

## Perancangan Struktur *Vertical Lifting* Pada *Overhead Conveyor*

Hera Zulvi Fahriyatul Wahidah<sup>1</sup>, Mohamad Hakam<sup>1\*</sup>, Fais Hamzah<sup>1</sup>

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

Email: [m\\_hakam@ppns.ac.id](mailto:m_hakam@ppns.ac.id)

---

**Abstract** – In PT. Indoprima Gemilang Plant-1 the material distribution process is still carried out manually using a stroller. The large number of customer requests make the role of the stroller less effective because it takes a long time and is tiring for the operator. One technology that can be applied to solve the problem is the overhead conveyor system. In order for the operator to load material to the hook attached to the trolley before moving on the railway line, a structure is needed for the vertical material lifting process, namely the process of loading material to a hook that the trolley is attached on a higher level on the conveyor. The author decided to design a vertical lifting structure along with supporting components to facilitate the loading of material into the hooks. This research uses Ulrich method by creating four design concepts, then selecting one of the best designs according to the selection criteria. Structural design using Autodesk Fusion 360 software. The design concept chosen based on Ulrich method is a design concept with a size of  $1,270 \times 1,243$  meters and a height of 5,659. The engine used is a mini electric hoist with a lifting speed of 10m/mm. The total budget required for the manufacture of this structure is Rp.10.557.260,-.

**Keyword:** Mini Electric Hoist, Overhead Conveyor, Ulrich Method, Vertical Lifting Structure.

---

### Nomenclature

<b><i>n</i></b>	putaran mesin
<b><i>fc</i></b>	faktor koreksi
<b><i>η</i></b>	efisiensi sistem puli
<b><i>k</i></b>	faktor keamanan
<b><i>σ<sub>b</sub></i></b>	kekuatan putus bahan kawat tali
<b><i>i</i></b>	perbandingan sistem tali
<b><i>e<sub>1</sub></i></b>	faktor tipe pesawat angkat
<b><i>e<sub>2</sub></i></b>	faktor pada konstruksi tali baja

### 1. PENDAHULUAN

Pada proses distribusi *wire* di PT. Indoprima Gemilang Plant-1 dari tahap *pre-assy* ke tahap *assy* masih dilakukan secara manual menggunakan kereta dorong dengan bantuan 1-2 tenaga operator, dimana 1 set material memiliki berat sebesar 1-2 kg dan beberapa line produksi letaknya berbeda yang cukup jauh. Padatnya aktivitas pada line produksi serta banyaknya permintaan pelanggan membuat peran kereta dorong kurang efektif dalam segi waktu karena memerlukan proses pengangkatan beban berulang. Jika pekerjaan manual seperti ini dilakukan secara terus menerus akan membutuhkan waktu yang cukup lama dan melelahkan bagi operator sehingga menyebabkan proses produksi menjadi lambat. Salah satu teknologi yang dapat diterapkan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah sistem *overhead conveyor*.

Dalam perencanaan pembuatan *overhead conveyor* terdapat beberapa aspek yang perlu direncanakan dan disiapkan sebelum produk dibuat, seperti pertimbangan lokasi pembuatan, jalur *railing*, struktur *vertical lifting* material,

tiang penyangga, troli dan masih banyak lagi. Dari banyaknya aspek yang perlu direncanakan, salah satu aspek penting yang berkaitan dengan pembuatan *overhead conveyor* yang harus direncanakan juga adalah struktur *vertical lifting* material, yaitu bagian untuk proses memuat material ke *hook* yang terikat troli ditingkat yang lebih tinggi pada *overhead conveyor*.

Berdasarkan pengalaman dan hasil observasi, tinggi *conveyor* yang direncanakan lebih dari 5 meter, sedangkan tinggi operator yang bertanggungjawab pada proses distribusi material sekitar 1,7 meter. Serta penelitian yang membahas mengenai struktur *vertical lifting* masih belum banyak dibahas dan diteliti khususnya pada *overhead conveyor* untuk pengangkatan material *wire* [2][3][4][5]. Maka timbul gagasan untuk merencanakan dan merancang struktur *vertical lifting* khususnya pada *overhead conveyor* yang dapat menjadi aspek inovasi baru dan pengembangan teknologi.

Tujuan penelitian ini yaitu membuat rancangan desain struktur *vertical lifting* pada *overhead conveyor* untuk mempermudah operator dapat memuat material ke *hook* yang terikat troli sebelum troli bergerak pada jalur rel *overhead conveyor*. Perencanaan struktur bertujuan untuk membuat struktur yang kuat, stabil dan awet sehingga dapat memenuhi tujuan ekonomi dan kemudahan operasi.

### 2. METODOLOGI

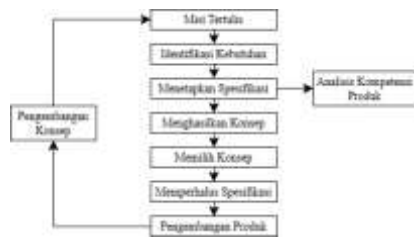
#### 2.1 *Overhead Conveyor*

Sistem yang disebut *overhead conveyor* dimaksudkan untuk mengangkut material atau

barang di tempat yang tinggi atau di atas lantai produksi perusahaan. Pemuatan material yang akan diangkat adalah langkah pertama dalam sistem kerja *overhead conveyor*. Proses ini dapat dilakukan secara manual oleh operator dengan mengikat material pada *hook* yang terikat pada troli, atau secara otomatis menggunakan peralatan mekanis. Setelah produk dimuat, saklar motor pada kontrol panel diaktifkan untuk menggerakkan troli dan berjalan di atas jalur *conveyor*.

## 2.2 Perancangan dan Pengembangan Produk

Perencanaan produk adalah sebuah proses strategis untuk menentukan produk mana yang akan dikembangkan dan diluncurkan oleh perusahaan, dengan mempertimbangkan portofolio produk yang ada dan waktu yang tepat untuk memasarkannya. Seorang ahli perancangan dan pengembangan produk melakukan konsep pengembangan produk, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 berikut [6]:



Gambar 1 Diagram Pengembangan Konsep  
 Sumber: (Ulrich & Eppinger, 2001)

## 2.3 Perhitungan Motor

Untuk menentukan daya motor yang akan digunakan dapat dihitung dengan rumus berikut [7]:

- Torsi  

$$T = F \cdot R \quad (1)$$

- Daya Motor  

$$P = \frac{2\pi \cdot n \cdot T}{60} \quad (2)$$

- Perencanaan daya motor dengan faktor koreksi  

$$Pd = fc \cdot P \quad (3)$$

## 2.4 Perhitungan Wire Rope

Untuk menganalisa tegangan berat muatan yang akan diangkat, dapat menggunakan rumus berikut [3][4]:

- Berat muatan yang diangkat  

$$Q_m = Q_0 + (10\% \times Q_0) \quad (4)$$

- Kapasitas total yang diangkat  

$$Q = Q_m + Q_{hoist} \quad (5)$$

- Tarikan pada satuan bagian tali  

$$P = Q / 4 \cdot \eta \quad (6)$$

- Tarikan maksimal yang diizinkan  

$$S = \frac{P}{k} \quad (7)$$

- Luas penampang tali

$$F_{tali} = \frac{S}{\frac{\sigma_b}{k} \cdot \frac{d}{D_{min}} \times \frac{E'}{1,5\sqrt{i}}} \quad (8)$$

- Tegangan tarik tali baja

$$\sigma_t = \frac{S}{F_{tali}} \quad (9)$$

- Jumlah lilitan tali baja

$$Z_t = \frac{H \cdot i}{\pi \cdot D} + 2 \quad (10)$$

## 2.5 Perhitungan Drum

Dengan memperhitungkan efisiensi gesekan pada bantalannya  $\eta \approx 0,95$ . Diameter drum dapat dihitung dengan rumus berikut [1]:

$$D \geq e_1 \cdot e_2 \cdot d \quad (11)$$

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Penyusunan Daftar Kebutuhan

Dalam tahap ini, dilakukan wawancara dengan pihak yang bertanggung jawab dan terlibat langsung dalam proses pembuatan dan pengguna untuk mengetahui kebutuhan dan keinginan terhadap rancangan produk yang akan dibuat. Berdasarkan hasil wawancara, dibuatlah daftar kebutuhan produk yang ditunjukkan pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1 Daftar Kebutuhan Produk

S/H	Uraian Kebutuhan	Penanggung Jawab
S	<b>Fungsional</b> 1. Menyediakan tangga untuk mempermudah <i>maintenance</i> motor penggerak	Tim Desain
S	2. Menyediakan rel pengangkat beban untuk mempermudah mengaitkan <i>wire</i> ke troli	
S	<b>Operasional</b> 1. Kemudahan dan kestabilan saat pengoperasian naik-turun rel	Tim Desain
S	<b>Kekuatan</b> 1. Analisis kekuatan (sf)	Tim Desain
S	2. Struktur rangka mampu menahan beban pengangkatan dan beban akibat luar (tegangan)	
S	3. Analisis <i>buckling</i> pada <i>support</i>	
H	<b>Manufaktur</b> 1. Komponen dan material tidak banyak	Tim Desain dan Manufaktur
H	2. Kemudahan proses manufaktur	

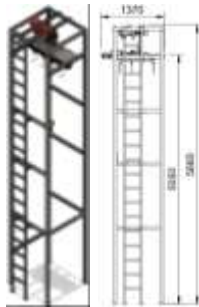
Keterangan:

S (Syarat) ; H (Harapan)

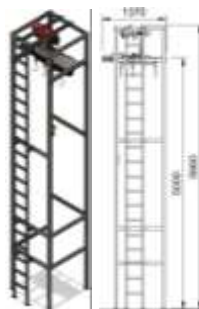
### 3.2 Pembuatan Konsep Desain

Pada tahap ini terdapat 4 konsep desain yang dibuat sesuai spesifikasi yang ditetapkan, dimana masing – masing konsep desain mempunyai persamaan dan perbedaan. Persamaannya ada pada mekanisme pengangkat, bentuk tangga, bentuk rail pengangkat beban, bentuk profil *hoist* dan tinggi *support*. Perbedaannya ada pada penggunaan jenis profil, titik pembebanan yang terletak di *support* dan rangka panjang pada profil

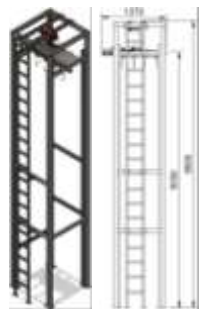
hoist, sehingga berbeda dari segi bentuk. Berdasarkan data-data dan batasan desain yang telah didapat sebelumnya, diperoleh 4 konsep desain seperti pada Gambar 2, Gambar 3, Gambar 4 dan Gambar 5 berikut ini:



Gambar 2 Konsep Desain 1 tampak isometri dan tampak depan



Gambar 3 Konsep Desain 2 tampak isometri dan tampak depan



Gambar 4 Konsep Desain 3 tampak isometri dan tampak depan



Gambar 5 Konsep Desain 4 tampak isometri dan tampak depan

### 3.3 Perhitungan Komponen Penunjang

Perhitungan pada komponen penunjang dengan menghitung diameter *wire rope*, diameter drum dan spesifikasi motor. Dengan total beban sebesar 113,3 kg.

- **Motor**

$$\begin{aligned}
 F &= m \times g \\
 &= 113,3 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 \\
 &= 1110,34 \text{ N} \\
 T &= F \times R \\
 &= 1110,34 \text{ N} \times 10 \text{ mm} \\
 &= 11103,4 \text{ Nmm} \\
 &= 11,1034 \text{ Nm} \\
 P &= \frac{2\pi \cdot n \cdot T}{60} \\
 &= \frac{2(3,14) \cdot 560 \text{ rpm} \cdot 11,1034}{60} \\
 &= 650 \text{ watt} \\
 P_d &= f_c \cdot P \\
 &= 1,5 \times 650 \text{ watt} \\
 &= 975 \text{ watt}
 \end{aligned}$$

- **Wire Rope**

Menggunakan material *steel* yang memiliki tegangan tarik maksimum ( $\sigma_b$ ) = 130 kg/mm<sup>2</sup> = 1275,3 N/mm<sup>2</sup> dengan diameter tali baja = 3 mm.

$$\begin{aligned}
 Q_m &= Q_0 + (10\% \times Q_0) \\
 &= 113,3 \text{ kg} + (10\% \times 113,3 \text{ kg}) \\
 &= 125 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q &= Q_m + Q_{hoist} \\
 &= 125 \text{ kg} + 12 \text{ kg} \\
 &= 137 \text{ kg} \\
 &= 1344 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P &= Q / 4 \cdot \eta \\
 &= 1344 \text{ N} / 4 \cdot 0,96 \\
 &= 350 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 D_{min} / d &= 16 \\
 d / D_{min} &= 1/16 \\
 d / D_{min} &= 0,0625
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S &= \frac{P}{k} \\
 &= \frac{350 \text{ N}}{5} \\
 &= 70 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_{tali} &= \frac{S}{\frac{\sigma_b \cdot d}{k \cdot D_{min}} \times \frac{E'}{1,5\sqrt{l}}} \\
 &= \frac{70 \text{ N}}{\frac{13000 \text{ kg/cm}^2}{5} \cdot \frac{1}{16} \times 50000} \\
 &= 0,13 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sigma_t &= \frac{S}{F_{tali}} \\
 &= \frac{70 \text{ N}}{0,13} \\
 &= 538 \text{ kg/mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Z_t &= \frac{H \cdot i}{\pi \cdot D} + 2 \\
 &= \frac{3550 \text{ mm} \cdot 2}{3,14 \cdot 48} + 2 \\
 &= 49 \text{ lilitan}
 \end{aligned}$$

- **Drum**

$$\begin{aligned}
 D = D_{min} &= 16 \cdot d \\
 &= 16 \cdot 3 \text{ mm} \\
 &= 48 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 D &\geq e_1 \cdot e_2 \cdot d \\
 D &\geq 16 \cdot 0,90 \cdot 4,5 \text{ mm} \\
 D &\geq 43,2 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Dikarenakan nilai  $D_{min}$  sebesar 48 mm lebih besar dari 43,2 mm maka diameter pada *drum* telah memenuhi syarat.

$$N_{drum} = \frac{V_{drum}}{\pi \cdot D} = \frac{10 \text{ m/min}}{3,14 \cdot 0,432 \text{ m}} = 7,37 \text{ rpm}$$

### 3.4 Kriteria Seleksi

Konsep dinilai berdasarkan 4 kriteria seleksi, antara lain dari segi fungsional, operasional, kekuatan dan manufaktur.

- Analisis fungsional

Semua desain memiliki tujuan yang sama, yaitu untuk memudahkan operator mengaitkan *wire* ke troli dan mempermudah perawatan *hoist* dengan menyediakan tangga yang sama. Kemudahan operator mengaitkan *wire* ke troli dicapai dengan menyediakan rel pengangkat yang dapat dinaik turunkan dengan bantuan mesin penggerak atau *hoist*.

Tabel 2 Penilaian Konsep Analisis Fungsional

Kriteria	Konsep Desain Produk									
	Konsep 1		Konsep 2		Konsep 3		Konsep 4		Existing	
	Ket.	Skor	Ket.	Skor	Ket.	Skor	Ket.	Skor	Ket.	Skor
Menyediakan rel pengangkat beban	Ada	3	Ada	3	Ada	3	Ada	3	Ada	3
Menyediakan tangga untuk maintenance pada hoist	Ada	5	Ada	5	Ada	5	Ada	5	Tidak ada	1
<b>Total Skor</b>		<b>8</b>		<b>8</b>		<b>8</b>		<b>8</b>		<b>4</b>

- Analisis operasional

Bagian ini akan membahas tentang keseimbangan struktur saat troli bergerak naik dan turun di sepanjang rel pengangkat beban.

Tabel 3 Penilaian Konsep Analisis Operasional

Kriteria	Konsep Desain Produk									
	Konsep 1		Konsep 2		Konsep 3		Konsep 4		Existing	
	Ket.	Skor	Ket.	Skor	Ket.	Skor	Ket.	Skor	Ket.	Skor
Menyediakan plat penyeimbang pada rel pengangkat beban	Ada	5	Ada	5	Ada	4	Ada	4	Tidak ada	3
Jarak antar plat penyeimbang	865 mm		865 mm		735 mm		735 mm		0 mm	
<b>Total Skor</b>		<b>5</b>		<b>5</b>		<b>4</b>		<b>4</b>		<b>3</b>

- Analisis kekuatan

Analisis kekuatan struktur dilakukan dengan menggunakan *software* Autodesk Fusion 360.

Tabel 4 Penilaian Konsep Analisis Kekuatan

Kriteria	Konsep Desain Produk				
	Skor Konsep 1	Skor Konsep 2	Skor Konsep 3	Skor Konsep 4	Skor Existing
Safety factor	4	4	5	5	3
Flex stress	4	4	5	5	3
Structural buckling	3	3	5	4	-
<b>Total Skor</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>6</b>

- Analisis manufaktur

Pada kriteria ini setiap konsep desain dinilai berdasarkan kemudahan dalam proses manufakturnya. Analisis manufaktur mempengaruhi banyak faktor, seperti bentuk konsep desain, banyaknya jenis material yang

digunakan dan kecepatan perakitan pada struktur *vertical lifting* masing-masing konsep desain.

Tabel 5 Penilaian Konsep Analisis Manufaktur

Aspek	Konsep Desain Produk									
	Konsep 1		Konsep 2		Konsep 3		Konsep 4		Existing	
	Prases	Skor	Prases	Skor	Prases	Skor	Prases	Skor	Prases	Skor
Komponen	Material	3	Material	3	Material	3	Material	3	Material	3
Komponen	Capuk	3	Capuk	3	Capuk	3	Capuk	3	Capuk	3
<b>Total Skor</b>		<b>6</b>		<b>6</b>		<b>6</b>		<b>6</b>		<b>6</b>

Dibawah ini terdapat matrik pemilihan konsep struktur *vertical lifting* pada *overhead conveyor* dengan beberapa aspek yang diminta dan telah diberi bobot dengan detail pemilihan sebagai berikut:

Tabel 6 Matrik Pemilihan Konsep Struktur *Vertical Lifting*

No. Kriteria Seleksi	Bobot	Konsep								
		Existing		1		2		4		
		Rate	Skor	Rate	Skor	Rate	Skor	Rate	Skor	
1. Kekuatan	33%	3	1,05	4	1,32	4	1,32	5	1,65	1,6
2. Fungsional	23%	3	0,75	3	1,23	3	1,23	5	1,23	1,55
3. Operasional	23%	5	0,75	3	1,23	5	1,23	4	1	4
4. Manufaktur	15%	3	0,45	3	0,45	3	0,45	3	0,45	0,45
<b>Nilai Absolut</b>			<b>3</b>		<b>4,35</b>		<b>4,35</b>		<b>3,45</b>	<b>4,1</b>
<b>Nilai Relatif</b>			<b>14,81%</b>		<b>21,40%</b>		<b>21,40%</b>		<b>21,97%</b>	<b>20,24%</b>
<b>Ranking</b>			<b>4</b>		<b>2</b>		<b>2</b>		<b>1</b>	<b>3</b>

Jika nilai rate adalah 3, berarti konsep baru sama dengan konsep yang sudah ada. Nilai 5 berarti konsep baru sangat jauh lebih baik dari konsep referensi dan nilai 4 berarti konsep baru lebih baik daripada konsep referensi. Dalam pemilihan konsep didapatkan konsep nomor 3 sebagai konsep dengan nilai *absolute* paling tinggi daripada konsep lainnya.

## 4. KESIMPULAN

Dari pembahasan Tugas Akhir dengan judul Perancangan Struktur *Vertical Lifting* Pada *Overhead Conveyor* ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Perancangan struktur *vertical lifting* pada *overhead conveyor* dilakukan menggunakan metode *Ulrich* dengan menawarkan 4 konsep desain. Keempat konsep desain tentunya sudah disesuaikan dengan daftar kebutuhan produk untuk memenuhi kebutuhan pengguna yang disajikan pada Tabel 1. Konsep desain yang dipilih berdasarkan metode *Ulrich* adalah konsep desain 3 seperti yang disajikan pada Gambar 4 dengan ukuran 1,370 × 1,240 meter dengan ketinggian 5,660. Pada konsep 3 terbukti memiliki nilai total yang paling tinggi yaitu 9,6 dengan rincian *rate* dan *skor* tiap kriteria dapat dilihat pada Tabel 2.
2. Konsep desain terpilih (konsep 3) sudah dilengkapi dengan *Detail Engineering Drawing* (DED) yang tertera pada lampiran C sebagai penegasan spesifikasi rancangan konsep 3.
3. Pembuatan struktur *vertical lifting* pada *overhead conveyor* membutuhkan biaya total sebesar Rp10.557.260,-.

## 5. PUSTAKA

- [1] N. Rudenko. (1964). *Material Handling Equipment*.
- [2] Ningtyas, L. R. (2022). *Perancangan Dan Analisis Struktur Wall Jib Crane Kapasitas Swl 1 Ton Menggunakan Metode Elemen Hingga. Proceeding 6th Conference on Design and Manufacture Engineering and its Application*.
- [3] Putra, D. R. (2019). Perancangan Lifter dengan Kapasitas Angkat Maksimal 200 Kg. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta*, 547–553. <http://semnas.mesin.pnj.ac.id>
- [4] Putri, A. A. (2022). Perancangan Alat Bantu Pengangkat Pasir dengan Mini Electric Hoist serta Penambahan Sandpot Blasting. *Proceeding 6th Conference on Design and Manufacture Engineering and Its Application*, 2654, 76–81.
- [5] Rohiim, M. T. A. (2021). *Perancangan Konstruksi Overhead Crane Single Girder Swl 2 Ton Pada Laboratorium Outboard Engine Di Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya. Proceeding 5th Conference on Design and Manufacture Engineering and its Application*.
- [6] Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2001). *Product design and development*. In *McGraw-Hill Education*, 2 Penn Plaza, New York.
- [7] Valentina, R. V. (2023). Perancangan Mesin Loading-Unloading untuk Mesin TruPunch 5000. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Elektro Dan Komputer*, 3(2), 311–324.