back Side Imported Pressure Speed Inlet 7 m/s</i> .....	29
Gambar 4.27 <i>Equivalent(Von-Mises) Stress Graphic(Min)</i> .....	30
Gambar 4.28 <i>Equivalent(Von-Mises) Stress Graphic(Max)</i> .....	31
Gambar 4.29 <i>Equivalent(Von-Mises) Stress(Min)-Structural Steel</i> .....	31
Gambar 4.30 <i>Equivalent(Von-Mises) Stress(Max)-Structural Steel</i> .....	32
Gambar 4.31 <i>Equivalent(Von-Mises) Stress(Min)-Copper Alloy</i> .....	32
Gambar 4.32 <i>Equivalent(Von-Mises) Stress(Max)-Copper Alloy</i> .....	33
Gambar 4.33 <i>Equivalent(Von-Mises) Stress(Min)-Alumunium Alloy</i> .....	33
Gambar 4.34 <i>Equivalent(Von-Mises) Stress(Max)-Alumunium Alloy</i> .....	34
Gambar 4.35 <i>Fatigue Life Cycle Graphic(Min)</i> .....	35
Gambar 4.36 <i>Fatigue Life Cycle Graphic(Max)</i> .....	36
Gambar 4.37 <i>Fatigue Life Cycle Copper Alloy Speed Inlet 6.5m/s</i> .....	36
Gambar 4.38 <i>Fatigue Life Cycle Copper Alloy Speed Inlet 7m/s</i> .....	36
Gambar 4.39 <i>Fatigue Life Graphic</i> .....	39
Gambar 4.40 <i>Comparison between Fatigue Life Journal Propeller</i> .....	40

## **DAFTAR LAMPIRAN**

- |            |                                   |
|------------|-----------------------------------|
| Lampiran 1 | : Lembar Konsultasi Pembimbing I  |
| Lampiran 2 | : Lembar Konsultasi Pembimbing II |