



**ANALISIS TEKANAN RUBBER FENDER TIPE
SQUARE, TIPE D DAN TIPE *CONE* TERHADAP BODY
KAPAL MENGGUNAKAN METODE ELEMEN
HINGGA**

SKRIPSI

**ADNEL IAN CHRIST PARDOMUAN SIMANJUNTAK
2010313024**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERKAPALAN
2024**



**ANALISIS TEKANAN RUBBER FENDER TIPE
SQUARE, TIPE D DAN TIPE *CONE* TERHADAP BODY
KAPAL MENGGUNAKAN METODE ELEMEN
HINGGA**

SKRIPSI

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

ADNEL IAN CHRIST PARDOMUAN SIMANJUNTAK

2010313024

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERKAPALAN
2024**

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh:

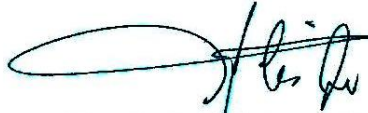
Nama : Adnel Ian Christ Pardomuan Simanjuntak

NIM : 2010313024

Program Studi : S1 Teknik Perkapalan

Judul Skripsi : Analisis Tekanan Rubber Fender Tipe *Square*, Tipe D dan Tipe *Cone* Terhadap Body Kapal 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



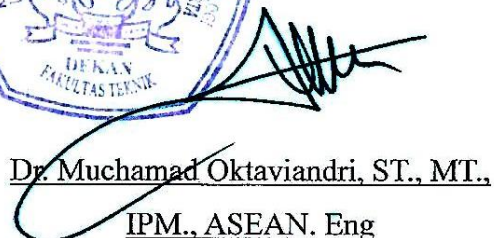
Dr. Ir. Fajri Ashfi Rayhan, ST., MT

Penguji Lembaga



Ir. Amir Marasabessy, M.T., IPM

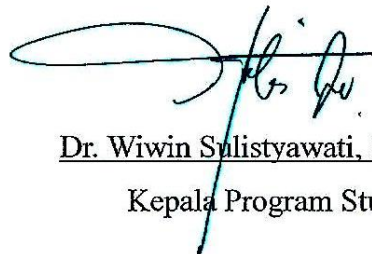
Pembimbing



Dr. Muchamad Oktaviandri, ST., MT.,

IPM., ASEAN. Eng

Plt. Dekan Fakultas Teknik



Dr. Wiwin Sulistyawati, ST., MT

Kepala Program Studi

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 11 Juli 2024

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

ANALISIS TEKANAN RUBBER FENDER TIPE *SQUARE*, TIPE D DAN
TIPE *CONE* TERHADAP BODY KAPAL MENGGUNAKAN METODE
ELEMEN HINGGA

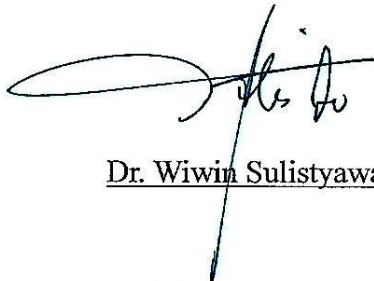
Disusun Oleh:

Adnel Ian Christ Pardomuan Simanjuntak

2010313024

Menyetujui,

Pembimbing I



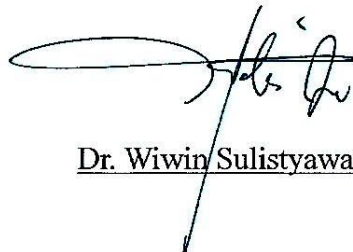
Dr. Wiwin Sulistyawati, ST., MT

Pembimbing II



Purwo Joko Suranto, S.T., M.T

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 : Adnel Ian Christ Pardomuan Simanjuntak

NIM : 2010313024

Program Studi : S1 Teknik Perkapalan

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

Depok, 26 Juli 2024

Yang menyatakan,



Adnel Ian Christ

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

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

Nama : Adnel Ian Christ Pardomuan Simanjuntak

NIM : 2010313024

Program Studi : S1 Teknik Perkapalan

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

**“ANALISIS TEKANAN RUBBER FENDER TIPE *SQUARE*, TIPE D
DAN TIPE *CONE* TERHADAP BODY KAPAL 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 : Depok

Pada tanggal : 26 Juli 2024

Yang menyatakan,



Adnel Ian Christ

ANALISIS TEKANAN RUBBER FENDER TIPE *SQUARE*, TIPE D DAN TIPE *CONE* TERHADAP BODY KAPAL MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA

Adnel Ian Christ Pardomuan Simanjuntak

ABSTRAK

Kapal ferry adalah kapal penyeberangan yang dirancang untuk membawa penumpang dan kendaraan, sehingga sering kali mengalami benturan dengan dermaga yang dapat membahayakan lambung kapal. Oleh karena itu, peran karet fender sangat penting dalam menjaga integritas kapal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis fender mana yang paling efektif dalam menahan tekanan yang diberikan. Jenis fender yang digunakan dalam penelitian ini meliputi fender cone, fender square, dan tipe D. Setiap fender dianalisis dengan variasi tekanan (420.7 N, 600 N, 800 N) dan variasi sudut (0° ; $2,5^\circ$; 5° ; dan $7,5^\circ$). Simulasi dilakukan menggunakan metode elemen hingga (FEM) dengan software Simscale, menghasilkan nilai tekanan yang dapat diterima oleh lambung kapal (MPa). Hasil penelitian menunjukkan bahwa besar ukuran fender tidak mempengaruhi tekanan yang diterima lambung kapal. Selain itu, sudut pemasangan fender juga mempengaruhi kapasitas tekanan yang dapat ditahan. Penelitian ini memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang peran karet fender dalam menahan tekanan yang dapat mempengaruhi keselamatan lambung kapal.

Kata Kunci : Karet fender, Kapal ferry, FEM, Simscale

ANALYSIS OF PRESSURE ON SQUARE, D-TYPE, AND CONE RUBBER FENDERS ON SHIP HULLS USING THE FINITE ELEMENT METHOD

Adnel Ian Christ Pardomuan Simanjuntak

ABSTRACT

A ferry is a type of vessel designed for transporting passengers and vehicles across bodies of water. Due to their function, ferries often experience collisions with docks, which can endanger the hull of the vessel. Thus, the role of rubber fenders is crucial in maintaining the ship's integrity. This research aims to determine which type of fender is most effective in withstanding applied pressure. The fender types used in this study include cone fenders, square fenders, and D-type fenders. Each fender was analyzed under varying pressures (420.7 N, 600 N, 800 N) and angles (0°; 2.5°; 5°; and 7.5°). Simulations were conducted using the Finite Element Method (FEM) with Simscale software, resulting in the pressure values that the ship's hull could tolerate (MPa). The study's findings indicate that the size of the fender does not significantly impact the pressure endured by the hull. Additionally, the angle of fender installation also affects the pressure capacity that can be withstood. This research provides a deeper understanding of the role of rubber fenders in withstanding pressures that may affect the safety of the ship's hull.

Keywords : Rubber fender, Ferry, FEM, Simscale

KATA PENGANTAR

Dengan segala puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, penulis sampaikan karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul " Analisis Tekanan Rubber Fender Tipe *Square*, Tipe D dan Tipe *Cone* Terhadap Body Kapal Menggunakan Metode Elemen Hingga". Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik di Fakultas Teknik, jurusan Teknik Perkapalan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang disebutkan di bawah ini.

1. Ibu Dr. Wiwin Sulistyawati, ST., MT. selaku Kepala Program Studi Teknik Perkapalan Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta dan juga dosen pembimbing I yang telah membantu penulis sehingga skripsi ini dapat selesai.
2. Pak Purwo Joko Suranto, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II yang telah membantu dan mengarahkan sehingga skripsi ini dapat selesai tepat waktu.
3. Orang tua penulis yang sudah memberikan bantuan dan juga semangat selama penulis menyusun skripsi.
4. Bintang dan Dosrim yang sudah memberikan semangat dan hiburan.
5. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Teknik Perkapalan UPN Veteran Jakarta yang telah memberikan arahan serta ilmunya selama masa perkuliahan.
6. Saudara dan saudari Maritim yang senantiasa dalam suka dan duka serta berbagi ilmu yang dimiliki serta memberi semangat dan dukungan.
7. Terimakasih juga kepada seluruh anggota Tim Teori yang sudah saling memberikan semangat dan support dalam hal apapun.

Sebagai penutup, penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukannya, terutama dalam pengembangan ilmu di bidang ekonomi. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih belum sempurna, sehingga

sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan di masa depan.

Depok, Juni 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	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	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
1.6 Sistematika Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Berthing.....	4
2.2 Fender.....	4
2.2.1. Karet Fender D.....	4
2.2.2. Karet Fender Tipe <i>Square</i>	5
2.2.3. Karet Fender Tipe <i>Cone</i>	5
2.3 <i>Berthing Energy (En)</i>	5
2.3.1. <i>Abnormal Berthing Energy (EA)</i>	6
2.3.2. Approach Velocity (<i>VB</i>)	7
2.3.3. <i>Midship Contact</i>	8
2.4 Pemilihan Fender	8
2.5 Jarak Fender	8

2.6	<i>Tensile Strength</i>	9
2.7	<i>Finite Element Method</i>	9
2.8	<i>Software</i>	9
2.8.1.	Onshape.....	9
2.8.2	Simscale	10
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		11
3.1	Diagram Alir.....	11
3.2	Identifikasi Masalah	12
3.3	Studi Literatur dan Penelusuran Artikel Referensi	13
3.4	Penetapan Model Lambung dan Fender.....	13
3.4.1	<i>Fender Cone</i>	13
3.4.2	Fender tipe D.....	14
3.4.3	<i>Fender Square</i>	14
3.4.4.	Lambung	15
3.5	Permodelan Lambung dan Variasi Fender	15
3.6	Variasi Penelitian.....	18
3.6.1	Sudut Sandar Kapal terhadap Dermaga	18
3.6.2	Variasi Tekanan terhadap Fender	19
3.7	Simulasi Finite Element Method (FEM) Menggunakan Simscale	19
3.7.1	Setting analisis pada software Simscale.....	19
3.7.2	Penetapan <i>fineness</i> pada proses <i>Meshing</i>	21
3.8	Proses Simulasi pada Software Simscale	23
3.9	Validasi dari Data Sekunder	23
3.10	Perbandingan Hasil Variasi Fender	24
BAB 4 ANALISIS VARIASI FENDER		25
4.1	Analisa Fender <i>Cone</i>	25
4.1.1	Simulasi Fender Cone Terhadap Variasi Tekanan dan Sudut.....	25
4.1.2.	Validasi data sekunder.....	31
4.2.	Analisa Fender <i>Square</i>	33
4.2.1.	Simulasi Fender Square Terhadap Variasi Tekanan dan Sudut	33
4.3.	Analisa Fender Type D	40
4.3.1.	Simulasi Fender Type D Terhadap Variasi Tekanan dan Sudut.....	40

4.4. Perbandingan Fender Cone, Square, Type D	46
4.4.1. Perbandingan pada tekanan 420.7 N.....	46
4.4.2. Perbandingan pada tekanan 600 N.....	48
4.4.3. Perbandingan pada tekanan 800 N.....	50
BAB 5 PENUTUP.....	53
5.1. Kesimpulan	53
5.2. Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA	
RIWAYAT HIDUP	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Safety factor pada setiap jenis kapal (<i>FS</i>)	6
Tabel 3. 1 Ukuran Utama Kapal	15
Tabel 3. 2 Variasi tekanan.....	19
Tabel 3. 3 Level <i>fineness</i> Simscale.....	22
Tabel 4. 1 Nilai gaya reaksi fender referensi	32
Tabel 4. 2 Nilai tegangan ketiga fender pada tekanan 420.7 N	46
Tabel 4. 3 Nilai regangan ketiga fender pada tekanan 420.7 N.....	47
Tabel 4. 4 Nilai tegangan ketiga fender pada tegangan 600 N	48
Tabel 4. 5 Nilai regangan ketiga fender pada tekanan 600 N.....	49
Tabel 4. 6 Nilai tegangan ketiga fender pada tegangan 800 N	50
Tabel 4. 7 Nilai regangan ketiga fender pada tekanan 800 N.....	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Grafik Approach Velocity (VB)	7
Gambar 2. 2 Kondisi tambatan Tengah kapal.....	8
Gambar 2. 3 Logo Onshape.....	10
Gambar 2. 4 Logo Simscale	10
Gambar 3. 1 Diagram Alir.....	12
Gambar 3. 2 Dimensi fender cone oleh PT MAHAMERU.....	13
Gambar 3. 3 Dimensi fender tipe D oleh PT MAHAMERU	14
Gambar 3. 4 Dimensi fender <i>square</i> oleh PT MAHAMERU.....	14
Gambar 3. 5 Data kapal diambil dari PT.SMI	15
Gambar 3. 6 model lambung kapal dari AutoCAD	16
Gambar 3. 7 model lambung kapal dari Onshape	16
Gambar 3. 8 Pembuatan fender square di onshape.....	17
Gambar 3. 9 Permodelan fender di Onshape	17
Gambar 3. 10 Model yang sudah jadi dengan gabungan antar objek.....	18
Gambar 3. 11 Variasi sudut.....	18
Gambar 3. 12 Pengaturan Simscale.....	20
Gambar 3. 13 Pengaturan Simscale.....	20
Gambar 3. 14 Pengaturan Simscale.....	21
Gambar 3. 15 Pengaturan Simscale.....	21
Gambar 3. 16 Grafik konvergensi	22
Gambar 3. 17 Pengaturan Meshing	23
Gambar 3. 18 Hasil Simulasi.....	23
Gambar 4. 1 Tegangan pada fender cone pada tekanan 420.7 N dan sudut 0°	25
Gambar 4. 2 Tegangan pada fender cone pada tekanan 420.7 N dan sudut 2.5°	26
Gambar 4. 3 Tegangan pada fender cone pada tekanan 420.7 N dan sudut 5°	26
Gambar 4. 4 Tegangan pada fender cone pada tekanan 420.7 N dan sudut 7.5°	27
Gambar 4. 5 Tegangan pada fender cone pada tekanan 600 N dan sudut 0°	27
Gambar 4. 6 Tegangan pada fender cone pada tekanan 600 N dan sudut 2.5°	28
Gambar 4. 7 Tegangan pada fender cone pada tekanan 600 N dan sudut 5°	28
Gambar 4. 8 Tegangan pada fender cone pada tekanan 600 N dan sudut 7.5°	29
Gambar 4. 9 Tegangan pada fender cone pada tekanan 800 N dan sudut 0°	29

Gambar 4. 10	Tegangan pada fender cone pada tekanan 800 N dan sudut 2.5°	30
Gambar 4. 11	Tegangan pada fender cone pada tekanan 800 N dan sudut 5°	31
Gambar 4. 12	Tegangan pada fender cone pada tekanan 800 N dan sudut 7.5°	31
Gambar 4. 14	Grafik dari jurnal Eskenazi, J., & Wang, J. (2015)	33
Gambar 4. 13	Grafik validasi dari Simscale	33
Gambar 4. 15	Tegangan pada fender square pada tekanan 420.7 N dan sudut 0°	34
Gambar 4. 16	Tegangan pada fender square pada tekanan 420.7 N dan sudut 2.5°	34
Gambar 4. 17	Tegangan pada fender square pada tekanan 420.7 N dan sudut 5°	35
Gambar 4. 18	Tegangan pada fender square pada tekanan 420.7 N dan sudut 7.5°	35
Gambar 4. 19	Tegangan pada fender square pada tekanan 600 N dan sudut 0°	36
Gambar 4. 20	Tegangan pada fender square pada tekanan 600 N dan sudut 2.5°	36
Gambar 4. 21	Tegangan pada fender square pada tekanan 600 N dan sudut 5°	37
Gambar 4. 22	Tegangan pada fender square pada tekanan 600 N dan sudut 7.5°	37
Gambar 4. 23	Tegangan pada fender square pada tekanan 800 N dan sudut 0°	38
Gambar 4. 24	Tegangan pada fender square pada tekanan 800 N dan sudut 2.5°	38
Gambar 4. 25	Tegangan pada fender square pada tekanan 800 N dan sudut 5°	39
Gambar 4. 26	Tegangan pada fender square pada tekanan 800 N dan sudut 7.5°	39
Gambar 4. 27	Tegangan pada fender type D pada tekanan 420.7 N dan sudut 0°	40
Gambar 4. 28	Tegangan pada fender type D pada tekanan 420.7 N dan sudut 2.5°	41
Gambar 4. 29	Tegangan pada fender type D pada tekanan 420.7 N dan sudut 5°	41
Gambar 4. 30	Tegangan pada fender type D pada tekanan 420.7 N dan sudut 7.5°	42
Gambar 4. 31	Tegangan pada fender type D pada tekanan 600 N dan sudut 0°	42
Gambar 4. 32	Tegangan pada fender type D pada tekanan 600 N dan sudut 2.5°	43
Gambar 4. 33	Tegangan pada fender type D pada tekanan 600 N dan sudut 5°	43
Gambar 4. 34	Tegangan pada fender type D pada tekanan 600 N dan sudut 7.5°	44
Gambar 4. 35	Tegangan pada fender type D pada tekanan 800 N dan sudut 2.5°	44
Gambar 4. 36	Tegangan pada fender type D pada tekanan 800 N dan sudut 2.5°	45
Gambar 4. 37	Tegangan pada fender type D pada tekanan 800 N dan sudut 5°	45
Gambar 4. 38	Tegangan pada fender type D pada tekanan 800 N dan sudut °	46
Gambar 4. 39	Grafik perbandingan tegangan variasi fender pada tekanan 420.7 N	47
Gambar 4. 40	Grafik perbandingan regangan variasi fender pada tekanan 420.7 N	48
Gambar 4. 41	Grafik perbandingan tegangan variasi fender pada tekanan 600 N	49

Gambar 4. 42	Grafik perbandingan regangan variasi fender pada tekanan 600 N.....	50
Gambar 4. 43	Grafik perbandingan tegangan variasi fender pada tekanan 800 N.....	51
Gambar 4. 44	Grafik perbandingan regangan variasi fender pada tekanan 800 N.....	52