



**ANALISIS TEGANGAN PADA FENDER KAPAL TIPE
SETENGAH PIPA DENGAN FENDER TIPE M
MENGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA**

SKRIPSI

IKHWAL IMAM REZALDY

1810313045

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGAM STUDI TEKNIK PERKAPALAN
2022**



**ANALISIS TEGANGAN PADA FENDER KAPAL TIPE
SETENGAH PIPA DENGAN FENDER TIPE M
MENGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

IKHWAL IMAM REZALDY

1810313045

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERKAPALAN

2022

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Ikhwal Imam Rezaldy
NIM : 1810313045
Program Studi : Teknik Perkapalan
Judul Skripsi : Analisis Perbandingan Tegangan pada Fender Kapal Tipe Setengah Pipa dengan Fender Tipe M Menggunakan Metode Elemen Hingga

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.



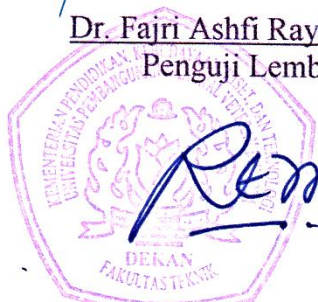
Dr. Wiwin Sulistyawati, ST. MT
Penguji Utama



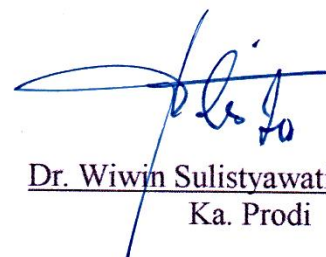
Dr. Fajri Ashfi Rayhan, ST. MT
Penguji Lembaga



Purwo Joko Suranto, ST. MT
Pembimbing



Dr. Ir. Reda Rizal, B.Sc. M.Si. IPU
Dekan



Dr. Wiwin Sulistyawati, ST. MT
Ka. Prodi

Ditetapkan di : Jakarta
Tanggal Ujian : 23 Juni 2022

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

*ANALISIS PERBANDINGAN TEGANGAN PADA FENDER KAPAL TIPE SETENGAH
PIPA DENGAN FENDER TIPE M MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA*

Disusun Oleh:

IKHWAL IMAM REZALDY

1810313045

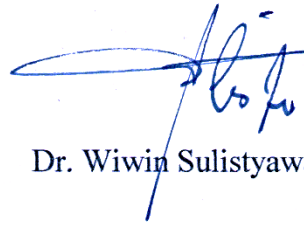
Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

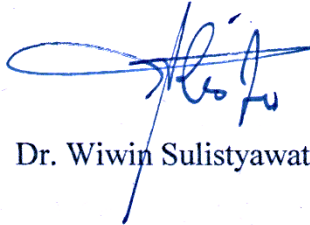


Purwo Joko Suranto, ST. MT



Dr. Wiwin Sulistyawati, ST. MT

Kepala Program Studi S-1 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 : Ikhwal Imam Rezaldy

NIM : 1810313045

Program Studi : Teknik Perkapalan

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

Jakarta, 17 Juni 2022

Yang Menyatakan,

A handwritten signature in black ink is written over a yellow and red revenue stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text 'SEPULUH RIBU RUPIAH', '10000', and 'METERAI TEMPEL'. Below the stamp, the alphanumeric code 'AC27BAJX919922782' is printed.

Ikhwal Imam Rezaldy

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN PUBLIKASI

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

Nama : Ikhwal Imam Rezaldy

NIM : 1810313045

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 PERBANDINGAN TEGANGAN PADA FENDER KAPAL
TIPE SETENGAH PIPA DENGAN FENDER TIPE M MENGGUNAKAN
METODE ELEMEN HINGGA”**

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 : 17 Juni 2022

Yang menyatakan,



(Ikhwal Imam Rezaldy)

ANALISIS TEGANGAN PADA FENDER KAPAL TIPE SETENGAH PIPA DENGAN FENDER TIPE M MENGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA

Ikhwal Imam Rezaldy

ABSTRAK

Fender adalah suatu bagian dari struktur yang berfungsi meredam energi dari suatu tubrukan. *Marine Fender* yang berfungsi untuk meredam energi tumbukkan kapal ke dermaga maupun kapal lainnya. Fender ini ditempatkan pada dermaga maupun kapal. Energi tubrukan ditransfer menjadi reaksi pada struktur dermaga. Beban yang timbul dari tubrukan yang setiap saat dapat terjadi pada setiap kapal dapat menimbulkan banyak masalah seperti yang signifikan pada lambung kapal, misalnya kerusakan, keretakan, deformasi, dan lain-lain. Bervariasinya bentuk fender yang memiliki nilai distribusi tegangan yang berbeda satu sama lain memerlukan analisis local stress dengan bantuan perangkat lunak berbasis elemen hingga. Analisa metode elemen hingga dapat dilakukan menggunakan berbagai perangkat lunak. Penulis memilih menggunakan perangkat lunak ANSYS. Perangkat lunak ini dipilih karena dapat menghitung energi potensial dari suatu material dengan beban terpusat oleh energi berlabuh kapal. Analisa hanya berfokus pada fender, dengan melakukan simulasi pada fender tipe M dan setengah pipa yang ditempelkan pada kapal RoRo dengan ukuran LPP = 1900t, LBP = 60 m, B = 12 m, dan $D_1 = 4\text{m}$. Energi berlabuh abnormal yang sesuai $E_a = 66,6\text{ kN}$ dihitung menggunakan ketentuan yang sudah diregulasikan dengan $V_B = 0,15\text{ m/s}$ dan $C_E = 1,0$, dan mengambil $F_s = 2,0$. Dengan variasi sudut yang digunakan adalah 0° ; $2,5^\circ$; 5° ; $7,5^\circ$; dan 10° . Analisa tersebut bertujuan untuk mengetahui karakteristik tegangan dan nilai tegangan besar pada fender.

Kata kunci: analisis, tegangan, fender, standar keamanan

STRESS ANALYSIS ON HALF-PIPE TYPE SHIP FENDER AND M TYPE FENDER USING FINITE ELEMENT METHOD

Ikhwal Imam Rezaldy

ABSTRACT

Fender is a part of the structure whose function is absorbing the energy from a collision. Marine fender which serves to absorb the energy of the collision of ships to the dock or other ships. These fenders are placed on docks or ships. The impact energy is transferred to the reaction in the wharf structure. Loads arising from collisions that can occur at any time on any ship can cause many problems such as those that are significant to the hull, for example, damage, cracks, deformation, and others. The various forms of fenders with different stress distribution values require a local stress analysis with the help of finite element-based software. Finite element method analysis can be done using various software. The author chose to use the ANSYS software. This software was chosen because it can calculate the potential energy of a material with a load that is charged by the ship's berthing energy. The analysis only focuses on fenders, by simulating type M fenders and half pipes attached to RoRo vessel with sizes $LPP = 1900t$, $LBP = 60\text{ m}$, $B = 12\text{ m}$, and $D_1 = 4\text{ m}$. The corresponding abnormal berthing energy $Ea = 66.6\text{ kN}$ was calculated using the regulated conditions with $V_B = 0.15\text{ m/s}$ and $CE = 1.0$, and took $Fs = 2.0$. With variations of the angle used are 0° ; 2.5° ; 5° ; 7.5° ; and 10° . The analysis aims to determine the characteristics of the stress and the value of the maximum stress on the fenders.

Keywords: analysis, stress, fender, safety standard

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi berjudul “PERBANDINGAN TEGANGAN PADA FENDER KAPAL TIPE SETENGAH PIPA DENGAN FENDER TIPE M MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA”. Penulisan laporan skripsi ini ditujukan sebagai syarat kelulusan untuk menempuh gelar sarjana teknik pada Program Studi S-1 Teknik Perkapalan Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Laporan skripsi ini disusun berdasarkan hasil yang diperoleh melalui simulasi dan perhitungan yang telah dilakukan selama semester genap T.A. 2021/2022. Penulisan laporan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak sehingga penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. orang tua penulis yang telah memberikan doa dan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini;
2. dekan dan para wakil dekan di lingkungan Fakultas Teknik UPN Veteran Jakarta;
3. Dr. Wiwin Sulistyawati, ST, MT, selaku Kepala Program Studi Teknik Perkapalan UPN Veteran Jakarta dan dosen pembimbing II;
4. Purwo Joko Suranto, ST, MT, selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan saran kepada penulis dalam rangka penyusunan skripsi ini;
5. teman-teman yang sudah memberikan bantuan dan dukungan agar tetap semangat dan tidak menyerah selama penulis menyusun skripsi khususnya sahabat penulis: Erlangga Saputra, serta teman-teman angkatan 2018 Teknik Perkapalan UPNVJ;
6. seluruh pihak dan rekan-rekan di luar kampus yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan masalah teknis selama pembuatan skripsi.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan skripsi ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis memohon saran dan

kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaan laporan ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri dan juga pembaca.

Jakarta, 17 Juni 2022

Penulis

DAFTAR ISI

	hlm
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 GRAFIK	xv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Fender	5
2.2 Berthing Energy (E_N)	7
2.3 Pemilihan Fender.....	17
2.4 Kekuatan Rubber Fender	22
2.5 Faktor Keamanan	23
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	25
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	25
3.2 Identifikasi Masalah	26
3.3 Studi Literatur dan Penelusuran Artikel Referensi.....	26

3.4	Pengolahan dan perhitungan data	26
3.5	Penentuan Variasi Fender	28
BAB 4 PERHITUNGAN DAN ANALISIS		29
4.1	Pemodelan Fnder dengan Elemen Hingga	29
4.2	Perhitungan <i>Brething Energy</i> (E_N)	30
4.3	Analisis Pemodelan Komputer	31
4.4	Rekapitulasi Hasil Analisis	37
4.5	Perbandingan Fender M dengan Setengah Pipa	52
BAB 5 PENUTUP		54
5.1	Kesimpulan	55
5.2	Saran	55
DAFTAR PUSTAKA		
RIWAYAT HIDUP		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

	hlm.
Gambar 2.1 Grafik Approach Velocity (VB).....	10
Gambar 2.2. Gambar Koefisien Blok.....	11
Gambar 2.3 Pengaruh added mass terhadap berthing ship	12
Gambar 2.4 Faktor yang mempengaruhi eccentricity coefficient (CE).....	13
Gambar 2.5 Kondisi Side Berthing	14
Gambar 2.6 Kondisi midship contact.....	14
Gambar 2.7 Struktur dermaga tertutup/solid	15
Gambar 2.8 Struktur dermaga setengah terbuka	15
Gambar 2.9 Struktur dermaga terbuka	15
Gambar 2.10 Elastisitas lambung kapal menyerap berthing energy	15
Gambar 2.11 Bow radius.....	19
Gambar 2.12 Bow flare	20
Gambar 2.13 Kontak fender dengan kapal	21
Gambar 2.14 Sudut berlabuh flare, bow radius, dan dolphin.....	21
Gambar 2.15 Defleksi fender	22
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....	24
Gambar 3.2 dimensi fender cone oleh Ezkenazi & WAng, 2015.	26
Gambar 3.3 Dimensi fender setengah pipa	26
Gambar 3.4 Dimensi fender M	27
Gambar 4.1 Analisis modul ansys static structural	30
Gambar 4.2a Model Fender tipe M.....	30
Gambar 4.2b Model Fender tipe setengah pipa	30
Gambar 4.3 Nilai koefisien material mooney rivlin 5 parameter.....	31
Gambar 4.4 Pengaturan <i>boundary</i> dan inputnya.....	31
Gambar 4.5 Setting pada Ansys Static Sructural	33
Gambar 4.6 Meshing pada model referensi	34
Gambar 4.7 Meshing pada model fender M	35
Gambar 4.8 Meshing pada model fender setengah pipa	35
Gambar 4.9 Tegangan pada fender cone pada sudut 0°	38
Gambar 4.10 Tegangan pada fender cone pada sudut 2,5°	39

Gambar 4.11 Tegangan pada fender cone pada sudut 5°	39
Gambar 4.12 Tegangan pada fender cone pada sudut $7,5^{\circ}$	40
Gambar 4.13 Tegangan pada fender cone pada sudut 10°	40
Gambar 4.14a Tegangan pada fender M pada sudut 0°	41
Gambar 4.14b Tegangan pada fender M pada sudut 0° tampak samping.....	41
Gambar 4.15a Tegangan pada fender M pada sudut $2,5^{\circ}$	42
Gambar 4.15b Tegangan pada fender M pada sudut $2,5^{\circ}$ tampak samping.....	42
Gambar 4.16a Tegangan pada fender M pada sudut 5°	43
Gambar 4.16b Tegangan pada fender M pada sudut 5° tampak samping.....	43
Gambar 4.17a Tegangan pada fender M pada sudut $7,5^{\circ}$	44
Gambar 4.17b Tegangan pada fender M pada sudut $7,5^{\circ}$ tampak samping.....	44
Gambar 4.18a Tegangan pada fender M pada sudut 10°	45
Gambar 4.18b Tegangan pada fender M pada sudut 10° tampak samping.....	45
Gambar 4.19a Tegangan pada fender D pada sudut 0°	46
Gambar 4.19b Tegangan pada fender D pada sudut 0° tampak samping	46
Gambar 4.20a Tegangan pada fender D pada sudut $2,5^{\circ}$	47
Gambar 4.20b Tegangan pada fender D pada sudut $2,5^{\circ}$ tampak samping	47
Gambar 4.21a Tegangan pada fender D pada sudut 5°	48
Gambar 4.21b Tegangan pada fender D pada sudut 5° tampak samping	48
Gambar 4.22a Tegangan pada fender D pada sudut $7,5^{\circ}$	49
Gambar 4.22b Tegangan pada fender D pada sudut $7,5^{\circ}$ tampak samping	49
Gambar 4.23a Tegangan pada fender D pada sudut 10°	50
Gambar 4.23b Tegangan pada fender D pada sudut 10° tampak samping	50
Gambar 4.15 Tegangan pada fender M pada sudut 0°	51
Gambar 4.16 Tegangan pada fender M pada sudut 0°	51
Gambar 4.17 Tegangan pada fender M pada sudut 0°	52
Gambar 4.18 Tegangan pada fender M pada sudut 0°	52

DAFTAR TABEL

	hlm.
Tabel 2.1 Safety Factor pada tiap jenis kapal (F_s)	10
Tabel 2.2 Rasio C_b kapal	12
Tabel 2.3 Persamaan Perhitungan added mass	13
Tabel 2.4 Nilai C_c yang direkomendasikan PIANC	15
Tabel 2.5 Uji kekerasan rubber fender	23
Tabel 4.2 Nilai gaya reaksi fender referensi	37–38
Tabel 4.3 Nilai tegangan maksimal ketiga fender.....	52

DAFTAR GRAFIK

	hlm.
Grafik 4.1 Tegangan dan renggangan material Mooney Rivlin.....	33
Grafik 4.2 Gaya reaksi hasil simulasi fender referensi	38
Grafik 4.3 Gaya reaksi pada fender referensi dari artikel	38
Grafik 4.4 Tegangan Maksimum Fender Cone, Fender M, dan Fender Setengah Pipa.....	52

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Lembar Konsultasi Pembimbing I

Lampiran 2 Lembar Konsultasi Pembimbing II