

ANALISIS KEKUATAN STRUKTUR RAMP DOOR KAPAL MENGUNAKAN SIMULASI PEMBEBANAN

**Disusun untuk memenuhi persyaratan mencapai gelar Ahli Madya/Sarjana
Terapan**

**Dosen Pembimbing :
Oki Setiawan, S.T., M.Eng**



Disusun oleh:
FARID RAHMAN
4422202010

TEKNOLOGI REKAYASA PENGELASAN DAN FABRIKASI

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI BATAM

2026

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS KEKUATAN STRUKTUR RAMP DOOR KAPAL
MENGUNAKAN SIMULASI PEMBEBANAN**

TUGAS AKHIR

Disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar <Nama Gelar> pada
Program Studi D3/D4 <Nama Program Studi>

Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Batam

Disusun oleh :

FARID RAHMAN
4422201020

Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing.

Batam, 14, Juli, 2026

Dosen Pembimbing,



Oki Setiawan, S.T., M.Eng

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS KEKUATAN STUKTUR RAMP DOOR KAPAL
MENGUNAKAN SIMULASI PEMBEBANAN**

TUGAS AKHIR

Disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar S.Tr.T pada
Program Studi D4 Teknologi Rekayasa Pengelasan dan Fabrikasi
Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Batam

Disusun oleh :

FARID RAHMAN
4422201020

Telah diterima dan disetujui pada 4, Agustus, 2026

Penguji I



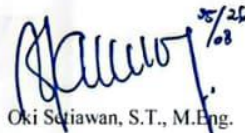
Meijani Mandhalena Manurung, S.T., M.T

Penguji II



Tian Hawwini, S.Si., M.A.

Dosen Pembimbing I



Oki Sotawati, S.T., M.Eng.

Koordinator Program Studi
Teknologi Rekayasa Pengelasan dan Fabrikasi



Nurul Laili Arifin, S.S.T, M.T.

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	: Farid Rahman
NIM	: 4422201020
Tahun terdaftar	: 2022
Program Studi	: Teknologi Rekayasa Pengelasan dan Fabrikasi
Jurusan	: Teknik Mesin

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Laporan Tugas Akhir ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan sumbernya secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dengan demikian saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur- unsur plagiasi dan apabila dokumen ilmiah Tesis ini dikemudian hari terbukti merupakan plagiasi dari hasil karya penulis lain dan/atau dengan sengaja mengajukan karya atau pendapat yang merupakan hasil karya penulis lain, maka penulis bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Batam, 3 Agustus 2026


Farid Rahman
4422201020

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kita panjatkan kehadiran Allah SWT, atas karunia nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan lancar dan tepat waktu.

Penulisan laporan tugas akhir yang berjudul “ANALISIS KEKUATAS STRUKTUR RAMP DOOR KAPAL DENGAN SIMULASI PEMBEBABAN” bertujuan untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan di program studi Teknologi Rekayasa Pengelasan dan Fabrikasi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Batam.

Dalam proses penulisan, Penulis menyadari bahwa kelancaran dalam penyelesaian laporan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dukungan dari berbagai pihak, Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besar nya kepada:

1. Orang tua penulis, Halimatus Sa'diyah dan Zamri yang telah memberikan do'a serta dukungan kepada penulis agar bisa menyelesaikan penulisan tugas akhir dan percaya bahwa penulis bisa melewati itu semua.
2. Pak Oki Setiawan, S.T., M.Eng. Selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan semangat untuk penulis agar bisa menyelesaikan penulisan tugas akhir dengan tepat waktu.
3. Seluruh staff Pengajar Jurusan Teknik Mesin khusus nya program studi Teknologi Rekayasa Pengelasan dan Fabrikasi yang telah memberikan ilmu dan pengalaman yang bermanfaat bagi penulis selama menempuh Pendidikan di Jurusan Teknik mesin.
4. Seluruh teman-teman kelas welding pagi akt pertama yang tidak bisa disebutkan satu persatu karena telah kebersamai penulis selama di perkuliahan.
5. Seluruh anggota grup “Tancapppppp” yang telah memberikan makna dan cerita bagi penulis selama menjalani keseharian selama perkuliahan.
6. Mentor sekaligus abang bagi penulis yaitu shawn dan frans yang telah membuka pikiran, membimbing, dan membantu penulis selama menyusun laporan tugas akhir.

7. Dzul fahmi febrian selaku sahabat penulis, tak banyak yang ingin di sampaikan hanya ucapan terima kasih atas semua yang telah dilalui bersama mulai dari awal masuk perkuliahan sampai dengan sekarang.
8. Laura shizuka mitza seseorang yang tidak sengaja bertemu di depan rumah dan sekarang menjadi kekasih penulis, karena telah menjadi pemantik semangat bagi penulis pada saat penulis sedang berleha-leha dan tidak semangat pada saat penyusunan tugas akhir.
9. Ucapan terima kasih untuk diri penulis sendiri karena telah berjuang sampai hari ini dan bertahan sehingga dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Harapan bagi penulis semoga tugas akhir ini dapat menjadi pembelajaran yang bermanfaat bagi semua orang, karena penulis menyadari bahwa masih ada kekurangan dalam tugas akhir ini, maka penulis dengan senang hati menerima masukan dan saran dari berbagai pihak, penulis akan terus belajar dan mengevaluasi dari laporan tugas akhir yang telah di selesaikan.

Batam, 10, Agustus 2026

Penyusun

Farid Rahman
4422201020

ABSTRAK

Untuk mempermudah proses bongkar muat, kapal tongkang dilengkapi dengan ramp door sebagai jembatan yang berfungsi untuk akses keluar masuk nya kendaraan maupun muatan yang akan diangkut kapal tersebut.” “Untuk mengatasi hal tersebut maka akan dilakukan analisis kekuatan struktur *ramp door* menggunakan simulasi pembebanan guna untuk mengetahui berapa beban aman yang dapat di terima oleh struktur *ramp door* tersebut.” Penelitian ini menganalisis kekuatan struktur *ramp door portable* pada kapal tongkang menggunakan simulasi pembebanan (SolidWorks Simulation) dan verifikasi perhitungan manual. Material yang digunakan adalah ASTM A36, dan beban uji diambil dari berat kendaraan nyata: dump truck dengan variasi beban 11,0–24,8 ton serta eskavator 19,9 ton. Parameter yang dianalisis meliputi tegangan ekuivalen (von Mises), tegangan lentur, dan tegangan geser, yang kemudian dibandingkan dengan tegangan ijin menurut aturan BKI/AICS. Hasil menunjukkan bahwa untuk beban maksimum dump truck 24.800 kg nilai von Mises dari simulasi sebesar 236,03 MPa, bending stress 153,96 MPa, dan shear stress 44,51 MPa, semuanya masih berada di bawah tegangan ijin masing-masing (250 MPa; 194 MPa; 125 MPa). Untuk beban eskavator 19.900 kg, nilai von Mises simulasi 194,01 MPa dan bending 130,78 MPa, juga memenuhi batas ijin. Dengan demikian struktur ramp door portable dinyatakan aman untuk dilewati kendaraan yang diuji.

Kata kunci: Ramp door portable; ASTM A36; SolidWorks Simulation; von Mises; tegangan ijin.

ABSTRACT

Ramp doors on barges serve as access bridges for loading and unloading vehicles and cargo, and they are subjected to both static and dynamic loads that can cause deformation or failure. This study analyzes the structural strength of a portable ramp door using SolidWorks Simulation and manual calculations. The ramp is modeled from 2D drawings and made of ASTM A36 steel. Load cases are based on real vehicle weights: dump trucks with varying loads (11.0–24.8 tonnes) and an excavator (19.9 tonnes). The analysis evaluates von Mises (equivalent) stress, bending stress, and shear stress, then compares results with allowable stresses from BKI/AICS rules. Simulation results for the maximum tested load (dump truck 24,800 kg) show a von Mises stress of 236.03 MPa, bending stress 153.96 MPa, and shear stress 44.51 MPa, all below the allowable limits (250 MPa; 194 MPa; 125 MPa respectively). The excavator case (19,900 kg) also meets the allowable stress criteria. Therefore, the portable ramp door model is concluded to be safe for the tested vehicle loads. The findings provide technical guidance for ramp door design and fabrication to ensure safe operational limits.

Keywords: Portable ramp door; ASTM A36; SolidWorks Simulation; von Mises; allowable stress

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR.....	ii
ABSTRAK	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Batasan Masalah/Ruang Lingkup.....	1
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Hasil penelitian/perancangan terdahulu	3
2.2 Dasar teori	4
2.2.1 Tongkang.....	4
2.2.2 <i>Ramp Door</i> Kapal	4
2.2.3 Tegangan (<i>stress</i>)	4
2.2.4 Tegangan lentur (<i>bending stress</i>).....	5
2.2.5 Tegangan geser (<i>shear stress</i>).....	5
2.2.6 Tegangan von mises (<i>von mises stress</i>)	6
2.2.7 Solidwork simulation solution	6
2.2.8 Tegangan ijin.....	6
2.2.9 Safety Factor	7
BAB III METODOLOGI	8
3.1 Metode Penelitian.....	8
3.2 Diagram alir.....	8
3.3 Objek Penelitian	8
3.3.1 Bahan dan spesifikasi ramp door	9
3.4 Variabel penelitian.....	10
3.5 Metode Pengumpulan Data	11
3.5.1 Perhitungan manual.....	11

3.5.2 Simulasi.....	11
3.6 Validasi data	14
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	15
4.1 Hasil.....	15
4.2 Pembahasan	16
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	18
5.1 Kesimpulan.....	18
5.2 Saran	18

DAFTAR TABEL

TABEL 3. 1 Spesifikasi Ramp Door.....	10
TABEL 3. 2 Material Propertis.....	10
TABEL 3. 3 Hasil perhitungan manual.....	11
TABEL 3. 4 Hasil simulasi	13
TABEL 3. 5 Selisih perhitungan manual dan simulasi	14
TABEL 4. 1 Validasi tegangan ijin menurut rules BKI.....	15
TABEL 4. 2 Validasi safety factor menurut rules BKI.....	15

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian.....	8
Gambar 3. 2 Desain struktur ramp door 2D.....	9
Gambar 3. 3 Desain Ramp door 3D.....	9
Gambar 3. 4 Apply material.....	11
Gambar 3. 5 Fixed geometry.....	12
Gambar 3. 6 External load	12
Gambar 3. 7 Hasil simulasi	12
Gambar 3. 8 Hasil simulasi	13
Gambar 3. 9 Hasil simulasi	13
Gambar 4. 1 Titik tegangan maksimum beban	16
Gambar 4. 2 Titik tegangan maksimum.....	16
Gambar 4. 3 Titik tegangan maksimum.....	16
Gambar 4. 4 Titik tegangan maksimum.....	17
Gambar 4. 5 Titik tegangan maksimum.....	17
Gambar 4. 6 Posisi ramp door.....	17

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara dengan sektor maritim dimana jalur perdagangan dan transportasi sebagian besar menggunakan jalur laut. Dengan meningkatnya sektor industri batu bara, sangat diperlukan suatu alat transportasi yang dapat menunjang kegiatan pemuatan dan distribusi batu bara, hal ini menjadikan kapal sebagai alat transportasi yang memungkinkan untuk mengangkut berbagai macam muatan dalam jumlah yang besar dan salah satu yang sering digunakan adalah kapal tongkang.

Untuk mempermudah proses bongkar muat, kapal tongkang dilengkapi dengan *ramp door* sebagai jembatan yang berfungsi untuk akses keluar masuk nya kendaraan maupun muatan yang akan diangkut kapal tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa ada beban yang bekerja pada konstruksi ramp door tersebut saat proses loading dan unloading mau itu beban statis ataupun dinamis yang dapat menyebabkan kegagalan seperti deformasi, keretakan dll.

Untuk mengatasi hal tersebut maka akan dilakukan analisis kekuatan struktur ramp door menggunakan simulasi pembebanan guna untuk mengetahui berapa beban aman yang dapat di terima oleh struktur ramp door tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Berapa tegangan maksimum yang terjadi pada ramp door dengan beberapa variasi beban
2. Berapa nilai safety factor pada konstruksi ramp door?

1.3 Batasan Masalah/Ruang Lingkup

Batasan masalah pada penelitian ini antara lain:

1. Tipe *ramp door* yang digunakan adalah *ramp door portable*
2. Beban yang akan digunakan pada saat simulasi adalah berat total dump truck dengan 100%, 75%, 50%, dan 25% kapasitas muatan dan berat total eskavator

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui berapa tegangan maksimum yang terjadi pada ramp door berdasarkan variasi beban yang diberikan
2. Untuk mengetahui berapa nilai safety factor ramp door tersebut

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian antara lain:

1. Manfaat bagi penulis: Untuk mengasah kemampuan dalam penggunaan metode pembebanan dan analisis
2. Manfaat bagi mahasiswa umum: memberikan contoh penerapan teori analisis kekuatan material dan struktur dalam kasus nyata di bidang perkapalan
3. Manfaat bagi perusahaan: Menyediakan data teknis terkait batas aman tegangan maksimum yang dapat diterima oleh *ramp door* kapal tongkang, sehingga dapat digunakan sebagai acuan dalam proses desain dan fabrikasi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hasil penelitian/perancangan terdahulu

Adapun penelitian terdahulu yang meneliti tentang kekuatan struktur ramp door kapal seperti penelitian yang dilakukan oleh Aji (2022) dengan judul “Analisa kekuatan konstruksi *ramp door* pada *deck cargo barge* dengan metode elemen hingga (*finite element method*)” bertujuan untuk mengetahui dimana letak komponen kritis pada konstruksi *ramp door* setelah diberi beban dan untuk menghitung nilai *safety factor* pada konstruksi *ramp door*. Hasil dari penelitian menunjukkan nilai tegangan dari 3 model yang dibuat semua memenuhi syarat tegangan ijin dari *rules* BKI. Perbedaan nya terletak pada tipe *ramp door* yang digunakan; Aji menggunakan *ramp door* fix type sedangkan penelitian ini menggunakan *ramp door* portable.

Selanjutnya ada penelitian yang dilakukan oleh Sutikno (2011) dengan judul “Analisis tegangan akibat pembenanan statis pada desain *carbody tec railbus* dengan metode elemen hingga” yang bertujuan untuk mengetahui apakah desain telah memenuhi syarat kekuatan material untuk menerima beban statis. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa tegangan yang terjadi pada 3 kasus masih dalam batas kekuatan material, sehingga dapat disimpulkan desain konstruksi *carbody tec railbus* dianggap mampu menerima beban pada saat *railbus* beroperasi. Perbedaan terletak pada objek yang digunakan dimana Aji menggunakan desain struktur *railbus* sedangkan penelitian ini menggunakan struktur *ramp door* kapal.

Terakhir ada penelitian dari burhanudin (2018) yang berjudul “Analisa kekuatan *ramp plate* untuk loadout menggunakan *trailer* akibat beban statis berbasis metode elemen hingga” yang bertujuan menerangkan pemodelan finite elemen *ramp plate* untuk *loadout* dan untuk mengetahui beban ultimate yang bias diberikan dan menguraikan perilaku *ramp plate* tersebut. Hasil penelitian ini berdasarkan perhitungan tegangan ijin BKI menunjukkan bahwa tegangan yang terjadi pada *stren ramp door* masih jauh dibawah tegangan ijin BKI dengan nilai $SF = 18.848$. dengan demikian maka penggunaan *double plate* tebal 2 inci sebagai

ramp plate untuk *loadout* menggunakan modular dengan beban maksimal 45 ton per *axel line* dan gap dermaga dengan tongkang berjarak 1 meter aman. Perbedaan nya terletak pada objek penelitian dimana Burhanudin menggunakan *ramp plate* dan penelitian ini menggunakan *ramp door* yang pada dasar nya sama sebagai jembatan.

2.2 Dasar teori

2.2.1 Tongkang

Tongkang atau Ponton adalah suatu jenis kapal yang dengan lambung datar atau suatu kotak besar yang mengapung, digunakan untuk mengangkut barang dan ditarik dengan kapal tunda atau digunakan untuk mengakomodasi pasang-surut seperti pada dermaga apung

2.2.2 Ramp Door Kapal

Ramp door (Pintu rampa) adalah pintu untuk memasukkan kendaraan ke dalam kapal Ro - Ro ataupun jenis kapal lain yang mengangkut kendaraan. Penggunaan *ramp door* sangat dibutuhkan untuk mempermudah proses membongkar dan memuat kendaraan dari dermaga penyeberangan ke kapal dan sebaliknya.

Ramp door kapal di kategorikan menjadi dua tipe yaitu *ramp door* tetap (*fixed type*) dan *portable*, *Ramp door* tipe tetap (*fixed type*) merupakan bagian permanen dari struktur kapal, umumnya ditemukan pada kapal jenis Ro-Ro (*Roll-on/Roll-off*) dan *Ramp door* tipe *portable*, atau dapat dilepas umumnya bukan merupakan bagian dari struktur permanen kapal, melainkan peralatan tambahan yang dapat dipasang atau dilepas sesuai kebutuhan.

2.2.3 Tegangan (*stress*)

Tegangan adalah reaksi yang terjadi terhadap gaya terjadi pada satuan luas material atau objek, reaksi bersifat internal, dan jika gaya melebihi kapasitas suatu material atau objek maka deformasi dan kegagalan akan terjadi (Dean McClements, 2026).

Rumus untuk mencari tegangan: $\sigma = \frac{F}{A}$

Keterangan:

σ adalah tegangan

F adalah gaya yang diterapkan

A adalah luas area penampang tersebut

2.2.4 Tegangan lentur (*bending stress*)

Tegangan lentur adalah tegangan yang dihasilkan oleh momen lentur pada suatu material, yang menyebabkan material memanjang atau bahkan gagal jika tegangan melebihi kekuatan luluh material (Dean McClements, 2026).

Rumus untuk mencari tegangan lentur (*bending stress*):

$$\sigma_B = \frac{M_B}{Z_{total}}$$

Persamaan 1 Rumus Tegangan Lentur

Keterangan:

σ_B = Tegangan lentur

M_B = Momen lentur

Z_{total} = Luas area total

2.2.5 Tegangan geser (*shear stress*)

Tegangan geser adalah tegangan yang dihasilkan ketika suatu material dikenai gaya-gaya berlawanan yang bekerja sejajar atau searah (Dean McClements, 2026).

Rumus untuk mencari tegangan geser (*shear stress*):

$$\tau = \frac{V_{total}}{A_v}$$

Persamaan 2 Rumus Tegangan Geser

Keterangan:

τ adalah tegangan geser

v adalah gaya geser

A_v adalah luas penampang geser

2.2.6 Tegangan von misses (von misses stress)

Tegangan von misses juga disebut tegangan ekuivalen, tegangan ekuivalen adalah nilai scalar tunggal yang dihitung dari kondisi tegangan 3D penuh. Para insinyur menggunakannya untuk memeriksa apakah suatu material ulet (sebagian besar logam) cenderung mulai mengalami deformasi plastis di bawah beban yang kompleks.

Rumus untuk mencari tegangan von misses (von misses stress)

$$\sigma_{vm} = \sqrt{\sigma_{actual}^2 + 3\tau^2}$$

Persamaan 3 Rumus Tegangan Von misses

2.2.7 Solidwork simulation solution

Solidwork Simulation adalah program Analisis Elemen Hingga (FEA) yang terintegrasi ke dalam antarmuka CAD Solidwork yang sudah dikenal. Simulation menyediakan alat yang dibutuhkan desainer dan insinyur untuk menguji desain mereka dengan cepat dan melakukan iterasi secara cerdas. Dengan memanfaatkan solver FEA yang telah divalidasi NAFEMS, Solidwork Simulation dapat memberikan hasil yang akurat dan andal untuk berbagai jenis studi, mulai dari analisis statis linier dasar hingga analisis nonlinier dan dinamis yang lebih kompleks (Goengineer, nd).

2.2.8 Tegangan ijin

Tegangan ini didasari oleh kekuatan suatu bahan/material untuk membuat suatu struktur. Tegangan ini juga memiliki nilai lebih rendah dari tegangan ultimate, karena dalam merancang suatu konstruksi atau struktur bangunan tentu tidak diinginkan terjadinya kegagalan pada konstruksi/struktur tersebut, sehingga diperlukan faktor keamanan karena tidak semua struktur bangunan memiliki kemampuan untuk menahan tegangan tertentu (Aji, 2022). Berikut tegangan ijin menurut Rules BKI Vol 2 Section 21 tentang hull outfitting

Tegangan lentur (bending stress)

$$\sigma = \frac{140}{k}$$

Tegangan geser (shear stress)

$$\tau = \frac{90}{k}$$

Tegangan equivalen (equivalent stress)

$$\sigma_v = \frac{180}{k}$$

Dimana k adalah factor material yang nilai nya 0.72

2.2.9 Safety Factor

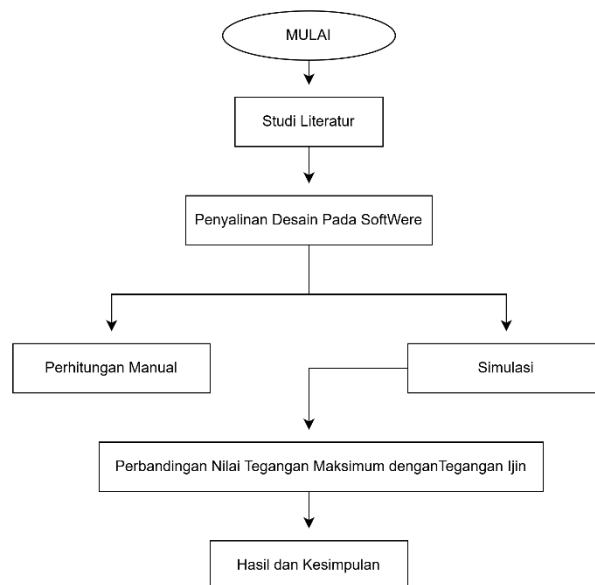
Faktor keamanan adalah faktor yang menunjukkan tingkat kemampuan suatu bahan teknik dari beban luar, yaitu beban tekan maupun tarik. Nilai safety factor merupakan perbandingan antara tegangan ijin regulasi dengan tegangan maksimum struktur (Matonang, dkk, 2019). Dan menurut rules dari BKI voll 2 section 3 tentang design principles pada umum nya safety factor nilai nya adalah 1,1 sedangkan untuk struktur yang hanya menerima beban terpusat lokal adalah 1,2 .

BAB III METODOLOGI

3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode simulasi numerik untuk mengukur besarnya tegangan yang dapat di terima oleh struktur ramp door kapal.

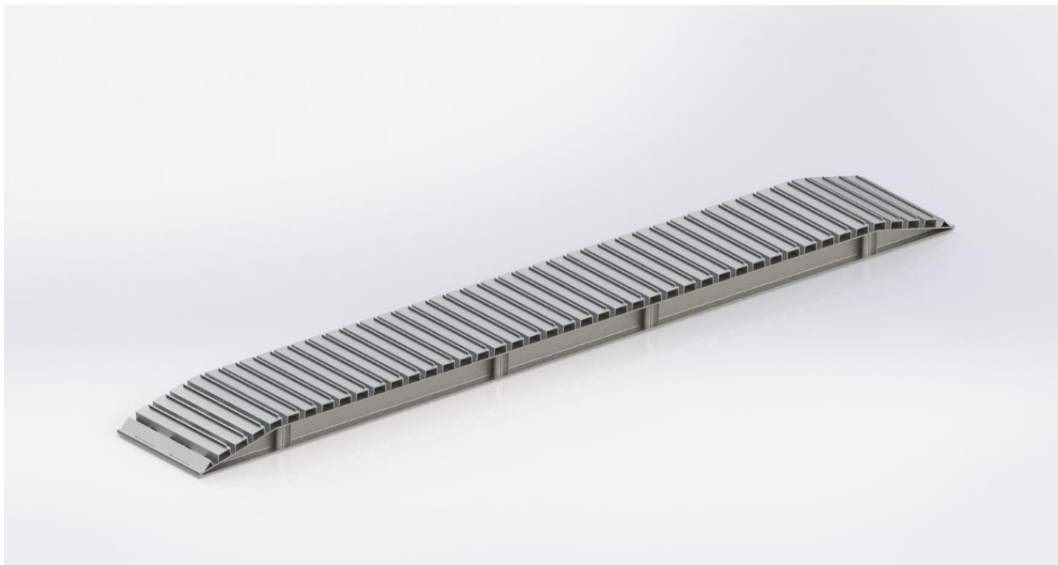
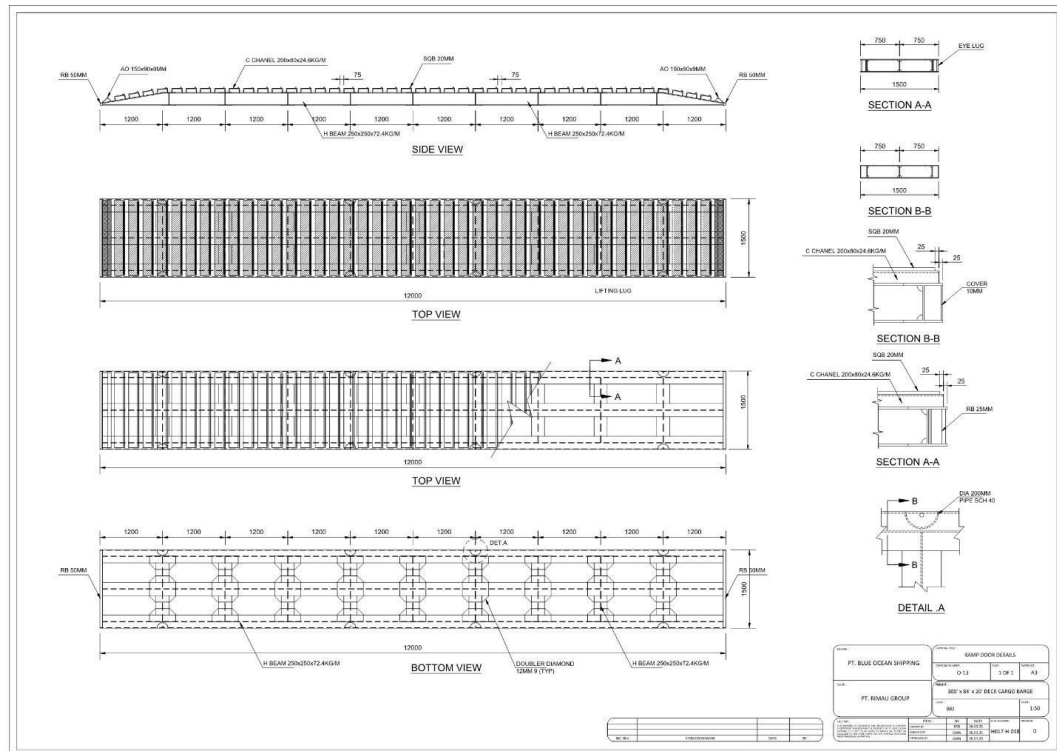
3.2 Daigram alir



Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian

3.3 Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah struktur ramp door kapal tongkang atau barge. Desain struktur ramp door yang di analisis merupakan pemodelan 3D dari gambar 2D.



TABEL 3. 1 Spesifikasi Ramp Door

Parts	Material	Size		Weight (Kg/m)	Quantity	Weight total (Kg)
		Profile	Length (m)			
Long. Construction	H-beam	(250mm x 250mm) x 12000mm	12	71.8	3	2584.8
Transv. Construction	H-beam	(250mm x 250mm) x 616mm	0.616	71.8	9	398.0592
Steps	C-channel	(200mm x 80mm) x 1500mm	1.5	24.6	42	1549.8
	Angel bar	(150mm x 90mm x 9mm) x 1500mm	1.5	14.8	2	44.4
	Square bar	(20mm x 20mm) x 1400mm	1.4	3.1	42	182.28
	Round bar	Ø 50mm x 1400mm	1.4	15.4	2	43.12
Doubler diamond mid	Marine Plate	(500mm x 500mm) x 12 mm	-	23.55	9	211.95
Doubler diamond side	Marine Plate	(250mm x 500mm) x 12 mm	-	11.775	18	211.95
Eye lug	Pipe	Ø 200mm x 222mm	0.222	41.7	8	37.0296
	Round bar	Ø 25mm x 222mm	0.222	3.9	8	6.9264

TABEL 3. 2 Material Propertis

property	value	units
Elastic Modulus	200000	N/mm ²
Poisson's Ratio	0.26	N/A
Shear Modulus	79300	N/mm ²
Mass Density	7850	kg/m ³
Tensile Strength	400	N/mm ²
Compressive Strength	250	N/mm ²
Yield Strength	250	N/mm ²
Thermal Expansion Coefficient	0.000012	/K
Thermal Conductivity	50	W/(m·K)
Specific Heat	470	J/(kg·K)
Material Damping Ratio	0.005~0.02	N/A

3.4 Variabel penelitian

- Variabel bebas: besar beban (tonase) dengan variasi beban untuk dump truck yaitu 24.8 ton, 20.2 ton, 15.6 ton, 11 ton dan untuk eskavator yaitu 19.9 ton
- Variable terikat: tegangan maksimum yang terjadi pada ramp door dengan variasi beban yang diberikan serta safety factor dari ramp door tersebut

3.5 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dilakukan dengan cara perhitungan manual dan simulasi, perhitungan manual dilakukan untuk memvalidasi apakah nilai hasil simulasi valid digunakan, dengan melihat selisih dari nilai hasil perhitungan manual dan simulasi. Lalu nilai

3.5.1 Perhitungan manual

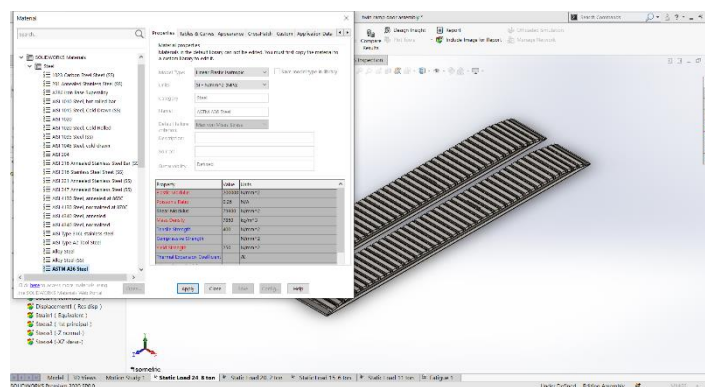
Menggunakan rumus yang disederhanakan pada persamaan 3 maka didapatkan lah hasil perhitungan manual sebagai berikut:

TABEL 3. 3 Hasil perhitungan manual

Beban (kg)	Von Misses Stress (Mpa)
24,800	273
20,212.50	232
15,624	189
11,037.50	142
19,900	229

3.5.2 Simulasi

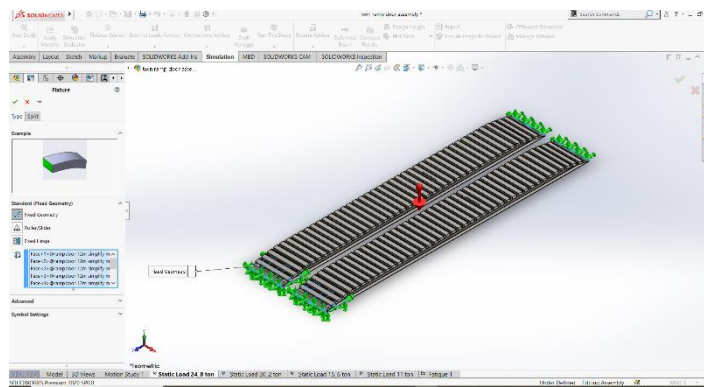
- Langkah pertama mulai dari Apply material dimana material yang digunakan adalah ASTM A36 Steel



Gambar 3. 4 Apply material

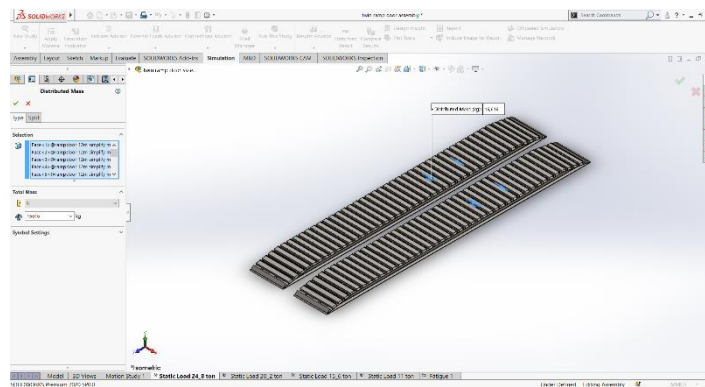
- Selanjutnya ke menu fixtures lalu pilih fixed geometry dan pilih area

yang akan menjadi penahan



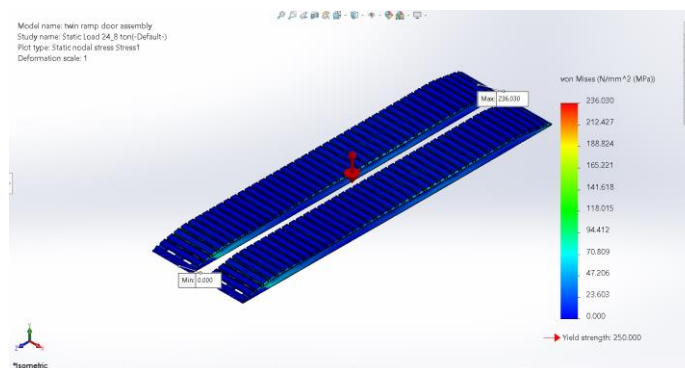
Gambar 3. 5 Fixed geometry

- Selanjutnya ke external load dan tentukan beban yang akan digunakan

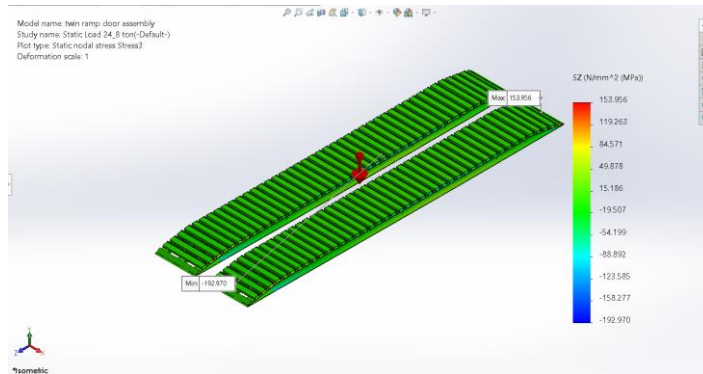


Gambar 3. 6 External load

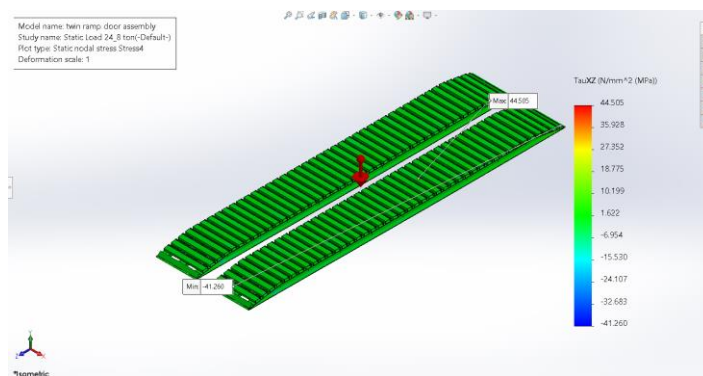
- Berikut hasil dari simulasi dengan beban total 24,800 kg mulai dari Von Mises Stress, Bending Stress, dan Shear Stress



Gambar 3. 7 Hasil simulasi



Gambar 3. 8 Hasil simulasi



Gambar 3. 9 Hasil simulasi

Dan berdasarkan simulasi didapatkan lah hasil sebagai berikut:

TABEL 3. 4 Hasil simulasi

Beban (kg)	Von Misses Stress (Mpa)
24,800	236
20,212.50	203
15,624	170
11,037.50	138
19,900	194

3.6 Validasi data

TABEL 3. 5 Selisih perhitungan manual dan simulasi

Beban (kg)	Von Misses Stress (Mpa)		
	Perhitungan manual	Simulasi	Selisih eror
24,800	273	236	13.6%
19,900	229	194	15.3%
20,212.50	232	203	12.5%
15,624	189	170	10.1%
11,037.50	142	138	2.8%

Setelah dilakukan perhitugan manual dan simulasi di dapatkan lah hasil dimana nilai tegangan von musses berdasarkan perhitungan manual lebih besar dibandingkan simulasi dan menyebabkan selisih eror jauh diatas rata-rata batas eror yang pada umumnya di angka 1% sampai 5%. Kenapa hal ini bisa terjadi, karena pada saat perhitungan manual parameter yang digunakan lebih sedikit dan telah di sederhana kan sedangkan pada saat simulasi menggunakan parameter yang lebih banyak, seperti titik tumpuan, luas penampang, dan distribusi beban yang dimana parameter ini tidak ada diperhitungan maual. Oleh karena itu penelitian ini akan menggunakan hasil dari simulasi untuk di bandingkan dengan nilai tegangan ijin dan mencari berapa safety factor yang ada pada ramp door tersebut guna untuk memastikan apakah ramp door dapat menerima variasi beban yang diberikan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

TABEL 4. 1 Validasi tegangan ijin menurut rules BKI

Beban (kg)	Von mises stress (Mpa)	Tegangan ijin	Kriteria
24,800	236	250	Memenuhi
19,900	194	250	Memenuhi
20,212.50	203	250	Memenuhi
15,624	170	250	Memenuhi
11,037.50	138	250	Memenuhi

Berdasarkan tabel diatas menunjukkan bahwa nilai tegangan maksimum yang terjadi pada setiap variasi beban masih dibawah nilai dari tegangan ijin dan memenuhi syarat rules BKI.

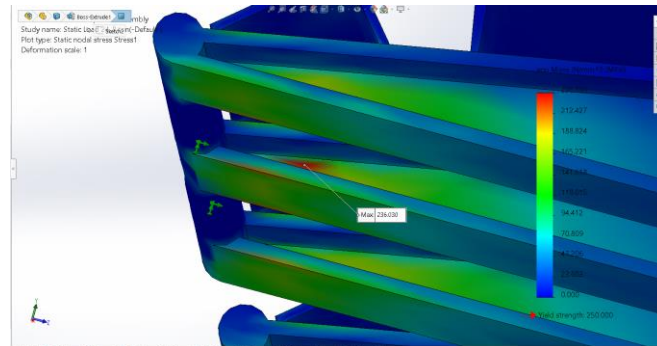
TABEL 4. 2 Validasi safety factor menurut rules BKI

Beban (kg)	Safety factor Ramp door	Safety factor rules BKI	Kriteria
24,800	1.1	1.2	Tidak memenuhi
19,900	1.3	1.2	Memenuhi
20,212.50	1.2	1.2	Memenuhi
15,624	1.5	1.2	Memenuhi
11,037.50	1.8	1.2	Memenuhi

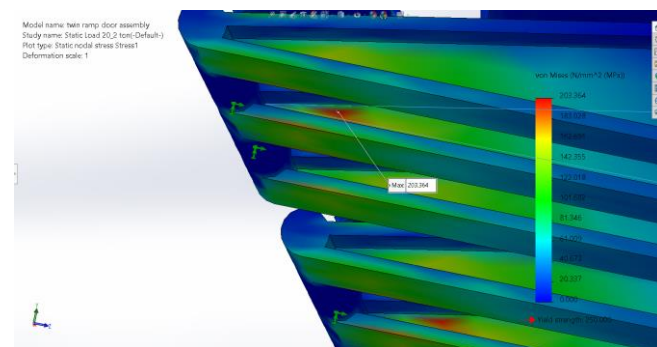
Berdasarkan tabel diatas untuk variasi beban 24,800 kg nilai safety rampdoor masih dibawah nilai safety dari rules BKI dan ini tidak memenuhi syarat, sedangkan untuk variasi beban 19,900 kg, 20,212.50 kg, 15,624 kg, dan 11,037.50 kg diatas nilai safety factor dari rules BKI dan ini memenuhi syarat.

4.2 Pembahasan

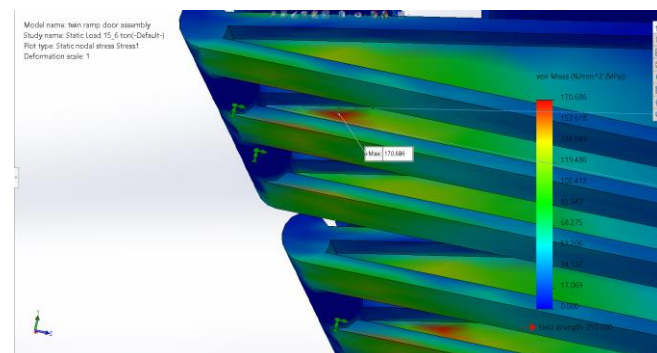
Adapun pembahasan lain nya seperti letak titik kritis pada ramp door tersebut



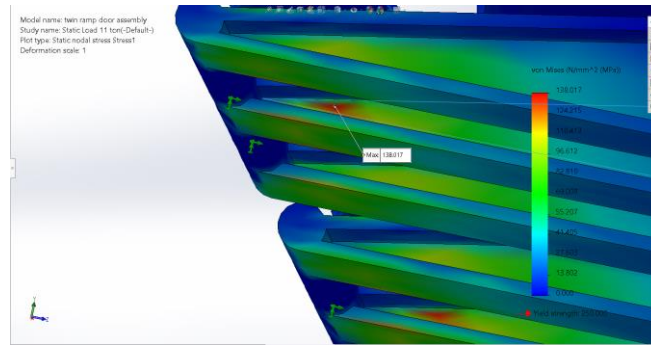
Gambar 4. 1 Titik tegangan maksimum beban



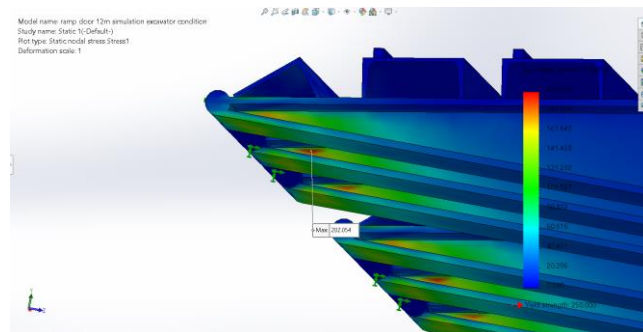
Gambar 4. 2 Titik tegangan maksimum



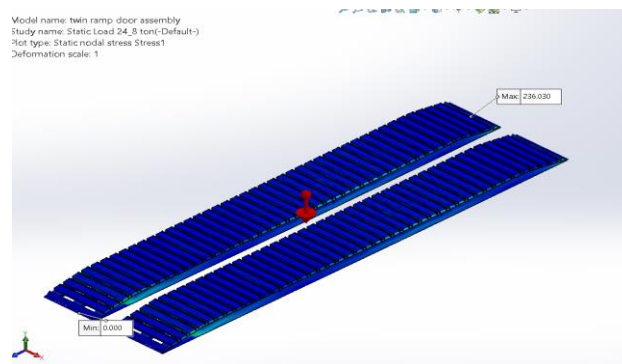
Gambar 4. 3 Titik tegangan maskimum



Gambar 4. 4 Titik tegangan maksimum



Gambar 4. 5 Titik tegangan maksimum



Gambar 4. 6 Posisi ramp door

Berdasarkan hasil simulasi dari 5 variasi beban titik kritis terjadi pada bagian yang sama yaitu di bagian sisi belakang ramp door dan di H-beam yang tengah. Hal ini bisa terjadi karena titik tumpuan di bagian belakang ramp door lebih kecil di bandingkan bagian depan ramp door juga distribusi beban yang lebih besar di bagian belakang, oleh karena itu titik kritis terjadi pada bagian tersebut.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil Analisa kekuatan struktur ramp door kapal dengan 5 variasi beban maka didapatkan lah kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai tegangan maksimum yang terjadi pada ramp door masih masuk dalam batas aman karena tidak lebih dari nilai tegangan ijin
2. Nilai safety factor dari ramp door dengan variasi beban 24,800 kg masih belum memenuhi syarat dari rules BKI dan bisa dikatakan ramp door tidak aman jika dilewati beban sebesar 24,800
3. Nilai safety factor dari ramp door dengan variasi beban 19,900 kg untuk eskavator, 20,212.50 kg, 15,624 kg, dan 11,037.50 kg untuk dump truck memenuhi syarat dari rules BKI dan ini bisa dikatakan aman jika ramp door dilewati oleh kendaraan dengan beban tidak lebih dari 20,212.50 kg

5.2 Saran

Dari hasil penelitian yang sudah dilakukan ada beberapa saran untuk pengembangan penelitian ramp door lebih lanjut, saran yang dapat diberikan sebagai berikut:

1. Meyamakan parameter perhitungan manual dan simulasi agar tidak terjadi eror yang begitu jauh
2. Memodifikasi model mulai dari jumlah profil-profil atau ukuran untuk mendapatkan model yang lebih ideal
3. Menambahkan Analisa fatigue agar bisa melihat umur pakai dari ramp door tersebut

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, A. S. (2022). Analisa Kekuatan Konstruksi Ramp Door Pada Deck Cargobarge Dengan Metode Elemen Hingga (Finite Element Method). Jurnal Jalasena Teknik Perkapalan, 4(1), 1-104.
<https://doi.org/10.51742/jalasena.v4i1.558>
- Burhanuddin, M. (2018). Analisa Kekuatan Ramp Plate Untuk Loadout Menggunakan Modular Trailer Akibat Beban Statis Berbasis Metode Elemen Hingga. Jurnal Kalibrasi, 1(4), 1-14.
<https://doi.org/10.37721/kalibrasi.v1i1.0.335>
- McClements, D. (2026). Stres: Definisi, Pentingnya, Jenis, Contoh, dan Manfaatnya. Xometry.
<https://www.xometry.com/resources/materials/stress/>
- Goengineer. (n.d.) Simulasi SOLIDWORKS Perangkat Lunak analisis Elemen Hingga. <https://www.goengineer.com/solidworks/simulation/solidworks-simulation>
- Papalangi, F., Mulyanto, I. P., & Manik, P., (2015). Studi Perancangan Tongkang Pengangkut Limbah Batubara Di Pltu Tanjung Jati B Jepara. Jurnal Teknik Perkapalan, 3(2), 222-229.
<https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval/article/view/8596>
- Ramadhan, M., Saputra, I., & Baharudin, B. (2022). Stress Dan Displacement Pada Spreader Beam Akibat Variasi Pembebananan. Jurnal Teknologi dan Riset Terapan (JATRA), 4 (2), 74-81.
<http://jurnal.polibatam.ac.id/index.php/JATRA>
- Sutikno, E., (2011). Analisis Tegangan Akibat Pembebanan Statis Pada Desain Carbody Tec Railbus Dengan Metode Elemen Hingga. Jurnal Rekayasa Mesin, 2 (1), 65-81.
<https://rekayasamesin.ub.ac.id/index.php/rm/article/view/127>