

## Analisis Struktur Railing Overhead Conveyor

Septiani Lestari<sup>1</sup>, Mohamad Hakam<sup>1\*</sup>, Mochammad Choirul Rizal<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111, Indonesia

<sup>2</sup>Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111, Surabaya<sup>3</sup>  
Email: [m\\_hakam@ppns.ac.id](mailto:m_hakam@ppns.ac.id)

**Abstract** – The manual material handling process has several disadvantages, including a large workforce and a relatively long time, which hinders the continuity of the next process. So material handling tools are needed in the form of overhead conveyors to simplify the material handling process. This research aims to analyze the optimal strength and feasibility of construction according to the needs of companies that concentrate on fence and support construction. Requirements data based on company requests with a load capacity of 200kg, track length of 75 m. The final conclusion is that ASTM A36 material is used which has high safety for the overhead conveyor railing construction. The results of the analysis of the railing and support construction show that the von Mises stress value in the construction is 73,85 MPa with a deflection value of 9.08 mm. Meanwhile, for the supports, the von Mises stress results were 5,53MPa and the deflection value was 0,14 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 are below the permitted stress and deflection values.

**Keyword:** buckling, deflection, overhead conveyor, stress analysys.

### Nomenclature

<b>P</b>	Beban atau gaya yang bekerja (N)
<b>L</b>	Panjang (mm)
<b><math>\sigma</math></b>	Tegangan (N/mm <sup>2</sup> )
<b>A</b>	luas penampang (mm <sup>2</sup> )
<b>M</b>	Momen (N/mm <sup>2</sup> )
<b><math>\sigma</math></b>	Tegangan (MPa/ N/mm <sup>2</sup> )
<b><math>\tau</math></b>	Tegangan geser (N/mm <sup>2</sup> )
<b><math>\delta</math></b>	Defleksi (mm)
<b>I</b>	Inersia (mm <sup>4</sup> )
<b>SF</b>	Safety Factor
<b><math>\sigma_y</math></b>	Tegangan yield material (N.mm)
<b>v</b>	Gaya/beban yang diberikan (N)
<b>Q</b>	Momen statis penampang (mm <sup>2</sup> )
<b>b</b>	Lebar penampang (mm)
<b>q</b>	Berat girder per satuan jarak (mm)

### 1. PENDAHULUAN

Proses *material handling* merupakan salah satu proses penting dalam sektor produksi. *Material handling* merupakan salah satu jenis transportasi pengangkutan material yang dilakukan dalam industri untuk memindahkan bahan baku atau barang setengah jadi dari tempat asal ke tempat tujuan yang telah ditentukan. Salah satu *equipment material handling* yang ada saat ini yaitu *conveyor*. *Conveyor* merupakan suatu sistem mekanik yang mempunyai fungsi memindahkan barang. *Conveyor* banyak dipakai di industri dimana difungsikan untuk transportasi barang yang jumlahnya sangat banyak dan

berkelanjutan. *Conveyor* sangat multifungsi dalam membantu meminimalisir waktu dan tenaga yang dibutuhkan untuk keperluan produksi [4]. Dari berbagai jenis *conveyor* dan fungsinya yang beragam terdapat banyak jenis yang dapat berguna untuk proses pengangkutan wire, jenis *overhead conveyor* dipilih karena sistem kerja *overhead conveyor* berada diatas kepala, sehingga tidak memakan lahan untuk memaksimalkan proses produksi [3].

*Track* (jalur lintasan) merupakan komponen utama dari *Overhead Conveyor*. Konstruksi dari jalur lintasan *overhead conveyor* harus mempertimbangkan keamanan penggunaannya sehingga harus didesain kuat untuk menahan beban yang timbul akibat berat konstruksi *railing*, *drive unit*, *carrier*, serta beban yang diangkut. Pembebanan pada rangka akan mempengaruhi terjadinya defleksi pada konstruksi rangka sehingga rawan terjadi retakan. Jika retak lelah ini terus merambat jauh hingga bagian luas penampang tidak dapat menampung beban maka komponen akan mengalami patah. Jika rangka yang digunakan tidak kokoh dan tidak sebanding dengan muatan beban yang akan diterima oleh rangka, maka prestasi seluruh sistem yang bergerak akan menurun atau berhenti, dimana kerusakan ini dapat menyebabkan *breakdown* pada mesin *conveyor*[2].

Analisis railing overhead conveyor

menggunakan software bermetode berdasarkan Metode Elemen Hingga atau Finite Element Methods. Metode elemen hingga dengan cepat tumbuh sebagai perhitungan yang paling penting sebagai alat analisis. Ketika metode elemen hingga diterapkan untuk bidang analisis tertentu (seperti analisis stress, analisis termal, atau analisis getaran) sering disebut sebagai analisis elemen terbatas (FEA). Sehingga FEA adalah alat yang paling umum untuk mengenali stress dan analisis struktur[1].

Berdasarkan pertimbangan diatas, dilakukan perancangan dan analisis struktur *railing overhead conveyor* untuk memenuhi kebutuhan perusahaan, yang nantinya akan dihitung kekuatan dengan menggunakan *software* berbasis FEM. Dari analisis tersebut diharapkan dapat mengetahui kekuatan struktur *railing overhead conveyor* yang optimal untuk perusahaan.

## 2. METODOLOGI

### 2.1 Metode Penelitian

Pesawat perangkat dipergunakan untuk memindahkan beban di lapangan atau ruangan, bagian-bagian atau department industri atau pabrik, pada area pembangunan, pada tempat penumpukan bahan dan sebagainya[7]. Metode yang digunakan yaitu Metode Perancangan dimana metode ini merancang struktur *railing overhead conveyor* meliputi pengumpulan data, menghitung dan merencanakan struktur berbahan material ASTM A36, analisis kekuatan struktur dan *detail drawing*. Berikut tahap penelitian yang dilakukan:

1. Observasi lapangan dan identifikasi masalah
2. Pengumpulan data
3. Perhitungan struktur
4. Menggambar dan merencanakan struktur
5. Analisis struktur

### 2.2 Struktur Konstruksi *Railing Overhead Conveyor*

*Overhead conveyor* digunakan untuk pemindahan bahan secara horizontal dan vertikal. Pemindahan bahan dengan menggunakan *overhead conveyor* diterapkan pada pemindahan bahan secara kontinyu dalam satu unit kerja (intrashop) maupun antar unit kerja (intershop). Struktur konstruksi *overhead conveyor* akan dianalisis sehingga didapatkan konstruksi yang menjamin keamanan dan mampu menumpu beban sesuai dengan kondisi bangunan [7].

### 2.3 Tegangan

Tegangan adalah suatu ukuran intensitas pembebanan yang dinyatakan oleh gaya dibagi oleh luas di tempat gaya tersebut bekerja [5].

1. Tegangan normal

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

Sedangkan untuk perhitungan tegangan akibat momen bending pada *railing* menggunakan persamaan:

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

2. Tegangan geser

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

3. Von miss stress

$$\sigma v = \sqrt{(\sigma t + \sigma f)^2 + 3\tau^2} \quad (4)$$

4. Tegangan ijin

$$\sigma_{ijin} = \frac{\sigma Y}{SF} \quad (5)$$

### 2.4 Defleksi

Defleksi merupakan perubahan bentuk pada balok ke arah vertikal (y) akibat adanya pembebanan vertikal yang diberikan pada balok atau batang. Defleksi diukur dari posisi awal permukaan pada saat netral ke posisi awal permukaan pada saat netral setelah terjadi deformasi. Konfigurasi deformasi yang diasumsikan dengan deformasi permukaan netral dikenal sebagai kurva elastis dari balok.

1. Defleksi menurut keadaan beban

Perhitungan defleksi 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 tersedia [6].

- a. Beban merata pada balok kantilver dengan tumpuan jepit-jepit

$$\delta = \frac{5wL^4}{384EI} \quad (6)$$

- b. Beban terpusat ditengah balok dengan tumpuan jepit-jepit

$$\delta = \frac{PL^3}{192EI} \quad (7)$$

2. Batas aman defleksi

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

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

### 2.5 Analisis Struktur dengan Metode Takabeya

Menghitung momen momen parsil dilakukan dengan beberapa langkah berikut [8]:

1. Menetapkan angka-angka kekakuan pada balok dan kolom dengan menggunakan persamaan :

$$K = \frac{4EI}{L} \quad (9)$$

Dengan syarat sudah diketahui momen inersia menggunakan persamaan :

$$I = \frac{1}{12}bh^3 \quad (10)$$

2. Menetapkan koefisien kekuatan akibat goyangan pada masing-masing tingkat, menggunakan persamaan:

$$T = \frac{3K}{T} \quad (11)$$

3. Mencari momen primer (M) menggunakan 2 persamaan untuk setiap masing-masing bentang:

$$M = \frac{pl}{8} + \frac{ql^2}{12} \quad (12)$$

4. Mencari momen rotasi dan momen *displacement*

- a. Menetapkan harga  $\tau$  dengan menggunakan persamaan:

$$\tau = M1+M2+\dots \quad (13)$$

- b. Menetapkan jumlah 2 kali angka kekakuan ( $\rho$ ) menggunakan persamaan:

$$\rho = 2(K1+K2+\dots) \quad (14)$$

- c. Menetapkan koefisien kekakuan masing-masing batang ( $\gamma$ ) menggunakan persamaan:

$$\gamma = \frac{K}{\rho} \quad (15)$$

- d. Menentukan momen-momen titik awal ( $m^{(0)}$ ) menggunakan persamaan:

$$m^{(0)} = \frac{-\tau}{\rho} \quad (16)$$

- e. Menentukan momen ( $\bar{m}^{(0)}$ ) menggunakan persamaan :

$$\bar{m}^{(0)} = \frac{-h(wi)}{T} \quad (17)$$

- f. Pembesaran momen-momen parsil, dimulai dari pembesaran momen rotasi lebih dulu dalam satu langkah/putaran, kemudian pembesaran momen *displacement* pada langkah yang bersangkutan dengan momen rotasi, yang dapat disimpulkan sebagai berikut

- 1) Langkah ke-1, pembesaran momen rotasi langkah ke-1, pembesaran momen *displacement* langkah ke-1.
- 2) Langkah ke-2, pembesaran momen rotasi langkah ke-2, pembesaran momen *displacement* langkah ke-2
- 3) Langkah ke-n, pembesaran momen rotasi langkah ke-n, pembesaran momen *displacement* langkah ke-n.

Dengan catatan bahwa pada setiap pembesaran momen rotasi selalu diikuti sertakan harga-harga momen *displacement* dimana titik kumpul tersebut terletak. Setelah nilai momen rotasi dan momen *displacement* berada

pada titik kaku. Perhitungan lain yang dilakukan adalah perhitungan momen desain dengan menggunakan persamaan :

$$M = K\{2m^{(n)} + \bar{m}^{(n)}\} \quad (18)$$

Perhitungan selanjutnya yaitu koreksi momen :

$$M_{koreksi} = M + \left\{ \frac{Y(n)}{Y(n)+Y(n)+Y(n)} \right\} \quad (19)$$

## 2.6 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 menjadi dua kelompok, yaitu kelompok analisa struktur dan kelompok masalah-masalah non struktur. Ketika metode elemen hingga diterapkan untuk bidang analisis tertentu (seperti analisis stress, analisis termal, atau analisis getaran) sering disebut sebagai analisis elemen terbatas (FEA). Sehingga FEA adalah adalah alat yang paling umum untuk mengenali stress dan analisis struktur.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Spesifikasi Konstruksi *Railing Overhead Conveyor*

Penetapan spesifikasi produk dilakukan dengan menarik hasil kesimpulan berdasarkan permintaan perusahaan, maka dapat ditentukan spesifikasi konstruksi *railing overhead conveyor* yang akan direncanakan, ditunjukkan pada Tabel 1 dibawah ini:

Tabel 1 Spesifikasi Target

Data utama	Nilai
Kapasitas	200 kg
Panjang Lintasan <i>Railing</i>	75000 mm
Material	ASTM A36
Tinggi Maksimal	4000 mm
Tinggi Minimal	2000-2500 mm

Perencanaan konstruksi *railing overhead conveyor* yang akan dibuat menggunakan material ASTM A36 dengan spesifikasi material sesuai dengan Tabel 2

Tabel 2 Spesifikasi Material Baja ASTM A36

Spesifikasi Material Baja	
Modulus Elastisitas (E)	= 200000 MPa (N/mm <sup>2</sup> )
<i>Tensile strength</i>	= 450 N/mm <sup>2</sup>
<i>Yield strength</i>	= 255 N/mm <sup>2</sup>
<i>Steel density</i>	= 0,000078 kg/mm <sup>3</sup>

### 3.2 Spesifikasi *Railing* dan Tiang Penopang

Profil yang digunakan pada konstruksi *railing overhead conveyor* menggunakan profil *enclosed track* untuk *railing* dan WF untuk penopang yang dapat dilihat pada Gambar 1

sesuai dengan spesifikasi dimensi yang tertera pada Tabel 3, Tabel 4, dan Tabel 5



Gambar 1 Profil Enclosed Track dan WF

Tabel 3 Spesifikasi Profil Railing

A	B	C	q	S	I <sub>x</sub>	Z	r
mm	mm	mm	Kg/m	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	mm	mm
74	74	4	7,67	9,84	72,5	22	4

Tabel 4 Spesifikasi Dimensi Profil Balok dan Kolom Penopang

H	B	t1	t2	r	A	q	I <sub>x</sub>
mm	mm	mm	mm	mm	mm <sup>2</sup>	Kg/mm	cm <sup>4</sup>
100	50	5	7	8	1185	0,0093	187

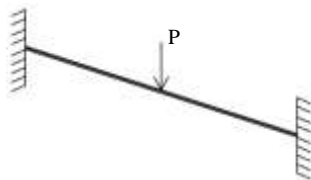
### 3.3 Kalkulasi Kekuatan Struktur Railing

Spesifikasi dari railing yang direncanakan diketahui:

- Panjang total railing = 75000 mm
- Panjang jarak antar penyangga = 5000 mm
- Material = ASTM A36
- Safety Factor Design = 2

#### 1. Reaksi yang terjadi pada Railing

Reaksi pembebanan pada railing dapat dilihat pada Gambar 2 sedangkan untuk menghitung reaksi pada railing dapat digunakan persamaan sebagai berikut:



Gambar 2 Pembebanan pada Railing

$$P = 200 + 25 = 225 \text{ kg}$$

$$= 2207,25 \text{ N}$$

Reaksi vertikal di tumpuan A dan B

$$\Sigma H = 0, AH = 0$$

$$\Sigma MA = 0$$

$$-R_B \cdot (5000) + P \cdot (2500) = 0$$

$$-R_B \cdot 5000 + 2207,25 \text{ N} \cdot (2500) = 0$$

$$R_B = 5.518.125/5000 = 1103,625 \text{ N}$$

$$\Sigma V = 0$$

$$R_A - 2020,17 + R_B = 0$$

$$R_A - 2207,25 + 1103,625 = 0$$

$$R_A = 1103,625 \text{ N}$$

#### 2. Momen maksimal

$$M = \frac{pl}{8} + \frac{ql^2}{12}$$

$$= 1.379.688 \text{ Nmm}$$

#### 3. Tegangan bending railing

$$\sigma = \frac{M}{I/Y} = 70,41 \text{ MPa}$$

Tegangan ijin dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$\sigma_{ijin} = \frac{\sigma_y}{SF} = 125 \text{ N/mm}^2$$

#### 4. Tegangan geser dan von mises stress railing

Perhitungan tegangan geser pada railing menggunakan persamaan:

$$\tau = \frac{v \cdot Q}{I \cdot b} = 1,55 \text{ N/mm}^2$$

Von mises merupakan akumulasi total dari semua tegangan yang terjadi pada railing. Perhitungan tegangan von mises dengan menggunakan persamaan berikut:

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

$$= 70,46 \text{ N/mm}^2$$

#### 5. Defleksi

Besar defleksi ijin dan defleksi maksimal pada railing dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$\delta_{izin} = \frac{L}{300} = \frac{5000}{300} = 16,66 \text{ mm}$$

$$\delta = \frac{P \cdot L^3}{192 EI} + \frac{5wL^4}{384 EI}$$

$$= 9,08 \text{ mm}^2$$

$$\delta_{izin} > \delta \text{ (aman)}$$

Sehingga dapat diketahui bahwa defleksi pada railing lebih kecil dari defleksi ijin sebesar 9,08 mm<sup>2</sup>, sehingga batas defleksi pada railing yang akan digunakan telah memenuhi.

### 3.4 Kalkulasi Kekuatan Struktur Penopang

Perhitungan ini digunakan untuk mengetahui momen maksimal yang terdapat pada penopang. Karena penopang berupa portal maka untuk mempermudah perhitungan konstruksi digunakan metode Takabeya.

$$P = \text{massa total} + \text{beban konstruksi railing}$$

$$= 225 + 38,35 = 263,35 \text{ kg}$$

$$= 2583,463 \text{ N}$$

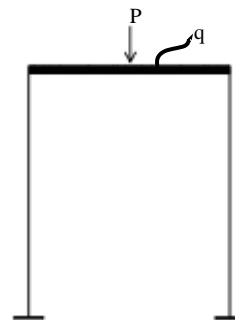
$$q = \text{beban merata (berat batang)}$$

$$= 9,3 \text{ kg/m}$$

$$= 2,233 \text{ N/m} = 0,091233 \text{ N/mm}$$

#### 1. Momen maksimal batang penopang

Gaya beban yang diperoleh sesuai dengan gaya pembebanan pada Gambar 3 berikut



Gambar 3 Model Pembebanan pada Batang Penopang

- Menghitung momen primer

$$M_{12} = - (1/12 \cdot q \cdot L^2 + 1/8 \cdot P \cdot L)$$

$$= -259305,8438 \text{ Nmm}$$

$$= -259,3058438 \text{ Nm}$$

$$M_{21} = 259305,8438 \text{ Nmm}$$

$$= 259,3058438 \text{ Nm}$$

Menghitung momen titik buhul

$$\tau_1 = M_{12} + M_{1A} = -259,3058438 \text{ Nm}$$

$$\tau_2 = M_{21} + M_{2B} = 59,3058438 \text{ Nm}$$

- Menghitung angka kekakuan

$$K_{1A} = 1/H = 1/4 = 0,2500 \text{ m}^3$$

$$K_{12} = 1/L = 1/1,5 = 0,6667 \text{ m}^3$$

$$K_{2B} = 1/H = 1/4 = 0,2500 \text{ m}^3$$

Konstanta K diambil =  $1 \text{ m}^3$

Jadi :

$$k_{1A} = \frac{K_{1A}}{K} = 0,2500$$

$$k_{12} = \frac{K_{12}}{K} = 0,6667$$

$$k_{2B} = \frac{K_{2B}}{K} = 0,2500$$

- Menghitung angka distribusi

$$\rho_1 = 2(k_{1A} + k_{12}) = 1,8333$$

$$\rho_2 = 2(k_{12} + k_{2B}) = 1,8333$$

$$\gamma_{1A} = k_{1A} / \rho_1 = 0,136$$

$$\gamma_{12} = k_{12} / \rho_1 = 0,363$$

$$\gamma_{21} = k_{21} / \rho_2 = 0,363$$

$$\gamma_{2B} = k_{2B} / \rho_2 = 0,136$$

- Menghitung momen rotasi awal

$$m_1^0 = -(\tau_1 / \rho_1) = 141,439 \text{ Nm}$$

$$m_2^0 = -(\tau_2 / \rho_2) = -141,439 \text{ Nm}$$

- Menghitung pembesaran momen parsial atau momen rotasi iterasi

Iterasi 1

$$m_1^1 = m_1^0 + (-\gamma_{12} \cdot m_2^0) = 192,872 \text{ Nm}$$

$$m_2^1 = m_2^0 + (-\gamma_{21} \cdot m_1^1) = -211,574 \text{ Nm}$$

Iterasi 2

$$m_1^2 = m_1^0 + (-\gamma_{12} \cdot m_2^1) = 218,375 \text{ Nm}$$

$$m_2^2 = m_2^0 + (-\gamma_{21} \cdot m_1^2) = -220,848 \text{ Nm}$$

Iterasi 3

$$m_1^3 = m_1^0 + (-\gamma_{12} \cdot m_2^2) = 221,748 \text{ Nm}$$

$$m_2^3 = m_2^0 + (-\gamma_{21} \cdot m_1^3) = -222,075 \text{ Nm}$$

Iterasi 4

$$m_1^4 = m_1^0 + (-\gamma_{12} \cdot m_2^3) = 222,194 \text{ Nm}$$

$$m_2^4 = m_2^0 + (-\gamma_{21} \cdot m_1^4) = -222,237 \text{ Nm}$$

- Menghitung momen akhir

$$M_{12} = M_{12}^{(5)} = k_{12} (2 m_1^{(5)} + m_2^{(5)}) + M_{12}$$

$$= -111,305 \text{ Nm}$$

$$M_{1A} = M_{1A}^{(5)} = k_{1A} (2 m_1^{(5)} + m_A^{(5)}) + M_{1A}$$

$$= 111 \text{ Nm}$$

$$M_{21} = M_{21}^{(5)} = k_{21} (2 m_2^{(5)} + m_1^{(5)}) + M_{21}$$

$$= 111,305 \text{ Nm}$$

$$M_{2B} = M_{2B}^{(5)} = k_{2B} (2 m_2^{(5)} + m_B^{(5)}) + M_{2B}$$

$$= -111 \text{ Nm}$$

$$M_{A1} = M_{A1}^{(5)} = k_{A1} (2 m_A^{(5)} + m_1^{(5)}) + M_{A1}$$

$$= 55,5 \text{ Nm}$$

$$M_{B2} = M_{B2}^{(5)} = k_{B2} (2 m_B^{(5)} + m_2^{(5)}) + M_{B2}$$

$$= -55,5 \text{ Nm}$$

- Perhitungan Reaksi Perletakan (gaya geser)

Balok BC

$$\Sigma M_2 = 0$$

$$(V_{12} \cdot 1,5) - (P \cdot 0,75) - (1/2 \cdot q \cdot L^2) + (M_{12} + M_{21}) = 0$$

$$V_{12} = \frac{(1291,7315 \cdot 750) + (\frac{1}{2} \cdot 0,091233 \cdot 1500^2)}{1500}$$

$$= 714,2905 \text{ N } (\wedge)$$

$$\Sigma M_1 = \Sigma M_2$$

$$V_{21} = 714,2905 \text{ N } (\wedge)$$

$$V_B = V_{B2} = V_{21} = 714,2905 \text{ N}$$

- Perhitungan momen batang 12

$$m = V_{12} \cdot x - P \cdot x - (\frac{1}{2} q x^2) + M_{12}$$

$$m = 398752,75 \text{ Nmm}$$

didapatkan momen maksimal batang penopang sebesar 398752,75 Nmm

2. Tegangan bending

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

$$= 398752,75 \times (25 / 1870000)$$

$$= 3,15 \text{ Mpa}$$

3. Tegangan geser dan von mises stress railing

$$\sigma_g = \frac{Q \cdot V}{I \cdot t}$$

$$= 0,1443 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_v = \sqrt{(\sigma_b + \sigma_A)^2 + 3\sigma_g^2}$$

$$= 35,336 \text{ N/mm}^2$$

4. Defleksi

$$\delta = \frac{P \cdot L^3}{192 EI} + \frac{5wL^4}{384 EI} = 0,07129 \text{ mm}$$

$$\delta_{ijin} = \frac{L}{360} = \frac{1500}{360} = 4,1 \text{ mm}$$

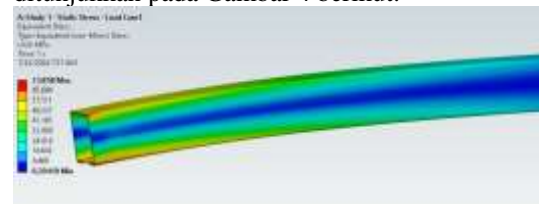
$$\delta_{izin} > \delta \text{ (aman)}$$

Sehingga dapat diketahui bahwa defleksi pada batang penopang lebih kecil dari defleksi izin sebesar 0,07129 mm<sup>2</sup>, sehingga batas defleksi pada railing yang akan digunakan telah memenuhi.

### 3.2 Analisis FEM menggunakan Software

1. Analisis Struktur Railing

Material yang digunakan adalah ASTM A36. Dari hasil analisis FEM menggunakan software ansys didapatkan tegangan maksimal sebesar 73,85 MPa, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4 berikut:



Gambar 4 Hasil Simulasi Tegangan Railing

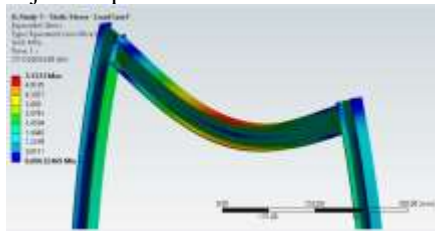
Sedangkan untuk nilai defleksi sesuai hasil simulasi adalah sebesar 9,08 mm. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5 berikut:



Gambar 5 Hasil Simulasi Defleksi Railing

## 2. Analisis Struktur Penopang

Material yang digunakan adalah ASTM A36. Dari hasil analisis FEM menggunakan software ansys didapatkan tegangan maksimal sebesar 5,53 MPa, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6 berikut:



Gambar 6 Hasil Simulasi Tegangan Penopang

Sedangkan untuk nilai defleksi sesuai hasil simulasi adalah sebesar 0,14 mm. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7 berikut:



Gambar 7 Hasil Simulasi Defleksi Penopang

Hasil analisis tegangan dan defleksi menggunakan software pada setiap konstruksi yang direncanakan dinyatakan aman, karena nilai hasil simulasi tegangan dan defleksi dibawah nilai tegangan dan defleksi ijin.

## 4. KESIMPULAN

Hasil analisis pada konstruksi *railing* dan penopang dengan material ASTM A36, nilai tegangan von mises pada konstruksi sebesar 73,85 MPa dengan nilai defleksi sebesar 9,08 mm. Sedangkan pada penopang didapatkan hasil tegangan von mises sebesar 5,53 MPa dan nilai defleksi sebesar 0,14 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 konstruksi *railing overhead conveyor* dibawah nilai tegangan dan defleksi ijin

## 7. PUSTAKA

- [1] Akin, J. Ed. (2009). Finite Elemen Analysis Concepts via Solidworks. Texas: Rice University.
- [2] Aprianto, Rizki. (2023). Analisis Kekuatan Material Struktur Prototype Conveyor Transfer dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga. S1 Thesis: Univrsitas Mercu Buana Bekasi
- [3] Erinofiardi. (2012). Analisa Kerja Belt Conveyor 5857-V Kapasitas 600 Ton/Jam. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 3(3), 450–458.

- [4] Munadi, M., & Maulana, G. (2021). Perancangan Railing pada Overhead Conveyor untuk Kandang Ayam Broiler Closed House. *ROTASI*, Vol. 23 No. 2. Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
- [5] Popov, E. P. (1984). *Mekanika Teknik*. Jakarta: Erlangga.
- [6] R.C, Hibbeler. (2012). *Structural Analysis Eight Edition*. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- [7] Spivakovsky, A., & Dyachkov, V. (1966). *Conveyors and related equipment*. In *Journal of the Franklin Institute* (Vol. 248, Issue 3). Peace Publishers. [https://doi.org/10.1016/0016-0032\(49\)90233-1](https://doi.org/10.1016/0016-0032(49)90233-1)
- [8] S. HM.(1981). *Perhitungan Portal Bertingkat dengan cara TAKABEYA*, 1<sup>st</sup> ed. Jakarta: Soetomo HM.