

MESIN PENGUPAS DAN PEMISAH KULIT ARI KEDELAI UNTUK MEMBANTU PENGUSAHA TEMPE KELURAHAN JOMBLANG KECAMATAN CANDISARI SEMARANG

Sunarto*, Adhy Purnomo, Carli, Hartono, Riles Melvy Wattimena

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang
Jln. Prof. Soedarto Semarang
*Email: carlismg@gmail.com

Abstract

Processing of soybeans for the production of household tempe or middle to lower class traders mostly still use the traditional method for peeling and separating the soybean husks, this process takes a long time, consumes a large amount of human labor and the stripping process is less hygienic. In order to solve this problem, a pulping machine using a serrated cylinder is planned. This machine uses a friction system in the stripping process, where the stripping occurs due to friction between the serrated cylinders as a friction area with soybean seeds. The process of separating the seeds from the shells is to install a slider that has a 1 mm gap with a serrated cylinder. The design method used to manufacture this machine uses the Shigley design process method. The machine is designed to produce 300 kg/hour of peeled soybeans with a maximum hopper capacity of 12 kg and uses a 0.5 HP motor, with a gap between the serrated cylinder and the rubber is 1 mm.

Keywords: *Soybean Ari Leather, Peelers and Separators.*

Abstrak

Pengolahan kedelai untuk produksi tempe skala rumah tangga atau pedagang kelas menengah ke bawah kebanyakan masih menggunakan cara tradisional untuk mengupas dan memisahkan kulit ari kedelai, proses tersebut memakan waktu yang lama, menghabiskan tenaga manusia yang cukup besar dan proses pengupasannya kurang higienis. Guna mengatasi masalah tersebut direncanakan mesin pengupas kedelai dengan menggunakan silinder bergerigi. Mesin ini menggunakan sistem gesek dalam proses pengupasan, dimana pengupasan terjadi akibat gesekan antara silinder bergerigi sebagai bidang gesek dengan biji kedelai. Proses pemisahan biji dengan kulitnya yaitu memasang slider yang memiliki celah 1 mm dengan silinder bergerigi. Metodologi kegiatan yang dilakukan meliputi proses perancangan, pembuatan, pengujian, pelaksanaan, pelatihan. Mesin dirancang supaya dapat menghasilkan 300 kg/jam kacang kedelai yang telah terkupas dengan kapasitas maksimal hopper 12 kg dan menggunakan motor 0,5 HP, dengan celah antara silinder bergerigi dengan karet adalah 1 mm.

Kata Kunci: *Kulit Ari Kedelai, Mesin Pengupas dan Pemisah.*

PENDAHULUAN

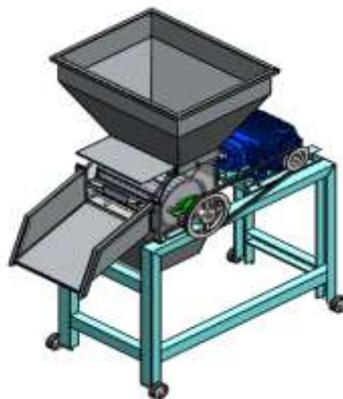
Kedelai adalah salah satu tanaman polong-polongan yang menjadi bahan dasar banyak makanan dari Asia Timur. Produksi kedelai Indonesia pada periode 1980 – 2016 berfluktuasi dan cenderung meningkat dengan rata-rata pertumbuhan sebesar 2,34% per tahun.

Kedelai dibudidayakan di lahan sawah maupun lahan kering. Biji kedelai berkeping dua, terbungkus kulit biji dan tidak mengandung jaringan endosperma. Kulit biji kedelai biasanya berwarna kuning, hitam, hijau, atau coklat. Bentuk biji kedelai umumnya bulat lonjong tetapi ada pula yang bundar atau bulat agak pipih. Kedelai mengandung protein 35% bahkan pada varian unggul kadar proteinnya dapat mencapai 40% sampai 43%. Kedelai mempunyai kandungan protein yang lebih tinggi, hingga menyamai kadar protein susu jika dibandingkan dengan beras, jagung, tepung singkong, kacang hijau, daging, ikan segar, dan telur ayam.

METODE PELAKSANAAN

1. Pemilihan Desain

Mesin pengupas dan pemisah kulit ari kedelai untuk membantu produksi tempe dengan kapasitas 300 kg perjam, merupakan mesin yang dirancang menggunakan penggerak motor listrik 0.5 HP dengan spesifikasi *single phase*, 1400 Rpm, 220 Volt. Mesin ini dibuat untuk, mempermudah dan mempercepat proses penguraian sabut kelapa menjadi *cocopeat* dan *cocofiber*.. Mesin pengupas dan pemisah kulit ari kedelai untuk membantu produksi tempe dengan kapasitas 300 kg perjam ini dirancang dengan memperhatikan aspek ergonomis dan higienis, sehingga dalam produksi tempe ini dapat mendapatkan hasil yang higienis dan aman dalam pengoperasiannya. Dengan memperhatikan aspek ergonomis dan ke higienisan maka akan meningkatkan produktivitas kerja yang diinginkan. Sehingga diharapkan dengan dibuatnya mesin pengupas dan pemisah kulit ari kedelai untuk membantu produksi tempe dengan kapasitas 300 kg perjam ini mampu mempercepat proses pemisahan kulit ari, menghemat tenaga, dan tetap memperhatikan faktor ke higienisan produk.



Gambar 1. Desain Mesin Pengupas Dan Pemisah Kulit Ari Kedelai

2. Prinsip Kerja

Silinder dengan permukaan bergerigi yang diputar oleh poros dan terdapat celah antara silinder dengan dinding hopper terlihat pada gambar 3.6 diatas. Pada saat kedelai dimasukkan maka akan terjadi gesekan dengan silinder yang memiliki permukaan kasar dengan kedelai. Permukaan kasar dari silinder ini dibuat dengan cara melakukan pengelasan seperti las titik pada seluruh permukaan silinder pipa dengan diameter tertentu sehingga didapat permukaan silinder yang kasar dan bergerigi.

Untuk metode pemisahan kulit ari setelah dikupas pada metode mesin dengan mekanisme silinder permukaan kasar adalah dengan memanfaatkan masa jenis yang berbeda antara kulit ari dengan kedelai. Pada mesin ini dirancang agar pada saat pemisahan kulit ari dapat terjadi secara otomatis karena adanya dorongan dan tiupan udara yang diakibatkan oleh putaran silinder sehingga kulit ari yang sudah dikupas dapat secara otomatis terdorong menuju ke bawah menuju bak pembuangan melewati hopper bawah dan kelai yang sudah terkupas kulit arinya dapat langsung menuju ke hopper samping dan menuju ke tempat penampungan kedelai.

3. Perancangan dan Perhitungan

A. Perencanaan Daya

1) Perhitungan daya

Daya motor dihitung dengan cara menjumlahkan seluruh daya untuk menggerakkan tiap-tiap komponen mesin dengan mempertimbangkan gesekan pada setiap komponen mesin.

$$P_g = F_g \cdot v_g$$

Keterangan :

P_g = Daya pengupasan (Watt)

F_g = Gaya gesek silinder bergerigi (N)

v_g = Kecepatan putar linear silinder bergerigi (m/s)

$$\begin{aligned} P_g &= F_g \cdot v_g \\ &= 6,46 \times 10^{-2} \text{ (N)} \times 6,2 \text{ (m/s)} \\ &= 0,4 \text{ (watt)} \end{aligned}$$

2) Daya untuk memutar silinder bergerigi

$$Ek = \frac{1}{2} I \omega^2$$

Keterangan :

E_k = Energi kinetik yang terjadi (Nm)

I = Momen inersia massa (kg/m^2)

ω = Kecepatan sudut (rad/s)

Jadi,

$$\begin{aligned} E_k &= \frac{1}{2} I \omega^2 \\ &= \frac{1}{2} 2,9 \cdot 10^{-2} (\text{kgm}^2) \cdot (73,30 \frac{\text{rad}}{\text{s}})^2 \\ &= 77,90 (\text{Nm}) \end{aligned}$$

3) Menghitung massa poros

Poros S 45 C dengan diameter (D) = 20 (mm), L = 400 (mm) dan massa jenis $\rho = 7700 (\text{kg/m}^3)$

$$\begin{aligned} m_{\text{poros}} &= \rho_{\text{poros}} \cdot V \\ &= \rho_{\text{poros}} \cdot \frac{1}{4} \pi \cdot (d)^2 \cdot L \\ &= 7700 (\text{kg/m}^3) \cdot \frac{1}{4} \pi \cdot (0,020)^2 \cdot (0,4) \\ &= 0,967 (\text{kg}) \end{aligned}$$

Maka,

$$\begin{aligned} P &= \frac{E_k}{t} \\ &= \frac{0,128 (\text{Nm})}{10 (\text{s})} \\ &= 0,0128 (\text{watt}) \end{aligned}$$

4) Daya untuk memutar pulley primer

Diketahui pulley terbuat dari aluminium dengan massa = 0.16 kg diameter pulley primer (D1) = 75 mm, B = 19 (mm) dan massa jenis aluminium $\rho = 2700 (\text{kg/m}^3)$, $E_k = 1,2 (\text{Nm})$ dan $t = 10 \text{ s}$

Sehingga:

$$\begin{aligned} P &= \frac{E_k}{t} \\ &= \frac{1,2 (\text{Nm})}{10 (\text{s})} \\ &= 0,12 (\text{watt}) \end{aligned}$$

5) Daya untuk memutar *pulley* sekunder

Diketahui *pulley* terbuat dari aluminium dengan massa = 0,305 kg diameter *pulley* sekunder (D2) = 150 (mm), B = 16 (mm) dan massa jenis aluminium $\rho = 2700$ (kg/m³), Ek = 2,28 (Nm) dan t = 10 s

$$\begin{aligned} P &= \frac{Ek}{t} \\ &= \frac{2,28 \text{ (Nm)}}{10 \text{ (s)}} \\ &= 0,228 \text{ (watt)} \end{aligned}$$

6) Daya total

Daya total yang dibutuhkan = Daya untuk pengupasan + Daya untuk memutar silinder bergerigi + Daya untuk memutar poros + Daya untuk memutar *pulley* primer + Daya untuk memutar *pulley* sekunder.

$$\begin{aligned} \text{Daya Total} &= 0,4 + 7,79 + 0,0128 + 0,12 + 0,228 \text{ (Watt)} \\ &= 8,34 \text{ (Watt)} = 0,011 \text{ HP} \end{aligned}$$

B. Perencanaan Transmisi Daya

Transmisi daya yang digunakan dalam mesin pengupas kulit ari ini adalah transmisi sabuk. Transmisi sabuk tersebut akan digunakan untuk memindahkan daya dari motor listrik yang memiliki daya 0,5 (HP) pada poros silinder bergerigi, transmisi sabuk tersebut berfungsi untuk menurunkan putaran dari 1400 (rpm) menjadi 700 (rpm).

$$i = \frac{P}{P'}$$

Keterangan :

i = Jumlah sabuk

P = Total daya yang ditransmisikan (HP)

P' = Daya yang ditransmisikan sabuk (HP)

Berdasarkan perhitungan sebelumnya, daya rencana yang ditransmisikan sabuk dimana motor dengan daya 0,5 (HP) setelah dikalikan faktor koreksi 1,0 adalah sebesar 0,5 (HP) serta daya maksimum yang dapat ditransmisikan sabuk adalah 0,77 (HP), maka jumlah sabuk yang diperlukan untuk mentransmisikan daya tersebut adalah

$$\begin{aligned} i &= \frac{0,5 \text{ (HP)}}{0,77 \text{ (HP)}} \\ &= 0,65 \sim 1 \text{ sabuk} \end{aligned}$$

C. Perencanaan Poros

Poros Silinder Bergerigi berputar pada 700 (rpm) mengantarkan daya sebesar 373 (watt). Poros terbuat dari baja S45C yang memiliki kekuatan tarik $\sigma = 58$ (kg/mm²). Untuk mencari diameter poros menggunakan rumus

$$d^3 = \frac{16 \cdot T_e}{\pi \cdot \tau_g}$$

Karena nilai torsi ekuivalen (T_e) lebih besar daripada momen bengkok ekuivalen, maka untuk mencari diameter poros berdasarkan torsi ekuivalen. Sehingga,

$$\begin{aligned} D^3 &= \frac{16 \cdot 17.459,28(\text{N/mm}^2)}{\pi \cdot 142,17 (\text{N/mm}^2)} \\ &= 625,75 \text{ mm} \\ D &= \sqrt[3]{625,75} \\ &= 8,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

Agar diameter sesuai dengan perhitungan dan untuk memudahkan memasang komponen lain yang ada seperti *bearing* maka diameter poros yang dipilih adalah 20 mm.

D. Perencanaan Bantalan

Konstruksi hanya akan menerima gaya reaksi radial sehingga bantalan yang digunakan adalah *radial ball bearing*, Diameter poros adalah 20 (mm) aplikasi mesin, digunakan 2-5 jam sehari dan tidak selalu digunakan, kecepatan poros 700 (rpm), sehingga dipilih bearing tipe *Pillow Block Ball Bearing*. Jadi daya normal yang terjadi pada mesin pengurai sabut kelapa yaitu sebesar 1363,76(Watt), dan motor listrik berfungsi dengan baik karena P yang terjadi $< P_{motor}$.

Bearing tipe A akan beroperasi pada kecepatan 700 (rpm) dan Gaya radial bearing adalah 202,38 (N).

$$P = R_A = 202,38 \text{ (N)} = 0,202 \text{ (KN)}$$

Mencari nilai C (dynamic load rating) dapat dicari menggunakan rumus :

$$C = \frac{P \cdot F_L}{F_n}$$

Keterangan:

C = Dynamic load rating

P = Equivalent dynamic load (KN)

F_L = Indeks of dynamic stressing

F_n = Speed factor

$$\text{Dimana, } F_n = \sqrt[p]{\frac{33,3}{n}}$$

Keterangan :

n = kecepatan putar (rpm)

p = Life exponent

= 3 untuk ball bearing

= $\frac{10}{3}$ untuk roller bearing

F_n = Speed Factor

Sehingga nilai F_n adalah:

$$F_n = \sqrt[3]{\frac{33,3}{700}}$$
$$= 0,36$$

Nilai F_L diambil 2 menurut tabel maka didapat nilai C adalah :

$$C = \frac{0,202 \text{ KN} \cdot 2}{0,36}$$

$$C = 1,1 \text{ KN}$$

Berdasarkan tabel pemilihan bantalan ball bearing, untuk \emptyset poros 20 mm, C yang ada adalah 3,45 (KN).

Mencari F_L sebenarnya,

$$F_L = \frac{C}{p} \cdot F_n$$
$$= \frac{3,45}{0,202 \text{ (KN)}} \cdot 0,36$$
$$= 6,15$$

Sehingga rating life (dalam satuan jam), L_H dapat dihitung sebagai berikut:

$$L_H = 500 \cdot FL^p$$
$$= 500 \cdot 6,15^3$$
$$= 116304,19 \text{ jam}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian

A. Proses Pengujian

Proses pengujian juga bertujuan untuk mengetahui keberhasilan suatu alat atau mesin yang dirancang berdasarkan tujuan dan fungsi dari pembuatan alat tersebut. Sehingga, pengujian mesin ini dilakukan dengan memperhitungkan beberapa factor yaitu :

- 1) Celah antara silinder dengan body utama mesin.
- 2) Kecepatan putaran mesin
- 3) Waktu penguraian

B. Hasil Pengujian



Gambar 2. Hasil Pengujian Celah 1 mm



Gambar 3. Hasil Pengujian Celah 2 mm



Gambar 4. Hasil Pengujian Celah 3 mm

Dari hasil percobaan dan analisa data diatas, maka dipilih jarak celah antara silinder bergerigi dengan penyatel yang menghasilkan kualitas pengupasan yang paling baik yaitu

1 mm dan menggunakan putaran pulley 700 rpm (diameter pulley 6 inch). Selain faktor celah silinder bergerigi dengan penyetel, ada faktor lain yang mempengaruhi kualitas pengupasan kulit ari kedelai, yaitu : kadar air yang ada pada kedelai yang mana semakin banyak kandungan air yang ada pada kedelai yang telah melewati proses perebusan dan perendaman maka akan semakin baik juga hasil yang diperoleh, karena air dalam proses pengupasan ini merupakan pembantu proses pemisahan, dan juga kualitas kedelai tidak terlalu matang, karena akan mudah hancur.

SIMPULAN

Mesin pengupas dan pemisah kulit ari ini bekerja dengan cara memanfaatkan gesekan antara silinder bergerigi dengan kedelai. Penyetel akan menahan kedelai sehingga kedelai bisa terkupas. Kandungan air yang banyak pada kulit ari menyebabkan kulit ari tersebut menempel pada silinder bergerigi dan jatuh melewati *hopper* bawah, sedangkan kedelai yang kandungan airnya sedikit akan keluar melalui *hopper* samping karena tidak dapat melewati celah pada *slider*.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas dan kualitas kedelai yang dihasilkan antara lain kecepatan putaran silinder bergerigi, celah antara silinder bergerigi dan penyetel, dan jenis kedelai yang akan dilakukan pengupasan. Spesifikasi mesin pengupas dan pemisah kulit ari kedelai adalah sebagai berikut:

1. Menggunakan motor listrik 0,5 HP
2. Celah silinder bergerigi dengan hasil pengupasan terbaik adalah 1 (mm)
3. Menggunakan silinder bergerigi dengan ϕ 6,7 (in) = 170 (mm), dan panjang 220 (mm).

DAFTAR PUSTAKA

- AstmSteel. 2015. *JIS G4051 S45C Steel For Machine Structural Use*. Tersedia pada : www.astmsteel.com/product/jis-s45c-steel-machine-structural. [Diakses pada 13 Agustus 2020 pukul 19.00].
- Budynas, R.G. dan Nisbett, J.K. 2011. *Shigley's Mechanical Engineering Design Ninth Edition*. New York: McGraw-Hill.
- Cross, Nigel. 1989. *Engineering Design Methods*. New York: John Willey and Son Ltd.
- FAG Kugelfischer Georg Schafer KGaA. 1989. *FAG Rolling Bearings Standard Programme*. Schweinfurt: FAG Kugelfischer Georg Schafer KGaA.

Khurmi, R.S. dan J.K Gupta. 2005. *Mechine Design, A Textbook for the Student of B.E/B.Tech.* New Delhi: Eurasia Publishing House Ltd.

Mott, RL. 2004. *Machine Elements In Mechanical Design.* New Jersey: Pearson Education.

Norton, Robert L.1999. *Design of Machinery.* Worcester: Springer.

Sularso, Kiyokatsu suga. 2008. *Dasar Perencanaan dan Pemeliharaan Elemen Mesin.* Jakarta: Pradya Paramita.