

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Conveyor merupakan suatu alat transportasi yang umumnya dipakai dalam proses industri. *Conveyor* dapat mengangkut bahan produksi setengah jadi maupun hasil produksi dari satu stasiun kerja ke stasiun kerja yang lain. Desain *conveyor* tergantung dari jenis material yang akan diangkut serta menyesuaikan *layout* yang ada. (Djoko Prasetio, 2008) berikut adalah gambar 2.1 *Roller conveyor* yang digunakan di perusahaan.



Gambar 2.1 *Roller conveyor* yang digunakan di perusahaan (Interroll, 2011)

Auto return yang dirancang pada dasarnya sama dengan sistem *conveyor* lainnya yang membedakan adalah tujuannya, dimana *auto return* yang dirancang bertujuan untuk mengembalikan benda kerja kembali ketempat semula. Jenis *roller chain conveyor* dipilih dengan *belt* pemindah yang mana, media *roller* yang berputar sebagai penggerak benda kerja dengan *belt* pemindah yang berfungsi mentransfer benda ke *roller* dengan arah putar berbalik ke operator. Rancangan *auto return* harus menyesuaikan *layout* yang ada pada stasiun kerja, mengingat di PT. YAMAHA INDONESIA mempunyai keterbatasan tempat dengan *layout* di setiap stasiun kerjanya tidak begitu luas.

2.2 Definisi Conveyor

Conveyor adalah suatu sistem mekanik yang mempunyai fungsi memindahkan barang dari satu tempat ketempat yang lain. *Conveyor* banyak dipakai industri untuk mentransportasikan barang yang jumlahnya sangat banyak dan berkelanjutan. Dalam kondisi tertentu *conveyor* banyak digunakan karena mempunyai nilai ekonomis dibanding transportasi berat seperti truk dan mobil pengangkut. (Muhib Zainuri, 2006) Secara umum jenis *conveyor* yang ada di industri adalah :

- a. *Belt conveyor*
- b. *Roller chain conveyor*
- c. *Bucket conveyor*
- d. *Vibrating conveyor*
- e. *Gravity conveyor*

Benda kerja merupakan faktor utama dalam menentukan jenis *conveyor* dalam hal ini, benda yang diproses berupa material yang setengah jadi oleh sebab itu harus dijaga kualitasnya pada saat melewati *conveyor*. Untuk itu jenis *conveyor* yang digunakan adalah *roller chain conveyor* dengan *belt* pemindah. Pembahasan yang di lakukan akan lebih difokuskan pada jenis *belt conveyor* dan *roller chain conveyor*.

2.2.1 Belt Conveyor

Belt conveyor adalah sistem mekanik yang digunakan mengangkut unit atau curah dengan kapasitas besar. Material sabuk yang dapat digunakan untuk *belt* antara lain karet, plastik, kulit, ataupun logam. Hal ini tergantung dari jenis barang yang akan dipindahkan. Prinsip kerja dari *belt conveyor* yaitu putaran yang dihasilkan oleh motor akan menggerakkan *drive / head pulley*. *Head pulley* menarik *belt* dengan prinsip adanya gesekan antara permukaan *drum* dengan *belt*. (Mubaraq, 2010).

Berikut adalah komponen utama pada *belt conveyor* :

1. Rangka / *frame*

Rangka / *frame* merupakan struktur penyangga yang terbuat dari susunan baja profil batangan atau besi siku. Teknik yang digunakan berupa pengelasan atau dengan sambungan baut. (Erinofiardi, 2010) Terlihat pada gambar 2.3 *frame* dibuat kaku (rigid). Struktur tersebut terdiri dari batangan membujur, tegak dan menyilang.



Gambar 2.3 Rangka / *frame belt conveyor* yang ditunjukkan oleh tanda panah.

2. Motor listrik 3 fasa + *gearbox reducer*

Motor listrik 3 fasa merupakan sumber penggerak pada *belt conveyor* yang mengubah arus listrik ke energi mekanik. Motor penggerak ini digunakan untuk menggerakkan *belt conveyor* (Erinofiardi, 2010). Untuk dapat memenuhi torsi yang diinginkan karena, jika dengan torsi yang dihasilkan motor listrik saja tidak akan mampu memutar *belt conveyor*. Motor listrik harus ditambahkan *gearbox reducer* agar dapat menaikkan torsi dari putaran motor sehingga dapat memutar *belt conveyor* sesuai dengan torsi yang dibutuhkan. gambar 2.4 menunjukkan motor listrik + *reducer*.



Gambar 2.4 Motor listrik + *reducer type H mounting* (motovario catalogue 2009).

3. *Chain dan sprocket*

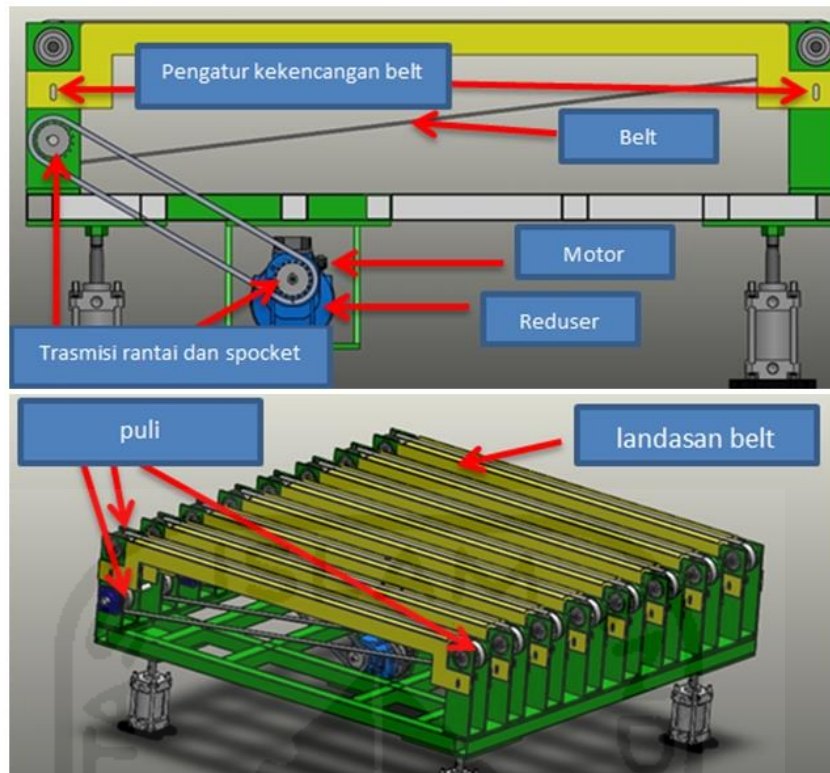
Sistem chain dan sprocket digunakan untuk mentransmisikan putaran dengan jarak sedang. *Sprocket* adalah roda bergerigi yang berpasangan dengan rantai, *track* atau benda panjang yang bergerigi lainnya. *Chain* sebagai penghubung yang mengait pada roda gigi *sprocket* dan meneruskan daya tanpa slip, sehingga perbandingan putarannya tetap. (Sularso. 1978)



Gambar 2.5 Rantai dan *sprocket*.

4. *Pulley + sabuk penggerak*

Sabuk adalah bahan fleksibel yang melingkar tanpa ujung, digunakan untuk menghubungkan dua poros yang berputar. Sabuk digunakan sebagai sumber penggerak, penyalur daya atau untuk memantau pergerakan relatif. (Sularso 1978) Pada *belt conveyor* sabuk terhubung dengan *pulley* yang berputar akibat adanya transmisi daya dari motor melalui *chain* dan *sprocket*. Dengan adanya sistem mekanik seperti ini, sabuk mampu membawa benda untuk dipindahkan sesuai proses yang diinginkan. Berikut pada Gambar 2.6 Sabuk dan *pulley* pada *belt conveyor*.



Gambar 2.6 Sabuk dan *pulley*.

2.2.2 *Roller Chain Conveyor*

Roller chain conveyor adalah sistem mekanik yang berfungsi memindahkan benda kerja dengan media *roller* sebagai penggerakannya dan motor sebagai sumber putarannya. Pada gambar 2.7. Spesifikasi *roller chain conveyor* juga harus disesuaikan dengan dimensi *layout* yang tersedia, serta jarak antara *roller* dengan *roller* lainnya agar dapat menyesuaikan benda kerja. Rancangan sistem *roller chain conveyor* harus mampu menerima beban maksimum yang mungkin terjadi pada sistem *conveyor*.



Gambar 2.7 *Roller chain conveyor*.

Berikut adalah penjelasan tentang komponen utama pada *roller chain conveyer* :

1. Rangka / *frame*

Rangka pada *roller conveyor* mempunyai fungsi untuk menopang *roller* agar lokasi *roller* tidak berpindah-pindah. Pemasangan *roller* dengan kerangka badan ini harus sesuai agar tidak terjadi getaran yang tidak diinginkan saat *roller* berputar.

2. Motor listrik 3 fasa + *gearbox reducer*

Motor listrik 3 fasa merupakan sumber penggerak putaran pada *roller conveyor* yang mengubah arus listrik ke energi mekanik berupa putaran. Motor penggerak ini akan menggerakkan *roller* yang nantinya akan dihubungkan ke *roller-roller* lainnya dengan menggunakan *chain* dan *sprocket*.

3. *Roller*

Roller pada sistem ini sedikit berbeda dengan *roller* pada jenis *conveyor* lainnya. *Roller* didesain khusus agar cocok dengan kondisi barang yang ditransportasikan. Pada umumnya *roller* dilapisi dengan lapisan anti karat, lapisan karet agar faktor gesekan yang terjadi dapat menggerakkan benda kerja secara konstan.

4. *Chain* dan *sprocket* transmisi putaran

Chain dan *sprocket* pada *roller conveyor* digunakan untuk menghubungkan putaran dari motor ke *roller* dan dari *roller* tersebut putaran ditransmisikan ke seluruh *roller*. Daya yang didapatkan pada masing-masing *roller* kurang lebih sama, perbedaan daya hanya dipengaruhi tingkat efisiensi transmisi.

2.3 Perhitungan *Roller Conveyor* dan *Belt Conveyor*

Dalam merancang *conveyor* hal-hal yang diperhitungkan adalah komponen-komponen penggerak antara lain :

1. Motor + *reducer* penggerak *roller conveyor*

Untuk mengetahui daya motor yang akan digunakan terlebih dahulu memperhitungkan beban-beban yang ada dan faktor-faktor gesekan serta efisiensi transmisi dari motor ke *roller* dan *roller* ke *roller* lainnya. Berikut adalah rumus mencari daya motor yang diinginkan :

- a) Hambatan pada putaran *roller* terhadap benda kerja untuk *roller* mati (Spivakovsky dan Dyachkov 1969)

$$W_1 = \frac{G \times 2K}{d} \quad (1)$$

Keterangan :

- W_1 = Beban benda kerja terhadap *roller* (kg)
 G = Berat benda kerja (kg)
 k = Koefisien gesek akibat putaran (m)
 D = Diameter *roller* (m)

- Konversi gaya ke N

$$F_1 = W_1 \times g \quad (2)$$

Keterangan :

- F_1 = Gaya yang diakibatkan hambatan pada putaran antara *roller* mati dan benda kerja. (N)
 g = Gravitasi (9.8 m/s^2)

- F_1 total terhadap 3 *roller* :

$$F_{1\text{tot}} = F_1 \times (\text{berapa } \textit{roller} \text{ mati yang terkena benda kerja}) \quad (3)$$

- b) Hambatan pada poros *roller* terhadap *roller* itu sendiri (Spivakovsky dan Dyachkov 1969)

$$W_2 = (G + p \times z^1) \frac{\mu d}{D} \quad (4)$$

Keterangan :

- W_2 = Hambatan pada poros *roller* (kg)
 G = Beban benda kerja (kg)
 p = Beban *roller* (kg)
 z^1 = Jumlah *roller* yang terkena beban benda kerja
 μ = Koefisien gesek
 d = Diameter poros *roller* (m)
 D = Diameter *roller* (m)

c) Hambatan total pada *roller* mati

$$F_{\text{totRm}} = F_{\text{tot}} + F_2 \quad (6)$$

d) Torsi untuk menggerakkan benda pada *roller* mati

$$T_{\text{totRm}} = F_{\text{totRm}} \times r \quad (7)$$

Keterangan :

- T_{totRm} = Torsi total pada *roller* mati (n.m)
 F_{totRm} = Hambatan total pada *roller* mati (N)
 r = Jari-jari *roller* (m)

e) Torsi untuk menggerakkan benda kerja pada *roller* aktif (*Spivakovsky* dan *Dyachkov* 1969)

$$w' = \frac{\mu d + 2k}{D} \quad (8)$$

$$w'_1 = \frac{\mu d}{D} \quad (9)$$

$$M' = \left(\frac{K_1 \times w'}{z_0} + p w'_1 \right) \frac{D}{2} \quad (10)$$

Keterangan :

M' = Beban dalam satuan panjang (N.m)

$K1$ = *Safety factor* (3)

k = Koefisien gesek akibat putaran (m)

w' = Faktor resistansi antara *roller* dengan barang

Z_0 = Jumlah *roller* yang terkena benda kerja

p = Berat *roller* (kg)

w'_1 = Faktor resistansi *roller conveyor*

D = Diameter *roller* (m)

d = Diameter poros *roller* (m)

f) Torsi yang dibutuhkan untuk menggerakkan benda

$$T = F \times r \quad (11)$$

g) Torsi total untuk benda bergerak dan hambatan pada *roller*

$$T_{tot} = T_{totRm} + MR1' + MR2' + MR3' + T \quad (12)$$

h) Mencari rpm motor yang dibutuhkan dan *reducer* yang digunakan

$$v = \frac{s}{t} \quad (13)$$

Keterangan :

t = Waktu yang diinginkan (s)

s = Jarak yang ditempuh (m)

v = Kecepatan (mm/s)

$$n = \frac{v \times 60}{2 \times \pi \times r} \quad (14)$$

Keterangan :

n = Kecepatan yang diinginkan (rpm)

v = Kecepatan (m/s)

r = Jari-jari *pulley* (m)

$$T_{\text{awal}} = \frac{T_{\text{output}}}{\text{efisiensi}} \quad (15)$$

Keterangan :

- Tawal = Torsi awal yang dibutuhkan (N.m)
 T_{output} = Torsi output dari semua rugi-rugi daya (N.m)
 efisiensi = Efisiensi pada taransmisi (80%)

i) Mencari daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan *roller conveyor*

$$T = 9.55 \times 1000 \times \frac{P}{n} \quad (16)$$

Keterangan :

- T = Torsi total (N.m)
 P = Daya putaran yang dibutuhkan (HP)
 n = Kecepatan yang diinginkan rpm

2. Motor + *reducer* penggerak *v-belt conveyor*

a) Mencari beban karena gaya gesek karet dengan plastik (*calculation methods conveyor belt 2007*)

$$F_T = \mu_T \times g \left(m + \frac{m_B}{2} \right) \quad (17)$$

Keterangan :

- F_T = Beban karena gaya gesek antara *belt* dengan landasan(N)
 μ_T = Koefisen gesek karet dengan plastik
 g = Gravitasi (9.8 m/s^2)
 m = Beban benda kerja (kg)
 m_B = Massa *belt conveyor* (kg)

b) Mencari beban karena gaya gesek baja dengan karet (*calculation methods conveyor belt : 2007*)

$$F_R = \mu_R \times g \left(m_R + \frac{m_B}{2} \right) \quad (18)$$

Keterangan :

F_R = Beban karena gaya gesek antara baja dengan karet (N)

μ_R = Koefisien gesek baja dengan karet

g = Gravitasi (9.8 m/s^2)

m_R = Berat *pulley* (kg)

- c) Mencari beban karena gaya gesek kayu dan karet (*calculation methods conveyor belt 2007*)

$$F_{ST} = \mu_{ST} \times g \left(m + \frac{l_B}{pb} \times 6 \right) \quad (19)$$

Keterangan :

F_{ST} = Beban karena gaya gesek kayu dengan karet

μ_{ST} = Koefisien gesek kayu dengan karet

g = Gravitasi (9.8 m/s^2)

m = Beban benda kerja (kg)

l_B = Lebar *belt* (mm)

pb = Panjang benda (mm)

- Faktor gesekan yang ada

$$F_{\text{tot}} = F_T + F_R + F_{ST} \quad (20)$$

- Gaya normal terhadap *belt*

$$F = F_{\text{benda kerja}} \times g \quad (21)$$

- Total keseluruhan beban benda kerja dan faktor gesekan

$$F_{\text{keseluruhan}} = F_{\text{tot}} + F \quad (22)$$

- d) Menghitung motor yang dibutuhkan untuk menggerakkan *belt* pemindah

$$T = F \times r$$

Keterangan :

T = Torsi (n.m)

F = Total beban dan faktor gesekan (N)

r = Jari-jari *pulley* (m)

- Kecepatan yang dibutuhkan

$$v = \frac{S}{t}$$

- Kecepatan yang diinginkan

$$n = \frac{v \times 60}{2 \times \pi \times r}$$

$$T_{awal} = \frac{T_{output}}{efisiensi}$$

- e) Mencari HP yang dibutuhkan untuk menggerakkan *belt conveyer*

$$T = 9.55 \times 1000 \times \frac{P}{n}$$

3. *Pneumatic cylinder* penggerak naik dan turun

- a) Menghitung besar diameter silinder yang dibutuhkan (FESTO : 5)

$$d^2 = (F+R) / (p \times 7.86) \quad (23)$$

Keterangan :

d^2 = Diameter silinder yang dibutuhkan (mm)

F = Gaya yang diterima oleh silinder (N)

R = Gesekan $\sim \pm 5\% \cdot F$

P = Tekanan kerja pneumatik rata-rata (6 bar)

- a) Kecepatan maksimal untuk *pneumatic cylinder* bekerja naik dan turun

$$t = \frac{s}{v} \quad (24)$$

keterangan :

t = Waktu tempuh (s)

s = Jarak yang ditempuh (mm)

v = Kecepatan maksimal (katalog smc) (mm/s)

BAB 3



AUTO RETURN YANG ADA DI PT.YAMAHA INDONESIA

3.1 *Auto Return* Proses Belah Kayu

Proses pengerjaan pada *auto return* ini berupa bahan mentah atau masih dalam bentuk balok kayu yang nantinya akan dipotong menjadi beberapa bagian, pada Table 3.1 di bawah ini menjelaskan alur proses sampai benda kerja kembali ke operator :

Tabel 3.1 Alur proses belah kayu.

	1) Operator memasukkan kabinet atau benda kerja pada mesin <i>single rip saw</i> .
	2) Setelah proses belah selesai benda kerja terbelah menjadi beberapa bagian, kemudian masuk ke mesin <i>auto return conveyor</i> . 3) Benda kerja bergerak akibat gerakan benda tersebut dengan <i>roller</i> .

	<p>4) Setelah posisi benda kerja sesuai dengan katagori pembacaan sensor yaitu panjang dan pendeknya benda, maka sensor tersebut mengaktifkan <i>pneumatic cylinder</i> yang terhubung dengan rangka rantai pemindah.</p> <p>5) Setelah silinder bergerak rangka rantai pemindah akan naik dan memindahkan benda kerja dari posisi kiri ke kanan.</p>
	<p>6) Setelah berpindah, sensor bayangan yang berada di sebelah kanan membaca dengan otomatis akan menggerakkan rantai pemindah turun dan benda akan bergerak kembali ke operator.</p>

Pada *auto return* proses ini, dilihat dari alur proses pengerjaan tidak terdapat kendala hanya saja struktur rangka yang digunakan terlalu berlebih dengan menggunakan kontruksi H beam melihat barang yang ditransfer adalah kayu dengan berat kurang dari 100 kg. Berikut terlihat pada pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Konstruksi *auto return* proses belah.

3.2 Auto Return Proses Potong Fall Back & Fall Board

Pada proses pengerjaan ini mesin *auto return* dirancang khusus hanya dapat digunakan pada proses belah *fall back & fall board* dimana terdapat 2 mesin *banch saw* yang digunakan untuk memotong serta merapikan sesuai dengan ukuran, yang nantinya akan kembali ke operator dengan menggunakan mesin bantu *auto return*. Berikut pada Table 3.2 Alur proses pengerjaan belah *fall back & fall board*.

Table 3.2 Alur proses pengerjaan potong *fall back & fall board*.

	<ol style="list-style-type: none">1) Proses awal operator mengambil benda kerja dan memasukkan ke mesin2) Proses pemotongan horizontal untuk memakan bagian benda yang vertikal, setelah pemotongan selesai masuk ke mesin <i>auto return</i>.
	<ol style="list-style-type: none">3) Masuk ke mesin <i>auto return</i> benda berjalan sampai sensor membaca untuk mengaktifkan <i>pneumatic cylinder</i> pendorong.4) Setelah <i>pneumatic cylinder</i> mendorong benda kerja akan otomatis terdorong ke bagian <i>conveyor</i> dengan arah putaran <i>roller</i> kembali ke operator.

	<p>5 Setelah benda kerja masuk ke <i>conveyor</i> dengan arah putaran berbalik, yang nantinya benda kerja akan berjalan kembali ke operator.</p>
	<p>6 Proses masih dengan benda kerja yang sama namun pemotongan yang berbeda, <i>cutter</i> potong arah vertikal yang nantinya akan memotong benda horizontal.</p>
	<p>7 Benda kerja melewati <i>conveyor</i> setelah sensor membaca adanya benda otomatis akan mengaktifkan <i>pneumatic cylinder</i> pendorong</p>
	<p>8 Benda kerja terdorong ke <i>conveyor</i> arah putaran berlawanan, sehingga otomatis benda kerja bergerak kembali ke operator.</p>

Dalam proses ini mesin *auto return* mempunyai kekurangan dimana terkadang proses benda kerja pada saat terjatuh tidak tepat, menyebabkan benda kerja tersangkut dan tidak bergerak kembali. Untuk itu operator harus menepatkan posisi dengan menggunakan bantuan kayu sisa potongan agar dapat kembali bergerak ke operator.

3.3 Auto Return Proses Serut *Cutting Gruve*

Auto return dirancang khusus hanya dapat digunakan pada proses ini dimana terdapat 1 mesin serut *cutting gruve* yang digunakan untuk menyerut atau menguragi bagian sisi kayu. Tujuan dari proses ini adalah untuk menghaluskan kayu, setelah itu masuk ke *conveyor* yang perancangannya menggabungkan antara 2 jenis *conveyor* yaitu *belt* dan *roller*. Berikut pada Table 3.3 Alur proses pengerjaan serut *cutting gruve*.

Tabel 3.3 Alur proses pengerjaan serut *cutting gruve*.

	<ol style="list-style-type: none">1) Operator memasukkan kabinet atau benda kerja yang akan di proses pada mesin.2) Proses penyerutan dilakukan pada mesin.
	<ol style="list-style-type: none">3) Sampai pada akhirnya keluar dari mesin dan masuk ke <i>auto return</i>.4) Terdapat jig penahan agar benda kerja tidak bergerak sebelum proses penyerutan selesai.
	<ol style="list-style-type: none">5) Proses penyerutan sampai pada bagian akhir benda kerja, otomatis benda kerja akan jatuh karena adanya gaya gravitasi.6) Dari benda kerja terjatuh mengenai <i>belt</i> pemindah yang akan mengarahkan ke <i>roller conveyor</i>



7) Setelah benda kerja terjatuh ke *roller conveyor*, benda akan bergerak kembali ke arah operator.

Dalam proses ini mesin *auto return* mempunyai kekurangan dimana terkadang proses benda kerja pada saat terjatuh ke *roller chain conveyor* benda kerja tidak langsung berjalan dengan sempurna diakibatkan *roller* yang berjalan terlalu lambat dan tertahan oleh lapisan busa pada *belt* yang sudah rusak untuk itu operator harus mengambil secara manual.

