

# Analisis Tegangan dan Besar Defleksi pada Wall Jib Crane Kapasitas SWL 1 Ton Menggunakan Metode Elemen Hingga (Studi Kasus PT. Adiluhung Sarasanegara Indonesia)

Laila Radina Ningtyas<sup>1\*</sup>, Mohamad Hakam<sup>2</sup>, Widya Emilia Primaningtyas<sup>3</sup>

Teknik Desain dan Manufaktur, Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia<sup>1\*</sup>

Teknik Desain dan Manufaktur, Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia<sup>2</sup>

Teknik Desain dan Manufaktur, Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia<sup>3</sup>

Email: lalaradina12@gmail.com<sup>1</sup>

---

**Abstract** – Analysis of the construction of a wall jib crane with a capacity of 1 ton was carried out by comparing the materials ASTM A36, ASTM A515, AISI 1008. The analysis was carried out using the finite element method with Fusion 360 software. From the results of the analysis, the material with the smallest deflection value is AISI 1008 of 9.98 mm with a von mises stress of 94,187 MPa, while in ASTM A36 and ASTM A515 the deflection value is 10.08 mm. The accumulated stresses and deflections that occur in each planned construction, both from manual calculations and simulations are declared safe, because the stress and deflection values that occur in the construction of the jib crane wall are below the allowable stress and deflection values. Based on the results of the design that has been carried out, the AISI 1008 material was chosen because it has a high safety ratio for wall jib crane construction.

**Keyword:** Deflection, Stress, Von mises stress, Wall jib crane

---

## 1. PENDAHULUAN

PT. Adiluhung Sarana Segara Indonesia yang bergerak di bidang jasa pembangunan dan perawatan kapal sedang melakukan pengembangan *workshop* dan galangan untuk meningkatkan hasil dan mutu produksi. Untuk menunjang berjalannya aktivitas pemindahan barang pada bengkel mesin diperlukan pesawat angkat yang bertujuan untuk menghasilkan keuntungan dengan meningkatkan proses produksi dan mempermudah pekerjaan manusia terutama *overhead crane*.

Namun, padatnya aktivitas produksi pada bengkel mesin PT. ASSI serta banyaknya permintaan membuat peran *overhead crane* kurang efektif dalam segi waktu terutama pada mesin bubut dan sekrup yang memerlukan proses pengangkatan beban berulang, karena pemindahan material harus menunggu untuk menggunakan *overhead crane* karena bergantian dengan proses produksi yang lain seperti proses perakitan produk, dll. Keterbatasan ini tentunya dapat mengakibatkan efisiensi produksi menurun sehingga berdampak pada biaya produksi yang disediakan perusahaan.

Oleh karena itu penelitian ini ditujukan untuk mempermudah aktivitas pengangkatan material pada bengkel mesin terutama pada mesin bubut dan sekrup, sehingga diperlukan pesawat angkat tambahan yang dapat meningkatkan produktivitas dan mempercepat pekerjaan. Pesawat angkat yang dapat digunakan untuk membantu pekerjaan tersebut adalah *Wall Jib Crane*. Dimana *Wall Jib Crane* didesain khusus untuk membantu proses mengangkat dan memindahkan material bubut dan sekrup sesuai dengan kebutuhan *workshop*. Alat ini mudah digunakan dan mempunyai sudut rotasi

sebesar 180° serta merupakan alat pengangkat material yang hemat energi dan efisien. Struktur yang dimiliki kuat sehingga dibutuhkan perancangan dan analisis yang akurat agar tidak terjadi kegagalan yang mengakibatkan kecelakaan kerja. Perusahaan tersebut biasanya membuat rancangan desain dan memproduksi pesawat angkat sendiri untuk kebutuhan proses produksi seperti *overhead crane*, *mobile crane*, dll. Dalam pembuatan *Wall Jib Crane* tentunya harus sesuai dengan permintaan, tentunya perusahaan harus mempertimbangkan ukuran, material dan analisis kekuatan strukturnya.

Berdasarkan pertimbangan diatas, dilakukan analisis *Wall Jib Crane* kapasitas SWL 1 ton pada perusahaan tersebut, yang nanti akan dihitung kekuatan dengan menggunakan *software* berbasis FEM. Dari analisis tersebut diharapkan dapat mengetahui material yang sesuai serta perhitungan kekuatan *Wall Jib Crane* yang optimal untuk perusahaan tersebut.

## 2. METODOLOGI

### 2.1 Wall Jib Crane

*Wall jib crane* merupakan alat pengangkat, juga berfungsi sebagai alat pemindah barang, dengan cakupan pemindahan barang terbatas (sesuai dengan sudut rotasi dan panjang lengan ayun), *wall jib crane* terdiri dari perangkat lengan ayun/kantilever dan mekanisme pengangkatan material dilakukan oleh *hoist*. Kantilever dipasang ke dinding atau kolom semen dan dapat diputar sesuai dengan kebutuhan pengguna. Bagian yang berputar dibagi menjadi rotasi manual dan rotasi listrik.

## 2.2 Tegangan

Tegangan adalah suatu ukuran intensitas pembebanan yang dinyatakan oleh gaya dibagi oleh luas di tempat gaya tersebut bekerja..

### 1. Tegangan normal

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (1)$$

Dimana:

$\sigma$  = tegangan (N/mm<sup>2</sup>)

P = beban (N)

A = luas penampang (mm<sup>2</sup>)

Sedangkan untuk perhitungan tegangan akibat momen bending pada *wall jib crane* menggunakan persamaan 2.17 berikut:

$$\sigma = \frac{Mx}{Zx} = \frac{M}{I/Y} \quad (2)$$

Dimana:

$\sigma$  = tegangan (N/mm<sup>2</sup>)

Mx = momen bending pada sumbu *x-axis* (N.mm)

Zx = modulus *section* sumbu *x-axis* (mm<sup>3</sup>)

### 2. Tegangan geser

$$\tau = \frac{v.Q}{I.b} \quad (3)$$

Dimana :

$\tau$  = tegangan geser (N/mm<sup>2</sup>)

V = gaya/beban yang diberikan (N)

Q = momen statis penampang (mm<sup>3</sup>)

b = lebar penampang (mm)

### 3. Von mises stress

$$\sigma_v = \sqrt{(\sigma_t + \sigma_f)^2 + 3\tau^2} \quad (4)$$

Dimana:

$\sigma_v$  = tegangan *von mises* (N/mm<sup>2</sup>)

$\sigma_t$  = tegangan aksial (N/mm<sup>2</sup>)

$\sigma_f$  = tegangan normal (N/mm<sup>2</sup>)

$\tau$  = tegangan geser (N/mm<sup>2</sup>)

### 4. Tegangan izin

$$\sigma = \frac{\sigma_y}{SF} \quad (5)$$

Dimana:

$\sigma$  = Tegangan (N/mm<sup>2</sup>)

$\sigma_y$  = Tegangan *yield material* (N.mm)

SF = *Safety Factor*

## 2.3 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. Konfigurasi yang diasumsikan dengan deformasi permukaan netral. dikenal sebagai kurva elastis dari balok.

### 1. Defleksi menurut keadaan beban

Perhitungan defleksi memiliki banyak cara untuk menghitungnya diperlukan rumus-rumus yang sesuai dengan keadaan beban maupun penampang. Metode ini dinamakan metode reposisi dimana metode superposisi berguna hanya apabila rumus untuk defleksi dan kemiringan telah tersedia.

### a. Beban merata pada balok kantilever

$$\delta = \frac{q x L^4}{8 x E x I x} \quad (6)$$

Dimana:

q = Nilai Beban (N/m)

L = Panjang Balok (mm)

E = Modulus *Young* (N/mm<sup>2</sup>)

Ix = Momen Inersia (mm<sup>4</sup>)

### b. Beban terpusat pada balok kantilever

$$\delta = \frac{P x l^3}{3 x E x I} + \frac{w x l^4}{8 x E x I} \quad (7)$$

Dimana:

P = Nilai Beban (N)

l = Panjang Balok (mm)

E = Modulus *Young* (N/mm<sup>2</sup>)

I = Momen Inersia (mm<sup>4</sup>)

### 2. Batas aman defleksi

Batas perubahan bentuk pada profil pada arah (y) akibat pembebanan vertikal yang diberikan pada profil tersebut. Limit defleksi untuk struktur dengan panjang *span* yang mengacu pada *standard limit state design* [12]. limit defleksi balok kantilever dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\delta_{syarat} = \frac{1}{300} l \quad (8)$$

Dimana:

$\delta_{syarat}$  = Defleksi batas (mm)

l = Panjang *span* (mm)

## 2.4 Metode Elemen Hingga

Metode elemen hingga adalah metode numerik yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan teknik dan problem matematis dari suatu gejala phisis. Tipe masalah teknis dan matematis fisis yang dapat diselesaikan dengan metode elemen hingga terbagi dalam dua kelompok, yaitu kelompok analisa struktur dan kelompok masalah-masalah *non-structure*.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Kajian produk *existing*

Kajian produk yang pernah dibuat sebelumnya dibutuhkan untuk mengetahui aspek-aspek apa saja yang perlu dikembangkan, untuk mengetahui informasi spesifikasi produk yang sesuai dengan kebutuhan *workshop*. Dalam hal ini produk *existing* digunakan sebagai pembanding terhadap produk yang akan diproduksi selanjutnya. *Wall jib crane* yang telah diproduksi oleh PT. Adiluhung Saranasegara Indonesia menggunakan sistem konstruksi rangka batang sebagai konstruksi utamanya, dengan panjang 4 meter, dan dengan sistem *slewing* sebesar 180 derajat, serta beban angkat maksimum hanya sebesar 500 kg. Adapun gambar 1 adalah *wall jib crane* yang pernah diproduksi.



Gambar 1. Wall Jib Crane SWL 500 kg

### 3.2 Spesifikasi konstruksi span

Konstruksi *wall jib crane* menggunakan profil berbentuk H-beam pada konstruksi span dan *arm support*, *round bar* pada poros dengan ukuran ketebalan dan dimensi yang variatif sesuai dengan kebutuhan masing masing pada bagiannya. Berikut merupakan data utama dari konstruksi *wall jib crane* yang direncanakan, ditunjukkan pada Tabel 1 dibawah ini:

Tabel 1: Data utama konstruksi Wall Jib Crane

Data Utama	Nilai
SWL (Safety Working Load)	1 Ton
Span	4050 mm
Sudut rotasi	180°

Dalam merencanakan konstruksi *wall jib crane* yang akan dibuat, material yang direncanakan adalah AISI 1008, ASTM A515, ASTM A36 dengan spesifikasi material sesuai dengan Tabel 4.2, 4.3, dan 4.4 yang ditunjukkan dibawah ini:

#### 1. AISI 1008

Berikut ini merupakan spesifikasi material AISI 1008 yang akan digunakan sebagai material pembanding pada analisis struktur *wall jib crane* yang akan direncanakan:

Tabel 2: Spesifikasi Material Baja AISI 1008

Spesifikasi Material Baja	
Modulus elastisitas (E)	= 205000 MPa (N/mm <sup>2</sup> )
Tensile strength	= 350 N/mm <sup>2</sup>
Yield strength	= 285 N/mm <sup>2</sup>
Steel density	= 0,0000078 kg/mm <sup>3</sup>

#### 2. ASTM A515

Berikut merupakan spesifikasi material ASTM A515 yang akan digunakan sebagai material pembanding pada analisis struktur *wall jib crane* yang akan direncanakan:

Tabel 3: Spesifikasi Material Baja ASTM A515

Spesifikasi Material Baja	
Modulus elastisitas (E)	= 200000 MPa (N/mm <sup>2</sup> )
Tensile strength	= 480 N/mm <sup>2</sup>
Yield strength	= 265 N/mm <sup>2</sup>
Steel density	= 0,0000078 kg/mm <sup>3</sup>

#### 3. ASTM A36

Berikut merupakan spesifikasi material ASTM A36 yang akan digunakan sebagai material pembanding pada analisis struktur *wall jib crane* yang akan direncanakan:

Tabel 4: Spesifikasi Material Baja ASTM A36

Spesifikasi Material Baja	
Modulus elastisitas (E)	= 200000 MPa (N/mm <sup>2</sup> )

Tensile strength	=	450 N/mm <sup>2</sup>
Yield strength	=	255 N/mm <sup>2</sup>
Steel density	=	0,0000078 kg/mm <sup>3</sup>

### 3.3 Penentuan profil span

Dalam menentukan desain sebuah balok profil *span* terdapat langkah-langkah yang harus dilakukan agar terciptanya desain yang layak untuk diimplementasikan atau digunakan diantaranya adalah.

#### 1. Penentuan Panjang Span Dan Kondisi Pendukung

Menentukan kondisi pendukung yang terjadi pada *span* yang direncanakan, dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5: Data Pendukung Konstruksi Span

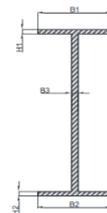
Span	=	4050 mm
Safety working load (SWL)	=	1000 kg
Nilai kekuatan material dapat dilihat pada <i>material properties</i> yang ada pada tabel 2		

#### 2. Perencanaan Dimensi Profil Span

Untuk mendapatkan profil *span* yang sesuai dengan kebutuhan *wall jib crane* yang direncanakan terdapat langkah-langkah yang harus dilakukan antara lain:

##### a. Pemilihan Dimensi Span

Konstruksi profil *span* yang direncanakan menggunakan profil H seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2 sesuai dengan spesifikasi dimensi yang tertera pada Tabel 6.



Gambar 2. Konstruksi profil span

Tabel 1: Dimensi Profil Span

Bagian	Ukuran	Bagian	Ukuran
B1	120 mm	H1	12 mm
B2	120 mm	H2	12 mm
B3	16 mm	H3	300 mm

Setelah menentukan dimensi setiap profil yang terpilih selanjutnya akan mencari titik berat dari luas, dan momen statis profil *span*.

#### b. Perhitungan Titik Berat, Luas Setiap Profil, Dan Momen Statis.

Untuk mencari luas dan titik berat dapat menggunakan Persamaan berikut:

Bidang 1,2,3

$$A = B \times H$$

Ringkasan dari perhitungan titik berat dan luas dibawah ini ditunjukkan pada Tabel 7.



Gambar 3. Titik berat konstruksi profil span

Tabel 7: Perhitungan Manual Titik Berat dan Momen Statis *Span*

Bag.	B (mm)	H (mm)	Titik berat		Luas (A) (mm <sup>2</sup> )	Momen statis	
			X (mm)	Y (mm)		X x A (mm <sup>3</sup> )	Y x A (mm <sup>3</sup> )
Top plate	120	12	60	318	1440	86400	457920
Bottom plate	120	12	60	6	1440	86400	8640
Web plate	16	300	60	162	4800	288000	777600
Total					7680	460800	1244160

Setelah mendapatkan nilai titik berat, luas dan momen statis pada profil *span*, maka pada sumbu X dan sumbu Y dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$X = \frac{(x.A)}{A} = \frac{460800 \text{ cm}^3}{7680 \text{ cm}^2} = 60 \text{ mm}$$

$$Y = \frac{(y.A)}{A} = \frac{1244160 \text{ cm}^3}{7680 \text{ cm}^2} = 162 \text{ mm}$$

Dengan demikian, dapat diketahui titik berat pada *span* terletak pada koordinat 60 mm; 162 mm.

c. Perhitungan momen inersia *span*

Untuk menentukan momen inersia *span* terhadap sumbu neutral axis maka perlu dilakukan perhitungan jarak lengan dan luas penampang. Jarak neutral axis didapat dari perhitungan total titik berat sumbu y yaitu 16,2 cm, jadi untuk mencari d pada setiap profil nilai total titik berat sumbu y dikurangi dengan sumbu y pada profil yang ingin dicari momen inersianya menggunakan Persamaan berikut. Bidang 1,2,3

$$I_x = \frac{1}{12} \times B H^3$$

Ringkasan perhitungan momen inersia ditunjukkan pada Tabel 8 berikut:

Tabel 8: Perhitungan momen inersia *span*

Bag.	Luas (A) (mm <sup>2</sup> )	Titik Berat		D1 m	A x d1 <sup>2</sup> mm <sup>4</sup>	Momen Inersia profil (I <sub>x</sub> )
		X (mm)	Y (mm)			
1	1440	60	318	156	35043840	17280
2	1440	60	60	156	35043840	17280
3	4800	60	162	0	0	36000000
Total					70087680	36034560

Selanjutnya, setelah mendapatkan nilai luasan lengan dan momen inersia tiap profil, maka total momen inersia dengan dalil pergeseran dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan berikut.

$$I_{xx} = \sum I_x + \sum (A \times d^2)$$

$$= 36034560 \text{ mm}^4 + 70087680 \text{ mm}^4$$

$$= 106122240 \text{ mm}^4$$

Dengan demikian total momen inersia *span* sebesar 106122240 mm<sup>4</sup>.

d. Perhitungan Berat Konstruksi

Safety working load = 1000 kg  
 Berat hoist + hook = 184,5 kg

$$P = SWL + W_{hoist}$$

$$= 1000 + 184,5$$

$$= 1184,5 \text{ kg}$$

$$= 11260 \text{ N}$$

e. Perhitungan Beban Konstruksi

Untuk mendapatkan nilai besar konstruksi dapat digunakan Persamaan 2.6. Berat konstruksi *span* dapat dilihat pada Tabel 9 berikut:

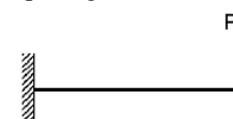
Tabel 9: Perhitungan Beban Konstruksi *Span*

Bagian	Luas	Panjang <i>span</i>	W
	(A) m <sup>2</sup>	(L) mm	A x L x ρ
Top plate	1440	4050	45.7812
Bottom plate	1440	4050	45.7812
Web plate	4800	4050	152.604
Total			244.1664

Dengan demikian, diketahui total berat dari *span* adalah 244.1664 kg

3.4 Menghitung reaksi yang terjadi pada *span*

Reaksi pembebanan pada *span* dapat dilihat pada Gambar 4 sedangkan untuk menghitung reaksi pada *span* dapat digunakan Persamaan berikut:



Gambar 4. Pembebanan pada *span*

$$R_v = P$$

$$= 1184,5 \text{ Kg} = 11619,95 \text{ N}$$

3.5 Perhitungan nilai tegangan pada *span*

Untuk menghitung momen maksimal pada *span* dapat digunakan Persamaan berikut:

$$M = P \times L + \frac{w \times L^2}{2}$$

$$= 1184,5 \text{ N} \times 9,81 \times 4050 \text{ mm} + \frac{0,06594 \text{ N} \times 4050^2 \text{ mm}}{2} = 55262027,3 \text{ N.mm}$$

1. Modulus penampang *span*

Perhitungan modulus penampang digunakan untuk menentukan kekuatan lentur suatu balok. Untuk mengetahui modulus penampang yang dibutuhkan maka dapat digunakan Persamaan berikut:

$$\begin{aligned}
 W \text{ req } (Z) &= \frac{M}{S_b \text{ (all)}} \\
 &= \frac{55262027,3 \text{ N.mm}}{125 \text{ N/mm}^2} \\
 &= 433427 \text{ mm}^3 \\
 &= 433,427 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

Nilai modulus penampang pada masing-masing material dapat dilihat pada Tabel 10 berikut:

Tabel 10: Perhitungan modulus penampang *span*

Material	Modulus Penampang (cm <sup>3</sup> )
ASTM A36	433,427
ASTM A515	417,071
AISI 1008	387,803

2. Tegangan *bending span*

Perhitungan tegangan *bending* dapat dihitung menggunakan Persamaan berikut:

$$\begin{aligned}
 \sigma &= \frac{M}{I/Y} \\
 &= \frac{55262027,3 \text{ N.mm}}{106122240 \text{ mm}^4/162 \text{ mm}} \\
 &= 84,360 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

Nilai tegangan *bending* pada masing-masing material dapat dilihat pada Tabel 11 berikut:

Tabel 11: Perhitungan tegangan *bending span*

Material	Tegangan <i>Bending</i> (N/mm <sup>2</sup> )
ASTM A36	84,360
ASTM A515	84,360
AISI 1008	84,360

3. Tegangan geser *span*

Untuk mengetahui besarnya tegangan geser pada *span* digunakan Persamaan 2.18 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \square &= \frac{v \cdot Q}{l \cdot b} \\
 &= \frac{1169,9 \text{ N} \cdot 1244160 \text{ mm}^3}{106122240 \text{ mm}^4 \cdot 120 \text{ mm}} \\
 &= 1,135 \text{ (N/mm}^2\text{)}
 \end{aligned}$$

Nilai tegangan geser pada masing-masing material dapat dilihat pada Tabel 12 berikut:

Tabel 12: Perhitungan tegangan geser *span*

Material	Tegangan Geser (N/mm <sup>2</sup> )
ASTM A36	1,135
ASTM A515	1,135
AISI 1008	1,135

4. Tegangan *von mises stress span*

*Von mises stress* merupakan akumulasi total dari semua tegangan yang terjadi pada suatu balok sehingga menghasilkan tegangan maksimal yang terjadi. Perhitungan *von misess stress* dengan Persamaan 2.19 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \sigma_v &= \sqrt{(\sigma_t + \sigma_f)^2 + 3\tau^2} \\
 &= \sqrt{(0 + 84,360 \text{ (N/mm}^2\text{)})^2 + 3 \cdot 1,135 \text{ (N/mm}^2\text{)}^2} \\
 &= 88,226 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

Nilai tegangan *von mises stress* pada masing-masing material dapat dilihat pada Tabel 13 berikut:

Tabel 13: Perhitungan tegangan *von mises stress pada span*

Material	Tegangan <i>Von Mises Stress</i> (N/mm <sup>2</sup> )
ASTM A36	88,226
ASTM A515	88,226
AISI 1008	88,226

5. Tegangan ijin *span*

Tegangan ijin merupakan syarat aman yang menyatakan bahwa tegangan yang terjadi harus lebih kecil atau sama dengan tegangan ijin (*allowable stress*). Tegangan ijin dapat dihitung dengan Persamaan berikut:

$$\begin{aligned}
 \hat{\sigma}_{\text{ijin}} &= \frac{\text{yield}}{S_f} \\
 &= \frac{250 \text{ MPa}}{2} = 125 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Nilai tegangan ijin pada masing-masing material dapat dilihat pada Tabel 14 berikut:

Tabel 14: Perhitungan tegangan ijin pada *span*

Material	Tegangan ijin (MPa)
ASTM A36	125
ASTM A515	132,5
AISI 1008	142,5

3.6 Perhitungan defleksi pada *span*

Perhitungan defleksi untuk mengetahui besar defleksi pada *span* menggunakan persamaan 2.23 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \delta &= \frac{P \times l^3}{3 \times E \times I} + \frac{w \times l^4}{8 \times E \times I} \\
 &= \frac{11619,9 \text{ N} \times 4050^3 \text{ mm}}{3 \times 200000 \text{ N/mm}^2 \times 106122240 \text{ mm}^4} + \\
 &\quad \frac{0,060288 \text{ N} \times 4050^4 \text{ mm}}{8 \times 200000 \times 106122240 \text{ mm}^4} = 12,219 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Nilai defleksi pada masing-masing material dapat dilihat pada Tabel 15 berikut:

Tabel 15: Perhitungan defleksi *span*

Material	Defleksi (mm)
ASTM A36	12,219
ASTM A515	12,219
AISI 1008	11,921

1. Defleksi ijin *span*

Kemudian dalam menentukan defleksi ijin dapat dihitung menggunakan Persamaan berikut:

$$\square_{\text{Syarat}} = \frac{1}{300} l = \frac{1}{300} \times 4050 \text{ mm} = 13,5 \text{ mm}$$

Sehingga dapat diketahui bahwa defleksi pada seluruh material lebih kecil dari defleksi ijin sebesar 13,5 mm, sehingga batas defleksi pada *span* yang akan digunakan telah memenuhi.

### 3.7 Analisis FEM menggunakan software

Analisis FEM menggunakan software dapat digunakan untuk mengetahui nilai *safety factor*, tegangan von misess stress dan defleksi. Langkah awal dalam analisis ini adalah dengan menentukan study material atau material yang akan dianalisis. Berikut ini merupakan proses dan hasil analisis *wall jib crane* menggunakan fusion 360 dengan perbandingan 3 material:

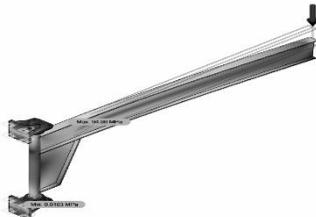
#### 1. ASTM A36

Material yang akan digunakan adalah ASTM A36. Material ASTM A36 memiliki karakteristik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 16 berikut:

Material Steel ASTM A36	
Density	7.85E-06 kg / mm <sup>3</sup>
Young's Modulus	200 GPa
Poisson's Ratio	0.3
Yield Strength	248.2 MPa
Ultimate Tensile Strength	399.9 MPa
Thermal Conductivity	0.045 W / (mm C)
Thermal Expansion Coefficient	1.17E-05 / C
Specific Heat	480 J / (kg C)

Gambar 5. Karakteristik material ASTM A36

Dari hasil *solving* pada analisis FEM pada Fusion 360 didapatkan nilai tegangan maksimal adalah sebesar 94,86 MPa, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 6 berikut:



Gambar 6. Nilai tegangan wall jib crane ASTM A36

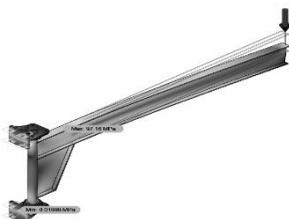
Sedangkan untuk nilai defleksi sesuai dengan hasil analisa adalah sebesar 10,08 mm, seperti Gambar 7 berikut ini:



Gambar 7. Nilai defleksi wall jib crane

#### 2. ASTM A515

Material yang akan digunakan adalah ASTM A515. Material ASTM A515 memiliki karakteristik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8 berikut:



Gambar 8. Karakteristik material ASTM A515

Dari hasil *solving* pada analisis FEM pada Fusion 360 didapatkan hasil nilai tegangan maksimal adalah sebesar 97,16 MPa, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 9 berikut:



Gambar 9. Nilai tegangan wall jib crane ASTM A515

Sedangkan untuk nilai defleksi sesuai dengan hasil analisis adalah sebesar 10,08 mm, nilai defleksi dapat dilihat pada Gambar 10 berikut:

Gambar 10. Nilai defleksi wall jib crane ASTM A515



#### 3. ASTM AISI 1008

Material yang akan digunakan adalah AISI 1008. Material AISI 1008 memiliki karakteristik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 11 berikut:

Material Steel AISI 1008	
Density	7.8E-06 kg / mm <sup>3</sup>
Young's Modulus	205 GPa
Poisson's Ratio	0.3
Yield Strength	285 MPa
Ultimate Tensile Strength	350 MPa
Thermal Conductivity	0.045 W / (mm C)
Thermal Expansion Coefficient	1.17E-05 / C
Specific Heat	480 J / (kg C)

Gambar 11. Karakteristik material ASTM AISI 1008

Dari hasil *solving* pada analisis FEM pada Fusion 360 didapatkan hasil nilai tegangan maksimal adalah sebesar 97,16 MPa, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 12 berikut:

Gambar 12. Nilai tegangan wall jib crane AISI 1008

Sedangkan untuk nilai defleksi sesuai dengan hasil analisa adalah sebesar 9,837 mm, seperti



Gambar 13 berikut ini:

Berikut merupakan akumulasi nilai tegangan dan defleksi pada *wall jib crane* dapat dilihat pada Tabel 16 dan 17 berikut:

Tabel 16: Besar Defleksi Pada *Wall Jib Crane*

Materia l	Perhitunga n Defleksi	Defleksi pada Analisis FEM	Perhitungan Defleksi Ijim
ASTM A36	12,28 mm	10,08 mm	15,17 mm
ASTM A515	12,28 mm	10,08 mm	15,17 mm
AISI 1008	11,981 mm	9,98 mm	15,17 mm

Tabel 17: Perhitungan Tegangan Pada *Wall Jib Crane*

Material	Perhitung an Tegangan (Mpa)	Tegangan pada analisis FEM (Mpa)	Perhitunga n Tegangan Ijin (Mpa)
ASTM A36	94,187	94,86	125
ASTM A515	92,887	97,16	132,5
AISI 1008	94,187	97,16	142,5

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa tegangan *von misses stress* dan defleksi yang terjadi pada setiap konstruksi yang direncanakan baik dari perhitungan manual maupun simulasi dapat dinyatakan aman karena nilai tegangan dan defleksi yang terjadi pada konstruksi *wall jib crane* dibawah nilai tegangan dan defleksi ijin.

#### 4. KESIMPULAN

Hasil simulasi berupa nilai hasil tegangan *von misses stress* dan defleksi yang divalidasi menggunakan perhitungan manual. Dari hasil analisis, material dengan nilai defleksi terkecil adalah AISI 1008 sebesar 9,98 mm dengan nilai tegangan *von misses stress* sebesar 94,187 MPa, sedangkan pada ASTM A36 dan ASTM A515 diperoleh nilai defleksi sebesar 10,08 mm. Akumulasi tegangan dan defleksi yang terjadi pada setiap konstruksi yang direncanakan, baik dari perhitungan manual maupun simulasi dinyatakan aman, karena nilai tegangan dan defleksi yang terjadi pada *konstruksi wall jib crane* dibawah nilai tegangan dan defleksi ijin.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat berjalan dengan lancar tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, peneliti mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing dan teman-teman yang telah membantu penulis dalam pengerjaan penelitian ini.

#### 7. 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] James M. Gere, Barry J Goodno. *Mechanical of Materials, 8<sup>th</sup> Edition*.

[4] Gunawan, T. (1993). *Dktat Teori, Soal dan Penyelesaian Konstruksi Baja II, jilid I*. Jakarta: Delta Teknik Group.

[5] Institute, A. N. (2005). *Spesification for Structural Steel Building*. Chicago: AISC Inc.

[6] Oberg, E. d. (2000). *Machinery Handbook 26th Edition*. Ney York: Indurstrial Press Inc.

[7] Rudenko, N. (1966). *Mesin Pengangkat*. Jakarta: Erlangga.

[8] Susantio, Y. (2004). *Dasar - dasar Metode Elemen Hingga*. Yogyakarta: Andi.

[9] Achfas, Z. (2018). *Analisis Struktur 1 Struktur Rangka Batang. Tugas Akhir* Malang:Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

[10] R.S Khurmi, J.K Gupta.(2015) *A Textbook of Machine Design*. New Delhi:Eurasia Publishing House.