

PERANCANGAN *CONVEYOR* BERDASARKAN BERAT BERBASIS ARDUINO

Jumriady, Awal Syahrani Sirajuddin, Naharuddin

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik. Universitas Tadulako

Jl. Soekarno Hatta Km. 9 Palu – Sulawesi Tengah

E-mail: Jumriady14@gmail.com

Abstract: Arduino based heavy conveyor design. Conveyor in general is a device that functions to move objects or loads from one place to another. Both near and far are adjusted to the needs with constant or stable volume and speed. In the final project, the design of this conveyor belt with conveyor length of 4.8 m, belt width 0.1 m and the average weight of the load was 0.6 kg. The method used in this study is the design method without going through previous case studies but using existing literature studies. The stages in this design include component design using software solidwork 2018 and autodesk inventor 2018, component calculations, conveyor control system design, and miniature manufacture of conveyor belts. The result of this design was obtained with a loading capacity of 6 kg, with the motor power needed by a 0.024 Kw conveyor.

Keywords: Belt conveyor, Capacity and motor power.

Abstrak: Perancangan *Conveyor* Berdasarkan berat berbasis arduino. *Conveyor* secara umum adalah suatu alat yang berfungsi memindahkan benda atau beban dari satu tempat ketempat yang lain. baik jarak dekat maupun jauh disesuaikan dengan kebutuhan dengan volume dan kecepatan konstan atau stabil. Pada tugas akhir perancangan ini *belt conveyor* dengan panjang *conveyor* 4,8 m, lebar belt 0,1 m dan berat rata-rata muatan 0,6 kg. Metode yang digunakan dalam penulisan ini adalah metode perancangan tanpa melalui studi kasus sebelumnya tetapi dengan menggunakan studi literature yang ada. Tahapan dalam perancangan ini meliputi desain komponen dengan menggunakan *software* solidwork 2018 dan autodeks inventor 2018, perhitungan komponen, perancangan sistem kontrol *conveyor*, dan pembuatan miniatur dari *belt conveyor*. Hasil dari Perancangan ini didapatkan Kapasitas muatan 6 kg, dengan daya motor yang dibutuhkan *Conveyor* 0,024 Kw.

Kata kunci: *Belt conveyor*, Kapsitas dan daya motor.

PENDAHULUAN

Dalam perkembangan dunia Industri dilihat dari zaman yang semakin berkembang, dimana dunia Industri sekarang ini terutama peralatan yang digunakan sudah sangat canggih dan modern, teknologi yang digunakan hampir sangat lengkap untuk kebutuhan Industri, sehingga mempermudah sistem kerja dari manusia sendiri.

Menurut M. Hendri et al. (2014), Dengan berkembangnya teknologi yang semakin canggih dan modern ini, kita dapat membuat sesuatu yang manual menjadi otomatis, sehingga akan mempermudah atau meringankan setiap pekerjaan. Di dunia teknologi yang modern ini, terdapat sebuah alat pemindah bahan yang biasa dinamakan *conveyor*, mungkin sebagian orang terutama masyarakat belum sepenuhnya

mengetahui tentang alat ini, tetapi bagi orang yang bergerak di dunia Industri pasti sangat familiar dengan alat ini. *Conveyor* sendiri sangat berguna dalam membantu pekerjaan manusia terutama dalam hal pemindahan barang, dan mengurangi terjadinya kecelakaan kerja apalagi di Industri yang tidak menutup kemungkinan banyak terjadinya kecelakaan kerja saat pemindahan barang yang dilakukan oleh manusia.

Untuk beberapa jenis conveyor sudah banyak penambahan mekanisme kerja yang dikembangkan dari sistem kerja manual ke otomatis, dan beberapa item lainnya, tetapi untuk mempermudah ditambahkan sesuatu yang berbeda yaitu pemilihan Produk dari *conveyor* berdasarkan berat Produk itu sendiri, dan juga menganalisa kecepatan *conveyor* dalam pemindahan benda menggunakan alat ini. sehingga mempermudah proses

pemilihan benda atau biasa disebut juga penyortiran agar proses dari conveyor berlangsung dengan cepat dalam sekali beroperasi.

Muhammad Zamzam Anshori et al. (2016) menyatakan bahwa *conveyor* tidak membutuhkan banyak tempat sehingga dapat diaplikasikan di stasiun kerja sortasi, perawatan yang mudah, daya yang dibutuhkan oleh *conveyor* kecil sehingga dapat menghemat biaya kecepatan aliran produk dapat diatur, dan pemindahan Produk dapat dilakukan secara otomatis.

Menurut Abhijit Gaikwad et al. (2017) sistem *conveyor* sabuk otomatis yang cepat, aman dan efisien. Ini ditujukan untuk mempermudah manusia, dan pada waktu yang sama meningkatkan tingkat produktivitas dan akurasi yang tidak dapat dicapai dengan operasi manual.

Hirendra Kumar Verma et al. (2017) menyatakan bahwa Sistem otomatis dapat mengurangi biaya tenaga kerja dan waktu produksi dengan cara pengurangan tingkat pengemasan suatu produk.

Tujuan Penelitian Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perancangan *conveyor* dengan sensor berat berbasis arduino.

METODOLOGI PENELITIAN

➤ Rangkaian catu daya

Catu daya merupakan bagian terpenting dalam rangkaian elektronika yang mempunyai fungsi sebagai penyedia sumber tegangan dan arus listrik untuk suatu rangkaian. Pada Perancangan miniature sendiri catu daya yang digunakan adalah *battery lipo* tetapi untuk perancangan konvensional kebanyakan menggunakan sumber listrik AC/bolak-balik.

Dalam pembuatannya rangkaian catu daya harus sesuai dengan rancangan yang telah dibuat

➤ Rangkaian Elektronik

Hal-hal yang perlu di perhatikan dalam rangkaian Elektronik

1. Mempersiapkan diagram skematik

2. Memilih komponen elektronika yang paling sesuai dengan kebutuhan modul alat
 3. Menentukan bagian – bagian yang akan di pasang pada bagian luar casing seperti display dan bagian sensor
 4. Memastikan tiap titik hubungan memiliki jalur tersendiri untuk dilakukan penyolderan komponen
 5. Memastikan tidak ada tasan antara penghantar yang berbeda jalur tidak saling bersinggungan.
 6. Meminimalisir penggunaan jumper.
- Langkah – langkah Pembuatan papan rangkaian :

1. Mempersiapkan diagram skematik
2. Merancang tata letak komponen dan jalur hubungan antara komponen di jaga untuk menghindari hubung singkat (*konsleting*)
3. Merancang lay out rangkaian.
4. Hasil rancangan lay out kemudian di cetak di atas kertas
5. kemudian di gambar di atas permukaan PCB polos
6. Lakukan pelarutan papan PCB dengan bantuan cairan FeCl₃ (Ferry Chlorite)
7. Selanjutnya melubangi papan PCB dengan bor sesuai letak pin komponen yang diinginkan.
8. Langkah selanjutnya memasang / menyolder komponen diatas papan PCB
9. Merangkai modul rangkain satu dengan modul lainnya.
10. Mengecek modul rangkaian dan pengoprasiannya

➤ Rangkain Mekanik

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam rangkaian mekanik

1. Mempersiapkan desain 3D
2. Memilih komponen sesuai dengan kebutuhan dalam perancangan
3. Menentukan bagian-bagian yang akan dipasang.

Langkah-langkah dalam perakitan:

1. Mempersiapkan desain 3D
2. Merancang bentuk/model dari conveyor.

3. Menyesuaikan belt dan rangka conveyor
 4. Pemasangan transmisi dan motor dari conveyor
- Penggabungan Kedua Rangkaian
 - Simulasi alat

Metode Penelitian

Dalam Penelitian ini menggunakan metode rancang bangun, yang diawali dengan pembuatan *prototype belt conveyor* dengan panjang 62 cm dan penambahan sistem otomatisasi, dimana dalam perancangan beberapa dimensi dari *prototype* di skalakan agar tercapai perancangan yang sesuai.

ALISIS DATA DAN PERHITUNGAN

Adapun data-data yang digunakan dalam perancangan *conveyor belt* antara lain:

Berat Setiap beban yang dimuat:

- 300 g = 0,3 kg
- 500 g = 0,5 kg
- 800 g = 0,8 kg
- Rata-rata beban yang dimuat: 600 g = 0,6 kg

Panjang *Conveyor belt* (L)

$$= 48 \text{ cm} \times 10 = 4,8 \text{ m (skala miniature)}$$

Lebar *Belt* (I)

$$= 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$$

Jarak Antara Muatan (a)

$$= 480 \text{ mm} = 0,48 \text{ m}$$

Berat Rata-rata Muatan (G)

$$= 600 \text{ g} = 0,6 \text{ kg}$$

Jumlah *Bearing* ($Z_{bearing\ tot}$)

$$= 4$$

Faktor Gesek *Bearing total* ($\mu_{bear\ tot}$)

$$= 4 \times 0,0025 = 0,01$$

Faktor Gesek *Drive dan belt* (μ_{belt})

$$= 0,3$$

Faktor Gesek Total (W_{tot})

$$= 0,01 + 0,3 = 0,31$$

Kecepatan *Belt conveyor*

$$= 0,2 \text{ m/s}$$

Berat Maksimal yang diterima (M_{mak})

$$= 10 \text{ Kg (data load cell)}$$

Perhitungan Komponen Belt Conveyor

$$z = \frac{4,8 \text{ m}}{0,48 \text{ m}} = 10 \text{ Produk}$$

Dan waktu yang ditempuh dalam sekali putar:

$$V = \frac{4,8 \text{ m}}{0,2 \text{ m/s}} = 24 \text{ s}$$

Perancangan Kapasitas dan daya yang dibutuhkan conveyor

Berat Maksimal yang mampu ditampung *conveyor* berdasarkan load sensor yang digunakan yakni $M_{max} = 10 \text{ kg}$.

1. Kapasitas

$$Q = 10 \text{ Beban} \times 0,6 \text{ kg} = 6 \text{ kg}$$

2. Daya yang dibutuhkan conveyor

$$P_{conv} = N_{fric} = \frac{6 \text{ kg} \cdot 4,8 \text{ m} \cdot 0,31}{367} = 0,024 \text{ KW}$$

Rangkaian Pully Penggerak

1. Diameter Dalam Pully Penggerak

$$D_{ip} = 72 - (2 \times 12,5) = 24 \text{ mm}$$

2. Diameter Naf Pully

Dimana:

$$D_s = 20 \text{ mm (Skala 1:2 Miniatur)}$$

$$D_n = 1,6 \times 20$$

$$= 32$$

3. Volume Pully Penggerak

$$V_p = \left[\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (72^2 - 32^2) \right] + \left[\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (32^2 - 20^2) \right]$$

$$= 0,785 \times (4160) + 0,785 \times (624)$$

$$= 3265,6 + 489,84$$

$$= 3755,44 \text{ mm}^3$$

4. Berat Pully Penggerak

$$W_p = 7,8 \times \frac{10^{-5} \text{ kg}}{\text{mm}^3} \cdot 3755,44 \text{ mm}^3 = 0,29 \text{ kg}$$

Percanaan Poros

1. Momen Puntir

$$T = 9,74 \times 10^5 \times \frac{1,68}{1400} = 1168,8 \text{ kg} \cdot \text{mm}$$

2. Tegangan Geser Izin Bahan

$$\tau_a = \frac{58}{6 \times 2,5} = 3,86 \text{ kg/mm}^2$$

3. Diameter Poros

$$d_s = \left(\frac{5,1}{3,86} \cdot 2,0 \cdot 2,0 \cdot 1168,8 \right)^{\frac{1}{3}} = 18,3 \text{ mm}$$

$$\sigma_b = \frac{10,2 \times M}{D_s^3} \text{ (Sularso, 1979: 12)}$$

$$M = \frac{d_z^3 \times \sigma b}{10,2} = \frac{20^3 \times 58}{10,2} = 45490,2 \text{ kg} \cdot \text{mm}$$

4. Tegangan yang terjadi pada poros

$$\tau_s = \left(\frac{5,1}{20^3}\right) \sqrt{(2,0 \cdot 45490,2)^2 + (2,0 \cdot 1168,8)^2}$$

$$= \left(\frac{5,1}{8000}\right) \sqrt{(90980,4)^2 + (2337,6)^2}$$

$$= \left(\frac{5,1}{8000}\right) 91010,4 = 58 \text{ kg/mm}^2$$

5. Tegangan Tarik Izin Bahan

$$\bar{\sigma} = \frac{58}{6,0} = 96,7 \text{ kg/mm}^2$$

6. Tegangan Lentur

$$\sigma_b = \frac{32 \times 45490,2}{3,14 \times 20^3} = 63,38 \text{ kg/mm}^2$$

7. Berat Poros

Dimana:

d_s = Diameter Poros = 20 mm

l = Panjang Poros = 320 mm

ρ = Berat jenis bahan St60 = $7,9 \times 10^{-6} \text{ kg/mm}^3$ (Khurmi, 2005:11)

$$W_s = 3,14 \times \frac{1}{4} \times 20^2 \cdot 320 \cdot 7,9 \times 10^{-6}$$

$$= 0,79 \text{ kg}$$

Perencanaan Pasak

1. Momen punter

$$T = (60,49 - 24,77)130 = 4702,1 \text{ kg} \cdot \text{mm}$$

2. Gaya Tangensial Yang Terjadi

$$F = \frac{4702,1}{\left(\frac{20}{2}\right)} = 470,21 \text{ kg}$$

3. Tegangan Tarik Izin Bahan

$$\bar{\sigma} = \frac{58}{6,0} = 9,67 \text{ kg/mm}^2$$

4. Tegangan Geser yang terjadi pada pasak

$$\tau_k = \frac{470,21}{8 \times 18} = 3,3 \text{ kg/mm}^2$$

5. Tegangan Permukaan

$$p = \frac{470,21}{18 \times 4} = 6,53 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$$

Faktor koreksi

1. Pengecekan terhadap tegangan geser yang diizinkan

$$\tau_k \leq \tau_{ka}$$

$$3,3 \leq 6,53 \left(\frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}\right) \text{ (baik)}$$

2. Pengecekan terhadap tekanan permukaan izin pasak

$$P_a \geq P$$

$$8 \geq 6,53 \left(\frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}\right) \text{ (baik)}$$

3. Pengecekan terhadap dimensi pasak

$$\frac{b}{d_s} = \frac{8}{20} = 0,4 \quad 0,25 < 0,4 < 0,3 \text{ (baik)}$$

$$\frac{l}{d_s} = \frac{18}{20} = 0,9 \quad 0,75 < 1,9 < 1,5 \text{ (baik)} \text{ (Sularso, 2004: 28)}$$

Perencanaan sistem transmisi

Daya Motor (P_{rated}) : 0,024 kw

Putaran Motor (n_{rated}) : 1400 rpm

1. Lebar Gigi (b):

$b = (6 - 10) m$ dipilih 8, dengan asumsi tidak terlalu tebal dan tidak terlalu tipis.

$$= 8 \times m$$

$$= 8 \times 3$$

$$= 24 \text{ mm}$$

2. Tinggi Kepala gigi (h_k)

$$h_k = m$$

$$= 3 \text{ mm}$$

3. Kelonggaran Puncak (c_k)

$$c_k = 1,25 \times m$$

$$= 1,25 \times 3$$

$$= 3,75 \text{ mm}$$

4. Tinggi gigi (h)

$$h = 2 \times m + c_k$$

$$= 2(3) + 3,75$$

$$= 9,75 \text{ mm}$$

5. Tebal Gigi (S_{01}) :

$$S_{01} = S_{02} = 1,5708 \times m$$

$$= 1,5708 \times 3$$

$$= 4,7124 \text{ mm}$$

$$\approx 5 \text{ mm}$$

6. Dimensi Roda gigi :

➤ Dimensi Roda Gigi Transmisi 1

- Jumlah gigi roda gigi (z)

$$z_1 = \frac{2 \cdot a}{(1 + i_1)m}$$

$$= \frac{2 \cdot 100}{(1 + 4)3}$$

$$= 13$$

- Diameter jarak bagi (d_0)

$$d_{01} = m \cdot z_1$$

$$= 3 \cdot 13$$

$$= 39$$

- Diameter Kepala (d_k)

$$d_{k1} = (z_1 + 2)m$$

$$= (13 + 2)3$$

$$= 48$$
- Diameter kaki (d_f)

$$d_{f1} = (z_1 - 2)m$$

$$= (13 - 2)3$$

$$= 30$$
- Dimensi Roda Gigi Transmisi 2
- Jumlah gigi roda gigi (z)

$$z_2 = \frac{2 \cdot a}{(1 + i_2)m}$$

$$= \frac{2 \cdot 100}{(1 + 3,5)3} = 15$$
- Diameter jarak bagi (d_0)

$$d_{02} = m \cdot z_2$$

$$= 3 \cdot 15 = 30$$
- Diameter Kepala (d_k)

$$d_{k2} = (z_2 + 2)m$$

$$= (15 + 2)3$$

$$= 51$$
- Diameter kaki (d_f)

$$d_{f2} = (z_2 - 2)m$$

$$= (15 - 2)3$$

$$= 39$$
- Dimensi Roda Gigi Transmisi 3
- Jumlah gigi roda gigi (z)

$$z_3 = \frac{2 \cdot a}{(1 + i_3)m}$$

$$= \frac{2 \cdot 100}{(1 + 3)3} = 1$$
- Diameter jarak bagi (d_0)

$$d_{03} = m \cdot z_3$$

$$= 3 \cdot 17$$

$$= 51$$
- Diameter Kepala (d_k)

$$d_{k3} = (3 + 2)m$$

$$= (17 + 2)3$$

$$= 57$$
- Diameter kaki (d_f)

$$d_{f3} = (z_3 - 2)m$$

$$= (17 - 2)3$$

$$= 45$$

Pemeriksaan Kekuatan Roda gigi

1. Kekuatan roda gigi transmisi I

- Kecepatan Keliling (V_1) :

$$V_1 = \frac{\pi \cdot d_{01} \cdot n_1}{3,14 \cdot 39 \cdot 1400}$$

$$= \frac{60 \cdot 1000}{60 \cdot 1000}$$

$$= 2,857 \text{ mm/s}$$

- Gaya tangensial (F_{t1}) :

$$F_{t1} = 102 \left(\frac{P}{V_1} \right)$$

$$= 102 \left(\frac{0,024 \text{ kw}}{2,857 \text{ mm/s}} \right)$$

$$= 0,856 \text{ kg}$$

- Faktor Dinamis (f_{v1}) :

$$f_{v1} = \frac{3}{3 \cdot V_1}$$

$$= \frac{3}{3 \times 2,857}$$

$$= 0,350$$

- Tegangan Lentur (σ_a) pada roda gigi I

$$\sigma_a = \frac{F_{t1}}{b \cdot m \cdot Y \cdot f_{v1}}$$

Dimana:

Y = Faktor bentuk gigi
= 0,261 untuk $z_1 = 13$

Maka:

$$\sigma_a = \frac{0,856 \text{ kg}}{24 \text{ mm} \times 3 \times 0,261 \times 0,350}$$

$$= 0,130 \text{ kg/mm}^2$$

2. Kekuatan roda gigi transmisi II

- Kecepatan Keliling (V_2) :

$$V_2 = \frac{\pi \cdot d_{02} \cdot n_2}{60 \cdot 1000}$$

$$= \frac{3,14 \cdot 45 \cdot 1400}{60 \cdot 1000}$$

$$= 3,297 \text{ mm/s}$$

- Gaya tangensial (F_{t2}) :

$$F_{t2} = 102 \left(\frac{P}{V_2} \right)$$

$$= 102 \left(\frac{0,024 \text{ kw}}{3,297 \text{ mm/s}} \right)$$

$$= 0,742 \text{ kg}$$

- Faktor Dinamis (f_{v2}) :

$$f_{v2} = \frac{3}{3 \cdot V_2}$$

$$= \frac{3}{3 \times 3,297} = 0,303$$

- Tegangan Lentur (σ_a) pada roda gigi II

$$\sigma_a = \frac{F_{t2}}{b \cdot m \cdot Y \cdot f_{v2}}$$

Dimana:

Y = Faktor bentuk gigi
= 0,289 untuk $z_2 = 15$

Maka:

$$\sigma_a = \frac{0,742 \text{ kg}}{24 \text{ mm} \times 3 \times 0,289 \times 0,303}$$

$$= 0,117 \text{ kg/mm}^2$$

3. Kekuatan roda gigi transmisi III

- Kecepatan Keliling (V_3) :

$$V_3 = \frac{\pi \cdot d_{03} \cdot n_3}{60 \cdot 1000}$$

$$= \frac{3,14 \cdot 51 \cdot 1400}{60 \cdot 1000}$$

$$= 3,736 \text{ mm/s}$$

- Gaya tangensial (F_{t3}) :

$$F_{t3} = 102 \left(\frac{P}{V_3} \right)$$

$$= 102 \left(\frac{0,024 \text{ kw}}{3,736 \text{ mm/s}} \right)$$

$$= 0,655 \text{ kg}$$

- Faktor Dinamis (f_{v3}) :

$$f_{v3} = \frac{3}{3 \cdot V_3}$$

$$= \frac{3}{3 \times 3,736} = 0,267$$

- Tegangan Lentur (σ_a) pada roda gigi III

$$\sigma_a = \frac{F_{t3}}{b \cdot m \cdot Y \cdot f_{v3}}$$

Dimana:

Y = Faktor bentuk gigi
= 0,302 untuk $z_3 = 17$

Maka:

$$\sigma_a = \frac{0,655 \text{ kg}}{24 \text{ mm} \times 3 \times 0,302 \times 0,267}$$

$$= 0,112 \text{ kg/mm}^2$$

KESIMPULAN

Dari hasil perancangan alat pemindah bahan yaitu belt conveyor yang dilengkapi dengan arduino dengan panjang 4,8 meter, lebar belt 1 meter dan kecepatan belt 0,2 m/s, dari perhitungan komponen didapatkan beberapa data-data maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

Karakteristik *Belt conveyor*

1. Jumlah maksimal satuan muatan : 10 beban/muatan
2. Waktu dalam sekali putaran : 24 s
3. Kapasitas *belt conveyor* : 6 kg
4. Daya yang dibutuhkan *belt conveyor* : 0,024 Kw
5. Diameter pully penggerak : 47 mm
6. Diameter Naf pully : 32 mm

7. Volume pully penggerak : 3755,44 mm³

8. Berat pully penggerak : 0,29 kg

Karakteristik Poros

1. Momen Puntir : 1168,8 kg.mm
2. Tegangan geser izin bahan : 3,86 kg/mm²
3. Diameter poros : 18,3 mm
4. Tegangan geser yang terjadi pada poros : 58 kg/mm²
5. Tegangan tarik izin bahan : 96,7 kg/mm²
6. Tegangan Lentur : 63,38 kg/mm²
7. Berat poros : 0,79 kg

Karakteristik Pasak

1. Momen puntir : 4702,1 kg.mm
2. Gaya tangensial yang terjadi : 470,21 kg
3. Tegangan tarik izin bahan : 9,67 kg/mm²
4. Tegangan geser : 3,3 kg/mm²
5. Tegangan permukaan : 6,53 kg/mm²

Karakteristik sistem transmisi

1. Rasio roda gigi I : 4
2. Rasio roda gigi II : 3,5
3. Rasio roda gigi III : 3
4. Jarak sumbu poros : 100 mm

Miniatur *belt conveyor*

Hasil dari perancangan tugas akhir ini adalah membuat sebuah miniatur *belt conveyor* yang di skalakan dari hasil perancangan.

Pengaplikasian *load cell* pada *belt conveyor*

Dari hasil pengamatan yang di dapat dari pembuatan miniatur antara lain:

- Sistem yang digunakan adalah sistem *loop* tertutup
- Berat dari tiap muatan dapat terbaca di lcd 16x2 sesuai dengan berat benda
- Motor penggerak akan berputar jika berat muatan di atas 300 gr

DAFTAR PUSTAKA

- Adriansyah, A., & Hidayatama, O. (2013). rancang bangun prototipe elevator menggunakan microcontroller arduino atmega 328p. Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercu, 4(3), 100-112.
- Anshori, M.Z., Anugraha, R.A., & Atmaja, D.S.E., (2016). Perancangan sistem *conveyor* antar mesin di stasiun kerja sortasi teh hitam orthodox menggunakan metode perancangan produk rasional dan scada di ptpn viii rancabali. e-Proceeding of Engineering, 3(2), 2696-2703.
- Afriantoro, T., (2016). Rancang Bangun Belt Conveyor Untuk Mengangkut eceran Limestone Di 212 af1(Apron Feeder) PT.Holcim Indonesia Tbk. Laporan Kerja Praktek.
- Dobrovolsky, V. 1978. *Machine Elements*. Moscow: Peace Publisher
- Giant, R.F., Darjat., & Sudjadi. (2015). perancangan aplikasi pemantau dan pengendali piranti elektronik pada ruangan berbasis web. Jurnal Transmisi, 17(2), 71-75.
- Gere, J.M., Timoshenko, S.P., 1994, *Mechanics of Materials, Third SI Edition*. ISBN 0 412 36880 3, Chapman
- Gaikwad, abhijit, et al. "Design and Development of Automated Conveyor System for Material Handling." IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE) (2017): 31-34 Print.
- Khurmi RS Gupta, JK., 2005, *Text Book of Machine Design Eurasia*, Publishing House, ltd Ram Nagar, New Delhi
- Mulyono, Hendaryati, R.H., & Aziz, A., (2017). Rancang bangun *conveyor* untuk Penyaji makanan. Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa(SENTRA), 2527-6042.
- Raharjo, R. (2012). Rancang bangun *belt conveyor trainner* sebagai alat bantu Pembelajaran. Jurnal Teknik Mesin, 1(2), 15-26.
- Silaen Antonius, F.A., (2014). Perencanaan bunch scrapper *coi{veyor dengankapasitas 5 ton/jam t]ntuk mengaiygkkit janjangan kosong dari mesin perontok ke penamptingan*. Jurnal Tematik 6(3), 1409-1429.
- Septaji W,Handayani. 2015. Mudah Belajar Mikrokontroler Dengan Arduino. Bandung: Widya Media.
- Sularso, Kiyokatsu suga (1979). Dasar perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin. Jakarta: PT. Pradnya Paramita
- Verma, H.K, et. Al. "Fabrication of automated conveyor system for material handling based on ldr." International Journal of Mechanical And Production Engineering 5.11 (2017): 10-15 Print.
- Wirapati. 2015. Perancangan *bucket Elevator* pengangkat bungkil kelapa pada (PT. SPO AGRO RESOURCES). Skripsi. Universitas Tadulako: Palu
- Zanuri. (2006). Elemen Mesin I. Bandung: PT. Refika Aditama.