

RANCANG BANGUN PROTOTYPE MESIN PENGERING HYBRID TIPE KONVEYOR OTOMATIS

Yefri Chan¹, Asyari Darius²

^{1,2}Dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Darma Persada

Abstrak

Perubahan iklim akibat pemanasan global telah menyebabkan tidak menentunya musim hujan. Musim hujan bisa saja terjadi pada saat panen sehingga penjemuran dapat tertunda. Hal ini akan menyebabkan bahan akan berjamur atau berkecambah sehingga tidak dapat dikonsumsi maupun dijual

Pengeringan dengan menggunakan konveyor otomatis ini merupakan jenis pengeringan kontinyu/berkesinambungan (continuous drying), dimana pemasukan dan pengeluaran bahan berjalan terus menerus.

Dimensi dari prototype mesin pengering konveyor yang dibuat mempunyai panjang 3,4 m dengan lebar konveyor 40 cm dan tinggi 115 cm menggunakan motor 1 phase dengan daya 1kW, kecepatan putar 23 rpm dan waktu pengeringan diatas konveyor selama 30 detik, distribusi gabah merata dengan ketebalan 3 cm.

Keywords : pengeringan, konveyor otomatis, waktu pengeringan.

I. PENDAHULUAN

Saat ini masih banyak hasil pengeringan yang di ekspor dan untuk konsumsi dalam negeri dengan kualitas rendah karena banyak bahan ekspor berupa bahan kering diolah dengan cara penjemuran di jalan, di lapangan atau diatas atap rumah dalam kondisi yang kurang higienis sehingga cenderung tercemarkan oleh kotoran dan jasad renik, dimakan oleh ayam, burung, tikus dsb. Karena hasil pertanian untuk ekspor tersebut memerlukan kualitas yang konsisten dan harus dipasok sesuai kontrak secara kontinyu, maka perlu digantikan dengan suatu metoda pengeringan yang tidak tergantung cuaca, dan dapat beroperasi secara terus menerus.

Mesin pengering hybrid tipe konveyor otomatis ini belum banyak digunakan untuk proses pengeringan di Indonesia, dan pada umumnya menggunakan pemanas bukan dari sumber energi terbarukan, berikut hasil penelitian sebelumnya yang sudah dipublikasikan mengenai pengering tipe konveyor otomatis. Dr.Ir. Sandra, MP dkk melakukan penelitian "**Rancang Bangun Alat Pengering Tipe Konveyor Otomatis Untuk Peningkatan Mutu Biji Kakao Hasil Pengeringan**". Untung Santoso dkk melakukan penelitian tentang "**Rancang bangun Mesin Pengering Kacang Tanah Otomatis**". Mulyana Hadipernata dkk melakukan penelitian menggunakan konveyor otomatis dengan judul "**Pengaruh Suhu Pengeringan Pada Teknologi Far Infrared (FIR) Terhadap Mutu Jamur Merang Kering (Volvariella volvaceae)**".

II. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah :

- 1) Merancang dan membuat prototype mesin pengering *hybrid* tipe konveyor otomatis
- 2) Pengujian untuk mendapatkan *reliability* dan memaksimalkan waktu pengeringan diatas konveyor.

III. TINJAUAN PUSTAKA

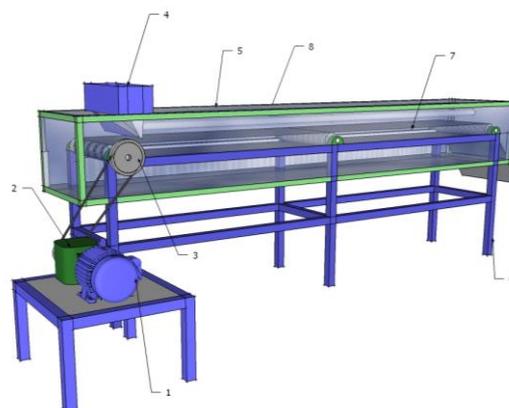
Pengeringan merupakan metode pengawetan dengan cara pengurangan kadar air dari bahan pangan sehingga daya simpan menjadi lebih panjang. Perpanjangan masa simpan terjadi karena aktivitas mikroorganisme dan enzim menurun sebagai akibat dari air yang dibutuhkan untuk aktivitasnya tidak cukup (Estiasih, dkk., 2009). Pengeringan juga dapat didefinisikan sebagai suatu operasi di mana terjadi penghantaran panas dan pemindahan massa. Panas dipindahkan ke air dalam produk dan air diuapkan. Kemudian uap air dikeluarkan (Desrosier, 1998).

Tujuan pengeringan adalah mengurangi kadar air pada level tertentu untuk menghambat pertumbuhan mikroba dan serangga serta mengurangi volume bahan pangan sehingga mengefisienkan proses penyimpanan dan distribusi. Kombinasi suhu dan lama pemanasan selama proses pengeringan pada komoditi biji-bijian dilakukan untuk menghindari terjadinya kerusakan biji. Suhu udara, kelembaban relatif udara, aliran udara, kadar air awal bahan dan kadar akhir bahan merupakan faktor yang mempengaruhi waktu atau lama pegeringan (Brooker dan Donald, 1974).

Belt Conveyor pada dasarnya merupakan peralatan yang cukup sederhana. Alat tersebut terdiri dari sabuk yang tahan terhadap pengangkutan benda padat. Sabuk yang digunakan pada *Belt conveyor* ini dapat dibuat dari berbagai jenis bahan misalnya dari karet, plastik, kulit ataupun logam yang tergantung dari jenis dan sifat bahan yang akan diangkut. Untuk mengangkut bahan -bahan yang panas, sabuk yang digunakan terbuat dari logam yang tahan terhadap panas. (Thayab, Awaluddin. 2004).

IV. METODOLOGI PENELITIAN

4.1. Desain Mesin Pengering Hybrid Tipe Konveyor Otomatis



Gambar 1. Desain awal mesin pengering hybrid tipe konveyor otomatis.

Gambar 1. diatas memperlihatkan secara lengkap komponen dari mesin pengering *hybrid* tipe konveyor otomatis. Mesin pengering ini mempunyai ukuran panjang 3m lebar 40 cm dan tinggi 80cm. Komponen utama terdiri atas motor AC yang berfungsi sebagai penggerak dari konveyor (1), gearbox yang berfungsi untuk menurunkan putaran (rpm) dari motor (2), Sabuk dan pully yang berfungsi meneruskan putaran motor kekonveyor otomatis (3), hopper yang berfungsi untuk memasukkan dan mengatur jatuhnya bahan kekonveyor(4), polycarbonat transparan yang berfungsi untuk meneruskan panas dari matahari dan berfungsi sebagai isolasi panas (5) rangka yang terbuat dari besi holo 3x3cm (6) konveyor yang terbuat dari bahan plastik atau kain (7) dan Tungku pemanas biomassa yang berfungsi sebagai pemanas tambahan dalam proses pengeringan yang didistribusi melalui pipa yang dilubangi berada diatas konveyor (8)

4.1. Perencanaan Konveyor Otomatis

Konveyor otomatis didesain mempunyai lintasan horizontal dengan sudut tanjakan 0° , data yang diperlukan untuk perancangan awal ini adalah :

- kapasitas angkut : 1200 kg/h,
- panjang lintasan : 3,4 m,
- sudut tanjakan, α : 0° ,
- kecepatan : 0,06 m/s.

a. Lebar Sabuk

$$B = b + 2c \quad (1)$$

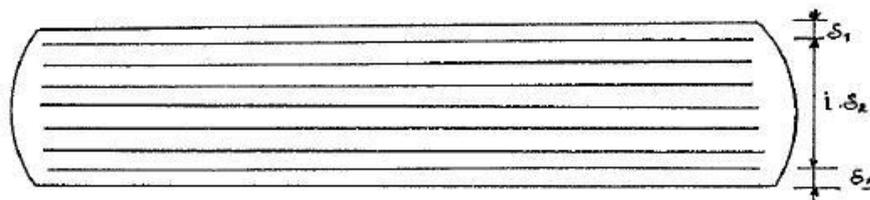
Dengan: B = lebar sabuk,

c = berkisar antara 75 sampai 100 mm. [1].

Lebar sabuk dipilih $B = 40,64$ cm (16 inch).

b. Berat Sabuk.

Bahan sabuk dipilih dari bahan katun dengan spesifikasi kekuatan tarik, $\sigma = 30$ kg/cm², dengan cover bahan karet campuran sintetis.



Gambar 2. Penampang Sabuk

Rancangan sabuk:

- jumlah lapisan sabuk untuk lebar sabuk 40,64 mm, $i = 4$ (lampiran 1),
- tebal lapisan sabuk, $\delta_2 = 1,25$ mm [1],
- tebal lapisan tutup atas, $\delta_1 = 1,5$ mm (lampiran 2),
- tebal lapisan tutup bawah, $\delta_3 = 1,0$ mm (lampiran 2),
- tebal sabuk keseluruhan:

$$\begin{aligned} \delta &= \delta_1 + \delta_2 \cdot i + \delta_3 \\ &= 1,5 + 1,25 \times 4 + 1,0 \\ &= 7,5 \text{ mm} \end{aligned} \tag{2}$$

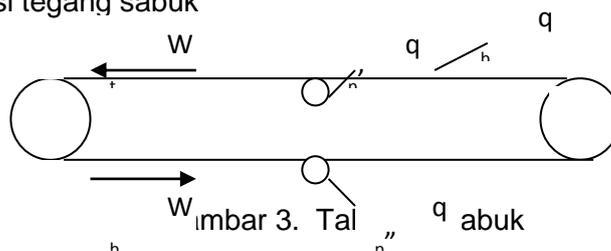
Berat sabuk persatuan panjang:

$$q_b = 2,2 \times B (\delta_1 + \delta_2 \cdot i + \delta_3) \tag{3}$$

dengan: q_p = berat sabuk persatuan panjang (kg/m).

$$\begin{aligned} q_b &= 2,2 \times 0,406 (1,5 + 1,25 \times 4 + 1,0) \\ &= 8,038 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

- c. Tegangan-tegangan pada sabuk
Tahanan pada sisi tegang sabuk



$$W_t = (q + q_b + q_p') L \times w' \tag{4}$$

Dimana:

q = berat muatan persatuan panjang (kg/m),

q_b = berat sabuk persatuan panjang (kg/m),

q_p' = berat bagian *roll* yang berputar (kg/m),

L = panjang lintasan (m),

w' = koefisien tahanan *idler roll* terhadap bantalan,

= 0,022 (lampiran 3).

Perhitungan Tegangan

Harga-harga tegangan lainnya dapat diperoleh berdasarkan T_1 . Hasil perhitungan tegangan diberikan berikut ini:

$$T_1 = 5,58 \text{ kg} \quad T_2 = 10,435 \text{ kg},$$

$$T_3 = 11,765 \text{ kg} \quad T_4 = 4,35 \text{ kg},$$

$$T_5 = 4,800 \text{ kg} \quad T_6 = 5,16 \text{ kg}.$$

Terlihat bahwa tegangan terbesar terdapat pada titik 3 yaitu sebesar 11,765 kg.

- d. Kekuatan sabuk

kekuatan sabuk diperiksa dengan cara menghitung besarnya faktor keamanan. Besar faktor keamanan adalah [1]:

$$S_f = \frac{\sigma \times B}{T_{max}} \tag{8}$$

dimana:

σ = kekuatan tarik sabuk per satuan lebar. Untuk sabuk dengan bahan katun, $\sigma = 30 \text{ kg/cm}^2$,

T_{max} = tegangan tarik maksimum yang diterima sabuk,

B = lebar sabuk.

$$S_f = \frac{30 \times 40,64}{11,765} = 103,63$$

Terlihat bahwa faktor keamanan cukup besar, sehingga sabuk yang dipilih dapat digunakan.

e. Jumlah lapisan sabuk

Jumlah lapisan sabuk minimum dicari dengan persamaan [1]:

$$i \geq \frac{k \times T_{\max}}{B \times \sigma} \quad (9)$$

dimana:

k = faktor keamanan,
= 9,0 (tabel 1).

Tabel 1. Faktor keamanan untuk pemilihan jumlah lapisan sabuk [1].

Jumlah lapisan sabuk	2 – 4	4 – 5	6 – 8	9 – 11	12 – 14
Faktor keamanan, k	9,0	9,5	10	10,5	11,0

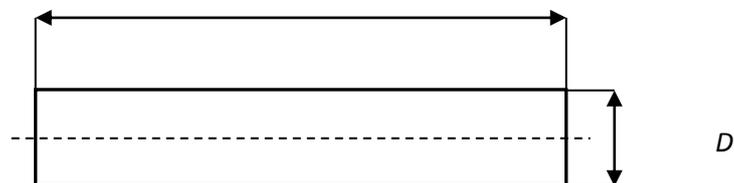
Jumlah lapisan sabuk minimum:

$$i \geq \frac{9,0 \times 11,765}{30 \times 40,64} = 0,087$$

jadi jumlah lapisan sabuk sudah memenuhi syarat.

f. *Roller Idler*

Dalam perancangan ini digunakan *idler* dengan jenis *flat roll idler*.



Gambar 4. Dimensi *Roller Idler*

Data perancangan: diameter *roller*, $D = 80$ mm, panjang *roller*, $B_f = 500$ mm.

Konstruksi *flat roller idler* terdiri dari silinder dari bahan baja dengan poros dan bantalan. Jarak spasi tiap *roller* pada sisi tegang dan *return idler* adalah, $l = 1800$ mm.

1. Berat *roller idler*

- pada sisi tegang sabuk:

$$q_p' = \frac{10 \times B + 3}{l} \quad (10)$$

$$= \frac{10 \times 0,406 + 3}{1,800}$$

$$= 3,92 \text{ kg/m}$$

- pada sisi balik sabuk:

$$q_p'' = 3,92 \text{ kg/m}$$

2. Kecepatan putar *roller idler*

$$n_r = \frac{60.V}{\pi.D} \quad (11)$$

dimana:

 n_r = kecepatan putar *roller idler*, V = kecepatan *conveyer*, D = diameter *roller idler* = 50 mm.

$$n_r = \frac{60 \times 0,06}{\pi \times 0,08}$$

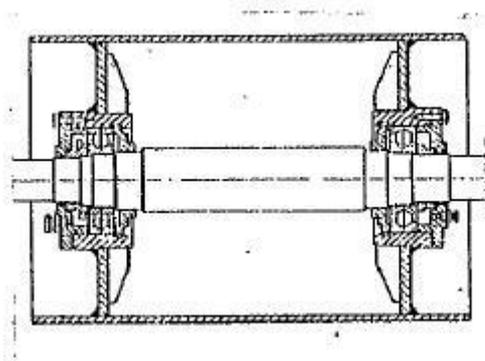
$$= 14,3 \text{ rpm}$$

g. Perencanaan Puli

Puli *idler* direncanakan mempunyai bahan yang sama dengan puli penggerak. Namun pada permukaan puli penggerak dilapisi dengan karet supaya koefisien geseknya lebih besar.

Konstruksi *idler* dan puli penggerak direncanakan sama, yaitu terdiri dari silinder tipis yang ditumpu oleh poros dan dilengkapi dengan bantalan.

1. Lebar Puli



Gambar 5. Konstruksi Puli

Supaya sabuk tidak mudah lepas dari puli, maka lebar puli dibuat lebih besar 100 mm dari lebar sabuk.

Lebar puli, B_p :

$$\begin{aligned} B_p &= B + 100 \text{ mm} \\ &= 406 + 100 = 506 \text{ mm} \end{aligned}$$

2. Diameter Puli

Diameter minimum puli dapat dicari dengan persamaan [1]:

$$D_p \geq k \cdot i$$

Dimana k adalah faktor yang bergantung pada lapisan sabuk yang digunakan.

Untuk $i = 2 - 6$, harga $k = 125 - 150$ [1]. Dipilih harga $k = 125$.

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

h. Kekuatan Puli

- Tekanan pada permukaan puli:

$$P = \frac{S}{R \times B}$$

dimana:

P = tekanan pada permukaan puli,

S = gaya pada puli (kg),

R = jari-jari puli (cm).

Sehingga:

$$\begin{aligned} P &= \frac{11,765}{25,0 \times 40,64} \\ &= 11,58 \times 10^{-3} \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

- tegangan pada puli:

$$\sigma_{\max} = \frac{S}{B(D_o - D_i)}$$

dimana:

σ_{\max} = tegangan pada puli,

D_o = diameter luar puli = 50 cm,

D_i = diameter dalam puli = 47 cm.

$$\begin{aligned} \sigma_{\max} &= \frac{11,765}{40,64(50,0 - 47,0)} \\ &= 0,096 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

dengan menggunakan bahan ST 34-1, maka dapat disimpulkan bahwa puli cukup aman.

i. Daya motor penggerak

Besar daya yang diperlukan untuk menggerakkan *belt conveyor*:

$$N = \frac{T_e \times V \times S_f}{75 \eta_g}$$

dimana:

N = daya motor penggerak (hp);

T_e = gaya tarik efektif pada puli penggerak (kg);

$$= T_3 - T_4 = 11,765 - 4,35 \text{ kg};$$

S_f = faktor keamanan, diambil $S_f = 3,0$;

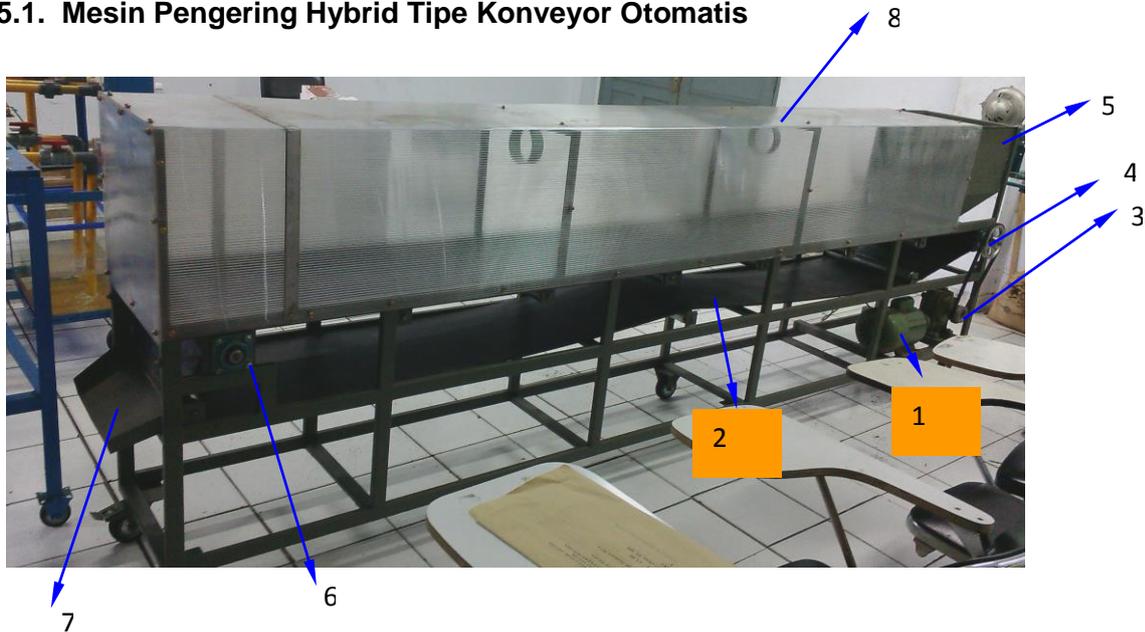
η_g = efisiensi transmisi roda gigi reduksi. Diasumsikan $\eta_g = 0,70$.

$$\begin{aligned} N &= \frac{7,415 \times 0,06 \times 3,0}{75 \times 0,70} \\ &= 0,025 \text{ hp} \\ &= 18,75 \text{ Watt.} \end{aligned}$$

Motor penggerak dipilih menggunakan motor AC dengan daya 125 W yang banyak tersedia di pasaran.

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Mesin Pengering Hybrid Tipe Konveyor Otomatis



Gambar 6. Mesin konveyor otomatis

Keterangan gambar :

1. Motor penggerak 3 phase 1 hp.
2. Sabuk konveyor
3. *Gear box* reduksi dengan perbandingan 1 : 40
4. *Belt dan pully* transmisi.
5. *Hopper*
6. *Roller idler*
7. Tempat keluar bahan
8. Polycarbonat transparant

5.3. Hasil Pengujian

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui *reliability* dan lama waktu bahan untuk sampai keujung konveyor serta melihat distribusi bahan diatas konveyor, bahan uji yang digunakan adalah gabah kering sebanyak 20 kg. Cara pengujiannya adalah pertama-tama gabah dimasukkan kedalam hopper yang masih dalam keadaan tertutup bagian bawahnya sehingga gabah tidak ada yang jatuh duluan keatas konveyor, tahap berikutnya motor dihidupkan dan penutup hopper dilepaskan, dengan menggunakan

stopwatch dapat diketahui waktu yang diperlukan untuk mengangkut gabah sejauh 3,4 m.

Pengujian dilakukan selama 3 kali dan didapatkan waktu untuk lamanya gabah dari *hopper* sampai jatuh diujung konveyor adalah selama 30 detik dan distribusi diatas gabah diatas konveyor merata dengan ketebalan 3 cm.

Gangguan yang sering terjadi pada konveyor otomatis adalah panas yang terlalu tinggi pada motor akibat terlalu lama beroperasi yang bisa mengakibatkan motor terbakar atau rusak, uji *reliability* yang dilakukan pada konveyor otomatis adalah konveyor di hidupkan selama 8 jam dan dilihat apakah terjadi gangguan seperti motor menjadi panas atau konveyor berhenti berputar. Hasil pengujian *reliability* terhadap konveyor otomatis sangat baik tidak terjadi gangguan pada motor maupun sabuk konveyor selama beroperasi.



Gambar 10. Distribusi bahan diatas konveyor

5.4. Pembahasan

Setelah dilakukan pengujian terhadap kinerja dari mesin konveyor otomatis ini menunjukkan hasil yang memuaskan, motor dapat bekerja secara kontinu selama 8 jam tanpa mengalami panas yang berlebihan, adapun kekurangan dari mesin konveyor ini adalah masih terlalu tingginya putaran konveyor sehingga waktu pengeringan hanya berlangsung singkat yaitu selama 30 detik.

Masalah ini sebenarnya dapat diatasi dengan menggunakan inverter, karena terkendala waktu penggunaan inverter untuk memperlama waktu pengeringan diatas konveyor belum bisa dilakukan.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

1. Mesin pengering *hybrid* tipe konveyor otomatis mempunyai panjang 3,4 m, lebar 40 cm dan tinggi 1,15 m, menggunakan bahan sabuk dari karet dan ditutup dengan polycarbonat.
2. Mesin pengering *hybrid* tipe konveyor otomatis digerakkan oleh motor 1phase dengan daya 1 kW , gear box dengan perbandingan reduksi 1:40 dan puli dengan perbandingan 1:2.
3. Lama waktu pengeringan diatas konveyor otomatis 30 detik dengan distribusi bahan merata setebal 3 cm.

6.2. Saran

Dalam pembuatan konveyor otomatis sebaiknya mengetahui terlebih dahulu komponen yang tersedia dipasaran sehingga memudahkan dalam proses perancangan dan pembuatan.

VII. DAFTAR PUSTAKA

- 1) Ir. Sandra, MP dkk. Rancang Bangun Alat Pengering Tipe Konveyor Otomatis Untuk Peningkatan Mutu Biji Kakao Hasil Pengeringan. Tahun 2009
- 2) Departemen Teknik Kimia ITB. Modul Pengeringan, Panduan Pelaksanaan Laboratorium Instruksional I/II
- 3) Mulyana Hadipernata, Ridwan Rachmat dan Widaningrum. Pengaruh Suhu Pengeringan Pada Teknologi Far Infrared (FIR) Terhadap Mutu Jamur Merang Kering (*Volvarella volvaceae*). Tahun 2006
- 4) Hadipernata dkk. Rancang bangun Mesin Pengering Kacang Tanah Otomatis". Mulyana. Tahun 2010
- 5) Estiasih, Teti dan Kgs Ahmadi, 2009. *Teknologi Pengolahan Pangan*. Bumi Aksara. Malang.
- 6) Desrosier, N.W. 1998. *Teknologi Pengawetan Pangan*. Terjemahan Muchji Muljohardjo. UI Press. Jakarta.
- 7) Thayab, Awaluddin. 2004. *Konveyer Rantai*. Universitas Sumatra Utara, Sumatra Utara
- 8) A. Spivakovsky, *Conveyors and Related Equipment*, Peace Publisher, Moscow.
- 9) Dobrovolsky, V, *Machine Elements*, Peace Publisher, Moscow.
- 10) Kartolo, 1991, *Perencanaan Belt Conveyor dengan Kapasitas 30 Ton per Jam*, Skripsi S1 Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- 11) J. Stolk, C. Kros, 1984, *Elemen Mesin, terj. Hendrasin, dkk.*, Erlangga, Jakarta.