

Perencanaan *Belt Conveyor System* sebagai Alat Angkut *Box* dengan Kapasitas 20 Ton/ Jam

Putri Sundari¹, Wardjito², Sa'ad Bayu Hariyono³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Gresik

Email: 1psundari72@gmail.com, 2totokwardjito1@gmail.com

Abstract

The study aimed to design belt conveyor system for box transportation with capacity 20 Ton/hours with the horizontal line distance 20 m. This study located in PT. Intan Ustrix, Jl. Roomo No. 425 Manyar, Gresik, Jawa Timur. The results of calculation showed that belt conveyor needs specifications: rubber width 650 mm, speed of belt converter 1 m/s, driver motor power 0,699 kW, and installed motor power 2,2 kW. Head (drive) pulley diameter 500 mm, shaft diameter 125 mm, tail pulley diameter and take-up pulley 400 mm, bend pulley and snub up pulley diameter is 250 mm. Specification of rubber belt conveyor is fabric type and general (M) 1.200 mm, EP 630/4 Ply. Specification of electrical motor are 2,2 kW, 380 V, 3 Phase, 50 Hz, 4 Poles, Speed 1500 rpm, with gear box specification (reducer) is bofiglioli VF 72, with ratio 1:40.

Keywords: *Belt Conveyor, Box Transportation, Design.*

1. Pendahuluan

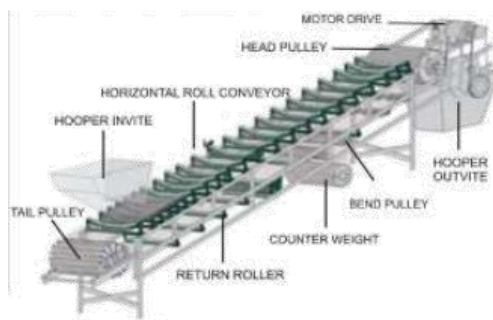
Perkembangan teknologi yang begitu pesat, menuntut manusia berfikir untuk merencanakan dan membuat sarana dan prasarana sesuai dengan kebutuhan untuk memperoleh hasil yang optimal. Dalam suatu industri, upaya untuk mendapatkan hasil yang optimal tersebut dapat dilakukan dengan penggunaan peralatan canggih dan meningkatkan *skill* operator. Sedangkan untuk meningkatkan jumlah produksi dapat ditempuh dengan menambah jumlah peralatan dan metode kerjanya [1]. Satu diantara bentuk hasil teknologi yang dapat membantu manusia dalam melakukan proses produksi pada sebuah pabrik adalah mesin pemindah bahan.

Peralatan pemindah industri berfungsi memindahkan material pada area tertentu, pada suatu industri, pabrik dan pembangkit, *site* konstruksi, tempat penyimpanan dan pemuatan. Pengelompokan peralatan pemindah material didasarkan pada bentuk desainnya. Terdiri dari banyak macam peralatan pemindah, dimana pemilihan *conveyor* atau peralatan pemindah lainnya dipengaruhi oleh jenis material yang diangkut, kapasitas yang dibutuhkan dalam waktu tertentu, arah dan panjang pemindahan, sehingga selain faktor *engineering*, faktor nilai ekonomis juga perlu diperhatikan dalam pemilihan peralatan material [2].

Saat ini kebutuhan dan pemakaian produk jenis *box* semakin meningkat. Hampir semua pelaku usaha dan kehidupan sehari-hari membutuhkan *box* dengan berbagai jenis untuk keperluan pengemasan (*packaging*). Untuk memenuhi peningkatan jumlah kebutuhan *box*, industri penghasil *box* dituntut untuk bisa meningkatkan kapasitas produksinya seperti yang dilakukan oleh PT. Intan Ustrix.

Sebagai salah satu perusahaan yang memproduksi *carton box*, *sheet* dan *single face*, selama ini perusahaan masih menggunakan tenaga manusia untuk memindahkan barang secara berkesinambungan. Dengan meningkatnya kuantitas produksi, penggunaan tenaga manusia dinilai tidak lagi efisien serta memakan biaya yang cukup besar. Maka dari itu diperlukan suatu solusi untuk masalah pemindahan barang ini, salah satunya yaitu dengan merencanakan sistem *belt conveyor* sebagai alat angkut yang handal baik secara kapasitas maupun kualitas dengan kapasitas 20 ton/jam. *Belt conveyor* ini akan diaplikasikan untuk mengangkut *sheet* sebelum masuk ke proses pencetakan.

Belt conveyor merupakan alat transportasi yang cukup efisien dengan prinsip kerja yaitu memindahkan material yang ada di atas *belt*, dimana umpan atau *inlet* pada sisi *tail* dengan menggunakan *chute* dan setelah sampai di *head material* ditumpahkan akibat *belt* berbalik arah. *Belt* digerakkan oleh *pulley* dengan motor penggerak [3].



Gambar 1. Konstruksi *belt conveyor* [4]

Perencanaan *belt conveyor* secara umum meliputi: (a) Kondisi lingkungan atau tempat sekitar (*local condition*), (b) Sifat-sifat material (*material properties*) dari bahan yang diangkut, (c) Kapasitas angkut (*load capacity*), (d) Jarak angkut mendatar (*horizontal length*), (e) Ketinggian angkut (*vertical length*), dan (f) Alat angkut yang cocok/sesuai [3]. Penelitian ini mencakup perencanaan sesuai dasar perencanaan secara umum dan dilakukan perhitungan teknis serta pemilihan komponennya.

2. Metode

• Pengumpulan Data

Penelitian dilakukan pada PT. Intan Ustrix yang terletak di jalan raya Roomo No 425 Manyar, Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa Timur. Penelitian dimulai dari peninjauan, pengumpulan data dan wawancara langsung. Adapun data-data awal perancangan antara lain:(a) Kapasitas angkut, (b) Panjang lintasan, (c) Sudut tanjakan, (d) Kecepatan, (e) Berat barang yang diangkut.

• Perencanaan Sistem Belt Conveyor

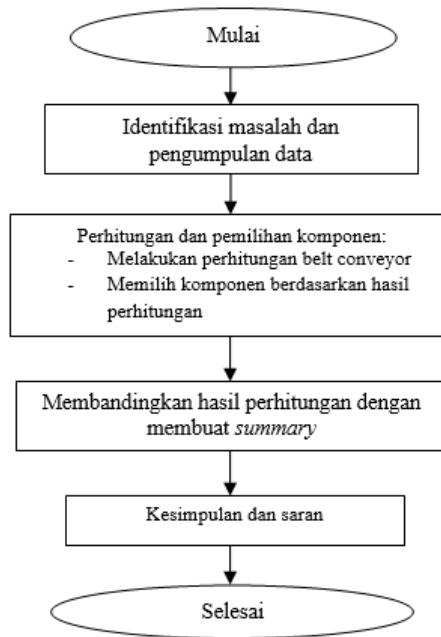
Model dari sistem *conveyor* yang direncanakan memiliki arah lintasan horizontal dengan menggunakan *belt conveyor* jenis *fabric*, seperti terlihat pada Gambar 1.

• Perhitungan Perancangan

Menghitung komponen-komponen *belt conveyor*, antara lain *belt*, *roller*, *bearing* serta transmisi dan motor penggerak *conveyor* dengan menyesuaikan rumus-rumus referensi secara akademis yang mengacu pada [5, 6].

• Pemilihan Komponen

Berdasarkan dari hasil perhitungan dengan menggunakan *spreadsheet*, maka dipilih komponen *conveyor* yang sesuai dengan metode yang dipakai. Pemilihan komponen yang sesuai dengan acuan dan penggunaannya akan memaksimalkan umur pakai dari komponen tersebut.



Gambar 2. *Flowchart* penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

- Data awal dari perencanaan ini dapat diketahui sebagai berikut:

Kapasitas angkut (Q)	: 20 ton/jam
Jarak angkut (L)	: 20 m
Sudut kemiringan (α)	: 0°
Kecepatan (V)	: 1 m/s
Berat per <i>sheet</i> (G)	: 10 kg
Kapasitas angkut (Z)	: 200 <i>sheet</i> /jam
Jumlah tumpukan (K)	: 10 tumpukan/ <i>sheet</i>

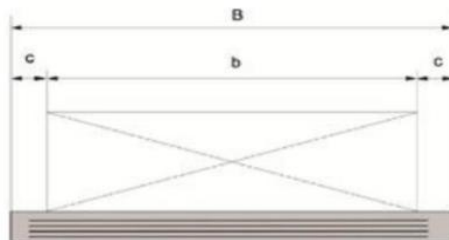
- Kondisi lokal atau tempat perencanaan (*local condition*)

Lokasi	: Ruang produksi PT. Intan Ustrix
Temperatur	: 21-27 °C (<i>ambient temperature</i>)
Kelembaban udara	: 40-45%

- Perencanaan *belt conveyor*

a. Lebar *belt* (B)

Belt conveyor direncanakan ditumpu dengan menggunakan *flat roller idler*.



Gambar 3. Dimensi *belt conveyor*

$B = b + 2c$, Dimana: $b = 450$ mm dan $C = 100$ mm
maka:

$$B = 450 + (2 \cdot 100) = 650 \text{ mm}$$

Jadi lebar *belt* memenuhi syarat dan kecepatan *belt* 1 m/s

b. Berat *belt* (W_1) atau (q_b)

Pada perencanaan kali ini, sabuk dipilih dengan lapisan penguat dari bahan katun yang mempunyai kekuatan tarik, $K_t = 30 \text{ kg/cm}^2$ dengan *cover rubber top bottom* dipilih kualitas *grade 1* yang terbuat dari bahan karet campuran sintetis.



Gambar 4. Penampang *belt conveyor*

Jumlah lapisan yang direkomendasikan untuk lebar *belt* 650 mm adalah $i = 4$ plies

- Tebal lapisan penguat *belt/ply*, $\delta_2 = 1,25$ mm
- Tebal lapisan *top cover* $\delta_1 = 2,0$ mm
- Tebal lapisan *bottom cover*, $\delta_3 = 1,0$ mm
- Jadi tebal *belt* keseluruhan adalah, $\delta = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 = 8,25$ mm

Tabel 1. Recommended *belt plies* [7]

Lebar <i>belt</i> , mm	300	400	500	650	800	1.000	1.200	1.400	1.600	1.800	2.000
Minimum dan maksimum jumlah lapisan (<i>plies</i>) i	3-4	3-5	3-6	3-7	4-8	5-10	6-12	7-12	8-12	8-12	9-14

Maka perhitungan berat *belt* (W_1) dihitung sebagai berikut [8]

$$W_1 = q_b = 1,1B(\delta_1 + \delta_2 \cdot i + \delta_3) \tag{1}$$

$$W_1 = 1,1 \times 0,65 \times (2 + 1,25 \times 4 + 1)$$

$$W_1 = 5,72 \text{ kg/m}$$

c. Kapasitas *belt conveyor* (Q)

Kapasitas *belt conveyor* dapat dihitung sebagai berikut [8]

$$Q = \frac{G \cdot Z_{\max}}{1000} \tag{2}$$

Dimana:

Q : kapasitas muatan (ton/jam)

G : berat per unit yaitu 10 kg

Z_{\max} : $Z_{\max} = Z \cdot K = 200 \times 10 = 2.000 \text{ box/jam}$

Maka:

$$a = \frac{3600 \cdot v}{Z_{\max}} = \frac{3600 \cdot 1}{2000} = 1,8 \text{ m} \tag{3}$$

Berat muatan yang terjadi persatuan panjang [8]

$$q = \frac{G}{a} \text{ kg/m} \tag{4}$$

Jadi berat muatan yang terjadi dalam persatuan panjang adalah:

$$W_m = q = \frac{10}{1,8} = 5,55 \text{ kg/m}$$

- Perhitungan daya penggerak (*power*)

$$P(\text{total}) = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 \quad (5)$$

- a. *Power* tanpa beban dan panjang *horizontal* (P_1)

$$P_1 = \frac{f(l+l_0).W.v}{6120} \quad (6)$$

Dimana:

$f = 0,022$ (sesuai tabel 2)

$l = 18$ meter (jarak *horizontal belt conveyor*)

$l_0 = 66$ meter (sesuai tabel 2)

$W =$ Berat komponen bergerak, dan diketahui $W_c = 9,0$, $W_r = 7,3$, $l_c = 1,2$, $l_r = 2,2$ (berat *rubber belt, carrying* dan *return idler*, sesuai tabel di (Bridgestone, hal.15) [5])

$v = 1$ m/s = 60 m/menit

Maka (W) dapat dihitung sebagai berikut [5]

$$W = \left(\frac{W_c}{l_c}\right) + \left(\frac{W_r}{l_r}\right) + 2W_1 \quad (7)$$

$$W = \left(\frac{9,0}{1,2}\right) + \left(\frac{7,3}{2,2}\right) + 2 \times 13 = 37,2 \text{ kg}$$

Sehingga P_1 diperoleh:

$$P_1 = \frac{0,22(18+66).37,2 \times 60}{6120} = 0,674 \text{ kW}$$

Tabel 2. Besar *friction coefficient of idle r "f" and adjusted horizontal length of conveyor "l₀"* [5]

f	l ₀ (m)	Conveyor condition
0,030	49	a. <i>Conveyor with poor alignment, temporarily of portable conveyor (baby belt)</i> b. <i>Conveyor operating in extremely cold condition with frequent stopped and strating, or extended operations at below -40 degree</i>
0,022	66	<i>Permanent or other conveyors with good alligment and normal, regular maintenance</i>

- b. *Power* dengan beban dengan panjang *belt* datar (P_2)

$$P_2 = \frac{f(l+l_0).Q_t}{367} \quad (8)$$

$$P_2 = \frac{0,022(18+66).5}{367} = 0,025 \text{ kW}$$

- c. *Power* dengan beban dan tinggi vertikal (P_3)

Karena *belt conveyor* ini tidak terdapat tinggi vertikal, maka nilai P_3 adalah 0 kW.

- d. *Power tripper* (P_4)

Karena *belt conveyor* ini tidak menggunakan *tripper* maka nilai P_4 adalah 0 kW.

Jadi total *power* yang dibutuhkan: $0,674 + 0,025 + 0 + 0 = 0,699$ kW. Adapun *power* listrik harus mempertimbangkan *demand factor* sebagai standar perusahaan yaitu tidak boleh melebihi 60-80%. Artinya *power* motor harus didesain 20% - 40 % lebih tinggi dari daya yang

sesungguhnya digunakan, hal ini untuk mempertimbangkan *over load* pada saat *start* awal. Adapun rumusnya:

$$Demand\ factor = \frac{\text{Daya yang dibutuhkan}}{\text{Daya yang diinstall}} * 100\% = \frac{0,699}{2,2} * 100\% = 31,7\% \quad (9)$$

Dan setelah diketahui hasil *demand factor* adalah 31,7 %, artinya sudah dibawah atau sama dengan 68,3% dan sangat aman. Dari perhitungan di atas, maka peneliti memutuskan untuk menggunakan motor penggerak:

Jenis : Teco I3-2-4B3

Daya : 2,2 kW, 380V/3Phase/50Hz/4Pole/1500 rpm

• Perhitungan tegangan atau kekencangan *belt* (*belt tension calculation*)

a. *Effective tension* (F_p)

Effective tension belt conveyor dihitung dari daya penggerak (*drive axle power*).

$$F_p = \frac{6120 \cdot p}{v} = \frac{6120 \cdot 0,699}{60} = 71,3 \text{ kg} \quad (10)$$

Tegangan sisi kancang “ F_1 ” dan tegangan sisi kendur “ F_2 ”

$$F_1 = F_p \frac{e^{u\theta}}{e^{u\theta} - 1} \quad (11)$$

Dimana: $e = 2,178$ (alat pengangkut bahan hal: 154), $\mu = 0,2$ dan $\theta = 210^\circ = 3,664 = 3,7$ radian

$$F_1 = 71,3 \frac{2,718^{0,2 \times 3,7}}{2,718^{0,2 \times 3,7} - 1} = 136,35 \text{ kg}$$

$$F_2 = F_p \frac{1}{e^{u\theta} - 1} = 71,3 \frac{1}{2,718^{0,2 \times 3,7} - 1} = 65,05 \text{ kg}$$

Tegangan karena sudut tanjakan F_3 & F_3'

Tegangan untuk arah menanjak (F_3) (kg)

$$F_3 = W_1 \cdot l (\tan \alpha - f) \quad (12)$$

$$F_3 = 9,18 (\tan 0^\circ - 0,022)$$

$$F_3 = -3,564 \text{ kg}$$

Tegangan untuk arah menurun (F_3') (kg)

$$F_3' = W_1 \cdot l (\tan \alpha + f) \quad (13)$$

$$F_3' = 9,18 (\tan 0^\circ + 0,022)$$

$$F_3' = 3,564 \text{ kg}$$

Tegangan Minimum F_{4c} & F_{4r}

Minimum tension of carrier side (F_{4c}) (kg)

$$F_{4c} = 12,5 l_o (W_m + W_1) = 12,5 \times 1,2 (7,3 + 9) = 142,3 \text{ kg} \quad (14)$$

Minimum tension of return side (F_{4r}) (kg)

$$F_{4r} = 6,25 l_r W = 6,25 \times 2,2 \times 9 = 123,75 \text{ kg} \quad (15)$$

Tegangan sisi balik *belt* (F_r)

$$F_r = f (l_o + l_r) (W_1 + W_r / l_r) \quad (16)$$

$$F_r = 0,022 (18 + 66) (9 + 6,8 / 2,2)$$

$$F_r = 22,9 \text{ kg}$$

b. *Maximum tension* (F_{max})

Maximum tension digunakan untuk menentukan spesifikasi *rubber belt conveyor*, dapat dicari dengan rumus:

$$F_{\max} = F_p + F_2 = 71,3 + 65,05 = 136,35 \text{ kg} \quad (17)$$

Pemeriksaan kekuatan *belt*, dimana SF = 12 dan n = 1

$$T_s = \frac{F_{\max} \cdot SF}{n \cdot B} = \frac{136,35 \cdot 12}{1 \cdot 65} = 25,17 \text{ kg/cm} \quad (18)$$

- Perencanaan *pulley*

Gaya-gaya yang bekerja pada *pulley* terdiri dari gaya tarik pada *belt*, yang besarnya diasumsikan sama dengan gaya maksimumnya yang bekerja pada *pulley* serta gaya beratnya sendiri.

- a. Diameter *pulley*

$D_p \geq K \cdot I$, dimana DP: diameter *pulley*, K: koefisien ketidakberaturan = 125 dan I: jumlah lapisan *belt*, maka:

$$D_p = 125 \times 4 = 500 \text{ mm}$$

Dapat dipilih sesuai *standard of diameter pulley of group* pada [6] dengan spesifikasi EP 630/4 ply sehingga diperoleh: *Head (drive) pulley* : 500 mm, *Tail pulley* : 400 mm, *Take up pulley* : 400 mm, *Bends pulley* : 250 mm dan *Snub up pulley* : 250 mm.

- b. Panjang *pulley*

$$L = B + 200 = 600 + 200 = 800 \text{ mm}$$

- c. Kecepatan putar *pulley*

Setelah ditentukan diameter *head (drive) pulley* maka harus mencari jumlah putaran per menit dari *head (drive pulley)* yang digunakan dan ini berfungsi untuk menentukan spesifikasi *output speed dari gear box (reducer)*.

$$n = \frac{v \cdot 60 \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{1,60 \cdot 1000}{3,14 \cdot 500} = 38 \text{ rpm} \quad (19)$$

Dan torsi yang terjadi:

$$T = \frac{W_o \cdot D1}{2} = \frac{F_p \cdot D1}{2} = \frac{(71,3 \times 9,8) \cdot 0,500}{2} = 174,685 \text{ Nm} \quad (20)$$

- d. Diameter *shaft pulley*

Berdasarkan tabel *standard of shaft diameter pulley of group* [6] maka diameter *shaft pulley* dapat ditentukan yaitu 125 mm.

- e. Panjang, lebar dan tebal pasak (*length (L)*, *width (b)* dan *thickness*)

Panjang pasak (L):

$$L = \frac{\pi \cdot d^2}{8 \cdot b} \text{ mm} \quad (21)$$

$$L = 1,57 \cdot d \text{ mm (untuk b: lebar = } d / 4)$$

$$L = 1,57 \cdot 125 \text{ mm}$$

$$L = 196,25 \text{ mm}$$

Lebar pasak (b):

$$b = d / 4 \text{ mm} = 125 / 4 \text{ mm} = 31,25 \text{ mm} \quad (22)$$

Tebal pasak (*thickness*):

Tebal pasak dapat dilihat di tabel [6], dan dengan lebar pasak 31,25 mm dan dibulatkan menjadi 32 mm maka tebal pasak 18 mm.

- Perhitungan dan pemilihan *roll idler*

Untuk pemilihan *roll idler* baik untuk *diameter of idler* yang diijinkan dan menentukan jarak antar *idler (pitch of idler)* adalah sebagai berikut:

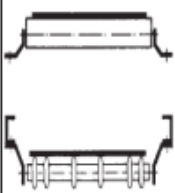
- a. Menentukan *diameter of idler (D_R)*

Untuk menentukan *diameter of idler* harus mengetahui batasan jumlah putaran yang diperbolehkan dari *idler* tersebut. Adapun jumlah putaran maksimum dari *roll idler* adalah 650 rpm dan apabila kita memilih *diameter idler* yang menghasilkan putaran < 650 rpm berarti lebih baik lagi.

$$D_R = \frac{60.v}{\pi.n_R} = \frac{60.1}{3,14.650} = 0,029 \text{ m atau } 29 \text{ mm} \tag{23}$$

Jadi berdasarkan perhitungan maka kita harus memilih *roll idler* dengan diameter minimal 29 mm dan pada desain kali ini, akan dipilih diameter *carrying (troughing) idler* di atasnya sesuai tabel 3 yaitu 51 mm dan diameter *return idler* 120 mm.

Tabel 3. Standar pemilihan *idler roller diameter*



Standard *idler roller diameters (mm)* of flat or troughed rollers according to DIN 15107 are:

(51)	63.5	88.9	108	133	159	193.7	219.1
Tube dia. mm.	51	57	63.5	88.9	108	133	
Disc rollers dia. mm.	120	133	150	180	180	215	215

The idlers and discs may vary from manufacturer to manufacturer. For location of disc rollers see Appendix M.1.

b. Kecepatan putar *roller idler*

$$n_R = \frac{60.v}{\pi.D_R} = \frac{60.1}{3,14.51} = 374 \text{ rpm} < 650, \text{ maka memenuhi syarat} \tag{24}$$

c. Menentukan jarak antara *idler (pitch of idler) (l_o)*

untuk jarak antara *idler* dipilih dengan menyesuaikan dengan lebar *belt (belt width)* pada tabel [5] yaitu: *carrying idler* = 1.100 mm dan *return idler* = 2.200 mm.

d. Berat *idler rotating part (G_p)/(w_r)*

Berat *idler* dapat dihitung berdasarkan referensi [8]

$$w_r = 10B + 3 = 10 \times 0,65 + 3 = 9,5 \text{ kg} \tag{25}$$

Berat *idler rotating part* sisi atas (q'p) dan sisi bawah (q''p) yang diperoleh berdasarkan perhitungan rumus pada [8] masing-masing diperoleh sebesar 7,92 kg dan 4,32 kg.

• Perencanaan *gear box*

Karena *belt conveyor transport* ini akan bekerja selama 24 jam/hari yang berarti ≥ 10 jam/hari, dan motor penggerak ≤ 150 kw maka sesuai tabel 2.22 maka *safety factor* sebesar 1.3. *Power gearbox* = 1,3 x 1,5 = 1,9 kW. Sesuai dengan kecepatan *belt conveyor* sebesar 1 m/s dan penentuan kecepatan *head pulley* sebelumnya maka *output gearbox* harus sesuai 38 rpm. Maka rasio *gearbox* dapat dihitung sebagai berikut:

$$i = \frac{n}{n_2} = \frac{1500}{38} = 40 \tag{26}$$

Dari perhitungan di atas, *gearbox* harus memiliki nilai rasio 1:40, peneliti memutuskan untuk memakai *gearbox* Bonfiglioli VF 72.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan perhitungan untuk mendesain alat pemindah bahan dengan jenis *belt conveyor* untuk mengangkut *box* dengan kapasitas 20 ton/jam dengan jarak angkut mendatar (*horizontal*) 20 meter di PT. Intan Ustrix diperoleh hasil sebagai berikut :

a. Lebar *rubber belt conveyor* adalah 650 mm.

- b. Kecepatan (*speed belt conveyor*) 1 m/s.
- c. Daya *drive motor* yang dibutuhkan 0,699 kW dan daya motor yang *diinstall* adalah 2,2 kW.
- d. Diameter *head (drive) pulley* adalah 500 mm, diameter *shaft* 125 mm, diameter *tail pulley* dan *take-up pulley* 400 mm, sedangkan diameter *bend pulley* dan *snub-up pulley* adalah 250 mm.
- e. Spesifikasi *rubber belt conveyor* adalah *type fabric* dan *general (M)* dengan penulisan spesifikasi 1.200 mm, EP 630 / 4 *Plies*.
- f. Spesifikasi motor *electrical* adalah 2,2 kW, 380 V, 3 *Phase*, 50 Hz, 4 *Poles*, *Speed* 1.500 rpm.
- g. Spesifikasi *gear box (reducer)* adalah Bonfiglioli VF 72, dengan nilai rasio 1:40.

Referensi

- [1] G. F. A. Dadi Cahyadi, "Perancangan Belt Conveyor Kapasitas 30 Ton/Jam Untuk Alat Angkut Kertas," *SINTEK JURNAL*, vol. 9, p. 13, 2015.
- [2] R. H. H. Mulyono, Aminudin Aziz, "Rancang Bangun Belt Conveyor Untuk Penyaji Makanan," *SENTRA*, vol. IV, 2017.
- [3] D. Prabowo, "Analisis Pengaruh Kecepatan Dan Massa Beban Pada Conveyor Belt Terhadap Kualitas Pengemasan Dan Kebutuhan Daya Dan Arus Listrik Di Bagian Produksi Pt. Indopintan Sukses Mandiri Semarang" Undergraduate, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Semarang, Semarang, 2018.
- [4] S. Arief Yanuar Chrise, "Perancangan Bark Belt Conveyor 27b Kapasitas 244 Ton/Jam" *Jom FTEKNIK*, vol. 4, 2017.
- [5] Bridgestone, *Conveyor Belt Design Manual*.
- [6] Dunlop-Enerka, *Conveyor Belt technique design and calculation*. 1994.
- [7] A. M. Zainuri, *Mesin Pemindah Bahan, Material Handling Equipment* (no. 1). Penerbit ANDI, 2006.
- [8] A. Spivakovsky, V. Dyachkov, *Conveyors And Related Equipment*. Moscow: Peace Publisher, 1977.