

## Perancangan *Conveyor* untuk Memindahkan *C Purlin*

Dendi Fani Zulfikar<sup>1\*</sup>, Mohamad Hakam<sup>2</sup>, Fipka Bisono<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111, Indonesia. <sup>1\*,2,3</sup>  
E-mail: dendifanizulfikar@gmail.com<sup>1\*</sup>

**Abstract** – Companies engaged in the fabrication sector need a conveyor to move the *c purlin* from the forming machine to the packaging process. Seeing from these problems, a conveyor design will be carried out. The calculation of machine elements will be carried out to determine the performance of the conveyor and in order to get a good conveyor design. This conveyor has a capacity of 27 tons / day and is large from the rotation of the belt itself, which is 72 rpm. With a speed of 0.38 m/s this conveyor requires an electric motor or ac motor of 0.34 kw or 0.46 hp. This conveyor uses a PVC conveyor belt made of polyester material with a width of 200 mm, a thickness of 3 mm, and there are 2 layers. The total length of this conveyor belt is 17 m. The total weight of this conveyor belt is 44.88 kg and the weight per meter is 2.64 kg. There are four stress points that occur on the conveyor belt, namely 58.64 kg, 89.79 kg, 96.075 kg, 119 kg. The effective stress on the belt is 62.17 kg. Torque is 2248.45 Nm and has a minimum diameter of 9 mm. On this conveyor using bearings UCFL 204/H. The axial force on the bearing is 524.8 N and the radial force is 299.8 N. The transmission system on the conveyor uses a gearbox with a ratio of 1:20.

**Keyword:** Conveyor, *C Purlin*, Ulrich, Machine Element.

### Nomenclature

$v$	kecepatan <i>c purlin</i> masuk conveyor
$V$	kecepatan conveyor
$W$	berat muatan <i>c purlin</i>
$Q$	kapasitas conveyor
$L$	panjang sabuk conveyor
$qb$	berat sabuk per meter
$W_o$	tegangan efektif
$N_d$	daya motor
$T$	torsi pada poros
$P$	daya motor yang direncanakan
$g$	gravitasi bumi
$W_a$	gaya aksial
$W$	beban ekuivalen bearing

### 1. PENDAHULUAN

Seiring berjalannya era, perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dari waktu ke waktu berdampak pada berbagai bidang. Semakin banyak industri yang menggunakan teknologi khususnya teknologi manufaktur dalam proses produksinya. Teknologi tersebut bertujuan untuk mempermudah pekerjaan manusia dan juga untuk mempercepat proses produksi baik dalam bidang pengemasan.

Pada perusahaan yang bergerak dalam bidang fabrikasi sedang mengalami peningkatan permintaan untuk pembuatan *c purlin* dan membutuhkan pesawat angkat. Pesawat angkat tersebut bertujuan untuk menghasilkan keuntungan dengan meningkatkan produksi dalam segi waktu dan mempermudah pekerjaan manusia. Pada perusahaan tersebut pemindahan *c purlin* sebelumnya dilakukan dengan cara

manual atau dipindahkan dengan tenaga manusia dari mesin pembuatan ke tempat pengemasan. Hal ini menyebabkan efisiensi produksi menurun ke tempat pengemasan. Hal ini menyebabkan efisiensi produksi menurun sehingga berdampak pada biaya produksi yang telah disediakan perusahaan tersebut.

Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mempermudah pemindahan barang dengan menggunakan sebuah alat bantu yaitu conveyor yang dimana conveyor itu sendiri didesain khusus untuk membantu memindahkan *c purlin* yang ada di perusahaan tersebut. Dalam pembuatan conveyor untuk *c purlin* tentunya harus sesuai dengan kriteria yang diminta dan tentunya perusahaan tersebut harus mempertimbangkan ukuran yang akan digunakan. Perhitungan performa juga harus diperhatikan untuk menghasilkan rancangan conveyor yang dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan dan meningkatkan efektifitas produksi.

### 2. METODOLOGI

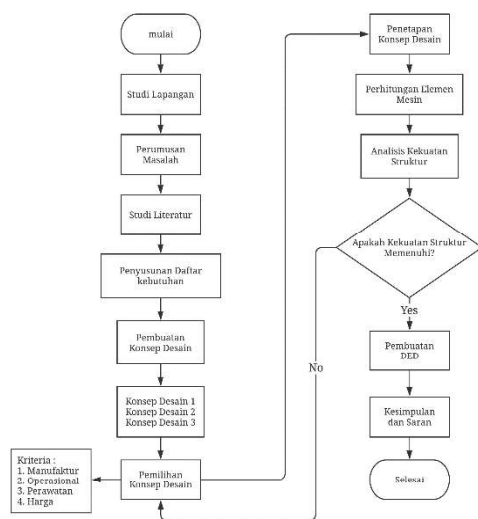
#### 2.1 Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan menggunakan metode Ulrich dimana metode ini membuat daftar kebutuhan, kemudian membuat 3 konsep desain yang akan disaring hingga mendapat 1 konsep yang dibutuhkan. Berikut langkah-langkah yang digunakan :

1. Identifikasi dan perumusan masalah
2. Studi literatur.
3. Penyusunan daftar kebutuhan.

4. Pembuatan konsep desain 1, 2, dan 3.
5. Pemilihan konsep desain dengan memiliki spesifikasi yaitu operasional, manufaktur, perawatan, dan harga.
6. Penetapan konsep terpilih.
7. Perancangan detail komponen.
8. Analisa *Software*.
9. *Detail drawing*.
10. Kesimpulan
11. Saran

Berikut ini adalah diagram alir dalam perancangan *conveyor* untuk memindahkan *c purlin*



Gambar 2. 1 Diagram Alir Penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Penentuan Daftar Kebutuhan

Berikut ditunjukkan daftar kebutuhan digunakan sebagai referensi pada perancangan *conveyor* untuk memindahkan *c purlin* sebagai berikut :

Tabel 3. 1 : Daftar Kebutuhan

Daftar Kebutuhan		
S/H	Uraian Kebutuhan	Penanggung Jawab
S	Dapat mengangkat <i>c purlin</i>	Tim desain dan manufaktur
H	Proses pengangkutan <i>c purlin</i> lancar	Tim desain dan manufaktur
H	Mesin mudah dioperasikan	Tim desain
S	Perawatan Mudah	Tim desain
H	Komponen mudah dicari	Tim desain
S	Dapat dimanufaktur	Tim manufaktur
S	Material rangka conveyor terbuat dari profil hollow	Tim desain dan tim manufaktur

Keterangan :

S = syarat

H = harapan

#### 3.2 Pemilihan Konsep Desain

Pada tahap ini akan dilakukan pemilihan satu konsep desain terbaik berdasarkan pemilihan kriteria pemilihan yang telah dilakukan. Konsep desain. Konsep desain terpilih kemudian akan dijadikan perancangan suatu mesin yang diharapkan dapat membantu proses pengemasan *c purlin* lebih cepat. Setelah membahas dari aspek manufaktur, operasional, harga, dan perawatan maka akan dilanjutkan dengan pemberian nilai matriks penilaian. Berikut ini merupakan tabel kriteria seleksi dan penilaian konsep :

Tabel 3. 2: Penilaian Konsep

Kriteria Seleksi	Bobot	Matrik Penilaian Konsep							
		Konsep Desain							
		Konsep 1		Konsep 2		Konsep 3		Referensi	
Rate	Skor Bobot	Rate	Skor Bobot	Rate	Skor Bobot	Skor	Bobot		
Manufaktur	20%	3	0,6	4	0,8	4	0,8	3	0,6
Operasional	30%	3	0,9	4	1,2	2	0,6	3	0,9
Perawatan	10%	3	0,3	5	0,5	2	0,2	3	0,3
Harga	40%	7	0,8	5	7	4	1,6	3	1,7
Bobot Total	100%								
Nilai Absolut		11	2,6	18	4,5	12	3,2	12	3
Nilai Relatif(%)		20,8%	19,5%	34%	33,8%	22,6%	24%	22,6%	22,6%

Berdasarkan matriks tabel diatas maka dapat disimpulkan bahwa konsep desain 2 unggul dengan nilai absolute 34% dan nilai *relative* 33,8%. Selanjutnya konsep desain yang terpilih yaitu konsep desain 2 akan dilanjutkan ke tahap perencanaan dan perhitungan elemen mesin.



Gambar 3. 1 Desain Konsep Terpilih

#### 3.3 Perhitungan Kecepatan Conveyor

Waktu yang dibutuhkan untuk mengangkat tebu sepanjang lintasan dapat diperoleh dengan rumus :

$$t = L / v$$

Dimana :

L = panjang lintasan

v = kecepatan *c purlin* masuk = 0,375 m/s

Sehingga diperoleh hasil :

$$t = 8,3 / 0,375$$

$$= 22,13 \text{ s atau } 22,13 / 3600 = 0,006 \text{ jam}$$

Untuk putaran *drum pulley* dapat ditentukan dengan rumus :

$$n = \frac{60 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{60 \cdot 0,375}{3,14 \cdot 0,1} = 71,6 \text{ rpm} \approx 72 \text{ rpm}$$

Maka untuk mengetahui kecepatan conveyor yaitu :

$$V = \left(\frac{\pi \cdot n}{60}\right) \times r$$

$$V = \left(\frac{3,14 \cdot 72}{60}\right) \times 0,05$$

$$V = 0,3768 \text{ m/s}$$

### 3.4 Kapasitas Conveyor

Berat muatan *c purlin* dapat ditentukan dengan rumus :

$$W = m \times z : 3$$

$$= 5 \times 12 : 3$$

$$= 20 \text{ kg atau } 0,02 \text{ ton}$$

Maka kapasitas conveyor adalah :

$$Q = W / t$$

$$= 0,02 / 0,006$$

$$= 3,33 \text{ ton/jam}$$

$$= 26,6 \text{ ton/hari} \approx 27 \text{ ton/hari}$$

Total kapasitas tiga conveyor yaitu 81 ton/hari

### 3.5 Panjang Sabuk

Diketahui ;

Jarak sumbu poros : 8,3 m  
 Diameter pulley 1 : 100 mm  
 Diameter pulley 2 : 100 mm

Maka panjang sabuk conveyor adalah :

$$L = [\pi(r_1 + r_2) + 2 \cdot x + \frac{(r_1 + r_2)^2}{x}]$$

$$L = [3,14(0,05 + 0,05) + 2 \cdot 8,3 + \frac{(0,05 + 0,05)^2}{8,3}]$$

$$= 17 \text{ m}$$

### 3.6 Berat Sabuk Permeter

Berat sabuk permeter dari conveyor dapat ditentukan dengan menggunakan rumus seperti berikut ini :

$$qb = 1,1 \cdot B (\delta \cdot I + \delta_1 + \delta_2) \text{ kg/m}$$

Dimana :

B = lebar belt (mm)  
 $\delta$  = tebal lapisan belt  
 I = jumlah lapisan belt  
 $\delta_1$  = tebal lapisan belt atas  
 $\delta_2$  = tebal lapisan belt bawah

Sehingga berat sabuk dapat diketahui dengan cara seperti di bawah ini :

$$qb = 1,1 \cdot B [(\delta \cdot I) + \delta_1 + \delta_2]$$

$$= 1,1 \cdot 200 [(3,2) + 3 + 3]$$

$$= 220 \cdot 12$$

$$= 2640 \text{ kg/mm atau } 2,64 \text{ kg/m}$$

Berat sabuk keseluruhan :

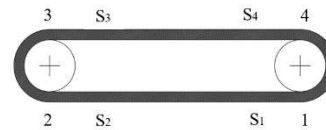
$$qbtot = qb \times \text{panjang sabuk}$$

$$= 2,64 \times 17$$

$$= 44,88 \text{ kg}$$

### 3.7 Tegangan yang Terjadi pada Sabuk

Beban yang diterima oleh sabuk terdiri dari beban yang diangkut, beban sabuk sendiri dan tahanan-tahanan sepanjang sistem belt conveyor. Tahanan yang terjadi terdapat pada bagian sisi tegang, sisi kendur.



Gambar 3. 2 Tegangan Sabuk yang Terjadi

- Tegangan yang terjadi pada titik 2 (S2)  
 $S_2 = S_1 + W_{1-2} \text{ (kg)}$   
 Hambatan yang terjadi di (W1-2) dapat diketahui dengan menggunakan rumus perhitungan seperti berikut.  
 $W_{1-2} = [(qb+qp) \times (L \cdot W \cdot \text{Cos}\beta)] - (L \cdot \text{Sin}\beta) \text{ kg}$   
 Sehingga nilai dari W1-2  
 $W_{1-2} = [(2,64+15,3) \times (8,3 \cdot 0,22 \cdot \text{Cos } 0^\circ)] + (8,3 \cdot \text{Sin } 0^\circ)$   
 $= 32,76 \text{ kg}$   
 $S_2 = S_1 + 32,76 \text{ kg}$
- Tegangan yang terjadi pada titik 3 (S3)  
 $S_3 = S_2 \cdot W_{2-3} \text{ (kg)}$   
 $W_{2-3} = \text{Hambatan yang terjadi pada pulley antara } 5-7\%$   
 $= 0,07 \text{ dari } S_2$   
 $= 0,07 \times S_2$   
 Sehingga diperoleh :  
 $S_3 = S_2 + 0,07 \times S_2$   
 $= 1,07 \times S_2$   
 $= 1,07 \times (S_1 + 32,76)$   
 $= 1,07 S_1 + 35,05 \text{ kg}$
- Tegangan yang terjadi pada titik 4 (S4)  
 $S_4 = S_3 + W_{3-4} \text{ (kg)}$   
 Hambatan yang terjadi di (W3-4) dapat diketahui dengan menggunakan rumus perhitungan seperti berikut.  
 $W_{3-4} = [(q+qb+qp) \cdot L \cdot W \cdot \text{Cos}\beta + (q+qb) \cdot L \cdot \text{Sin}\beta] + [q+qb] \cdot L \cdot \mu$   
 $= [(2,4 + 2,64 + 15,3) \cdot 8,3 \cdot 0,22 \cdot \text{Cos } 0^\circ + (2,4 + 2,64) \cdot 8,3 \cdot \text{Sin } 0^\circ]$   
 $+ (2,4+2,64) \cdot 8,3 \cdot 0,6$   
 $= 35,5 + 20,72$   
 $= 56,22 \text{ kg}$   
 Tegangan yang terjadi pada S4 adalah :  
 $S_4 = S_3 + W_{3-4}$   
 $= S_3 + 56,22 \text{ kg}$   
 Sedangkan nilai dari S3 adalah  
 $S_3 = 1,07 \times S_1 + 31,15$   
 Maka hasil dari tegangan keseluruhan yang terjadi adalah :  
 $S_4 = 1,07 \times S_1 + 31,15 + 56,22$   
 $= 1,07 \times S_1 + 87,37$   
 Sedangkan persamaan S4 dengan S1 dinyatakan dalam persamaan euler sehingga :  
 $S_4 = S_1 \cdot e^{\mu\theta}$   
 Dimana harga  $e^{\mu\theta} = 2,56$ , maka nilai dari S1 dapat diketahui dengan cara :  
 $S_4 = S_1 + 2,56$   
 $1,07 \cdot S_1 \cdot 87,37 = S_1 \cdot 2,56$   
 $S_1 \cdot 2,56 = 1,07 \cdot S_1 \cdot 87,37$   
 $S_1 \cdot 2,56 - 1,07 \cdot S_1 = 87,37$

$$1,49 \cdot S1 = 87,37$$

$$S1 = 58,64 \text{ kg}$$

Sehingga dari persamaan di atas dapat ditentukan :

- S1 = 58,64 kg
- S2 = S1 + W1-2 = 58,64 + 31,15 = 89,79 kg
- S3 = 1,07 . S1 + 33,33 = 1,07 . 58,64 + 33,33 = 96,075 kg
- S4 = 1,07 . S1 + 56,2 = 1,07 . 58,64 + 56,2 = 119 kg

### 3.8 Perhitungan Tegangan Efektif Akibat Tarikan

Besarnya tegangan efektif dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

$$W_o = S4 - S1 + Wdr$$

Dimana :

$$Wdr = 0,03 (S4 - S1)$$

$$= 0,03 (119 - 58,64)$$

$$= 1,81$$

Maka :

$$W_o = 119 - 58,64 + 1,81$$

$$= 62,17 \text{ kg}$$

### 3.9 Perhitungan Daya Motor

Besarnya daya motor penggerak dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut dan faktor koreksi daya yang ditransmisikan dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 3. 3: Faktor Koreksi Daya yang akan Ditransmisikan

Daya yang akan ditransmisikan	$f_c$
Daya rata-rata yang diperlukan	1,2 – 20
Daya maksimum yang diperlukan	0,8 – 1,2
Daya normal	1,0 – 1,5

$$Nd = \frac{W_o \cdot v \cdot f_c}{102 \eta_g}$$

$$Nd = \frac{62,17 \cdot 0,375 \cdot 1,2}{102 \cdot 0,8}$$

$$= 0,34 \text{ kw atau } 0,46 \text{ hp}$$

### 3.10 Perhitungan Poros

Diameter *drum pulley* yang direncanakan yaitu sebesar 100 mm dengan menggunakan bahan JIS S45C

a. Torsi pada poros

$$T = \frac{9,74 \times 10^5 \cdot P}{nd}$$

$$T = \frac{9,74 \times 10^5 \cdot 0,34}{1445}$$

$$= 229,2 \text{ kg/mm} \times 9,81$$

$$= 2248,45 \text{ Nmm}$$

b. Diameter poros

Tegangan geser yang diijinkan :

$$\tau_a = \sigma : (Sf1 \times Sf2)$$

$$= 58 : (6 \times 2)$$

$$= 4,83 \text{ kg/mm}^2$$

$$ds = \left[ \frac{5,1}{\tau_a} \cdot Cb \cdot kt \cdot T \right]^{1/3}$$

$$ds = \left[ \frac{5,1}{4,83} \cdot 1,5 \cdot 2 \cdot 229,2 \right]^{1/3}$$

$$= 9 \text{ mm}$$

### 3.11 Perhitungan Bearing/Bantalan

a. Gaya aksial pada bantalan

$$W_a = m \times g$$

$$= 53,495 \times 9,81$$

$$= 524,8 \text{ N}$$

b. Gaya radial pada bantalan

$$W_r = W_b = \frac{1,5 \times T}{d/2}$$

$$= \frac{1,5 \times 2248,45}{22,5/2}$$

$$= 299,8 \text{ N}$$

c. Menghitung beban ekuivalen

$$W = K_s (X \cdot V \cdot W_r + Y \cdot W_a)$$

$$= 1 (1 \cdot 1 \cdot 299,8 + ((0 \cdot 524,8)))$$

$$= 299,8 \text{ N}$$

d. Menghitung umur bantalan

$$L_{10} = \left[ \frac{C}{P} \right]^b \times \frac{10^6}{60 \times 72}$$

$$= \left[ \frac{1618,624}{67,4} \right]^3 \times \frac{10^6}{60 \times 72}$$

$$= 3206344,45 \text{ jam}$$

### 3.12 Analisa Kekuatan Rangka

Setelah dilakukan perhitungan mesin kemudian akan dilakukan analisa kekuatan struktur rangka menggunakan *software* Fusion Autodesk Fusion 360. Adapun data-data yang digunakan dalam analisa yang akan dilakukan adalah sebagai berikut : Profil rangka : profil hollow 60 x 30 x 1,6 bahan ASTM A36 : profil U 50 x 38 x 5 bahan ASTM A36.

Berikut ini adalah data yang menunjukkan sifat fisik dari material ASTM A36

Tabel 3. 4: Spesifikasi ASTM A36

Parameter	Keterangan
<i>Material</i>	ASTM A36
<i>Density</i>	7,85 g/cm
<i>Yield Strength</i>	250 MPa
<i>Ultimate Tensile Strength</i>	400 – 550 GPa
<i>Modulus of Elasticity</i>	200 GPa
<i>Bulk Modulus</i>	140 GPa
<i>Poisson's Ratio</i>	0,26
<i>Shear</i>	79,3

Dengan data-data di atas maka perhitungan beban yang terjadi kepada *conveyor* dapat menggunakan persamaan sebagai berikut : Pdesain = berat yang dibawa x tambahan beban

Dimana :

$$\text{Berat yang dibawa} : 64,88 \text{ kg}$$

Tambahan beban : 2 (ditakutkan ada penambahan beban atau ketika conveyor sedang diperbaiki teknisi naik ke atas conveyor)

$$P_{\text{desain}} = 64,88 \times 2 = 129,76 \text{ kg}$$

Sehingga untuk mencari gaya yang akan diterima oleh conveyor yaitu :

$$F_{\text{desain}} = P_{\text{desain}} \times g$$

Dimana :

$$P_{\text{desain}} = 129,76 \text{ N}$$

$$g = 9,81$$

$$F_{\text{desain}} = 129,76 \times 9,81 = 1272 \text{ N}$$

Jadi untuk mengetahui tegangan ijin yang terdapat pada struktur rangka conveyor dapat diketahui dengan :

$$\sigma_{\text{ijin}} = \frac{\text{yield strength}}{\text{safety faktor}}$$

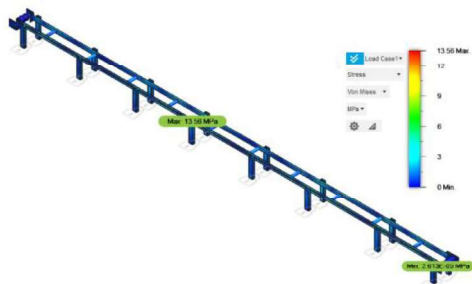
Dimana :

$$\text{Yield strength} : 250 \text{ MPa}$$

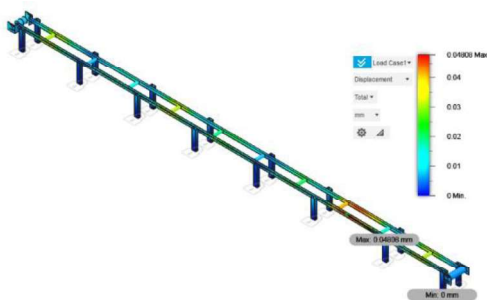
$$\text{Safety factor} : 2$$

$$\sigma_{\text{ijin}} = \frac{250}{2}$$

$$= 125 \text{ MPa}$$



Gambar 3. 3 Hasil Analisis Stress



Gambar 3. 4 Hasil Analisis Displacement

Dari gambar di atas dapat diketahui bahwa tegangan maksimum pada struktur rangka conveyor yang dilakukan dengan menggunakan analisis software dan bahan yang digunakan yaitu ASTM A36 adalah sebesar 13,56 MPa, nilai tersebut lebih kecil dari nilai allowable

stress material ASTM A36 yaitu sebesar 125 MPa. Sedangkan nilai displacement yang terjadi sangat kecil yakni 0,04808 mm.

#### 4. KESIMPULAN

1. Penggerak utama dari belt conveyor ini adalah motor induksi atau motor listrik dengan daya 0,34 kW dengan putaran 1445 rpm dan putaran pada conveyor 72 rpm dengan menggunakan gearbox rasio 1:20 dan poros berdiameter 22,5 mm.
2. Jenis sabuk yang digunakan pada conveyor ini adalah PVC Conveyor Belt bahan dari polyester dengan 200 mm, tebal 3mm, dan terdapat 2 lapisan. Panjang dari sabuk conveyor yaitu 17 m dan berat permeter dari sabuk ini adalah 2,64 kg yang berarti total berat dari sabuk conveyor ini adalah 44,88 kg.
3. Tegangan pada sabuk yaitu 58,64 kg, 89,79 kg, 96,075 kg, 119 kg. Tegangan efektif yang terjadi pada sabuk adalah sebesar 62,17 kg

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada orang tua penulis yaitu Bapak Moh. Faqih Effendi dan Ibu Minarni dan seluruh keluarga besar yang senantiasa memberi dukungan do'a, saran, dan motivasi kepada penulis. Bapak Ir. Eko Julianto, M.Sc., FRINA selaku Direktur Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya. Bapak George Endri Kusuma, S.T., M.Sc.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Permesinan Kapal. Bapak Pranowo Sidi, S.T., M.T. selaku Koordinator Program Studi D4 Teknik Desain dan Manufaktur. Bapak Dr. Mohammad Hakam S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Fipka Bisono, S.ST., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah berkenan memberikan bimbingan serta membagikan ilmu dan saran dalam proses pengerjaan penelitian Tugas Akhir ini. Bapak Farizi Rachman, S.Si, M.Si. selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur. Seluruh teman Teknik Desain dan Manufaktur angkatan 2017 serta seluruh pihak yang memberikan bantuan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.

#### 6. PUSTAKA

- [1] Raharjo, R. 2012. Teknik Mesin. Rancang Bangun Belt Conveyor Trainer Sebagai Alat Bantu Pembelajaran.
- [2] Nuryisman. 2007. Teknik Mesin. Kajian Proses Pembuatan Gula Merah.
- [3] Spivakosky, A. and V. Dyachkov. 1970, Moscow. Conveyor and Related Equipment
- [4] Tri. B. 2020. Perancangan Mesin Dual Function Waste Chopper. Surabaya: Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

- [5] Ardian. B. 2018. Perancangan *Belt Conveyor* Tebu ke Gilingan Kapasitas 35 Ton/Hari. Malang: Universitas Muhammdiyah Malang
- [6] Bagus. B. 2019. PERANCANGAN PORTABLE *BELT CONVEYOR* UNTUK PENGANGKUTAN HASIL PERTANIAN KE DALAM ALAT ANGKUT DENGAN KAPASITAS 15 TON/JAM. Malang: Universitas Muhammdiyah Malang
- [7] Allen, Reicks & Michael T. Myers. 2004. *Bulk Material Handling by Conveyor Belt 5*
- [8] Ulrich, Karl T & Steven.Eppinge. 2001. *Perancangan & Pengembangan Produk*. Salemba, Jakarta: Salemba Teknika
- [9] Anisa.Wahyu. 2018. Perencanaan Ulang *Belt Conveyor* untuk Mesin Penghancur Batu dengan Kapasitas 30 Ton/Jam. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [10] Muhammad. Fikri. 2009. Analisa Daya Mesin *Belt Conveyor*. Medan: Universitas Sumatera Utara.