

Design of 2 Axis Loader and Conveyor Leaf Spring on Induction Heating Furnace Unit PT. XYZ

Vinsesntius Bram Armunanto¹ Aditya Nugraha^{2*}, Arif Kurniawan³

¹Program Studi Rekayasa Teknologi Manufaktur, Politeknik ATMI Surakarta
Jl. Mojo No.1, Karangasem, Laweyan, Surakarta
E-mail: *aditya.nugraha@atmi.ac.id

Submitted Date: Agustus 08, 2023
Revised Date: November 08, 2023

Reviewed Date: November 07, 2023
Accepted Date: November 09, 2023

Abstract

The process of heating the furnace is heating the leaf spring material with an oven (induction heating furnace) at a temperature of 800-900°C for a certain time. The output from the induction heating furnace is further processed with yobimage (straightening which aims to keep the leaf spring material in the shape it demands after being processed by the taper) on a straightening machine. The process from one unit to another requires tools to move materials automatically. The appropriate tool is a combination loader and conveyor because it has the ability to move with narrow spacing and is in accordance with the shape of the output and input of the machine. The purpose of this study was to obtain design drawings and analyze factors (construction strength, tool dimensions and machine component calculations) in loader and conveyor design. The research process uses the Verein Deutsche Ingenieure 2222 (VDI 2222) method, designs are made in the form of 3D and 2D images using the help of Solidwork software. The research carried out resulted in a loader and conveyor unit design that was serves to move the leaf spring material from the induction heating furnace machine to the straightening machine according to the company's wishes. It is hoped that the results of the design can be realized and developed according to the needs of the company.

Keywords: Leaf spring, VDI 2222, loader and conveyor

Abstrak

Proses heating furnace adalah pemanasan material leaf spring dengan media oven (induction heating furnace) pada temperature 800-900°C selama waktu tertentu. Output dari induction heating furnace diproses lanjut dengan yobimage (pelurusan yang bertujuan agar material leaf spring tetap pada bentuk sesuai tuntutan setelah diproses taper) pada mesin straightening. Proses dari satu unit ke unit yang lain memerlukan alat bantu untuk memindahkan material secara otomatis. Alat bantu yang sesuai yaitu kombinasi loader dan conveyor karena memiliki kemampuan pemindahan dengan jarak ruang yang sempit dan sesuai dengan bentuk output dan input mesin. Tujuan dari penelitian adalah untuk mendapatkan gambar rancangan dan menganalisis faktor (kekuatan kontruksi, dimensi alat bantu dan perhitungan komponen mesin) pada perancangan loader dan conveyor. Proses penelitian menggunakan metode Verein Deutsche Ingenieure 2222 (VDI 2222), desain dibuat dalam bentuk gambar 3D dan 2D menggunakan bantuan software Solidwork. Penelitian yang dilakukan menghasilkan rancangan unit loader dan conveyor yang berfungsi untuk memindahkan material leaf spring dari mesin induction heating furnace ke mesin straightening sesuai keinginan perusahaan. Harapan hasil rancangan dapat direalisasikan dan dikembangkan sesuai kebutuhan perusahaan.

Kata kunci: Leaf spring, VDI 2222, loader, conveyor.

I. Pendahuluan

Industri otomotif menjadi salah satu industri yang diunggulkan di Indonesia. Alat transportasi khususnya mobil sudah menjadi kebutuhan utama bagi masyarakat umum. Peningkatan penggunaan kendaraan

berbanding lurus dengan permintaan suku cadang kendaraan, yaitu komponen kendaraan untuk perbaikan atau penggantian bagian yang mengalami kerusakan atau aus.

PT. XYZ merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang pembuatan suku cadang khususnya pembuatan *leaf spring* dan *coil spring*, yaitu komponen untuk menunjang kenyamanan pengemudi yang berfungsi sebagai penopang beban kendaraan dan menyerap benturan atau kejutan yang dihasilkan ketika kendaraan bergerak (Widyaningrum & Andesta, 2022). Proses produksi terbagi empat divisi yang berurutan yaitu *shearing*, *heat treatment*, *pre-assembly* dan *assembly*. *Shearing* adalah proses pemotongan *raw material* menjadi barang berupa *part*, meliputi proses *cutting*, *punching*, *corner press*, *drilling*, *diamond cutting*, *trimming*, *wrapper forming*, *eye forming* dan *tapper*.

Proses *heating* (proses pemanasan material *leaf spring*) Plant 5 terdapat mesin *induction heating furnace* yang berfungsi untuk memanaskan material mencapai suhu 800-900°C agar mendapatkan struktur *austenite*. *Output* dari *induction heating furnace* diproses lanjut dengan *yobimage* (pelurusan yang bertujuan agar material *leaf spring* tetap pada bentuk sesuai tuntutan setelah diproses *tapper*) pada mesin *straightening*. Proses dari satu unit ke unit yang lain memerlukan alat bantu untuk memindahkan material secara otomatis.

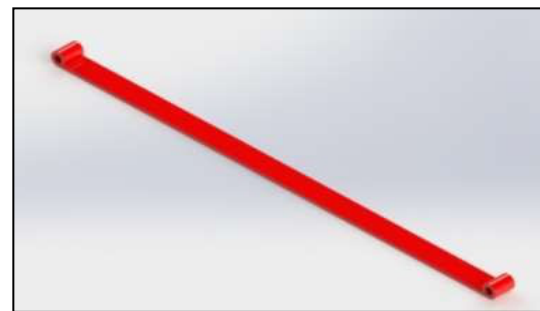
Alat yang dapat digunakan untuk menunjang proses perpindahan material *leaf spring* (Gambar 1) dari *induction heating furnace* ke mesin *straightening* antara lain *robotic arm*, *loader* dan *conveyor*. *Robotic arm* merupakan jenis lengan mekanik yang diprogram untuk melakukan fungsi seperti lengan manusia (Hendriarto, 2020). *Automated pick and throw robotic arm from conveyor belt* merupakan *robotic arm* dengan *conveyor belt* yang melakukan pengambilan dan penempatan objek yang dapat mengurangi waktu pemindahan material dan menghemat biaya tenaga kerja (Sarware dkk, 2020).

Loader merupakan alat bantu yang digunakan untuk memuat barang atau produk dari satu unit untuk dipindahkan ke unit lain dengan jarak yang dekat (Junaidi,

2015). Pratama (2020) melakukan perancangan desain *truck loader conveyor* sebagai alat pemuatan hasil panen kelapa sawit menggunakan metode QFD (*Quality Function Deployment*), perancangan ulang desain komponen produk *spring bed* menyebabkan waktu produksi yang lebih panjang dan biaya produksi yang tinggi.

Conveyor merupakan suatu sistem mekanik yang mempunyai fungsi memindahkan barang atau produk dari satu unit ke unit yang lain (Imron & Setiawan, 2018). Jumriady dkk (2019) melakukan penelitian perancangan *conveyor* berdasarkan berat berbasis arduino. Penelitian menggunakan studi *literature*, hasil perancangan didapatkan kapasitas muatan 6 kg, dengan daya motor yang dibutuhkan *conveyor* 0,024 Kw.

Pemilihan alat bantu ditentukan dengan menyesuaikan bentuk *output induction heating furnace*, *input* mesin *straightening* dan tata letak mesin. Alat bantu yang sesuai yaitu kombinasi *loader* dan *conveyor* karena memiliki kemampuan pemindahan dengan jarak ruang yang sempit (tidak dapat dijangkau oleh *robotic arm*) dan sesuai dengan bentuk *output* dan *input* mesin.



Gambar 1. Material *leaf spring*

Hasil pengamatan dan konsultasi dengan PIC magang industri disimpulkan bahwa *loader* dan *conveyor* perlu dirancang sedemikian hingga dapat memindahkan material *leaf spring* dari mesin *induction heating furnace* ke mesin *straightening* sesuai keinginan perusahaan. Harapan hasil rancangan dapat direalisasikan dan dikembangkan sesuai kebutuhan perusahaan.

II. Metode Penelitian

VDI (*Verein Deutsche Ingenieuer*) 2222 adalah metode perancangan yang digunakan dalam penelitian dengan konsep sistem (Pahl dkk, 2007). Tahap perancangan menurut VDI 2222 dibagi menjadi beberapa tahap, yaitu merencana, mengonsep, merancang, dan menyelesaikan.

1) Tahap Perancangan

Tahap perencanaan dilakukan sebagai langkah awal untuk menentukan langkah kerja yang perlu dilakukan untuk merancang *loader* dan *conveyor*. *Requirement list* mencakup identifikasi dan analisis kebutuhan, Tabel 1 ditunjukkan *requirement list* untuk pembuatan *loader* dan *conveyor* di PT XYZ.

Tabel 1. *Requirement list*

<i>Requirement list</i>		
Persyaratan	Kuantifikasi	Keterangan
(1) Persyaratan Umum		
1.1 Dimensi material <i>leaf spring</i> yang mampu dipindahkan	Tebal = 8 mm-25 mm Lebar = 60 mm-90 mm Panjang = 750 mm-2260 mm	
1.2 Mampu membantu proses <i>heathreatment</i>	<i>Track time:</i> <i>Lifter</i> ambil-taruh = 7 s <i>Conveyor to yobimage</i> = 2 s	
1.3 Jumlah	1 unit	
(2) Persyaratan minimum		
2.1 Umur pakai	Selama mungkin	IV
2.2 Kecepatan dan ketepatan	Material <i>leaf spring</i> dapat dipindahkan dengan tepat sesuai waktu yang ditentukan	IV
2.3 Pencekaman	Pencekaman tidak merusak material <i>leaf spring</i>	III
2.4 Perawatan	Pelumasan sebelum dan sesudah pemakaian.	II
2.5 Termin	Agustus 2023	I
(3) Keinginan/harapan		
3.1 Kebutuhan akan ruang kecil	Dimensi seefisien mungkin.	
3.2 Perawatan mudah	Tidak ada perawatan khusus selain pelumasan oli.	
3.3 Kuat	Dapat menahan beban saat proses pemindahan material <i>leaf spring</i> . Tidak menimbulkan kecelakaan kerja bagi operator.	
3.4 <i>Safety</i> terpenuhi		

Keterangan persyaratan:

IV: sangat penting sekali

III: sangat penting

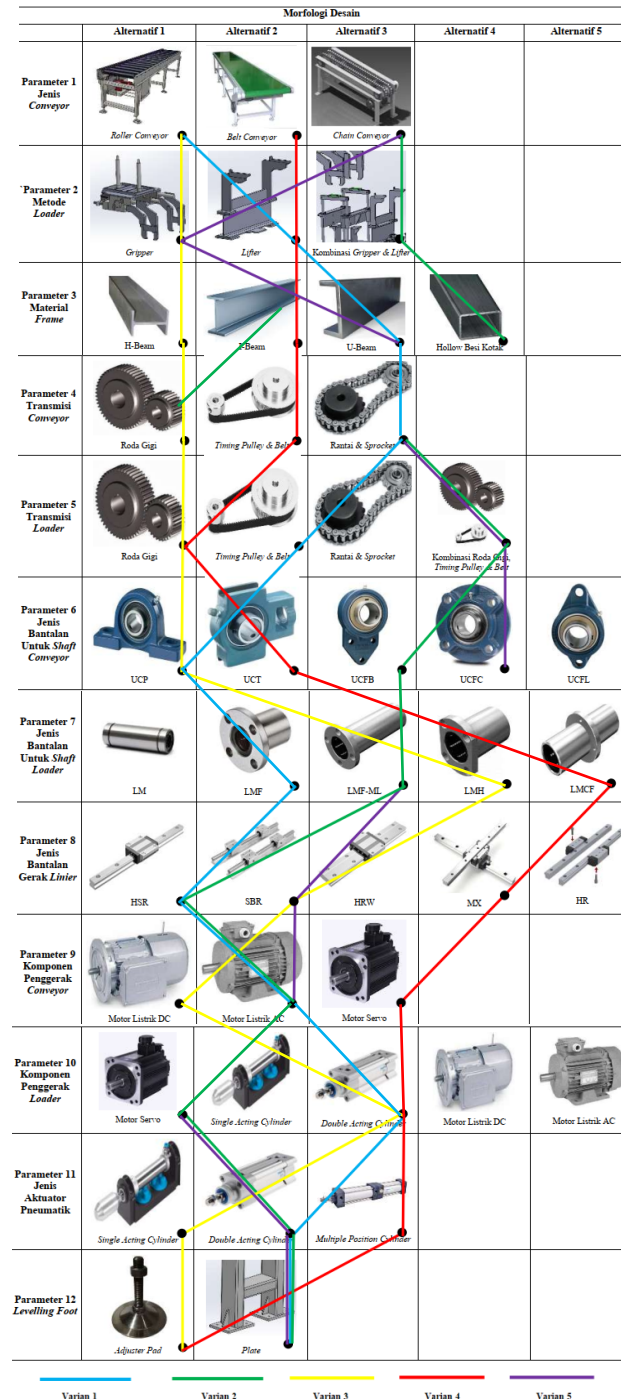
II : penting
 I : tidak terlalu penting

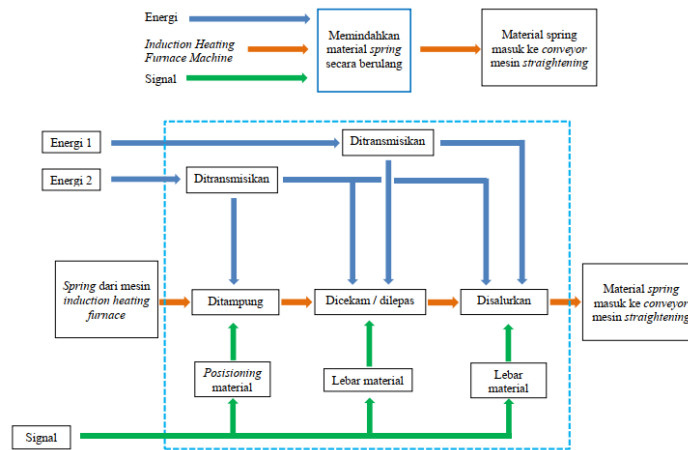
2) Tahap merencana

Tahap mengonsep diawali dengan pembuatan struktur fungsi. Struktur fungsi digunakan sebagai dasar pembuatan konsep varian dalam penelitian. *Loader* dan *conveyor* secara umum berfungsi sebagai pemindah material *leaf spring* dari *induction*

heating furnace ke mesin *straightening* yang dapat didefinisikan sesuai Gambar 2. Setelah mendefinisikan struktur fungsi konstruksi *loader* dan *conveyor*, tahap mengonsep dilanjutkan dengan membuat varian konsep. Pembuatan varian konsep dilakukan dengan menggunakan morfologi desain pada Tabel 2.

Tabel 2. Morfologi desain





Gambar 2. Struktur fungsi

Morfologi desain yang dibuat menghasilkan lima varian. Masing - masing konsep dari varian baru dianalisis dan dinilai berdasarkan penilaian teknis dan juga

ekonomis untuk menentukan varian terbaik. Penilaian varian konsep dengan beberapa aspek dan pembobotan tertentu dapat dilihat pada Tabel 3 dan 4.

Tabel 3. Penilaian Teknis

Fitur Evaluasi Teknis Sistem (Kriteria Evaluasi Teknis)	Bobot	Var. 1		Var. 2		Var. 3		Var. 4		Var. 5		Ideal	
		Nilai	Bobot x Nilai	Nilai	Bobot x Nilai	Nilai	Bobot x Nilai	Nilai	Bobot x Nilai	Nilai	Bobot x Nilai	Nilai	Bobot x Nilai
Kemampuan pemindahan	3	7	21	10	30	7	21	6	18	6	18	10	30
Resiko tidak cacat pada material	2,5	6	15	9	22,5	6	15	5	12,5	8	20	10	25
Keandalan konstruksi	1,5	6	9	10	15	7	10,5	6	9	7	10,5	10	15
Kebutuhan akan ruang	1	9	9	7	7	9	9	9	9	8	8	10	10
Kemudahan perawatan	1	9	9	8	8	9	9	6	6	8	8	10	10
Kemudahan perakitan	1	9	9	8	8	9	9	9	9	8	8	10	10
Total	10	46	72	52	90,5	47	73,5	41	63,5	45	72,5	60	100
Nilai Teknis (x)		7,2		9,05		7,35		6,35		7,25		10	
Presentase		72,0%		90,5%		73,5%		63,5%		72,5%			
Peringkat		4		1		2		5		3			

Tabel 4. Penilaian Ekonomis

Fitur Evaluasi Ekonomis Sistem (Kriteria Evaluasi Teknis)	Bobot	Var. 1		Var. 2		Var. 3		Var. 4		Var. 5		Ideal	
		Nilai	Bobot x Nilai	Nilai	Bobot x Nilai	Nilai	Bobot x Nilai	Nilai	Bobot x Nilai	Nilai	Bobot x Nilai	Nilai	Bobot x Nilai
Biaya bahan baku material	2	8	16	6	12	7	14	9	18	7	14	10	20
Biaya standart part	1	9	9	7	7	9	9	8	8	7	7	10	10
Biaya pemesanan	2	8	16	6	12	8	16	10	20	7	14	10	20
Biaya operasional	3	6	18	9	27	6	18	5	15	9	27	10	30
Biaya perawatan	1	9	9	8	8	9	9	6	6	8	8	10	10
Biaya perancangan	1	9	9	7	7	9	9	10	10	7	7	10	10
Total	10	49	77	43	73	48	75	48	77	45	77	60	100
Nilai Ekonomis (y)		8,25		6,85		7,95		8,3		7,3		10	
Presentase		82,5%		68,5%		79,5%		83,0%		73,0%			
Peringkat		2		5		3		1		4			

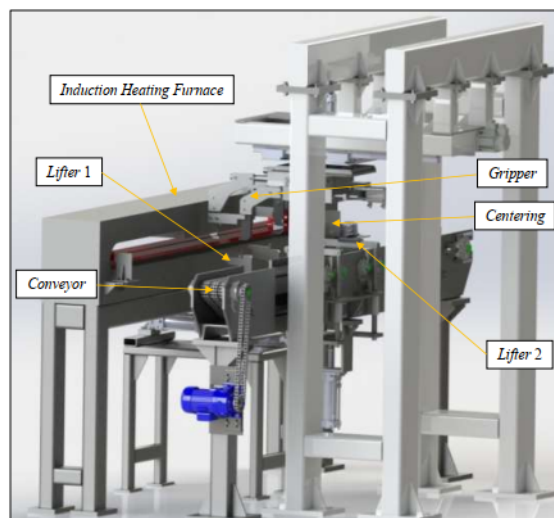
Berdasarkan penilaian teknis dan penilaian ekonomis yang telah dilakukan, pemilihan varian konsep terbaik dapat dipertimbangkan dengan menggunakan *strength diagram* seperti pada Gambar 3. Pemilihan varian konsep terbaik dipilih berdasarkan varian dengan nilai / *rating* paling mendekati garis diagonal dengan arah sumbu positif (atas). *Strength diagram* menunjukkan bahwa varian konsep 2 merupakan konsep terbaik karena memiliki nilai / *rating* yang paling mendekati garis diagonal positif.

3) Tahap merancang

Merancang merupakan tahapan penggambaran wujud produk dari penilaian konsep desain yang telah terpilih untuk menghasilkan rancangan yang sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan, serta memastikan bahwa desain dapat digunakan dengan baik dan memberikan solusi untuk mengatasi kendala yang ada. Tahap merancang diawali dengan proses *predesign*. *Predesign* meliputi proses pembuatan daftar urutan komponen yang akan dirancang dan pengumpulan referensi

berupa katalog *standard part* maupun data-data lain yang berhubungan dengan desain yang akan dibuat. Proses selanjutnya dalam tahap merancang adalah proses membuat desain dari varian konsep terpilih yang dilakukan dengan menggunakan bantuan *software Solidworks* (Madjid & Pradana, 2021). Tahap merancang diselesaikan dengan proses perhitungan dan analisis hasil desain. Proses perhitungan dan analisis bertujuan untuk memastikan desain yang dibuat apakah dapat memenuhi kebutuhan standar tertentu atau tidak. Perhitungan dapat dilakukan dengan menggunakan standar rumus-rumus perhitungan dan analisis terhadap kekuatan konstruksi *loader* dan *conveyor* menggunakan FEA (*Finite Elemen Analysis*) pada *software Solidworks* (Furqani, 2022).

Varian konsep 2 sebagai konsep terpilih direalisasikan ke dalam bentuk desain rancangan pada tahapan proses merancang. Varian konsep 2 merupakan alternatif desain konstruksi yang menggunakan metode *chain conveyor* serta kombinasi *gripper* dan *lifter*. Sistem pemindahan material *leaf spring* menggunakan *lifter* sebagai penerima dari *output induction heating furnace* dan akan diambil oleh *gripper* untuk diletakkan pada *chain conveyor* yang akan disalurkan ke mesin *straightening*. Pergerakan *loader* menggunakan kombinasi sistem pneumatik dan motor servo, sedangkan penggerak *conveyor* menggunakan motor AC dengan transmisi *chain* dan *sprocket*.



Gambar 3. Varian Konsep 2

4) Tahap Menyelesaikan

Tahap menyelesaikan terdiri dari proses pembuatan gambar kerja dan laporan akhir. Pembuatan gambar kerja dilakukan setelah didapatkan desain akhir yang telah melalui proses analisis. Gambar kerja secara umum dibuat dalam bentuk gambar 2D dan 3D dengan tampilan berupa *assembly* maupun detail dari *sub-assembly*. Proses akhir dari kegiatan penelitian menggunakan metode VDI 2222 adalah membuat kesimpulan dari rangkaian kegiatan perancangan yang telah selesai dilakukan sebagai penutup suatu laporan konstruksi. Kesimpulan seluruh rangkaian kegiatan

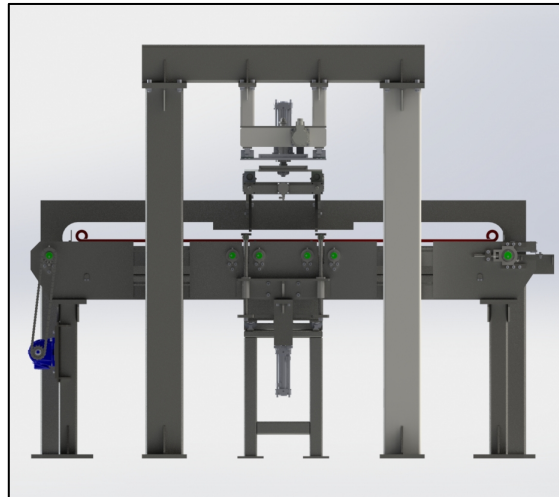
penelitian dapat dituliskan dalam laporan akhir.

III. Hasil dan Pembahasan

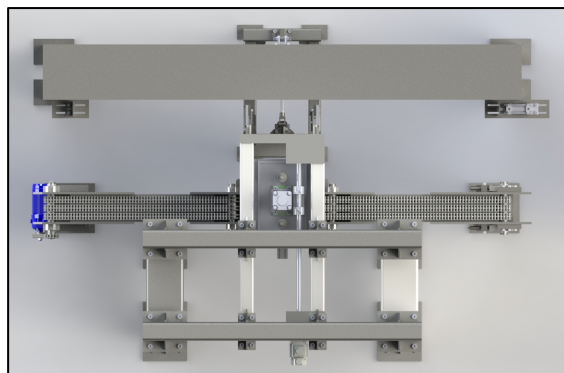
Rancangan *loader* dan *conveyor* berupa konsep terpilih dibuat menjadi gambar tiga dimensi sesuai pada Gambar 5 (tampak depan), Gambar 6 (tampak atas), Gambar 7 (tampak samping). Hasil rancangan menunjukkan bagian utama dari *loader* dan *conveyor*. *Lifter 1* berfungsi sebagai wadah material hasil proses *induction heating furnace* dan memposisikan material oleh pneumatik *stopper* agar *center* saat diangkat oleh

gripper. Pemindahan material dari *lifter* 1 menuju *lifter* 2 dilakukan oleh *gripper*. *Lifter* 2 berfungsi untuk memposisikan material agar tetap lurus dan menghindari

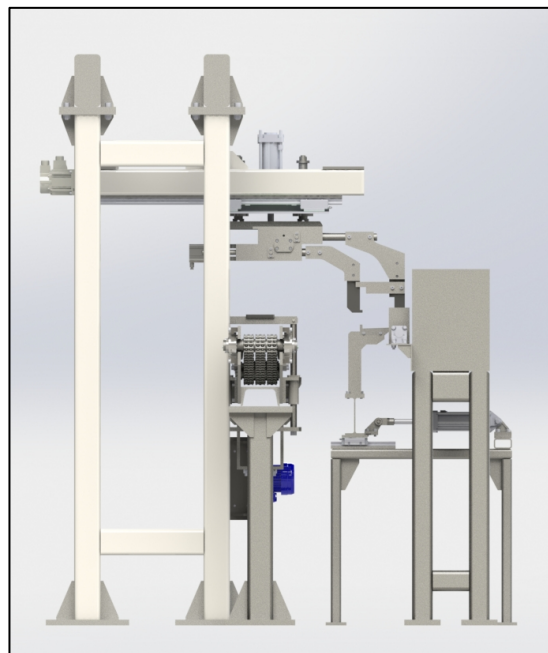
hentakan pada material saat dilepas oleh *gripper*, sedangkan *conveyor* berfungsi untuk mentransfer material ke mesin *straightening* (Nugraha dkk, 2023).



Gambar 4. Tampak depan



Gambar 5. Tampak atas



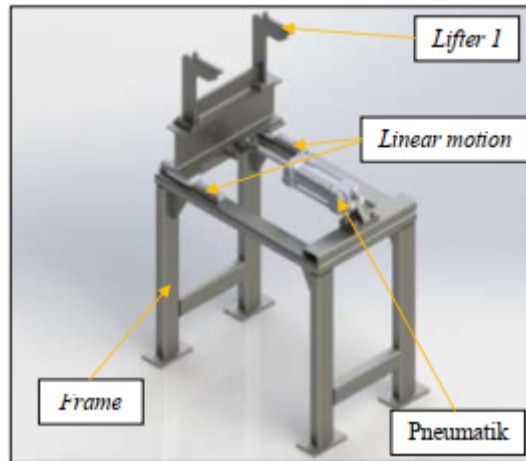
Gambar 6. Tampak samping

Perhitungan desain *loader* dan *conveyor* terdiri dari perhitungan *pneumatik* dan konveyor sebagai berikut.

1. Perhitungan *pneumatik*

Digerakkan oleh pneumatik dan ditumpu oleh *linier motion* sebagai jalur pergerakan

maju mundur. Material *lifter* 1 terbuat dari material S45C dengan proses *hardening* mencapai kekerasan 32-34 HRC, bertujuan agar material tidak mengalami perubahan bentuk saat terkena suhu panas. Komponen *lifter* 1 dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 7. Komponen *lifter* 1

a. *Cycle time*

Waktu pergerakan *lifter* 1 saat bergerak maju dan mundur untuk menerima material

dari *output induction heating*, dapat dilihat pada Tabel 5 sebagai berikut :

Tabel 5. *Cycle time* pergerakan *lifter* 1

No	Pergerakan	Waktu (s)
1	<i>Lifter</i> 1 bergerak maju menerima material	1
2	<i>Lifter</i> 1 diam	2
3	Centering aktif	1
4	<i>Lifter</i> 1 bergerak mundur	1
	Total waktu	5

b. Menentukan *air cylinder* yang diperlukan *lifter* 1

1) Perhitungan *bore size lifter* 1

Perhitungan *air cylinder* menggunakan Persamaan 1.

$$F_{Total} = P_{Compressor} \times A_{silinder} \quad (1)$$

Dari persamaan yang digunakan, maka dilakukan perhitungan jumlah F_{Total} .

Tabel 6. Berat komponen *lifter* 1 yang digerakkan

No	Nama Bagian	Berat (kg)
1	<i>Lifter</i> 1	12,7
2	Material <i>leaf spring</i>	20
	Jumlah total	32,7

Perhitungan berdasar data dan jumlah beban yang harus didorong *air cylinder* agar mampu mendorong *lifter* 1, menggunakan Persamaan 2 (Wijanarko dkk, 2021).

$$\begin{aligned}
 F_N &= W & (2) \\
 F_N &= m \times g \\
 F_N &= 32,7 \times 9,81 \frac{m}{s^2} \\
 F_N &= 320,787 N
 \end{aligned}$$

Perhitungan *air cylinder* terdapat gaya gesek piston terhadap tabung yang besarnya berkisar 5% , menggunakan Persamaan 3 (Artana, 2018).

$$\begin{aligned} R_p &= F_N \times 5\% & (3) \\ &= 320,787 \text{ N} \times 5 \\ &= 16,04 \text{ N} \end{aligned}$$

Beban total yang akan diangkat *air cylinder* (F_{total}), menggunakan Persamaan 4.

$$\begin{aligned} F_{total} &= F_N + R_p & (4) \\ &= 320,787 + 16,04 \\ &= 336,83 \end{aligned}$$

Perhitungan beban yang diperoleh, maka dilakukan perhitungan untuk memperoleh diameter *air cylinder* dengan besarnya tekanan angin yang digunakan sebesar 400.000 N/m², menggunakan Persamaan 5.

$$F_{total} = P_{compressor} \times A_{silinder} \quad (5)$$

$$F_{total} = P_{compressor} \times \frac{1}{4} \times \pi \times D^2$$

$$D^2 = \frac{336,83}{400.000 \times \frac{1}{4} \times \pi}$$

$$D = \sqrt{0,00107216}$$

$$= 0,032744 \text{ m}$$

$$= 32,744 \text{ mm}$$

Hasil perhitungan didapatkan diameter (*bore size*) *air cylinder* yang dipilih sebesar 40 mm dengan tekanan *compressor* sebesar 4 bar atau 400.000 N/m² untuk keamanan.

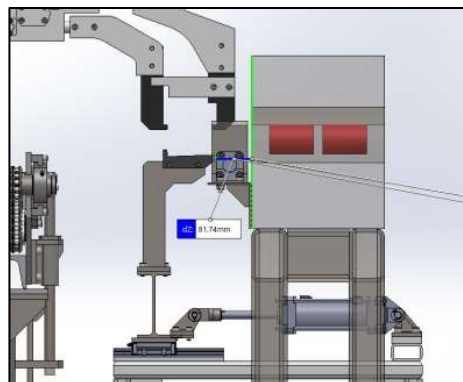
2) Penentuan panjang *stroke air cylinder lifter 1*

Penentuan panjang *stroke air cylinder* bertujuan untuk memastikan agar *lifter 1* dapat didorong sempurna sesuai dengan titik tujuan, jarakpergerakan dapat dilihat pada Gambar 9 dan Gambar 10.

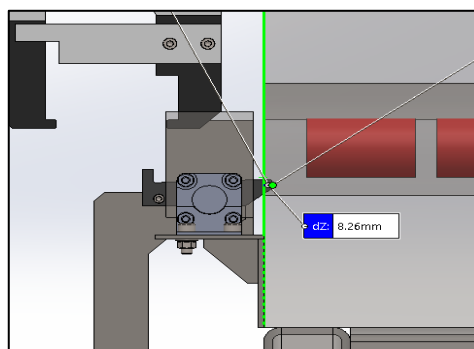
Pemilihan panjang *stroke* untuk menggerakkan *lifter 1* yang tersedia adalah 125 mm.

$$\begin{aligned} Panjang_{total} &= dZ 1 + dZ 2 \\ &= 81,74 + 8,26 \\ &= 90 \text{ mm} \end{aligned}$$

Pemilihan panjang *stroke* untuk menggerakkan *lifter 1* yang tersedia adalah 125 mm.



Gambar 8. Panjang langkah *lifter 1*



Gambar 9. Posisi *lifter 1* saat menerima material

3) Pemilihan *air cylinder lifter* 1

Berdasarkan ketersediaan barang di PT. XYZ, maka *air cylinder* yang digunakan adalah SMC dengan tipe CA2B40-125Z. Spesifikasi model *air cylinder* CA2, *mounting bracket basic*, *bore size* 40 mm dan panjang *stroke* 125



Gambar 10. *Conveyor*

Perhitungan *conveyor* disajikan sebagai berikut :

a. Kecepatan *conveyor*

Kecepatan *conveyor* ditentukan sesuai dengan jarak dan waktu yang ditempuh oleh material (McGuire, 2010). Data yang sesuai *rekrutment list* (Tabel 1) bahwa waktu yang diperlukan *conveyor* adalah 2 detik. Perhitungan kecepatan *conveyor* menggunakan Persamaan 7.

$$\begin{aligned} v_{\text{inier}} &= \frac{s}{t} \quad (7) \\ &= \frac{2,45}{2} \\ &= 1,23 \text{ m/s} \end{aligned}$$

b. Menentukan kapasitas *conveyor*

Kapasitas *conveyor* dapat ditentukan sesuai dengan kecepatan dan material yang di bawa, perhitungan kapasitas *conveyor* menggunakan Persamaan 8 dan 9.

$$\begin{aligned} W &= \frac{m_{\text{material}}}{L_{\text{conveyor}}} \quad (8) \\ &= \frac{20 \text{ kg}}{24,5 \text{ m}} \\ &= 8,16 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

mm telah memenuhi standar kebutuhan proses pemindahan material *leaf spring*.

2. Perhitungan *conveyor*

Conveyor mempunyai panjang 2,45 m digerakkan menggunakan motor listrik dengan sistem transmisi *chain* dan *sprocket* seperti pada Gambar 11.

$$\begin{aligned} Q &= W \times V \\ &= 8,16 \times 1,23 \\ &= 10,04 \text{ kg/s} \end{aligned}$$

c. Perhitungan motor *conveyor*

Beban yang diterima motor sejumlah 158,33 N didapatkan dari total *massa* semua poros, roda gigi, *chain*, dan komponen yang berkaitan secara langsung dengan sistem transmisi dikalikan dengan gravitasi dan koefisien gesek senilai 0,2. Torsi didapat berdasarkan beban dan radius roda gigi pada *output* motor. Perhitungan torsi adalah sebagai berikut:

Diketahui :

$$\begin{aligned} r &= 85.61 \text{ mm} \\ F &= 158.33 \text{ mm} \end{aligned}$$

Perhitungan torsi menggunakan Persamaan 10.

$$\begin{aligned} T &= r \times F \quad (10) \\ &= 85,61 \times 158,33 \\ &= 13,554 \text{ Nmm} \\ &= 13,56 \text{ Nm} \end{aligned}$$

Torsi hasil perhitungan dikalikan dengan angka keamanan sehingga menghasilkan (T_L). Katalog motor induksi menunjukkan angka putaran ($n_{katalog}$) yang dihasilkan motor sebelum melalui *gearhead* yaitu 1200 rpm, maka perlu dihitung perbandingan (i) antara angka putaran dari katalog ($n_{katalog}$) dan angka putaran *pulley* konveyor ($n_{dibutuhkan}$). Torsi motor (T_{motor}) yang diperlukan menentukan daya dari motor induksi, dan didapat dari (T_L) dibagi dengan (i). Perhitungan untuk menentukan motor yang digunakan adalah sebagai berikut:

Diketahui :

Angka keamanan = 2

Perhitungan torsi dengan angka keamanan, menggunakan Persamaan 11.

$$\begin{aligned} r_L &= 13.56 \times 2 \\ &= 27.12 \text{ Nm} \end{aligned} \quad (11)$$

Diketahui :

$$n_{katalog} = 2000 \text{ rpm}$$

$$n_{dibutuhkan} = 137.2 \text{ rpm}$$

Perhitungan perbandingan putaran motor, menggunakan Persamaan 12.

$$\begin{aligned} i &= \frac{1200}{137.2} \\ &= 8.75 \end{aligned} \quad (12)$$

Perhitungan torsi dengan angka keamanan :

$$\begin{aligned} r_{motor} &= \frac{27.12}{8.75} \\ &= 3.09 \text{ Nm} \\ &= 3099 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Perhitungan torsi motor menunjukkan bahwa motor induksi yang digunakan sebagai penggerak unit *conveyor* harus memiliki torsi lebih dari 3099 Nmm.

Finite Elemen Analysis (FEA) pada *software Solidwork* digunakan untuk menganalisis kekuatan konstruksi *loader and conveyor*, terutama pada bagian *frame* (Supriyono dkk, 2018). Metode digunakan untuk menganalisis hasil desain dengan menyesuaikan material, *constraint* dan *load* yang mewakili kondisi sebenarnya agar mendapatkan hasil yang akurat. Penggunaan FEA bertujuan untuk memastikan keamanan konstruksi *frame* dengan membandingkan tegangan *von Mises* terhadap *yield strength* (kekuatan luluh) dari material *frame*. Hasil analisis pada *loader and conveyor* sebagai berikut :

a. *Frame* unit *loader*

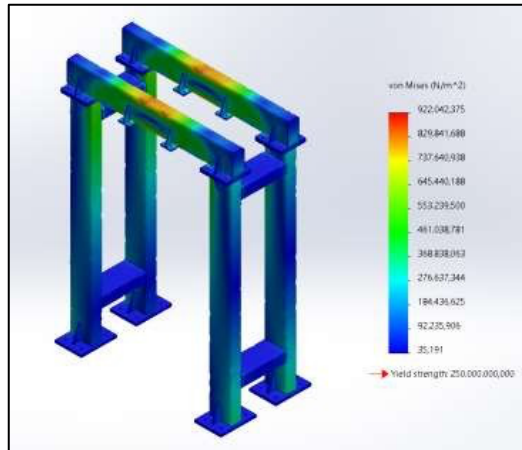
Rangka unit *loader* disusun sesuai dengan *layout* (Gambar 12). Material yang digunakan adalah *Mild Steel (MS)* profil *hollow* kotak dengan dimensi profil 200 mm x 100 mm dan tebal 6 mm.



Gambar 11. *Frame loader*

Analisis pembebanan (Gambar 13) menggunakan fitur simulasi pada aplikasi *solidworks* dihitung berdasarkan

beban yang diterima, gaya gravitasi, dan angka keamanan dengan beban yang diterima adalah 2.505,48 N.



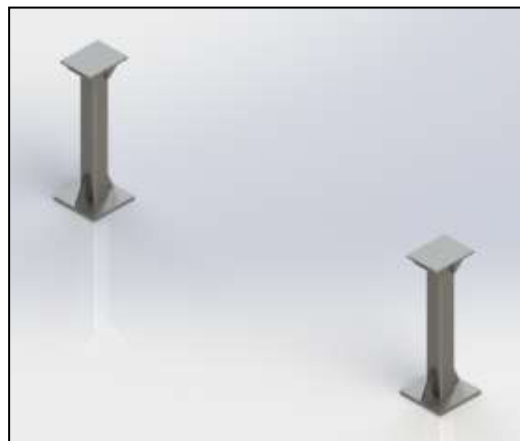
Gambar 12. Analisis pembebanan *frame loader*

Analisis menunjukkan bahwa tegangan *von Mises* maksimal yang diterima oleh rangka maksimal sebesar 922.042,375 N/m². *Yield strength* maksimal yang yang dapat diterima *frame* unit *loader* adalah sebesar 250.000.000 N/m², maka berdasarkan hasil analisis dapat dinyatakan bahwa

rangka unit *loader* aman dan mampu memenuhi pembebanan yang diterima.

b. *Frame* unit *conveyor*

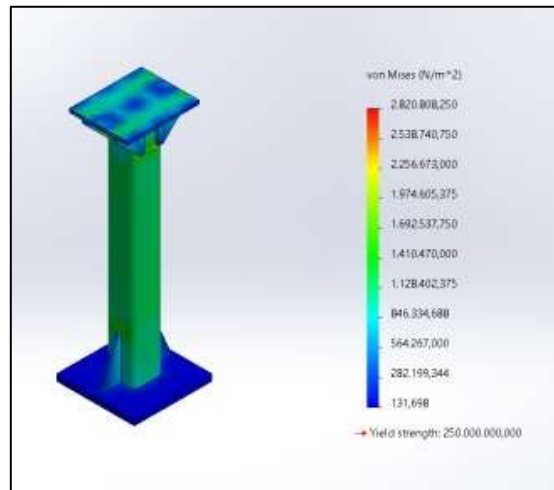
Rangka unit *conveyor* disusun sesuai dengan *layout* (Gambar 14). Material yang digunakan adalah *Mild Steel* (MS) profil *hollow* kotak dengan dimensi 100 mm x 100 mm dan tebal 8 mm.



Gambar 13. *Frame conveyor*

Analisis pembebanan (Gambar 15) menggunakan fitur simulasi pada aplikasi *solidworks* dihitung berdasarkan beban yang

diterima, gaya gravitasi, dan angka keamanan dengan beban yang diterima adalah 3.217,68 N.



Gambar 14. Analisis pembebanan *frame conveyor*

Analisis menunjukkan bahwa tegangan *von Mises* maksimal yang diterima oleh rangka sebesar 2.820.808,250 N/m². *Yield strength* maksimal yang dapat diterima *frame unit conveyor* adalah sebesar 250.000.000 N/m², maka berdasarkan hasil analisis dapat dinyatakan bahwa rangka unit *loader* aman dan mampu memenuhi pembebanan yang diterima.

IV. Kesimpulan

Kesimpulan dari perancangan *loader* dan *conveyor* adalah :

1. Rancangan *loader & conveyor* mampu memindahkan material *leaf spring* dari mesin *induction heating furnace* ke mesin *straightening* sesuai tuntutan industri.
2. Proses analisis kekuatan konstruksi, dimensi alat bantu dan perhitungan komponen mesin telah memenuhi tuntutan industri.

Daftar pustaka

Artana, F. (2018). Rekalkulasi Daya dan Sistem Pendinginan pada Motor Diesel 4 Tak Multi Silinder Mitshubishi L300 2477cc (Doctoral dissertation, undip).
 Hendriarto, C., Prasetyo, G., Widiyanto, A. N., Ariyanto, A., & Yulianto, T. S. (2020). Pemilihan Akuator Dan Motor Pada Arm Robot 6 Axis Plc Training Unit. *IMDeC*, 274-281.

- Imron, M., & Setiawan, A. (2018). Pemilah Barang Logam Dan Non-Logam Berbasis Plc Omron Cp1E-N30Sdt-D. *Jurnal Teknik Elektro*, 1(1)
- Jumriady, J., Sirajuddin, A. S., & Naharuddin, N. (2019). Perancangan Conveyor Berdasarkan Berat Berbasis Arduino. *Jurnal Mekanikal*, 10(2).
- Junaidi, A. (2015). Rancang Bangun Modifikasi Pergerakkan Prototype Articulated Dan Bucket Dengan Menggunakan Pengendali Jarak Jauh Pada Wheel Loader. *AUSTENIT*, 7(2).
- Madjid, N. Z., & Pradana, V. S. (2021). *Perancangan Mesin Pemisah Debu dan Serpihan Material Plastik dari Plastik Gilingan dengan Menggunakan Metode VDI 2222*. Surakarta: Politeknik ATMI Surakarta.
- Furqani, I. (2022). *Analisis Kekuatan Rangka Mesin Perontok Padil Mengguna-kan SOLIDWORKS 2019*. Sumatera barat: Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat
- McGuire, P. M. (2010). *Conveyors*. London: CRC Press.
- Nugraha, A., Armunanto, V. B., & Kurniawan, D. A. (2023). Perancangan Unit Separator Hinge Lid Packer Machine Pt Djitoe Mesindo Batam. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 11(1), 1-12.
- Pahl, G., Beitz, W., Feldhusen, J., dan Grote, K.H. 2007. *Engineering Design: A Systematic Approach*. London :

Springer.

- Sarware, K., Namdeo, A., Dwivedi, A., Shukla, A., Soni, P., & Chaturvedi, V. (2020). Automated pick and throw robotic arm from Conveyer belt. *Int. Res. J. Eng. Technol.(IRJET)*, 7(06), 2395-0072.
- Supriyono, T., Tarigan, B., & Nurjaman, T. (2018). Failure Analysis On The Mini Pile Hammer. *Prosiding SNTTM XVII*, 12(1), 105-111.
- Wijarnako, A. (2021). Desain Modifikasi Meja Conveyer Pada Lifter Untuk Mengurangi Beban Kerja Operator Pada Kelompok Kerja Sound Board Assy Gp Di Pt. Yamaha Indonesia.
- Widyaningrum, D., & Andesta, D. (2022). Usulan Peningkatan Produktivitas Produk Leaf Spring Tipe Msm 2230 Dengan Metode Lean Manufacturing Di Pt. Indospring, Tbk. *JUSTI (Jurnal Sistem dan Teknik Industri)*, 2(3), 431-439.