



**ANALISIS KEKUATAN STRUKTUR GELADAK TERHADAP  
PENAMBAHAN PEMBEBANAN *SHIP LOADER* PADA  
*TRANSSHIPMENT FLOATING TERMINAL* MV. RATU DAMAI  
DENGAN *FINITE ELEMENT METHOD***

**SKRIPSI**

**FAKHRI ANANDHYKA PURWANTO**

**2110313026**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERKAPALAN  
2025**



**ANALISIS KEKUATAN STRUKTUR GELADAK TERHADAP  
PENAMBAHAN PEMBEBANAN *SHIP LOADER* PADA  
*TRANSSHIPMENT FLOATING TERMINAL* MV. RATU DAMAI  
DENGAN *FINITE ELEMENT METHOD***

**SKRIPSI**

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

**FAKHRI ANANDHYKA PURWANTO**

**2110313026**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERKAPALAN**

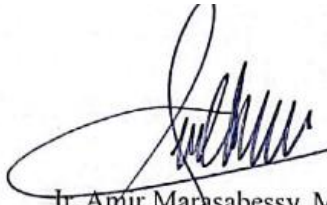
**2025**

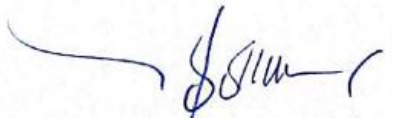
## LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi diajukan oleh:

Nama : Fakhri Anandhyka Purwanto  
NIM : 2110313026  
Program Studi : Teknik Perkapalan  
Judul Skripsi : Analisis Kekuatan Struktur Geladak Terhadap Penambahan  
Pembebanan *Ship Loader* Pada *Transshipment Floating Terminal* MV. RATU DAMAI  
Dengan *Finite Element Method*.

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.

  
Ir. Amir Marasabessy, M.T.  
Penguji Utama

  
Dr. Ir. Fajri Ashfi Rayhan, S.T., M.T.  
Penguji Lembaga

  
Dr. Wiwin Sulistyawati, S.T., M.T.  
Pembimbing

  
Dr. Ir. Muchamad Oktaviandri, S.T.,  
M.T., IPM., ASEAN. Eng  
Pli. Dekan Fakultas Teknik

  
Dr. Wiwin Sulistyawati, S.T., M.T.  
Kepala Program Studi

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 2 Juli 2025

## LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

### ANALISIS KEKUATAN STRUKTUR GELADAK TERHADAP PENAMBAHAN PEMBEBANAN *SHIP LOADER* PADA *TRANSSHIPMENT* *FLOATING TERMINAL* MV. RATU DAMAI DENGAN *FINITE ELEMENT* *METHOD*

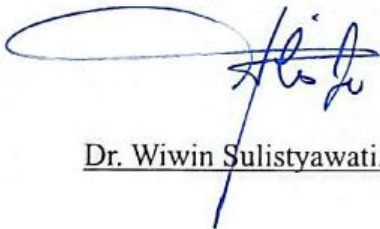
Disusun Oleh:

FAKHRI ANANDHYKA PURWANTO

2110313026

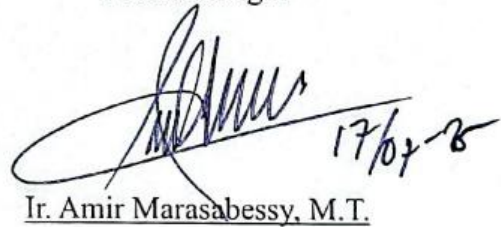
Menyetujui,

Pembimbing I



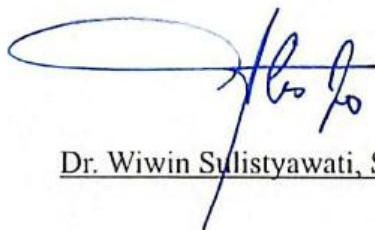
Dr. Wiwin Sulistyawati, S.T., M.T.

Pembimbing II



Ir. Amir Marasabessy, M.T.

Kepala Program Studi S1 Teknik Perkapalan



Dr. Wiwin Sulistyawati, S.T., M.T.

## **PERNYATAAN ORISINALITAS**

Skripsi ini adalah hasil karya sendiri, dan semua sumber yang dikutip atau dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Fakhri Anandhyka Purwanto

NIM : 2110313026

Program Studi : Teknik Perkapalan

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

Jakarta, 17 Juni 2025

Yang Menyatakan,



Fakhri Anandhyka Purwanto

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

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

Nama : Fakhri Anandhyka Purwanto

NIM : 2110313026

Fakultas : Teknik

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 KEKUATAN STRUKTUR GELADAK TERHADAP  
PENAMBAHAN PEMBEBANAN *SHIP LOADER* PADA *TRANSSHIPMENT*  
*FLOATING TERMINAL* MV. RATU DAMAI DENGAN *FINITE ELEMENT*  
*METHOD*”**

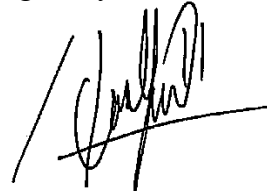
Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 17 Juni 2025

Yang menyatakan,



Fakhri Anandhyka Purwanto

**ANALISIS KEKUATAN STRUKTUR GELADAK TERHADAP  
PENAMBAHAN PEMBEBANAN *SHIP LOADER* PADA  
*TRANSSHIPMENT FLOATING TERMINAL* MV. RATU DAMAI  
DENGAN *FINITE ELEMENT METHOD***

**Fakhri Anandhyka Purwanto**

**ABSTRAK**

Analisis kekuatan struktur geladak merupakan salah satu hal penting dalam operasional *Transshipment Floating Terminal* (TFT) karena geladak merupakan struktur yang menopang beban yang dihasilkan oleh *ship loader* selama operasi berlangsung. Analisa ini menjadi sangat penting dilakukan untuk memastikan bahwa geladak mampu menahan beban operasional struktur *ship loader*. Analisis ini menggunakan analisa struktural statis berbasis metode elemen hingga untuk mengetahui nilai tegangan normal dan tegangan geser yang terjadi pada geladak. Terdapat 2 variasi yang digunakan pada analisa ini yaitu analisa pembebanan sebesar 5, 10, 15 dan 20 ton, serta analisa sudut rotasi yaitu  $0^0$ ,  $45^0$ ,  $90^0$  dan  $135^0$ . Berdasarkan analisa yang telah dilakukan dengan variasi yang telah disebutkan, didapatkan nilai tegangan normal tertinggi sebesar 230.44 MPa dan tegangan geser sebesar 53.081 MPa pada variasi pembebanan 20 ton dengan variasi sudut rotasi  $45^0$ . Berdasarkan hasil analisa tersebut, beban yang ditanggung oleh struktur geladak dapat dinyatakan aman, karena tetap memenuhi nilai tegangan normal yang diizinkan klas sebesar 235.84 MPa dan nilai tegangan geser yang diizinkan sebesar 137.28 MPa.

**Kata Kunci:** Kekuatan Struktur, Tegangan Izin, *FEM*

***ANALYSIS OF DECK STRUCTURE STRENGTH OF A SHIP  
LOADER LOAD ADDITION TO THE TRANSSHIPMENT  
FLOATING TERMINAL MV. RATU DAMAI USING THE FINITE  
ELEMENT METHOD***

**Fakhri Anandhyka Purwanto**

***ABSTRACT***

*The analysis of deck structure strength is a fundamental aspect of the operational of Transshipment Floating Terminals (TFT), as the deck serves as the supporting structure for the loads generated by the ship loader during operations. This analysis is essential to ensure that the deck can withstand the operational loads imposed by the ship loader structure. A static structural analysis based on the Finite Element Method (FEM) was employed to determine the normal and shear stress values at the deck. Two variations were utilized in this analysis: load variations of 5, 10, 15, and 20 tons, and rotation angle variations of  $0^{\circ}$ ,  $45^{\circ}$ ,  $90^{\circ}$ , and  $135^{\circ}$ . The analysis revealed that the highest normal stress value reached 230.44 MPa and the shear stress value was 53.081 MPa at a load variation of 20 tons with a rotation angle of  $45^{\circ}$ . Based on the results, the load borne by the deck structure can be considered safe, as it remains within the allowable normal stress limit of 235.84 MPa and the allowable shear stress limit of 137.28 MPa as per classification rules.*

***Keywords:*** Structure Strength, Permissible Stress, FEM

## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrahmanirrahim*

Puji dan Syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT., yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Kekuatan Struktur Geladak Terhadap Penambahan Pembebanan *Ship Loader* Pada *Transshipment Floating Terminal* MV. RATU DAMAI Dengan *Finite Element Method*”. Skripsi ini dibuat untuk memenuhi persyaratan kelulusan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi S1 Teknik Perkapalan Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta. Penulis juga menyampaikan rasa Syukur dan terima kasih yang mendalam kepada:

1. Ibu Dr. Wiwin Sulistyawati, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Teknik Perkapalan Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta dan sebagai dosen pembimbing 1 yang telah membantu dan membimbing penulis dalam proses pengerjaan skripsi hingga selesai.
2. Bapak Ir. Amir Marasabessy, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 2 yang telah membantu dan membimbing penulis dalam proses pengerjaan skripsi hingga selesai.
3. Bapak Irbar Herupurwanto dan Ibu Emilda Sari selaku orang tua penulis yang telah memberikan dukungan moril, materil serta doa yang tiada hentinya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
4. Mas Rifqi selaku Engineer *Steel Work* di SMI 2 yang telah membantu penulis melengkapi data yang dibutuhkan untuk kebutuhan penelitian skripsi.
5. Teman-teman Angkatan 2021 yang senantiasa memberikan semangat dan dukungan serta bersedia berdiskusi bersama penulis selama proses perkuliahan.
6. Adik-adik Angkatan 2022 dan 2023 yang senantiasa memberikan semangat dan dukungan serta menghibur penulis selama proses penulisan skripsi.

Jakarta, Juli 2025

Penulis

## DAFTAR ISI

|                                                              |           |
|--------------------------------------------------------------|-----------|
| HALAMAN JUDUL .....                                          | i         |
| LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....                               | ii        |
| LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING .....                           | iii       |
| PERNYATAAN ORISINALITAS.....                                 | iv        |
| PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....                        | v         |
| ABSTRAK .....                                                | vi        |
| <i>ABSTRACT</i> .....                                        | vii       |
| KATA PENGANTAR.....                                          | viii      |
| DAFTAR ISI .....                                             | ix        |
| DAFTAR GAMBAR.....                                           | xi        |
| DAFTAR TABEL .....                                           | xiii      |
| DAFTAR GRAFIK .....                                          | xiv       |
| <b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>                               | <b>1</b>  |
| 1.1 Latar Belakang .....                                     | 1         |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                                    | 3         |
| 1.3 Batasan Masalah.....                                     | 3         |
| 1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian .....                      | 4         |
| 1.5 Sistematika Penulisan .....                              | 4         |
| <b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....</b>                          | <b>6</b>  |
| 2.1 <i>Transshipment Floating Terminal (TFT)</i> .....       | 6         |
| 2.2 <i>Ship Loader</i> .....                                 | 7         |
| 2.3 Tegangan Geser ( <i>Shear Stress</i> ) .....             | 8         |
| 2.4 Tegangan Normal ( <i>Normal Stress</i> ).....            | 9         |
| 2.5 <i>Finite Element Method (FEM)</i> .....                 | 11        |
| 2.6 Ansys Mechanical .....                                   | 12        |
| 2.7 Klasifikasi <i>Registro Italiano Navale (RINA)</i> ..... | 14        |
| <b>BAB 3 METODE PENELITIAN.....</b>                          | <b>15</b> |
| 3.1 Studi Literatur .....                                    | 16        |
| 3.2 Pengumpulan Data .....                                   | 16        |

|                       |                                                                                       |           |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.3                   | Pemodelan Struktur Geladak dan <i>Ship Loader</i> Menggunakan Onshape ....            | 21        |
| 3.4                   | Pengaturan Model Menggunakan Ansys Workbench .....                                    | 23        |
| 3.5                   | Simulasi Pada Variasi Beban dan Sudut Putar <i>Ship Loader</i> .....                  | 24        |
| 3.6                   | Verifikasi Dengan <i>Rules</i> RINA .....                                             | 25        |
| 3.7                   | Hasil dan Pembahasan.....                                                             | 25        |
| <b>BAB 4</b>          | <b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>                                                     | <b>26</b> |
| 4.1                   | Pemodelan Struktur Geladak Dan <i>Ship Loader</i> .....                               | 26        |
| 4.2                   | Penentuan <i>Material Properties</i> .....                                            | 27        |
| 4.3                   | Meshing Model .....                                                                   | 28        |
| 4.4                   | Penentuan <i>Fixed Support</i> .....                                                  | 31        |
| 4.5                   | Pemberian Pembebanan .....                                                            | 31        |
| 4.6                   | Analisis Kekuatan Struktur Geladak Dengan Variasi Sudut Rotasi Dan<br>Pembebanan..... | 33        |
| 4.7                   | Verifikasi Hasil Analisa Terhadap <i>Rules</i> RINA .....                             | 54        |
| <b>BAB 5</b>          | <b>KESIMPULAN .....</b>                                                               | <b>57</b> |
| 5.1                   | Kesimpulan .....                                                                      | 57        |
| 5.2                   | Saran.....                                                                            | 57        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b> |                                                                                       |           |
| <b>RIWAYAT HIDUP</b>  |                                                                                       |           |
| <b>LAMPIRAN</b>       |                                                                                       |           |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Gambar 2.1</b> <i>Floating Terminal Bulk Carrier</i> .....                     | 6  |
| <b>Gambar 2.2</b> Floating Ship Loader .....                                      | 8  |
| <b>Gambar 2.3</b> Finite Element Analysis .....                                   | 11 |
| <b>Gambar 2.4</b> Ansys Mechanical .....                                          | 13 |
| <b>Gambar 2.5</b> Diagram Alir Penggunaan Ansys Mechanical .....                  | 13 |
| <b>Gambar 3.1</b> Flowchart Proses Pengerjaan Penelitian .....                    | 15 |
| <b>Gambar 3.2</b> General Arrangement Sebelum Konversi .....                      | 17 |
| <b>Gambar 3.3</b> Midship Section Construction .....                              | 17 |
| <b>Gambar 3.4</b> General Arrangement Setelah Konversi .....                      | 18 |
| <b>Gambar 3.5</b> Skema Proses Transshipment .....                                | 18 |
| <b>Gambar 3.6</b> Tampak Samping Ship Loader.....                                 | 19 |
| <b>Gambar 3.7</b> Tampak Atas Ship Loader.....                                    | 19 |
| <b>Gambar 3.8</b> Ship Loader Assembly Drawing.....                               | 20 |
| <b>Gambar 3.9</b> Reinforcement Ship Loader Drawing .....                         | 20 |
| <b>Gambar 3.10</b> Proses Pemodelan 3 Dimensi Menggunakan AutoCAD .....           | 22 |
| <b>Gambar 3. 11</b> Proses Pemodelan 3 Dimensi Menggunakan OnShape .....          | 23 |
| <b>Gambar 3.12</b> Proses Pengaturan Model Pada Ansys Mechanical .....            | 24 |
| <b>Gambar 4.1</b> Hasil Pemodelan 2 Dimensi Struktur Geladak dan Ship Loader..... | 26 |
| <b>Gambar 4.2</b> Hasil Pemodelan 3 Dimensi Struktur Geladak dan Ship Loader..... | 27 |
| <b>Gambar 4.3</b> Hasil Input Geometri Pada Ansys Mechanical .....                | 28 |
| <b>Gambar 4.4</b> Hasil Meshing Geometri Pada Ansys Mechanical.....               | 29 |
| <b>Gambar 4.5</b> Penentuan Fixed Support Pada Ansys Mechanical.....              | 31 |
| <b>Gambar 4.6</b> Penentuan Posisi Pembebanan Pada Ansys Mechanical .....         | 32 |
| <b>Gambar 4.7</b> Normal Stress Beban 5 Ton Rotasi 0 <sup>0</sup> .....           | 34 |
| <b>Gambar 4.8</b> Shear Stress Beban 5 Ton Rotasi 0 <sup>0</sup> .....            | 34 |
| <b>Gambar 4.9</b> Normal Stress Beban 5 Ton Rotasi 45 <sup>0</sup> .....          | 35 |
| <b>Gambar 4.10</b> Shear Stress Beban 5 Ton Rotasi 45 <sup>0</sup> .....          | 35 |
| <b>Gambar 4.11</b> Normal Stress Beban 5 Ton Rotasi 90 <sup>0</sup> .....         | 36 |
| <b>Gambar 4.12</b> Shear Stress Beban 5 Ton Rotasi 90 <sup>0</sup> .....          | 36 |

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Gambar 4.13</b> Normal Stress Beban 5 Ton Rotasi $135^0$ .....  | 37 |
| <b>Gambar 4.14</b> Shear Stress Beban 5 Ton Rotasi $135^0$ .....   | 37 |
| <b>Gambar 4.15</b> Normal Stress Beban 10 Ton Rotasi $0^0$ .....   | 39 |
| <b>Gambar 4.16</b> Shear Stress Beban 10 Ton Rotasi $0^0$ .....    | 39 |
| <b>Gambar 4.17</b> Normal Stress Beban 10 Ton Rotasi $45^0$ .....  | 40 |
| <b>Gambar 4.18</b> Shear Stress Beban 10 Ton Rotasi $45^0$ .....   | 40 |
| <b>Gambar 4.19</b> Normal Stress Beban 10 Ton Rotasi $90^0$ .....  | 41 |
| <b>Gambar 4.20</b> Shear Stress Beban 10 Ton Rotasi $90^0$ .....   | 41 |
| <b>Gambar 4.21</b> Normal Stress Beban 10 Ton Rotasi $135^0$ ..... | 42 |
| <b>Gambar 4.22</b> Shear Stress Beban 10 Ton Rotasi $135^0$ .....  | 42 |
| <b>Gambar 4.23</b> Normal Stress Beban 15 Ton Rotasi $0^0$ .....   | 44 |
| <b>Gambar 4.24</b> Shear Stress Beban 15 Ton Rotasi $0^0$ .....    | 44 |
| <b>Gambar 4.25</b> Normal Stress Beban 15 Ton Rotasi $45^0$ .....  | 45 |
| <b>Gambar 4.26</b> Shear Stress Beban 15 Ton Rotasi $45^0$ .....   | 45 |
| <b>Gambar 4.27</b> Normal Stress Beban 15 Ton Rotasi $90^0$ .....  | 46 |
| <b>Gambar 4.28</b> Shear Stress Beban 15 Ton Rotasi $90^0$ .....   | 46 |
| <b>Gambar 4.29</b> Normal Stress Beban 15 Ton Rotasi $135^0$ ..... | 47 |
| <b>Gambar 4.30</b> Shear Stress Beban 15 Ton Rotasi $135^0$ .....  | 47 |
| <b>Gambar 4.31</b> Normal Stress Beban 20 Ton Rotasi $0^0$ .....   | 49 |
| <b>Gambar 4.32</b> Shear Stress Beban 20 Ton Rotasi $0^0$ .....    | 50 |
| <b>Gambar 4.33</b> Normal Stress Beban 20 Ton Rotasi $45^0$ .....  | 50 |
| <b>Gambar 4.34</b> Shear Stress Beban 20 Ton Rotasi $45^0$ .....   | 51 |
| <b>Gambar 4.35</b> Normal Stress Beban 20 Ton Rotasi $90^0$ .....  | 51 |
| <b>Gambar 4.36</b> Shear Stress Beban 20 Ton Rotasi $90^0$ .....   | 52 |
| <b>Gambar 4.37</b> Normal Stress Beban 20 Ton Rotasi $135^0$ ..... | 52 |
| <b>Gambar 4.38</b> Shear Stress Beban 20 Ton Rotasi $135^0$ .....  | 53 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabel 3.1</b> Ukuran Utama Kapal .....                                              | 16 |
| <b>Tabel 3.2</b> Spesifikasi Ship Loader .....                                         | 21 |
| <b>Tabel 4.1</b> Hasil Analisa Tegangan Normal Terhadap Tiap Variasi Ukuran Mesh ..... | 30 |
| <b>Tabel 4.2</b> Hasil Analisa Tegangan Geser Terhadap Tiap Variasi Ukuran Mesh .....  | 30 |
| <b>Tabel 4.3</b> Nilai Pembebanan Dalam Satuan Newton.....                             | 32 |
| <b>Tabel 4.4</b> Nilai Normal Stress Dengan Pembebanan 5 Ton.....                      | 37 |
| <b>Tabel 4.5</b> Nilai Shear Stress Dengan Pembebanan 5 Ton.....                       | 38 |
| <b>Tabel 4.6</b> Nilai Normal Stress Dengan Pembebanan 10 Ton.....                     | 42 |
| <b>Tabel 4.7</b> Nilai Shear Stress Dengan Pembebanan 10 Ton.....                      | 43 |
| <b>Tabel 4.8</b> Nilai Normal Stress Dengan Pembebanan 15 Ton.....                     | 47 |
| <b>Tabel 4.9</b> Nilai Shear Stress Dengan Pembebanan 15 Ton.....                      | 48 |
| <b>Tabel 4.10</b> Nilai Normal Stress Dengan Pembebanan 20 Ton.....                    | 53 |
| <b>Tabel 4.11</b> Nilai Shear Stress Dengan Pembebanan 20 Ton .....                    | 53 |
| <b>Tabel 4.12</b> Perhitungan Safety Factor.....                                       | 56 |

## **DAFTAR GRAFIK**

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Grafik 4.1</b> Hasil Analisa Tegangan Dengan Variasi Ukuran Mesh ..... | 30 |
| <b>Grafik 4.2</b> Hasil Analisa Tegangan Dengan Pembebanan 5 Ton .....    | 38 |
| <b>Grafik 4.3</b> Hasil Analisa Tegangan Dengan Pembebanan 10 Ton .....   | 43 |
| <b>Grafik 4.4</b> Hasil Analisa Tegangan Dengan Pembebanan 15 Ton .....   | 48 |
| <b>Grafik 4.5</b> Hasil Analisa Tegangan Dengan Pembebanan 20 Ton .....   | 54 |
| <b>Grafik 4.6</b> Perbandingan Nilai Normal Stress .....                  | 55 |
| <b>Grafik 4.7</b> Perbandingan Nilai Shear Stress .....                   | 56 |

## **DAFTAR LAMPIRAN**

**Lampiran 1** Lembar Konsultasi Pembimbing 1

**Lampiran 2** Lembar Konsultasi Pembimbing 2