

Perancangan Mesin Pengupas dan Pamarut Batang Ubi Kayu: Konsep Rancangan Mesin

Novel Karaman^{1*}, Ndaru Adyono¹, Tria Puspa Sari¹, Luluk Edahwati¹, Wahyu Dwi Lestari¹

¹ Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur, 60294, Indonesia

*Corresponding e-mail: novel_karaman05@yahoo.com

Abstract. Indonesia is the fifth largest cassava-producing country, where the national cassava production per year reaches 23 million tons. On the other hand, the organic waste in the form of cassava stems with the potential to use a large alpha-cellulose stem content. Alpha-cellulose is a much-needed biomass material in the field of industry and renewable energy sources. High-quality alpha-cellulose is produced from cassava stem fibers that have separated the outer shell. Research in the design of machines capable of processing stripping and sequencing cassava stems simultaneously has the potential to increase the productivity of making Alpha-cellulose raw materials for industrial needs. The prototype design peeling machine and a cassava rod pucker using the engine element approach is expected to produce an engine design that has the specification of a 0.5 HP 3-phase main drive motor with a 1400 rpm rotation consisting of 2 pulley transmissions and a gearbox ratio of 60.

Keyword: Cassava sticks; prototype; peeling and puckering machine.

Abstrak. Indonesia negara penghasil ubi kayu terbesar ke lima di dunia dimana produksi ubi kayu Nasional per tahun mencapai 23 juta ton. Disisi lain terdapat limbah organik berupa batang ubi kayu dengan potensi pemanfaatan kandungan alpha-selulosa batang yang besar. Alpha-selulosa merupakan bahan dari biomass yang sangat dibutuhkan dalam bidang industri maupun sumber energi yang terbarukan. Alpha-selulosa yang berkualitas tinggi dihasilkan dari serat batang ubi kayu yang telah dipisahkan bagian kulit luarnya. Penelitian dalam perancangan mesin yang mampu memproses pengupasan dan pamarutan batang ubi kayu secara bersamaan sangatlah berpotensi meningkatkan produktivitas pembuatan bahan baku Alpha-selulosa untuk kebutuhan industri. Perancangan purwarupa mesin pengupas dan pamarut batang ubi kayu menggunakan pendekatan elemen mesin diharapkan menghasilkan rancangan mesin yang memiliki spesifikasi motor penggerak utama 3 phase kapasitas 0,5 HP dengan putaran 1400 rpm yang terdiri dari 2 transmisi berupa pulley dan transmisi gear box ratio 60.

Kata kunci: Batang ubi kayu; prototipe; mesin pengupas dan pamarut.

1. Pendahuluan

Menurut Pusat Informasi dan Sistem Informasi Pertanian (Pusdatin), Kementerian Pertanian di tahun 2016, ubi kayu merupakan salah satu bahan pangan yang penting peranannya dalam menopang ketahanan pangan suatu wilayah. Indonesia merupakan negara penghasil ubi kayu terbesar ke lima di dunia. Badan Pusat Statistik Indonesia merilis data produksi ubi kayu Nasional pada tahun 2015 mencapai 22 juta ton [1] [2]. Berdasarkan data tersebut dengan asumsi ratio produk ubi kayu : bagian batang ubi kayu sebesar 10 : 1, dapat menghasilkan sisa batang ubi kayu sebanyak 2,2 juta ton.

Produk ubi kayu sebagian besar dimanfaatkan untuk kebutuhan pangan dan produksi bio-energi. Sedangkan untuk sisa batang ubi kayu, 10% dari tinggi batang dimanfaatkan untuk ditanam kembali (pembibitan) dan 90% dari sisa batang merupakan limbah.

Limbah ini dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan produk alpha-selulosa yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku industri : Pulp, kertas, bahan peledak, membran, plastik, dan sebagainya [3]. Batang ubi kayu merupakan limbah lignoselulosa yang merupakan limbah organik. Limbah tersebut saat ini banyak diteliti tentang pengolahan kandungan alpha-selulosa sebagai sumber bioenergi yang terbarukan. Jurnal ilmiah ini merupakan penelitian dalam perancangan purwarupa mesin pengupas dan pamarut batang ubi kayu. Mesin dengan optimasi proses kerja yang menggabungkan fungsi pengupas dan pamarut batang sampai saat ini belum tersedia, sehingga perlu dilakukan Penelitian Rekayasa Teknologi Tepat Guna dan Produk Unggulan sebagai pengembangan IPTEKS sekaligus menciptakan Inovasi dalam upaya pemecahan masalah dan juga pemanfaatan limbah batang ubi kayu yang memiliki potensi dalam menghasilkan produk Alpha-selulose berkualitas tinggi

2. Landasan Teori

Pemilihan elemen-elemen mesin pada perancangan mesin pengupas kulit dan pamarut batang ubi kayu ini harus memperhatikan kekuatan bahan, safety factor dan durability dari berbagai komponen tersebut. Elemen mesin tersebut secara sederhana adalah motor listrik, poros, puli, bantalan duduk, mur dan baut.

2.1. Motor listrik

Motor listrik adalah elemen mesin yang berfungsi sebagai tenaga penggerak yang disesuaikan dengan kebutuhan daya mesin dengan menggunakan energi listrik. Jika n (rpm) adalah putaran dari poros motor listrik dan T (kg.mm) adalah torsi pada poros motor listrik, maka besarnya daya P (kW) yang diperlukan untuk menggerakkan sistem adalah [4]:

$$P = \frac{(T/1000)(2.\pi n_1/60)}{102} \quad (1)$$

$$P = \frac{T}{9746 \cdot n} \quad (2)$$

Dengan : P = Daya motor listrik (kW)

T = Torsi (kg.mm)

2.2. Poros

Poros berperan dalam meneruskan daya bersama-sama dengan putaran. Umumnya poros meneruskan daya melalui sabuk, roda gigi dan rantai, dengan demikian poros menerima beban puntir dan lentur. Putaran poros biasa ditumpu oleh satu atau lebih bantalan untuk meredam gesekan yang ditimbulkan.

2.2.1. Daya rencana

Adapun daya rencana dapat dituliskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$P_d = fcP \quad (3)$$

Dengan : P_d = Daya rencana (HP)
 f_c = Faktor koreksi
 P = Daya nominal output dari motor penggerak (HP)

$$T = 9,74.10 \frac{Pd}{n_1} \quad (4)$$

Dengan : T = Momen puntir (N.mm); n = putaran motor penggerak (rpm)

2.2.2. Tegangan

Adapun tegangan geser dapat dituliskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\tau_a = \sigma_B (Sf_1 + Sf_2) \quad (5)$$

Maka diameter poros untuk beban puntir dan lentur :

$$d_s \geq \left\{ \frac{5,1}{\tau a} \sqrt{(k_m \cdot M)^2 + (Kt \cdot T)^2} \right\}^{1/3} \quad (6)$$

Dengan : d_s = Diameter poros (mm)
 τa = Tegangan geser (kg/mm)
 k_m = Faktor korelasi
 k_t = Faktor koreksi

2.2.3. Tegangan geser maksimum

Adapun tegangan geser maksimum dapat dituliskan dengan persamaan sebagai berikut:



$$(7)$$

2.3. Puli V-belt

Puli V-belt merupakan salah satu elemen mesin yang berfungsi untuk mentransmisikan daya seperti halnya sproket rantai dan roda gigi. Bentuk puli adalah bulat dengan ketebalan tertentu, di tengah-tengah puli terdapat lubang poros. Puli pada umumnya dibuat dari besi cor kelabu FC 20 atau FC 30, dan ada pula yang terbuat dari baja. Rumus perhitungan tersebut adalah sebagai berikut [4]:

2.3.1. Perbandingan transmisi

Adapun perbandingan transmisi maksimum dapat dituliskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} \quad (8)$$

Dengan : n_1 = putaran poros pertama (rpm)
 n_2 = Putaran poros kedua (rpm)
 d_1 = diameter puli penggerak (mm)
 d_2 = diameter puli yang digerakan (mm)

2.3.2. Kecepatan sabuk

Adapun kecepatan sabuk maksimum dapat dituliskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$v = \frac{\pi d n}{60 \cdot 100} \text{ (m/s)} \quad (9)$$

Dengan : v = kecepatan sabuk (m/s)
 d = diameter puli motor (mm)
 n = putaran motor listrik (rpm)

2.3.3. Panjang sabuk

Adapun panjang sabuk maksimum dapat dituliskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$L = 2 \cdot C + \frac{\pi}{2} (d_p + D_p) + \frac{1}{4 \cdot C} (D_p - d_p)^2 \quad (10)$$

Dengan : L = panjang sabuk (mm)
 C = jarak sumbu poros (mm)
 D_1 = diameter puli penggerak (mm)
 D_2 = diameter puli poros (mm)

2.4. Bantalan

Bantalan adalah elemen mesin yang menumpu poros berbeban, sehingga putaran atau gerak bolak-balik dapat bekerja dengan aman, halus dan panjang umur. Bantalan harus kokoh untuk memungkinkan poros atau elemen mesin lainnya dapat bekerja dengan baik. Rumus perhitungan bantalan gelinding antara lain [4]:

2.4.1. Beban ekuivalen dinamis

Adapun beban ekuivalen dinamis dapat dituliskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$P = x \cdot v \cdot F_r + F_a \cdot Y \quad (11)$$

Dengan : $x = 0,56$; $v = 1$; $y = 1,45$; F_r = beban radial; F_a = beban aksial

2.4.2. Faktor kecepatan

Adapun faktor kecepatan dapat dituliskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$f_n = \left[\frac{3 \mathfrak{B}}{n} \right]^{1/3} \quad (12)$$

2.4.3. Faktor umur

Adapun faktor umur dapat dituliskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$f_h = f_n \frac{C}{P} \quad (13)$$

2.4.4. Umur bantalan

Adapun umur bantalan dapat dituliskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$LK = 500 f_h^3 \quad (14)$$

2.5. Mur dan baut

Mur dan baut merupakan alat pengikat yang sangat penting dalam suatu rangkaian mesin. Jenis mur dan baut beraneka ragam, sehingga penggunaannya disesuaikan dengan kebutuhan. Pemilihan mur dan baut sebagai pengikat harus dilakukan dengan teliti untuk mendapatkan ukuran yang sesuai dengan beban yang diterimanya sebagai usaha untuk mencegah kecelakaan dan kerusakan pada mesin.

2.6. Pengelasan

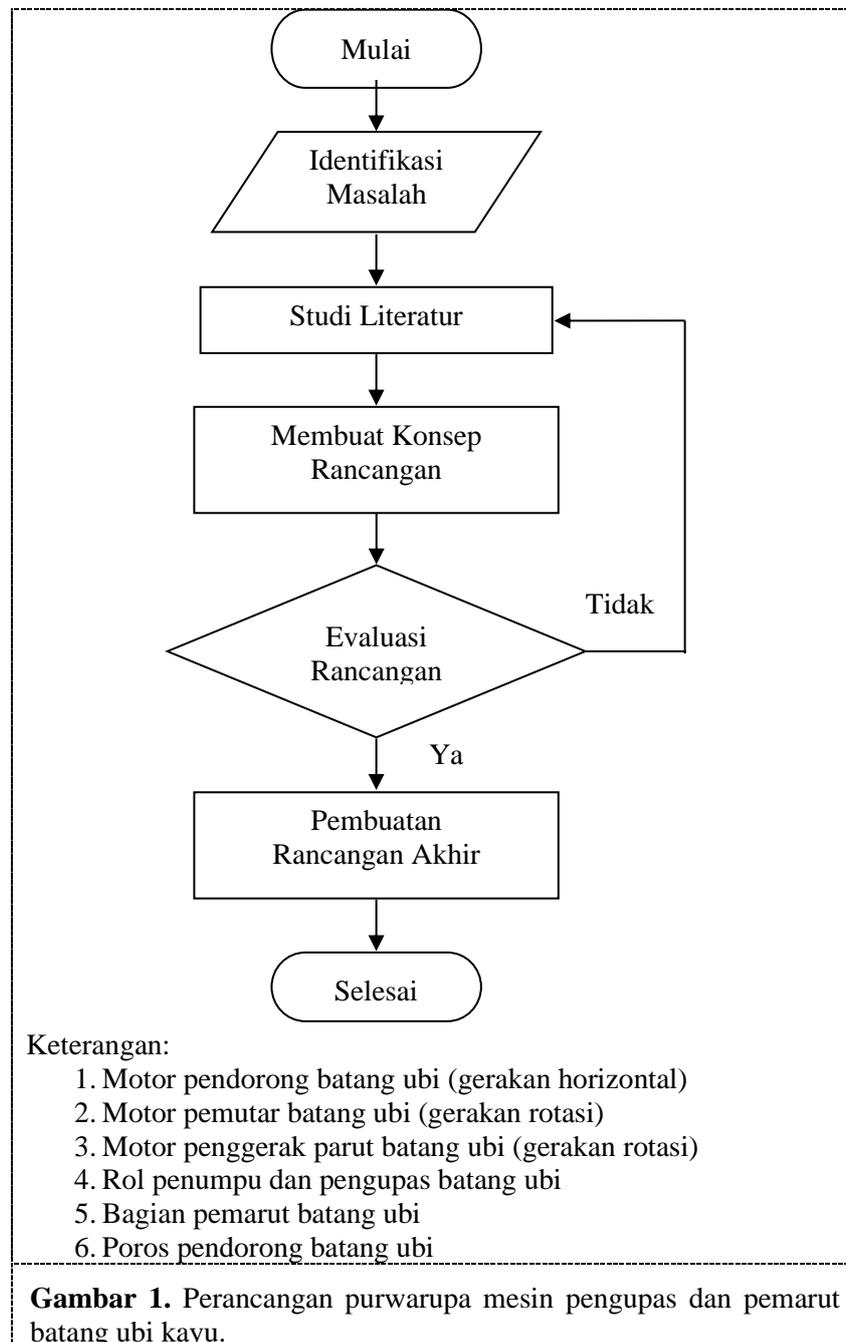
Berdasarkan definisi dari Deutsche Industrienormen (DIN), las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Perhitungan kekuatan las seperti pada rumus di bawah ini [5]:

$$\tau = \frac{F}{QA} \sqrt{1 + \left[\frac{GH}{l} \right]^2} \quad (14)$$

Dengan : F = Gaya yang bekerja (N)
 τ = Tegangan total (N/mm)
H = Tinggi plat (mm)
A = Luas penampang (A = 2.a.)
a = Lebar pengelasan (mm)
l = Panjang las

3. Metode

Secara umum tahapan langkah perancangan mesin pengupas kulit dan pamarut batang ubi kayu dalam penerapan teknologi tepat guna bagi masyarakat, ditunjukkan pada diagram alir pelaksanaan seperti gambar 1 dibawah ini. Gambar langkah pelaksanaan pembuatan mesin pengupas kulit dan pamarut batang ubi kayu adalah sebagai berikut:



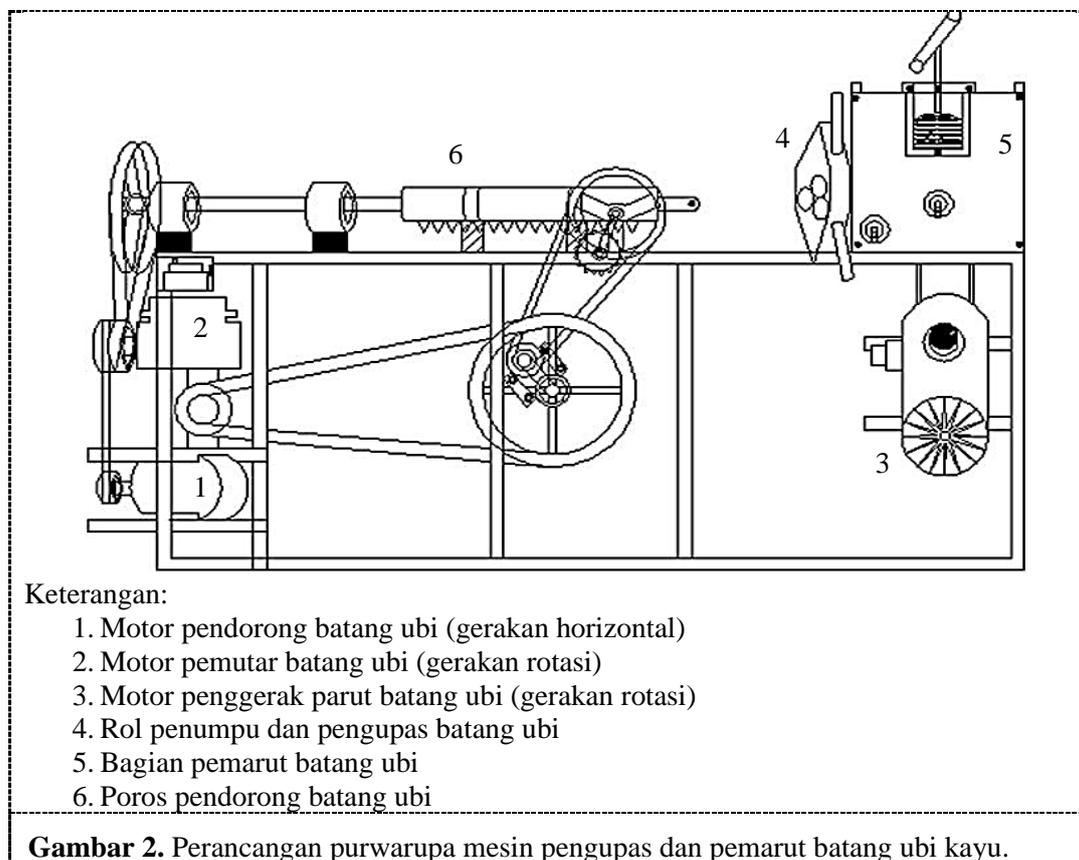
4. Pembahasan

Telah dilakukan rancang bangun mesin dengan konsep yang dapat memproses batang ubi kayu menjadi bahan baku batang ubi kayu yang bersih dari kulit dan selanjutnya dilakukan pamarutan dengan ukuran sesuai dengan bahan baku pembuatan Alpha-selulose. Perancangan purwarupa mesin pengupas dengan kapasitas tertentu dengan kecepatan putaran batang ubi kayu tertentu dan selanjutnya dilanjutkan dengan mesin pamarut dengan kecepatan putaran rol pamarut tertentu.

Konsep rancangan didasarkan pada perhitungan atau penentuan kapasitas pengupasan dan pamarutan. Data kapasitas ini digunakan sebagai data utama dalam perancangan mesin, khususnya

besarnya daya yang digunakan. Daya dalam pengupasan dan pamarutan ditentukan dengan cara menghitung putaran rol pengupasan dan pamarutan yang dibutuhkan sesuai dengan kapasitas yang diinginkan dan disesuaikan dengan perbandingan diameter puli yang digunakan. Penentuan diameter poros terlebih dahulu diasumsikan harus memenuhi gaya yang dibutuhkan untuk mendorong batang ubi kayu pada bidang kupas dan parut. Gaya yang diasumsikan tersebut digunakan untuk menghitung torsi sebagai dasar dalam penghitungan diameter poros kerja. Setelah diameter poros ditentukan, maka ukuran pasak dapat ditentukan dan bantalan yang akan digunakan mengikuti besarnya diameter poros tersebut dan menyesuaikan besarnya gaya-gaya yang bekerja di sistem mesin ini.

Berdasarkan perhitungan dan asumsi yang telah disebutkan di atas maka daya motor dapat dihitung dan ditentukan. Perancangan purwarupa mesin pengupas dan pamarut batang ubi kayu ini sangatlah *portable* dan sederhana. Dimensi purwarupa mesin ini tidak membutuhkan tempat yang luas, seperti terlihat pada Gambar 2 dibawah ini:



Konsep dalam perancangan mesin ini dilakukan dengan tujuan untuk memproses batang ubi kayu yang bentuknya tidak rata bagian permukaan luar/ kulitnya. Oleh karena itu perlu diproses terlebih dahulu menjadi permukaan luar yang rata sekaligus menghilangkan kulit luar batang ubi kayu. Guna mengupas batang ubi kayu digunakan sistem proses bubut (benda berputar dan sambil maju). Selama proses berputar tersebut, batang ubi kayu dipahat menggunakan pisau kupas agar permukaan kulit batang terkupas. Kemudian, batang ubi kayu yang telah mengalami pengelupasan kulitnya dilanjutkan proses pamarutan. Guna mendapatkan hasil pengelupasan dan parutan yang baik sesuai bentuk dan ukuran yang dikehendaki maka perlu dibuatkan perangkat dengan 3 rol yang fleksibel dengan dudukan yang dapat menumpu batang ubi kayu dan pisau kupas menuju proses parut. Tahap pamarutan batang membutuhkan parut berbentuk drum/ silinder yang berlubang dan menonjol keluar dengan sudut parut

tertentu agar didapatkan hasil parutan yang mempunyai panjang tertentu (2-3 mm). Posisi sumbu silinder tegak lurus dengan posisi sumbu batang ubi kayu.

5. Kesimpulan

Penelitian dalam perancangan mesin yang mampu memproses pengupasan dan pamarutan batang ubi kayu secara bersamaan ini sangatlah berpotensi meningkatkan produktivitas pembuatan bahan baku Alpha-selulosa untuk kebutuhan industri. Perancangan purwarupa mesin pengupas dan pamarut batang ubi kayu dengan pendekatan elemen mesin dalam bahasan penelitian ini menghasilkan rancangan mesin yang memiliki spesifikasi motor penggerak utama 3 phase kapasitas 0,5 HP dengan putaran 1400 rpm yang terdiri dari 2 transmisi berupa pulley dan transmisi gear box ratio 60.

6. Daftar Pustaka

- [1] Badan Pusat Statistik Indonesia, "Produksi Ubi Kayu Nasional". Akses 20 Maret 2021.
<<https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/880>>
- [2] Anonim, 2012. "Produksi Ubi Kayu Nasional". Tabloid Sinar Tani. Edisi 3562. Jakarta.
- [3] Sumada K., dkk., 2011, Kajian Proses Isolasi Alpha-Selulosa dari Limbah Batang Tanaman Ubi Kayu (*Mannihot Esculenta Crantz*) yang Effisien, Jurnal Teknik Kimia Vol. 5, No. 2, Jurusan Teknik Kimia UPN "Veteran" Jawa Timur.
- [4] Sularso, 2004, Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, Kiyokatsu Suga, Pradnya Paramita, Jakarta.
- [5] Zainul Achmad, 1999, Elemen Mesin I : PT. Refika Aditama, Bandung.