

Desain Mechanical Komponen Utama Mesin Pemecah Biji Kakao Skala Home Industri UMKM Di Telanai Chocolate

Desi Wahyuni¹, Suffiyanto¹, Vivi Apriyanti¹, Danang Mulyadipa S^{2*}, Eko Martono¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Nasional, Jambi

²Program Studi Teknik Industri, Sekolah Tinggi Teknologi Nasional, Jambi

*Corresponding author, e-mail: danangmuldip@gmail.com

ABSTRACT

The cocoa bean crushing machine is a key device in the cocoa bean processing process at the home industry scale. The success of this machine depends on the mechanical design of its main components, which must be efficient and reliable. This study aims to develop a mechanical design of the main components of a home industry scale cocoa bean splitting machine by considering critical factors such as efficiency, durability, and ease of use. The results of this study show the optimal mechanical design of the main components for the cocoa bean splitting machine. These components include shaft systems, bearings, and other mechanical elements that can withstand the loads generated by the cocoa bean splitting process. An efficient and reliable design is expected to reduce the time and labor required in the processing process, as well as improve the quality of the cocoa bean product produced.

Keyword: Cocoa, Mechanical Design, Cocoa Bean Breaking Machine

ABSTRAK

Mesin pemecah biji kakao adalah perangkat kunci dalam proses pengolahan biji kakao di skala home industri. Keberhasilan mesin ini bergantung pada desain mechanical komponen utamanya yang harus efisien dan andal. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan desain mechanical komponen utama mesin pemecah biji kakao skala home industri dengan mempertimbangkan faktor kritis seperti efisiensi, daya tahan, dan kemudahan penggunaan. Hasil penelitian ini menunjukkan desain mechanical komponen utama yang optimal untuk mesin pemecah biji kakao. Komponen-komponen ini mencakup sistem poros, bearing, dan elemen mekanis lainnya yang dapat menahan beban yang dihasilkan oleh proses pemecahan biji kakao. Desain yang efisien dan andal diharapkan akan mengurangi waktu dan tenaga yang dibutuhkan dalam proses pengolahan, serta meningkatkan kualitas produk biji kakao yang dihasilkan.

Kata kunci: Kakao, Desain Mechanical, Mesin Pemecah Biji Kakao

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu produsen utama kakao di dunia (Badan Pusat Statistik, 2017), dimana sekitar 70% kakao dihasilkan dari daerah - daerah di Indonesia [1]. Kakao merupakan salah satu komoditas ekspor penting di Indonesia, yang telah memberikan kontribusi yang signifikan terhadap perekonomian negara [2]. Buah kakao terdiri dari kulit luar, daging buah, dan biji. Biji kakao merupakan komponen yang paling berharga karena mengandung lemak (*kakao butter*) yang banyak digunakan dalam pembuatan cokelat. Untuk memperoleh biji kakao berkualitas tinggi, biji kakao perlu dipisahkan dari kulit ari

dan daging buah [3]. Mesin pemecah kakao adalah sebuah alat yang digunakan untuk menghilangkan kulit ari atau cangkang dari biji kakao yang sudah dipanen. Proses pemecahan kulit ari kakao dilakukan dengan berbagai metode, seperti pemecahan secara mekanis, pemecahan dengan menggunakan panas, dan pemecahan dengan menggunakan bahan kimia. Kulit ari kakao tidak dapat dikonsumsi dan memiliki sifat korosif terhadap mesin.

Mesin pemecah kulit ari kakao (mesin breaking) merupakan salah satu jenis mesin yang digunakan untuk melakukan pemecahan kulit ari pada biji kakao. Mesin

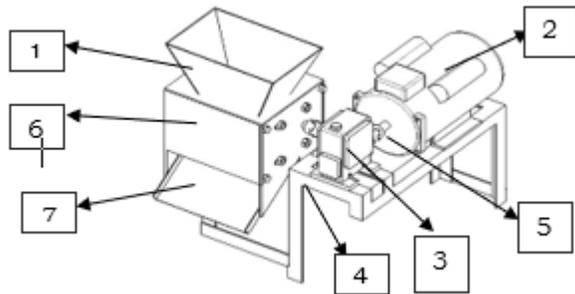
pemecah kulit kakao terdiri dari beberapa komponen utama, seperti roller penghancur, dan silinder pemisah. [4]

Mesin pemecah kulit kakao yang tersedia di pasaran biasanya berukuran besar dan mahal, sehingga kurang cocok untuk skala home industri atau UKM. Untuk mengatasi permasalahan pada mesin pemecah biji kakao skala *home* industri yang lebih terjangkau dan efisiensi, perlu dilakukan pengembangan mesin yang memperhitungkan komponen [5].

METODE

Pada penelitian ini dilakukan perhitungan untuk menentukan ukuran dan spesifikasi komponen-komponen mesin pemecah biji kakao seperti poros, pasak, gearbox, dan bearing/bantalan. Desain mesin pemecah biji kakao dapat dilihat pada Gambar 1. Selain itu, dilakukan juga perhitungan untuk memilih daya motor penggerak yang tepat dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menghitung gaya yang dibutuhkan untuk memutar poros.
2. Menghitung putaran mesin yang diperlukan.
3. Menghitung torsi yang dibutuhkan.
4. Memilih daya motor yang sesuai dengan hasil perhitungan.



Gambar 1. Desain mesin pemecah biji kakao

Keterangan gambar:

1. *Hopper*
2. Motor listrik
3. *Gearbox*
4. Rangka utama
5. *Coupling connector*
6. *Body penutup roller*
7. *Output*

Gaya yang diperlukan untuk memecah biji kakao dapat ditentukan secara langsung melalui percobaan dengan menggunakan *dinamometer* atau neraca pegas seperti yang ditampilkan pada gambar 2. Penggunaan *dinamometer* ini memungkinkan kita untuk mengukur gaya yang diterapkan pada biji kakao saat proses pemecahan.



Gambar 2. Gaya pemecah biji kakao pada *dinamometer*

Data - data yang diperoleh dari hasil pengujian kuat tekanan gaya menggunakan *dinamometer* dirangkum ke dalam tabel 1. Hasil dari pengujian massa pada biji kakao, dapat diketahui rata-rata gaya atau beban sebesar 115,86 N.

Tabel 1. Data pengujian gaya pada biji kakao

No	Percobaan	Massa Pemecahaan (Kg)	Gaya (N)
1.	I	11,98	117,52
2.	II	11,36	111,44
3.	III	12,10	118,7
Rata - rata		11,81	115,86

Pada penelitian ini kapasitas pengolahan yang direncanakan sebanyak 40 kg/jam atau 667 g/menit. Guna mengetahui kebutuhan *roller* yang akan dipakai dilakukan pengujian dengan menyusun biji kakao dalam satu baris yang terdiri dari 8 biji kakao dimana berat rata-rata masaanya adalah 2,3gram sehingga diketahui massa dalam satu baris roller adalah 19 gram. Terlihat pada gambar 3.

$$\begin{aligned} \text{Putaran roller} &= \frac{667 \text{ gram/minute}}{19 \text{ gram/rotation}} \\ &= 35 \text{ putaran/menit} \end{aligned} \quad (1)$$



Gambar 3. Biji kakao disusun

Besaran gaya yang diperlukan untuk memecah biji kakao dapat ditentukan secara langsung melalui percobaan yang dilakukan. Informasi terkait gaya pemecahan tersebut dapat ditemukan dalam tabel 1. Dimana *roller* menggunakan ukuran umum yang tersedia di *market* maka besarnya kecepatan roller atau mesin dapat dicari terlebih dahulu kemudian daya untuk memecahnya.

$$v = \frac{\pi \cdot 2r \cdot n_1}{60 \cdot 100} \quad (2)$$

$$v = \frac{\pi \cdot 2 \cdot 0,5 \cdot 35 \text{ rpm}}{60 \cdot 100} = 0,018 \text{ m/s}$$

$$P_1 = F \cdot v \cdot z \quad (3)$$

$$P_1 = 4,17 \text{ Watt} = 4,17 \text{ Watt} \left| \frac{1 \text{ HP}}{746 \text{ Watt}} \right| = 0,006 \text{ HP}$$

Sehingga daya yang dibutuhkan untuk memecahkan 8 biji kakao yang disusun dalam satu baris pada *roller* adalah 0,048 HP.

Motor penggerak memiliki banyak spesifikasi yang tersedia di pasaran oleh karena itu agar memperoleh yang sesuai dengan kebutuhan dilakukan pengujian momen inersia pada poros, *roller*, plat *roller*.

Poros sebagai sumbu putar dapat dicari besaran momen inersianya menggunakan perhitungan silinder pejal yang berpatokan pada perputaran pada sumbunya.

$$\begin{aligned} I_{poros} &= \frac{1}{2} \cdot m \cdot r^2 \\ &= \frac{1}{2} \cdot 0,431 \text{ Kg} \cdot (0,008 \text{ m})^2 \\ &= 0,000013 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2 \end{aligned} \quad (4)$$

Untuk mencari besarnya momen inersia roller (I_{roller}), dapat dicari menggunakan rumus yang sesuai.

$$I_{roller} = \frac{1}{2} m \cdot (R_1^2 + R_2^2) \quad (5)$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 0,38 \text{ Kg} \cdot ((0,0375 \text{ m})^2 + (0,0325 \text{ m})^2)$$

$$= 4,67 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2$$

Momen inersia plat roller sebagai bagian dari roller juga mempengaruhi inersia selama proses perputaran maka juga dilakukan perhitungan momen inersia pada plat

$$I_{poros} = \frac{1}{2} m \cdot r^2 \quad (6)$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 0,04 \text{ Kg} \cdot (0,0325 \text{ m})^2$$

$$= 0,000021 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2$$

Setelah diketahui momen inersia dan percepatan sudut, kita dapat mencari besarnya nilai torsi (T) dengan menggunakan rumus :

Menghitung besarnya nilai torsi (T)

$$T = I \cdot \alpha \quad (7)$$

$$= 4,67 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2 \cdot 1,22 \text{ rad/s}^2$$

$$= 5,69 \text{ Nm}$$

Setelah diketahui torsi (T) dan kecepatan sudut (ω), kita dapat mencari besarnya daya untuk mesin pemecah biji kakao dengan menggunakan rumus:

Menghitung daya (P₂)

$$P_2 = T \cdot \omega \quad (8)$$

$$= 5,69 \text{ Nm} \cdot 1,22 \text{ rad/s}^2$$

$$= 6,94 \text{ watt} = 0,009 \text{ HP}$$

Jadi, besarnya daya total yang diperlukan adalah :

Menghitung daya total (P)

$$P = P_1 + P_2 \quad (9)$$

$$= 0,048 \text{ Hp} + 0,009 \text{ HP}$$

$$= 0,057 \text{ HP}$$

Motor penggerak yang dipilih adalah daya 0,5 HP dengan putaran 1400 rpm oleh karena itu, perlu dicari perbandingan putaran dengan menggunakan gearbox dengan rasio 1:40. Untuk mencari perbandingan putaran (output speed) dari *gearbox*.

$$\text{Output Speed} = \frac{\text{Input Speed}}{\text{Gearbox Ratio}} \quad (10)$$

$$\text{Output Speed} = \frac{1400 \text{ rpm}}{40} = 35 \text{ rpm}$$

Perbandingan putaran yang tersedia adalah sekitar 35 rpm, yang merupakan putaran yang tepat untuk proses pemecahan biji kakao secara efisien dalam skala *home* industri.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komponen utama terkait untuk perakitan alat tersebut yaitu, motor penggerak, *gearbox*, *roller*, plat *roller* [6] sehingga pada proses pemecahan mampu menjaga dan mempertahankan kualitas kondisi biji kering yang rapuh agar tidak menjadi remahan. Tabel 2 memperlihatkan komponen mesin pemecah biji kakao beserta spesifikasi yang diperoleh berdasarkan perancangan dan perhitungan. Foto alat pemecah biji kakao dapat dilihat pada Gambar 4.

Tabel 2. Komponen mesin pemecah biji kakao dan spesifikasi

No	Nama Komponen dan spesifikasi
	Hooper
	Bahan: Aluminium
1	Lebar atas: 160 mm Panjang atas: 240 mm Lebar bawah: 9,50 mm Panjang bawah: 13,50 mm
	Motor penggerak
2	Type: JY1A-4 Putaran: 1400 Rpm Daya: ½ Hp Tegangan: 220 V
	Gearbox
3	Type: 40-A Model: WPA Ratio: 40: 1
	Roller
	Bahan: <i>Stainless</i>
4	Panjang roll: 15 cm Panjang Poros: 25 cm Diameter roller: 7,62 cm Diameter Poros: 1,6 cm
	Kopling connector
	Bahan: aluminium <i>alloy</i>
5	Panjang: 40 mm Diameter luar: 30 mm Skrup baut: M4 Diameter dalam 1: 12 mm & 16 mm Diameter dalam 2: 14 mm & 16 mm
	Besi siku
6	Bahan: besi Ukuran: 3x3 cm Tebal: 3 mm
	Plat aluminium
7	Bahan: Aluminium Tebal: 3 mm
	Bearing
8	Merek: NKN Dimeter dalam: 17 mm Diameter luar: 113 mm



Gambar 3. Mesin Pemecah Biji Kakao

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari desain mechanical yang dilakukan diperoleh komponen mesin pemecah biji kakao yang bisa diperuntukan skala home industri tetapi tetap dapat menjaga mutu dari hasil proses pemecahannya, yaitu motor penggerak, gearbox, roller, bearing, coupling conector, dan hooper. Sebuah mesin yang memiliki besaran gaya dan daya sebesar 115,86 N dan 0,057 HP dimana spesifikasi motor penggerak yang digunakan adalah Type: JY1A-4, putaran: 1400 rpm, daya : 0,5 Hp, dan tegangan : 220 V.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Medan Yumas. (2017). Pemanfaatan Limbah Kulit Ari Biji Kakao (*Theobroma Cacao L*) sebagai sumber *Streptococcus Mutans*. *jurnal Industri Hasil Perkebunan*, (2017).
- [2] Badan Pusat Statistik. (2017). Statistik Kakao Indonesia. *Jakarta: Badan Pusat Statistik*, (2017).
- [3] Septianti, E. (2013). Teknologi Pengolahan Primer dan Skunder Biji Kakao. *Badan Litbang Pertanian Edisi 20 - 26 Maret 2013 No. 3499 Tahun XLIII*, (2013).
- [4] Mendoza, F., Lontoc, J. A., Fernandez, R. T., & Navarro, D. R. (2015). Developmet of a Low-Cost Cocoa Bean Breaker for Small-Scale Processing.

International Journal of Agriculture. *International Journal of Agriculture*, 21-28, (2015).

- [5] Ali, A., Smith, B., & Johnson, C. (2017). judul penelitian. *Jurnal Penelitian Kakao*, 123-145, (2017).
- [6] Sularso and S. Kiyokatsu. (1994). Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin. *Jakarta: Pradya Paramita*, (1994)