

DESAIN MESIN PENGAYAK KECAMBAH KACANG HIJAU (TAUGE)

Archie Prasetyo¹⁾, Priyagung Hartono²⁾, H. Margianto³⁾
Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang
Jl. Mayjen Haryono No.193, Dinoyo, Malang, Jawa Timur 65144
Email: Archieprasetyo04@gmail.com

ABSTRACT

In general, before the mung bean sprouts are ready to be marketed, the farmers must do sifting to separate the sprouts from the skin, most of which still use traditional tools, namely by sifting using bamboo. This method is actually less effective if it continues to be maintained, because it requires a lot of energy and time, so it is not able to meet the needs of consumers who always want to be served immediately. To overcome this problem, the authors make "Mung Bean Sprouts Sieving Machine Design".

This sieving machine uses household electricity as a source of propulsion. For how it works, i.e. after the electric motor switch is turned on, the engine will start working and the rotation of the motor is transmitted to the crankshaft through pulleys connected to the motor, V-belt and pulleys connected to the crankshaft. Then the crankshaft will rotate and move the connecting rod reciprocally, so that the sieve frame will move along. For wheels mounted on the sieve frame, and the rails on the engine frame function to minimize friction.

From the results of the calculation of planning that is realized by designing the machine, the machine is obtained with specifications, namely a machine frame measuring 1350 mm in length, 800 mm in width, 1150 in height, and for sieves totaling 1 with 900 mm in length, 800 mm in width, 35 mm in height. The electric motor used is 0.75 HP with a rotation speed of 1400 rpm, and the transmission system used is a type-V belt number 67, motor pulleys with diameter of 50 mm, while shaft pulleys of 350 mm. For the shaft, has a dimension of 420 mm in length with a diameter of 25 mm, and the bearing used is a radial groove ball bearing in closed type with number 6005 ZZ. The machine has a capacity of 1.91 m³ / hour sieve section and its flow capacity is 746.27 kg / hour.

Keywords: Sieving machine, mung bean sprouts (bean sprouts).

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu dari banyaknya negara berkembang yang selalu berusaha mengikuti kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi. Kemajuan teknologi tidak dapat dihindari dalam setiap kehidupan, karena akan terus berkembang seiring dengan semakin majunya ilmu pengetahuan. Hal tersebut dapat ditinjau dari banyaknya industri-industri besar yang melakukan berbagai inovasi dan juga eksperimen, khususnya dalam bidang teknologi tepat guna (TTG).

Sebagian masyarakat dari Desa Tanjung Rejo, Kecamatan Sukun, Kota Malang, membudidayakan kecambah kacang hijau (*tauge*) sebagai mata pencahariannya sehari-hari. Biji kacang hijau yang tumbuh hingga menjadi sebuah kecambah bisa disebut dengan *tauge*.

Pada umumnya sebelum *tauge* siap untuk dipasarkan, para pembudidaya *tauge* harus melakukan pengayakan untuk memisahkan *tauge* dari kulitnya (*angkop*), yang sebagian besar masih menggunakan peralatan tradisional, yaitu dengan cara diayak menggunakan tampah bambu. Cara ini sebenarnya kurang efektif jika

terus dipertahankan, karena tenaga dan waktu yang dikeluarkan cukup banyak, sehingga tidak mampu memenuhi kebutuhan konsumen yang selalu ingin didahulukan.

Untuk mengatasi masalah ini, maka perlu dibuatnya suatu konstruksi mesin pengayak dengan memanfaatkan tenaga motor penggerak (motor listrik), yang bertujuan agar kinerja masyarakat yang membudidayakan *tauge* bisa lebih efektif dalam proses pembersihan *tauge* dari kulitnya. Mesin pengayak merupakan suatu alat yang digunakan untuk melakukan proses pemisahan antara partikel yang dibutuhkan dan tidak dibutuhkan (limbah) dengan berbagai macam prinsip kerja. Pada mesin pengayak getar memiliki prinsip kerja yaitu putaran yang bersumber dari motor listrik ditransmisikan ke poros dengan puli dan sabuk, kemudian poros berputar tidak sesumbu yang disebabkan oleh gaya eksitasi dari massa tidak seimbang dalam bentuk gaya sentrifugal (Huda *et al.* 2010).

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, dibutuhkan suatu perencanaan dahulu sebelum masuk pada tahap

perancangan kontruksi mesin pengayak. Maka pada penelitian ini akan merencanakan pembuatan mesin pengayak *tauge*, yang memanfaatkan gaya poros engkol sebagai penggerak timbal balik dan rel pada bagian sisi kanan dan sisi kiri rangka yang menopang meja untuk berjalannya roda yang terpasang pada bagian meja ayak, hal ini bertujuan agar bisa meminimalisir gesekan dari gerakan antara meja ayak dan rangka mesinya.

TINJAUAN PUSTAKA

Kecambah Kacang Hijau (*Tauge*)

Kecambah adalah suatu tumbuhan kecil yang baru tumbuh dari biji-bijian kacang dengan melalui proses penyemaian atau pembenihan yang disebut dengan perkecambahan.

Perkecambahan merupakan suatu serangkaian peristiwa penting yang terjadi sejak biji dorman sampai menjadi bibit yang sedang tumbuh. Proses ini disertai dengan mobilisasi cadangan makanan dari jaringan penyimpanan atau keping biji ke bagian *vegetative* yang merupakan sumber pertumbuhan embrio ataupun lembaga. Germinasi selama kurang lebih 2 hari dapat menghasilkan

kecambah dengan panjang mencapai 4 cm, dan dalam 3-5 hari dapat mencapai 5-7 cm.

Di Indonesia tanaman kacang hijau dapat tumbuh dan berkembang, baik itu didataran rendah hingga didaerah yang mempunyai ketinggian 500 meter diatas permukaan laut. Berdasarkan mutunya, kacang hijau dalam perdagangan di Indonesia dibedakan menjadi dua macam, yaitu kacang hijau berbiji besar yang sering digunakan untuk bubur maupun tepung dan yang berbiji kecil digunakan untuk pembuatan *tauge* (Maulana, 2010).

Mesin Pengayak Kecambah Kacang Hijau (*Tauge*)



Mesin pengayak ini digunakan untuk memisahkan kecambah kacang hijau dari kulitnya dengan penggerak motor listrik yang kapasitasnya sesuai perencanaan. Pada perencanaan mesin ini, penulis mengutamakan bentuk mesin yang sederhana dan merencakan elemen-

elemen mesin yang harganya relatif murah, tetapi memiliki kualitas yang cukup baik, agar saat masuk pada tahap perancangan mesin tidak membutuhkan biaya terlalu banyak dalam pembuatan maupun pengoperasiannya, serta agar dapat dijangkau para pembudidaya dan pedagang kecambah kacang hijau (*tauge*) skala kecil hingga besar.

Elemen-elemen Yang Dipakai

Motor Listrik

Motor listrik merupakan suatu elektromagnetik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Didunia industri, energi mekanik ini digunakan untuk berbagai macam keperluan, seperti untuk memutar *impeller* pompa, *blower* ataupun *fan*, menggerakkan kompresor, hingga mengangkat bahan atau barang, dan lain sebagainya. Selain itu, juga dimanfaatkan untuk keperluan rumah tangga, seperti kipas angin, *mixer* ataupun *blender*, bor listrik, dan lain-lainnya. Dalam dunia industri, motor listrik disebut sebagai kuda kerjanya, karena diprediksi bahwa motor listrik dipergunakan oleh industri-industri sekitar hampir 70% untuk menyelesaikan pekerjaan didalamnya.

Poros

Poros (*shaft*) merupakan bagian terpenting pada mesin yang memiliki fungsi yaitu meneruskan tenaga (putaran) dari suatu sumber gerak dan umunya berbentuk bulat. Untuk selanjutnya dimanfaatkan sesuai dengan kebutuhan dari penggunaanya.

Pasak (Key)

Pasak merupakan sepotong baja lunak (*mild steel*). Fungsi dari pasak yaitu sebagai pengunci yang disisipkan diantara poros dan hub pada sebuah roda puli atau roda gigi agar keduanya tersambung dengan aman dan kuat, sehingga mampu meneruskan momen putar atau torsi. Cara pemasangan pasak antara poros dan hub yaitu dengan membenamkan pasak pada alur yang terdapat diantara poros dan hub sebagai tempatudukan pasak dengan posisi memanjang sejajar sumbu poros.

Bantalan atau Laher (Bearing)

Bantalan merupakan suatu elemen mesin yang menumpu poros berbeban dan yang memiliki fungsi untuk meminimalisir gesekan antara elemen satu dengan yang lainnya, sehingga putaran ataupun gerakan bolak baliknya dapat berlangsung secara halus, aman dan

umur pakai panjang. Dalam dunia otomotif bantalan (*beraing*) sering disebut juga dengan laher. Dalam permesinan, pemilihan bantalan harus tepat dan pemasangannya harus cukup kokah, sebab bantalan merupakan suatu pondasi yang dapat mempengaruhi sistem kerja dari elemen yang lainnya.

Puli (Pulley)

Puli merupakan suatu komponen yang berfungsi untuk mentransmisikan daya dari poros satu ke poros yang lain melalui sistem transmisi penggerak berupa *flat belt*, *V-belt*, ataupun *circular belt*. Perbandingan kecepatan (*velocity ratio*) pada puli berbanding terbalik dengan diameter puli.

Transmisi Sabuk-V (V-Belt)

Sabuk (*belt*) adalah suatu elemen mesin yang luwes dan berfungsi untuk mentransmisikan daya dari poros satu ke poros yang lain melalui puli-puli yang berputar pada kecepatan yang sama ataupun kecepatan yang berbeda. Pada umumnya, transmisi sabuk menggunakan sabuk-V, sebab harganya relatif lebih murah dan perawatannya lebih mudah. Sabuk-V adalah salah satu dari banyaknya transmisi penghubung yang

terbuat dari karet dan juga mempunyai penampang trapesium. Dalam penggunaan sabuk-V ini dengan cara dibelitkan mengelilingi alur puli yang berbentuk V. Bagian sabuk yang membelit pada puli akan mengalami suatu lengkungan, sehingga lebar bagian dalamnya akan bertambah besar.

Batang Penghubung (Connecting Rod)

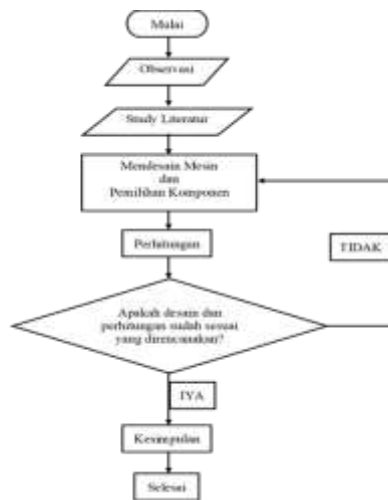
Batang penghubung disebut juga dengan stang merupakan suatu komponen mesin yang berfungsi untuk meneruskan daya dari piston ke poros engkol dan mengubah gerakan bolak-balik (*translasi*) piston menjadi gerakan putar (*rotary*) pada suatu poros engkol. Batang penghubung dibuat berbentuk I ataupun H dengan tujuan agar memiliki bobot yang kuat dan kokoh, untuk panjang minimum batang ditentukan oleh jari-jari piston dan dimensi pada berat yang berlawanan. Pembuatan batang penghubung menggunakan proses *forging*, dengan material bahan seperti besi cor, baja, dan bisa juga tittanium yang memiliki massa lebih ringan dan kokoh.

Diagram Alir (Flowchart) Desain

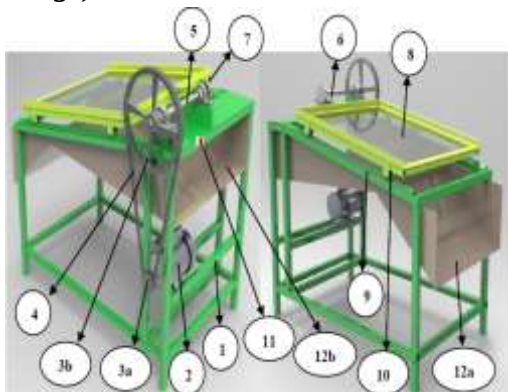
Diagram alir yaitu suatu gambaran yang tersusun berdasarkan langkah-

langkah awal hingga akhir yang digunakan sebagai pedoman dari suatu proses ataupun program. Pada suatu proses perencanaan perlu dibuatnya diagram alir, agar proses perencanaan lebih mudah dan mencegah terjadinya salah arah dalam tahap perencanaan.

Diagram alir pada desain mesin pengayak kecambah kacang hijau (*tauge*) dapat digambarkan, seperti dibahan ini :



Elemen-elemen Desain Mesin Pengayak Kecambah Kacang Hijau (*Tauge*)



Keterangan :

- 1) Rangka mesin
- 2) Motor listrik
- 3) Puli (*pulley*)
- 4) Sabuk-V (*V-Belt*)
- 5) Poros engkol
- 6) Batang penghubung
- 7) Dudukan bantalan (*pillow block*)
- 8) Layar ayakan
- 9) Rel
- 10) Roda
- 11) Sakelar
- 12) Bak penampung

PERHITUNGAN

Dalam menentukan kapasitas material dari mesin pengayak kecambah kacang hijau (*Tauge*) dipengaruhi beberapa hal, diantaranya yaitu sebagai berikut :

- 1) Luas penampang aliran (layar ayakan)
 $(A_1) = m^2$
- 2) Putaran engkol yang direncanakan (n)
 $= 200 \text{ rpm} = 3,33 \text{ Hz}$
- 3) Kemiringan ayakan yang direncanakan
 $= 10^\circ$
- 4) Rencana *tauge* bergerak turun (f)
 $= 10 \text{ mm/putaran}$
 $= 0,01 \text{ m/putaran}$
- 5) Kecepatan *tauge* (v_m) = m/s
- 6) Massa jenis *tauge* (ρ)
 $= 390,72 \text{ kg/m}^3$

Untuk mengetahui luas penampang aliran (A_1), yaitu :

Diketahui :

Tinggi maksimum *tauge* pada ayakan (t_{max})
 $= 20 \text{ mm} = 0,02 \text{ m}$

$$\begin{aligned}\text{Lebar ayakan } (l_a) \\ &= 800 \text{ mm} = 0,8 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Maka, } A_1 &= l_a \times t_{max} \\ &= 0,8 \times 0,02 \\ &= 0,016 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Kecepatan *tauge* didapatkan dengan persamaan (v_m), berikut :

$$\begin{aligned}v_m &= n \times f \\ &= 3,33 \times 0,01 \\ &= 0,033 \text{ m/s}\end{aligned}$$

Maka, kapasitas aliran dapat ditentukan dengan persamaan :

$$\begin{aligned}Q &= (v_m \times A_1) \times \rho \quad (\text{Suharto, 1991:55}) \\ &= (0,033 \times 0,016) \times 390,72 \\ &= 0,00053 \text{ m}^3/\text{s} \\ &= 1,91 \text{ m}^3/\text{jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jadi, } &= 1,91 \times 390,72 \\ &= 746,27 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

Dengan asumsi efisiensi sebesar 95% didapat 708,96 kg/jam.

Perhitungan Daya Motor

Torsi yang diakibatkan oleh berat *tauge* dan layar ayakan.

Komponen-komponen kecil lainnya dan layar (*screen*) yang ada pada ayakan, massanya keseluruhan ditetapkan 8,5 kg. Maka, massa total *tauge* dan keseluruhan ayakan (m_{tot}), yaitu :

$$m_{tot} = m_m + m_{ay}$$

$$\begin{aligned}&= 7,8 + 8,5 \\ &= 16,3 \text{ kg}\end{aligned}$$

Dengan demikian, maka besar gaya sentripetal yang diakibatkan oleh layar ayakan dan material sewaktu dioperasikan, yaitu :

$$F_s = m_{tot} \times v_1^2 / r \quad (\text{Abdullah, 2016:303})$$

Dimana :

$$\begin{aligned}r &= \text{Jari-jari pipi engkol rencana } 50 \text{ mm} \\ &= 0,05 \text{ m}\end{aligned}$$

v_1 = Kecepatan linier (m/s)

$$v_1 = \omega \times r$$

Dimana :

$$\begin{aligned}\omega &= \text{Kecepatan sudut diketahui} \\ &= 20,91 \text{ rad/s}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Maka, } v_1 &= 20,91 \times 0,05 \\ &= 1,04 \text{ m/s}\end{aligned}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned}F_s &= m_{tot} \times v_1^2 / r \\ F_s &= 16,3 \times (1,04)^2 / 0,05 \\ &= 352,6 \text{ N}\end{aligned}$$

Sedangkan torsi yang diakibatkan oleh massa material dan layar ayakan terhadap engkol, yaitu :

$$T_1 = F_s \times r \quad (\text{Abdullah, 2016:657})$$

$$\begin{aligned}T_1 &= 352,6 \times 0,05 \\ T_1 &= 17,63 \text{ N.m}\end{aligned}$$

Torsi pada poros

Poros yang direncanakan dari bahan S30C, dengan massa jenis (ρ_1) sebesar 7800 kg/m^3 .

Diketahui :

Panjang poros (l) = $420 \text{ mm} = 0,42 \text{ m}$

Diameter poros rencana (d) = 25 mm
 $= 0,025 \text{ m}$

Maka, volume poros dapat diketahui dengan persamaan :

$$\begin{aligned} V_p &= (1/4) \times \pi \times (d)^2 \times l \\ V_p &= 0,25 \times 3,14 \times (0,025)^2 \times 0,42 \\ &= 0,0002 \text{ m}^3 \\ m_p &= \rho_1 \times V_p \\ &= 7800 \times 0,0002 \\ &= 1,56 \text{ kg} \end{aligned}$$

Maka, momen inersia (I) massa dari poros :

$$\begin{aligned} I &= 1/3 \times m_p \times l^2 \\ &= 0,33 \times 1,56 \times (0,42)^2 \\ &= 0,09 \text{ kg.m}^2 \end{aligned}$$

Dimana :

$$m_p = \text{Massa poros } 1,56 \text{ kg}$$

Sehingga, torsi yang diakibatkan oleh putaran komponen yaitu :

$$T_2 = I \times \alpha$$

Dimana :

α = Percepatan sudut (rad/s^2)

$$\alpha = \omega/t$$

t = Waktu untuk mencari kecepatan *constant* 5 s

ω = kecepatan sudut $20,91 \text{ rad/s}$

Jadi :

$$\alpha = \frac{20,91}{5} = 4,18 \text{ rad/s}$$

Maka :

$$\begin{aligned} T_2 &= I \times \alpha \\ T_2 &= 0,09 \times 4,18 \\ &= 0,38 \text{ N.m} \end{aligned}$$

Sehingga, besarnya torsi pada komponen yang bergerak yaitu :

$$\begin{aligned} T_{tot} &= T_1 + T_2 \\ T_{tot} &= 17,63 + 0,38 \\ &= 18,01 \text{ N.m} \end{aligned}$$

Maka daya yang dibutuhkan :

$$\begin{aligned} P &= \frac{2 \times \pi \times n \times T_{tot}}{60} \\ &= \frac{2 \times 3,14 \times 200 \times 18,01}{60} \\ &= 377 \text{ Watt} \\ &= 0,377 \text{ kW} \end{aligned}$$

Menentukan daya rencana diperoleh dengan rumus :

$$\begin{aligned} P_d &= f_c \times P \\ &= 1,2 \times 0,377 \\ &= 0,45 \text{ kW} \end{aligned}$$

Perencanaan Sabuk (V-Belt)

Data perencanaan dalam perhitungan yaitu sebagai berikut :

- Daya motor (P_d) = $0,45 \text{ kW}$

- Putaran puli penggerak (n_1)
= 1400 rpm
- Putaran puli digerakkan (n_2)
= 200 rpm

Panjang keliling sabuk (L)

Untuk menentukan jarak sumbu poros harus sebesar 1,5-2 kali diameter puli besar. (Sularso & Suga, 1978:166)

C = Jarak antar sumbu poros ditetapkan 525 mm

d_1 = Diameter puli penggerak 50 mm

d_2 = Diameter puli digerakkan 350 mm

Maka,

$$L = 2 \times 525 + \frac{3,14}{2} (50 + 350) + \frac{(350 - 50)^2}{4 \times 500}$$

$$= 1050 + (1,57 \times 400) + 45$$

$$= 1723 \text{ mm}$$

Perencanaan Poros

Data awal dalam desain untuk perhitungan poros, yaitu sebagai berikut :

- Daya motor (P_d) = 0,45 kW
- Putaran motor (n_1) = 1400 rpm
- Putaran direncanakan (n_2) = 200 rpm
- Panjang poros (l) = 420 mm

Diameter poros direncanakan (d_s)

$$d_s = \left[\frac{5,1}{\tau_\alpha} \times K_t \times C_b \times T \right]^{1/3}$$

(Sularso & Suga, 1978:8)

Dimana :

d_s = Diameter poros (mm)

τ_α = Tegangan geser yang diizinkan poros 2,67 kg/mm²

K_t = Faktor beban dinamis standart ASME 1,5 – 3,0. Diambil 2.

C_b = Faktor keamanan pembebanan lentur 1,2 – 2,3. Diambil 2.

T = Momen puntir 2191,5 kg.mm²

$$d_s = \left[\frac{5,1}{2,67} \times 2 \times 2 \times 2191,5 \right]^{1/3}$$

$$= 25,58 \text{ mm}$$

Maka, diameter poros yang dipakai dibulatkan menjadi $d_s = 25 \text{ mm}$ untuk menyesuaikan dengan bantalan yang ada dan dengan mempertimbangkan factor-faktor keamanan.

Perencanaan Pasak

Berdasarkan tabel pasak dan alur pasak (Sularso & Suga, 1978:166) yang sesuai dengan desain poros, maka diketahui datanya sebagai berikut :

- Momen puntir (T) = 2191,5 kg.mm²
- Diameter poros (d_s) = 25 mm
- Tinggi pasak (h) = 7 mm
- Panjang pasak (l) = 30 mm
- Tebal pasak (b) = 8 mm
- Kedalaman alur pasak pada poros (t_1)
= 4,0 mm
- Kedalaman alur pasak pada naf (t_2)
= 3,3 mm

Perencanaan Bantalan

Ditinjau dari hasil perencanaan poros yang memiliki diameter 25 mm , maka bantalan yang direncanakan adalah bantalan radial alur dengan kode No. Bantalan 6005 ZZ. Adapun spesifikasi bantalan, sebagai berikut :

- Diameter dalam bantalan (d_b) 25 mm
- Diameter luar bantalan (D) 47 mm
- Lebar bantalan (B) 12 mm
- Kapasitas nominal dinamis (C) 790 kg
- Kapasitas nominal statis (C_0) 530 kg

KESIMPULAN

1. Desain mesin pengayak kecambah kacang hijau (*tauge*) mempunyai dimensi, sebagai berikut :
 - a. Kerangka mesin berukuran :
 - Panjang×lebar×tinggi :
 $1300\text{ mm} \times 800\text{ mm} \times 1150\text{ mm}$.
 - b. Kerangka ayakan (*screen*) :
 - Panjang×lebar×tinggi :
 $900\text{ mm} \times 800\text{ mm} \times 30\text{ mm}$.
 - c. Ayakan (*screen*) yang digunakan yaitu kawat anyaman (*woven wire*) dengan ukuran lubang 5 mm^2 .

2. Sistem transmisi yang digunakan pada mesin ini, diantaranya :

- a) Daya rencana (P_d) total yang dihasilkan dalam perhitungan yaitu sebesar $0,45\text{ kW}$ ($0,6\text{ hp}$), maka daya motor listrik yang digunakan $0,75\text{ hp}$ dan yang memiliki putaran (n_1) 1400 rpm .
 - b) Puli penggerak (d_1) diameternya 50 mm dan sedangkan puli yang digerakan diameternya (d_2) yaitu 350 mm yang putarannya menjadi (n_2) 200 rpm .
 - c) Sabuk V yang dipakai yaitu tipe A-67, dengan ukuran panjang keliling (L) 1723 mm .
3. Kapasitas penampang ayakan mesin ini yaitu sebesar (Q_p) $1,91\text{ m}^3/\text{jam}$ dan untuk kapasitas aliran (Q) sebesar $746,27\text{ kg}/\text{jam}$.

DAFTAR PUSTAKA

Bagia, I Nyoman, dan Parsa, I Made. (2018). Motor-Motor Listrik. CV. Rasi Terbit.

Abdullah, Mikrajuddun, Prof. (2016). Fisika Dasar I. Bandung : ITB.

Gunawan, Rudi, Ir. (1988). Tabel Profil Kontruksi Baja. Yogyakarta: Kanisius.

Santosa, Sandra. (2018). Penganter Praktikum Operasi Teknik Kimia 1. Malang: Polinema Press.

Sularso, Ir, MSME, dan Suga, K. (1978). Dasar Perencanaan dan Pemilihan. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.

Khurmi, R.S. and Gupta, J.K. (2005). *A Text Book Of : Machine Design (S.I. Units)*. New Delhi : Eurasia Publishing House (Pvt.) Ltd.

Sonawan, H., Ir. (2010). Perancangan Elemen Mesin . Bandung : CV. Alfabeta.

Suharto, Ir. (1991). Dinamika dan Mekanika. Jakarta : PT. Rineka Cipta.

Dobrovolsky, A. (1978). *Machine Elements*. Moscow

Huda, F., et al. (2010). Perancangan, Pembuatan, Dan Pengujian Mesin Pengayak Pasir Dengan Metode Eksitasi Massa Tidak Seimbang. Seminar Nasional Fakultas Teknik-UR. Pekanbaru.

Yanto, S. (2013). Analisa Unjuk Kerja Pengayak Getar Sebagai Getaran Dua Derajat Kebebasan Terhadap Pengayak Abu Sekam Padi. Institut Teknologi Padang (ITP).

Sulistiawan, H., dan Slamet, S. (2014). Perancangan Mesin Pengayak Pasir Cetak *Vibrating Screen* Pada IKM Cor Di

Juwana Kabupaten Pati. Universitas Muria Kudus.

Koto, I., et al. (2006). Rancang Bangun Dan Uji Mesin Sortasi Biji Kopi Menggunakan Pengayak Getar Dengan Sumber Eksitasi Poros Eksentrik. Universitas Negeri Medan. No. 2. Vol. 6. September 2006.