

# Analisis Struktur *C-Hook* SWL 30 Ton Menggunakan Metode Elemen Hingga

Dymaseka Nasbih Sabbilli<sup>1\*</sup>, Pranowo Sidi<sup>2</sup>, Widya Emilia Primaningtyas<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111, Indonesia. <sup>1\*,2,3</sup>  
E-mail: dnasbih@student.ppnns.ac.id<sup>1\*</sup>

**Abstract** - In this study, *C-Hook* construction analysis with SWL capacity of 30 tons will be conducted by comparing AISI 1020, ST-52 DIN 17100, ASTM A572, materials to determine the strength of *C-Hook* structure. The analysis process will use FEM (finite element methods) approach using FEM-based software. The validity of the simulation results is carried out on the value of the result of the von misses voltage, and deflection. Validation of simulation results is done by manual calculation. The load used is 30 tons. From the results of the analysis it is known that the voltage that occurs in the loading of 30 tons in AISI 1020 material is 164,23062 Mpa, the voltage that occurs in the loading of 30 tons in ASTM A572 material is 164,32478 Mpa, and the voltage that occurs in the loading of 30 tons in the material ST52 DIN 17100 is 164,32195 Mpa. The results of the deflection analysis that occurred in the material AISI 1020 is 10,497 mm, the analysis of deflections that occurred in ASTM A572 materials is 10,695 mm, and the results of the deflection analysis that occurred in the material ST52 DIN 17100 is 10,252 mm. From the results of deflection analysis on all three materials are still below the limit, so the construction of *C-Hook* can be said to be safe. Based on the results of the design that has been done, it can be concluded that the material ST52 DIN17100, is the best choice and has high security to produce *C-Hook*.

**Keyword:** Finite Element Method, Deflection, Stress, *C-Hook*

## Nomenclature

$P$	Beban terpusat
$q$	Beban merata
$\sigma$	Tegangan
$M$	Momen <i>bending</i>
$Y$	Jarak titik pusat penampang ke sumbu netral
$I$	Momen Inersia
$\delta$	Defleksi
$L$	Panjang Balok
$a$	Jarak tumpuan dan beban
$E$	Modulus Young
$I$	Momen Inersia

## 1. PENDAHULUAN

Perusahaan yang bergerak dibidang pengadaan dan rekayasa kontruksi sedang mengalami peningkatan permintaan untuk membuat pesawat angkat yang menunjang berjalannya aktifitas pemindahan barang. Pesawat angkat tersebut bertujuan untuk menghasilkan keuntungan dengan meningkatkan produksi dalam segi waktu dan mempermudah pekerjaan manusia terutama *overhead crane*. Namun, *overhead crane* juga memiliki keterbatasan untuk mengangkat barang seperti *rolled steel coil*. Keterbatasan ini tentunya dapat mengakibatkan efisiensi produksi produk menurun sehingga berdampak pada biaya produksi yang disediakan perusahaan yang memproduksi barang berbentuk *rolled steel coil*. Oleh karena itu penelitian ini ditujukan untuk mempermudah pengangkatan barang dengan

*overhead crane*, sehingga diperlukan alat bantu. Alat bantu yang dapat digunakan untuk membantu pekerjaan tersebut adalah *C-Hook*. Dimana *C-Hook* didesain khusus untuk *overhead crane* untuk membantu mengangkat barang berbentuk *rolled steel coil*. Perusahaan tersebut sering mendapat permintaan untuk membuat pesawat angkat yang beragam mulai *overhead crane*, dan *dll*. Dalam pembuatan *C-Hook* tentunya harus sesuai dengan permintaan, tentunya perusahaan harus mempertimbangkan ukuran dan material yang akan digunakan. Pemilihan material sangatlah berpengaruh, karena setiap material memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Maka dari itu perlu diadakan penelitian untuk menguji kekuatan material agar mengetahui material yang sesuai. Berdasarkan pertimbangan diatas, dilakukan analisis *C-Hook* kapasitas SWL 30 ton pada perusahaan tersebut, yang nanti akan dihitung kekuatan dengan menggunakan *software* berbasis *FEM*. Dari analisis tersebut diharapkan dapat mengetahui perhitungan kekuatan *C-Hook* yang optimal untuk perusahaan tersebut.

## 2. METODOLOGI

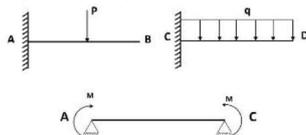
### 2.1 Metode Elemen Hingga

Tahapan paling utama adalah tahap identifikasi yaitu mengumpulkan studi literatur dan bahan referensi untuk menguraikan dan menjelaskan berbagai teori dengan permasalahan yang sedang diteliti. Analisis

dengan *software* berbasis *FEM* ini memiliki *output* yang mendekati sempurna, karena pada analisis ini mengacu gambar 3D yang telah digambar sesuai bentuk dan data yang telah didapatkan dari studi lapangan.

### 2.2 Reaksi Tumpuan

Tumpuan berfungsi sebagai penopang suatu konstruksi bangunan supaya kuat saat menerima beban yang diberikan. Tumpuan memiliki beberapa jenis dan fungsi yang berbeda pada setiap jenis tumpuannya.



Gambar 1. Reaksi tumpuan pada ketiga potongan

### 2.3 Momen Bending

Perhitungan momen *bending* di hitung setiap potongan bertujuan untuk mendapatkan nilai momen maksimal pada titik tertentu. Momen *bending* dapat dihitung dengan perumusan 1.

$$M_A = P \times L + \frac{q \times (L)^2}{8}$$

### 2.4 Tegangan

Tegangan adalah suatu ukuran intensitas pembebanan yang dinyatakan oleh gaya dibagi oleh luas di tempat gaya tersebut bekerja. Komponen tegangan pada sudut yang tegak lurus pada bidang ditempat bekerjanya gaya tersebut disebut tegangan langsung, dan merupakan tegangan tarik atau *tensile* (positif), atau tegangan tekan atau *compressive* (negatif). Untuk menghitung Tegangan dapat di hitung dengan perumusan 2.

$$\sigma = M \frac{y}{I}$$

### 2.5 Defleksi

Defleksi merupakan perubahan bentuk pada balok kearah vertikal (y) akibat adanya pembebanan vertikal yang diberikan pada balok atau batang. Defleksi diukur dari posisi awal permukaan pada saat netral ke posisi netral setelah terjadi deformasi.

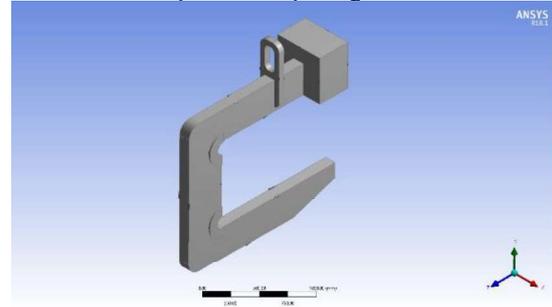
Defleksi yang terjadi pada elemen-elemen yang mengalami pembebanan harus pada suatu batas yang diijinkan, karena jika melewati batas yang diijinkan, maka akan terjadi kerusakan pada elemen-elemen tersebut ataupun elemen-elemen yang lain (Mustafa 2012). Defleksi dapat dihitung dengan perumusan 3

$$\delta = \frac{P \times L^2}{6 \times E \times I} + \frac{P \times L \times a}{2 \times E \times I}$$

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Pemodelan C-Hook

Pemodelan ini di gambar dengan acuan data yang diperoleh dari studi lapangan. Data-data yang di *input* yaitu *wall tickness* dan gambar teknik dari kontruksi *C-Hook*. Gambar pemodelan dari *C-Hook* dapat dilihat pada gambar 2



Gambar 2. Pemodelan pada Kontruksi C-Hook

### 3.2 Pembebanan

Untuk menghitung dan analisis pada potongan *C-Hook* telah didapatkan spesifikasi beban menurut data yang telah dikumpulkan pada studi lapangan data tersebut meliputi *SWL*. Data beban dapat dilihat pada tabel 1 berikut:  
 Tabel 1: Beban Pada *C-Hook*

Beban	Ton	Newton
SWL	30	294000

### 3.3 Penyesuaian Spesifikasi Material

Pengaturan material pada simulasi kontruksi *C-Hook* mengacu pada spesifikasi material kontruksi *C-Hook* yaitu AISI 1020, ASTM A572, ST52 DIN17100 . Dapat dilihat pada gambar 3 yang di *input* pada *software* berbasis *FEM*.

The screenshot shows the 'Properties of Outline Row 3: AISI 1020' dialog box in ANSYS. It lists various material properties and their values. The table below represents the data visible in the screenshot.

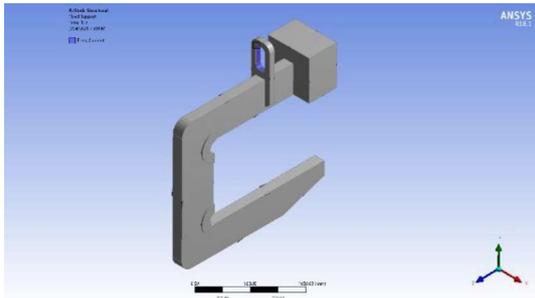
Property	Value	Unit
Density	7.87E-06	kg mm <sup>-3</sup>
Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion		
Coefficient of Thermal Expansion	1.2E-05	C <sup>-1</sup>
Isotropic Elasticity		
Derive from	Young's ...	
Young's Modulus	2.05E+05	MPa
Poisson's Ratio	0.26	
Bulk Modulus	1.4236E+11	Pa
Shear Modulus	8.1349E+10	Pa
Alternating Stress Mean Stress		
Strain-Life Parameters		
Tensile Yield Strength	350	MPa
Compressive Yield Strength	350	MPa
Tensile Ultimate Strength	420	MPa
Compressive Ultimate Strength	0	Pa

Gambar 3. Input Jenis Material pada Software

### 3.4 Kondisi Batas

Sebelum simulasi dijalankan, perlu diperhatikan kondisi batas yang di pilih untuk simulasi *C-Hook*. Pada simulasi ini menggunakan *fixed support* dan diinputkan sesuai keadaan

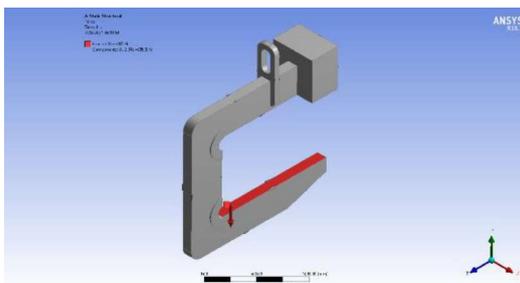
sebenarnya. Penentuan titik tumpuan dapat dilihat pada gambar 4



Gambar 4. Tumpuan pada Kontruksi C-Hook

### 3.5 Penentuan Titik Beban Pada Simulasi

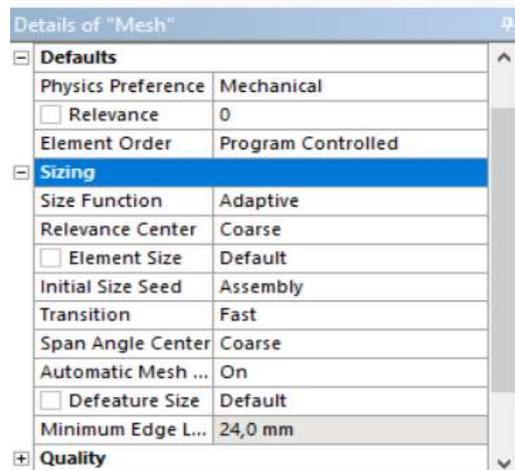
Pada analisis kontruksi *C-Hook* ini dilakukan dengan perhitungan manual dan simulasi pada *software* berbasis *FEM*. Dengan ini perhitungan manual akan dibandingkan dengan hasil simulasi *software*. Pembebanan dalam kontruksi *C-Hook* dapat dilihat pada gambar 5



Gambar 5. Pembebanan pada Kontruksi C-Hook

### 3.6 Meshing

*Meshing* dilakukan secara keseluruhan dengan ketentuan seperti gambar 6. Sebab struktur sedikit rumit sehingga *general meshing* sangat cocok digunakan. Pembagian jumlah elemen disesuaikan dengan model geometrinya.



Gambar 6. Detail Mesh Struktur

### 3.7 Momen Bending

Perhitungan momen *bending* di hitung setiap potongan bertujuan untuk mendapatkan nilai momen maksimal pada titik tertentu. Berikut ini adalah perhitungan momen *bending* yang dihitung sesuai dengan bagian bagian penampang tertentu. Momen *bending* dapat dihitung dengan persamaan 1.

### 3.8 Tegangan Bending

Pada perhitungan tegangan normal maka momen yang akan di gunakan adalah momen *bending* dengan nilai terbesar. Tegangan *bending* dapat dihitung dengan persamaan 2.

$$M = 327228 \text{ N.m}$$

$$I = 0.000383214 \text{ m}^4$$

$$Y = 0,17$$

$$\sigma = M \frac{y}{I}$$

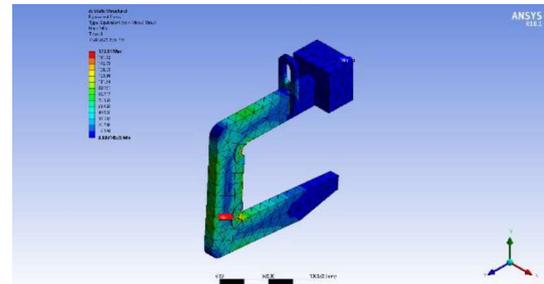
$$\sigma = \frac{327228 \cdot 0,17}{0.000383214}$$

$$\sigma = 145163883 \text{ Pa}$$

$$\sigma = 145,163883 \text{ Mpa}$$

### 3.9 Simulasi Tegangan Von-Mises

Hasil simulasi tegangan *Von-Mises* material AISI 1020 dapat dilihat pada Gambar 4.9 didapatkan hasil sebesar 173,51 Mpa dengan beban maksimum sebesar 30 Ton.



Gambar 7. Hasil Simulasi Tegangan Struktur C-Hook

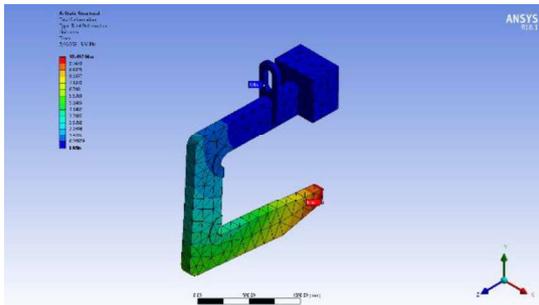
Simulasi *Von Mises* tidak melebihi *Allowable Strength Design (ASD)*. Dimana nilai dari *Von-Mises* pada material AISI 1020 adalah 164,23062 Mpa dan *Allowable Strength Design (ASD)* pada kontruksi *C-Hook* dari perhitungan manual yaitu 175 Mpa. Hasil dari perhitungan dan simulasi dari 3 jenis material dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2: Hasil perhitungan dan Simulasi

Material	Beban (Ton)	Kalkulasi Tegangan Von-Mises (Mpa)	Simulasi Von-Mises (Mpa)	Allowable Strength (Mpa)
AISI 1020	30	164,23062	173,51	175
ASTM A572	30	164,32478	169,92	172,5
ST52 DIN 17100	30	164,32195	174,47	177,5

### 3.10 Simulasi Defleksi C-Hook

Dari simulasi yang dilakukan, telah didapatkan simulasi defleksi pada Gambar 8.



Gambar 8. Hasil Simulasi Defleksi Kontruksi C-Hook

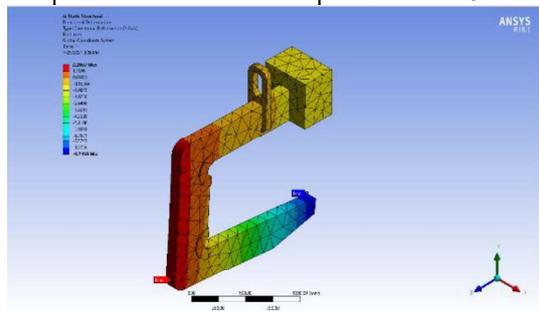
Didapatkan nilai defleksi maksimal dengan beban sebesar 30 ton di titik yang telah ditentukan yaitu 10,497. Dan Hasil perbandingan perhitungan manual dan simulasi defleksi dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3: Hasil perbandingan perhitungan manual dan simulasi

Material	Kalkulasi Defleksi	Simulasi Defleksi	Defleksi Ijin
AISI 1020	8,01	10,497	12,358
ASTM A572	8,21	10,695	12,358
ST52 DIN17100	7,82	10,252	12,358

### 3.11 Simulasi Defleksi Menurut Sumbu Y

Dari simulasi yang dilakukan, telah didapatkan simulasi defleksi pada Gambar 8.



Gambar 9. Hasil Simulasi Defleksi Struktur C-Hook menurut Directional Sumbu Y

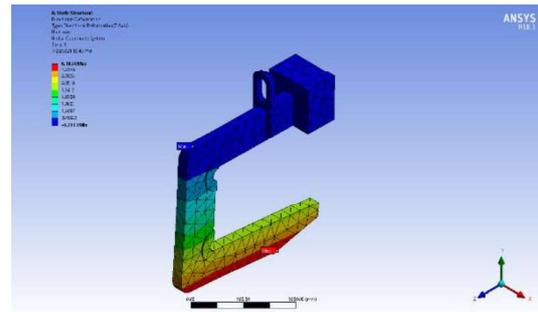
Didapatkan nilai defleksi menurut sumbu directional sumbu Y sebesar 2,2807. Dan Hasil perbandingan perhitungan manual dan simulasi defleksi dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4: Hasil Simulasi Defleksi Directional Sumbu Y

Material	Kalkulasi Defleksi	Simulasi Defleksi	Defleksi Ijin
AISI 1020	1,32	2,2807	2,7
ASTM A572	1,35	2,2937	2,7
ST52 DIN17100	1,29	2,234	2,7

### 3.12 Simulasi Defleksi Menurut Sumbu Z

Dari simulasi yang dilakukan, telah didapatkan simulasi defleksi pada Gambar 7



Gambar 10. Hasil Simulasi Defleksi Struktur C-Hook menurut Directional Sumbu Z

Didapatkan nilai defleksi menurut sumbu directional sumbu Z sebesar 2,2807. Dan Hasil perbandingan perhitungan manual dan simulasi defleksi dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5: Hasil Simulasi Defleksi Directional Sumbu Y

Material	Kalkulasi Defleksi	Simulasi Defleksi	Defleksi Ijin
AISI 1020	4,18	6,1843	6,07
ASTM A572	4,28	6,2683	6,07
ST52 DIN17100	4,08	6,047	6,07

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil analisis pembebanan 30 ton pada kontruksi *c-hook* dengan material AISI 1020, ASTM A572, ST52 DIN17100. Terbukti bahwa material ST52 DIN17100, adalah pilihan terbaik dan memiliki kemandan yang tinggi untuk kontruksi *c-hook*.
2. Hasil analisis pembebanan 30 ton pada kontruksi *c-hook* perhitungan manual pada material AISI 1020 didapatkan nilai tegangan maksimal sebesar 164,23062 Mpa. Hasil simulasi *software* sebesar 173,51 Mpa. Didapatkan juga hasil analisis defleksi pada kontruksi *c-hook* perhitungan manual didapat total defleksi sebesar 9,19 mm. Hasil simulasi *software* sebesar sebesar 10,497 mm. Simulasi defleksi menurut sumbu Y didapat sebesar 2,2807 dan batas defleksi pada potongan 3 (A-C) didapatkan nilai batas sebesar 2,7. Simulasi defleksi menurut sumbu Z didapat sebesar 6,1843, dan batas defleksi pada potongan 2 (C-D) didapatkan nilai batas sebesar 6,07. Dan material AISI 1020 dianggap tidak aman karena pada defleksi sumbu pada potongan 2 (C-D) melebihi batas defleksi yang diijinkan. Hasil analisis perhitungan manual pada material ASTM A572 didapatkan nilai tegangan maksimal sebesar 164,32478 Mpa. Hasil simulasi *software* sebesar 169,92 Mpa. Didapatkan juga hasil analisis defleksi pada kontruksi *c-hook* perhitungan manual didapat total defleksi sebesar 9,46 mm. Hasil simulasi *software* sebesar sebesar 10,695 mm.

Simulasi defleksi menurut sumbu Y didapat sebesar 2,2937 mm dan batas defleksi pada potongan 3 (A-C) didapatkan nilai batas sebesar 2,7 mm. Simulasi defleksi menurut sumbu Z didapat sebesar 6,2683 mm, dan batas defleksi pada potongan 2 (C-D) didapatkan nilai batas sebesar 6,07 mm. Dan material ASTM A572 dianggap tidak aman karena pada defleksi sumbu pada potongan 2 (C-D) melebihi batas defleksi yang diijinkan. Hasil analisis perhitungan manual pada material ST52 DIN17100 didapatkan nilai tegangan maksimal sebesar 164,32195 Mpa. Hasil simulasi *software* sebesar 174,47 Mpa. Didapatkan juga hasil analisis defleksi pada kontruksi *c-hook* perhitungan manual didapat total defleksi sebesar 8,97 mm. Hasil simulasi *software* sebesar sebesar 10,252 mm. Simulasi defleksi menurut sumbu Y didapat sebesar 2,234 mm dan batas defleksi pada potongan 3 (A-C) didapatkan nilai batas sebesar 2,7 mm. Simulasi defleksi menurut sumbu Z didapat sebesar 6,047 mm, dan batas defleksi pada potongan 2 (C-D) didapatkan nilai batas sebesar 6,07 mm. Dan material ST52 DIN17100 dianggap aman karena hasil simulasi pada defleksi sumbu pada potongan 2 (C-D) tidak melebihi batas defleksi yang diijinkan.

3. Perancangan dan analisis yang sudah dilakukan menghasilkan *output* desain *C-Hook* yang sudah mengacu standart. Spesifikasi dimensi dapat dimunculkan pada Lampiran 1. *Detail Drawing Engineering* pada desain *C-Hook* mengacu pada standart gambar teknik.

## 5. UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada orang tua penulis Bapak Sugiono dan Ibu Triasmiasih dan seluruh keluarga yang senantiasa memberikan dukungan secara moral, materi, dan doa sehingga dapat terselesaikan

Tugas Akhir. Bapak Ir. Eko Julianto, M.Sc., FRINA selaku Direktur Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya. Bapak George Endri Kusuma, ST., M.Sc. Eng., selaku Ketua Jurusan Teknik Permesinan Kapal. Bapak Pranowo Sidi, ST., MT., selaku Koordinator Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya dan Dosen Pembimbing 1 yang berkenan memberikan bimbingan, saran, dan pengetahuan baru pada penulis. Ibu Widya Emilia Primaningtyas, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing 2 yang berkenan memberikan bimbingan, saran, dan pengetahuan baru pada penulis. Bapak Farizi Rachman, S.Si., M.Si., selaku Ketua Koordinator Tugas Akhir Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya yang telah bijaksana membantu, mengontrol, serta memberi izin penulis untuk mengikuti sidang akhir. Seluruh Dosen dan Staff Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya yang memberikan bantuan dalam penyusunan Tugas Akhir. Bapak Wahyudi, Bapak Arif Hidayat, Bapak Santosa selaku pembimbing dari PT. Pelangi Indokarya yang telah berkenan meluangkan waktu dan ilmu untuk membantu dalam proses penyusunan Tugas Akhir. Seluruh teman-teman TDM angkatan 2017 yang bersama-sama berjuang selama 4 tahun.

## 6. PUSTAKA

- [1] American Wood Council. (2007). *Beam Design Formulas with Shear and Moment Diagram*. Washington: American Forest & Paper Association.
- [2] Engineers, A. S. (2005). *ASME B30.2: Overhead and Gantry Crane*. New York.
- [3] Gunawan, T. (1993). *Dktat Teori, Soal dan Penyelesaian Konstruksi Baja II, jilid I*. Jakarta: Delta Teknik Group.
- [4] John W. Pepi. (2018). *Opto Structural Analysis*
- [5] James M. Gere, Barry J Goodno. *Mechanical of Materials, 8<sup>th</sup> Edition*.