

Design Of Cassava Crushing Machine For Production Of Raw Materials "Samiler"

[Perancangan Mesin Pencacah Singkong Untuk Produksi Bahan Baku "Samiler"]

Muhammad Daneil Nur Diansyah¹⁾, Mulyadi²⁾, Iswanto³⁾

1)Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

2)Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Email Penulis Korespondensi: mulyadi@umsida.ac.id

Abstract. *This study aims to design a cassava crushing machine as a modern solution to replace manual chopping methods in the production of samiler raw materials. The development was driven by the need for higher efficiency, quality, and production capacity. The machine was designed using CAD (computer-aided desain) to optimize structural strength and operational performance. The design process employed the Ulrich method, which includes stages such as need identification, concept development, and selection of the best design. The concept evaluation matrix showed that Design A was the optimal choice, with a relative score of 44% and an absolute score of 4.65. Structural simulation for Design A indicated a maximum displacement of 0.019 mm and a safety factor of 22, confirming the structural safety of the design. The machine uses a 0.2 kW electric motor, transmitting power via a pulley and V-belt system, generating a torque of 9.28 Nm on the cutting shaft. Design A was selected due to its advantages in frame rigidity, space efficiency, ease of maintenance, safety, and ergonomics. This cassava crushing machine is expected to enhance productivity, reduce labor intensity, and improve product quality for small and medium-scale industries, particularly in rural areas.*

Keywords - *Ulrich Method, Design Concept, Frame Strength Simulation, Safety Factor, Appropriate Technology*

Abstrak. *Penelitian ini bertujuan untuk merancang mesin pencacah singkong sebagai solusi modern yang menggantikan proses pencacahan manual dalam produksi bahan baku samiler. Kebutuhan akan efisiensi, kualitas, dan kapasitas produksi yang lebih tinggi menjadi latar belakang utama dari pengembangan desain ini. Mesin dirancang menggunakan aplikasi CAD (computer-aided desain) untuk mengoptimalkan kekuatan struktur dan efisiensi kerja. Proses pengembangan desain dilakukan menggunakan Metode Ulrich (Ulrich-Eppinger Method) melalui beberapa tahap, mulai dari identifikasi kebutuhan, penyusunan konsep, hingga pemilihan konsep terbaik. Hasil analisis matriks keputusan menunjukkan bahwa desain A merupakan pilihan optimal dengan nilai relatif sebesar 44% dan nilai absolut 4,65. Simulasi kekuatan rangka terhadap desain A menghasilkan displacement maksimum sebesar 0,019 mm dan nilai faktor keamanan mencapai 22, menandakan bahwa struktur rangka sangat aman digunakan. Mesin menggunakan motor listrik 0,2 kW dengan sistem transmisi pulley dan sabuk V-belt untuk menghasilkan torsi 9,28 Nm pada poros pencacah. Konsep desain A dipilih karena keunggulannya dalam kekokohan rangka, efisiensi ruang, kemudahan perawatan, serta aspek keamanan dan ergonomi. Diharapkan mesin pencacah singkong ini mampu meningkatkan produktivitas, efisiensi tenaga kerja, dan kualitas produk pada industri kecil dan menengah, khususnya di wilayah pedesaan.*

Kata Kunci - *Metode Ulrich, Konsep Desain, Simulasi Kekuatan Rangka, Faktor Keamanan, Teknologi Tepat Guna*

I. PENDAHULUAN

Indonesia Indonesia adalah negara agraris berkat kekayaan alamnya yang melimpah serta lahan pertanian yang sangat amat luas. Indonesia bisa disebut dengan negara agraris karena lahan pertaniannya yang sangat cocok untuk berbagai jenis tanaman[1]. Sektor ekonomi utama Indonesia adalah pertanian[2]. Selama krisis, ekonomi nasional sangat bergantung pada sektor pertanian. Lebih dari 40% kesempatan kerja ada di sektor pertanian, salah satu industri terbesar di negara ini. Memenuhi kebutuhan pangan dasar masyarakat Indonesia, yang merupakan hak asasi manusia, adalah tanggung jawab sektor pertanian. Pertanian adalah salah satu metode yang paling efektif untuk mengurangi kemiskinan di daerah pedesaan, karena jumlah penduduk di daerah pedesaan sangat besar dan terus meningkat. Ini karena pendapatan karyawan pertanian meningkat[3]. Dari sektor pertanian itu masyarakat bisa mendapatkan berbagai makanan dari apa yang di tanam dilahan tersebut.

Pertanian memiliki manfaat yang sangat penting karena dapat menghasilkan makanan yang bervariasi dan bergizi tinggi untuk memenuhi kebutuhan manusia sehari-hari. Contohnya yaitu umbi umbian, termasuk singkong, petani akan dimotivasi untuk meningkatkan hasil pertanian mereka dan menghasilkan pendapatan yang lebih besar jika mereka mengetahui bagaimana dan apa yang dihasilkan singkong. Salah satu alasan utama mengapa singkong

harus dikembangkan dalam pengolahannya adalah karena singkong memiliki banyak manfaat gizi dan bisa masak menjadi berbagai jenis-jenis makanan yang lezat[4].

Salah satu penggunaan singkong adalah kerupuk singkong (samiler). Kerupuk singkong (samiler) terbuat dari singkong yang berbentuk bundar tipis dan rasanya gurih, dan sangat populer di kalangan masyarakat[5]. Singkong adalah bahan utama untuk membuat samiler, tetapi juga digunakan daun bawang, bawang putih, dan seledri[6]. Untuk membuat samiler di butuhkan mesin pencacah singkong supaya produksinya lebih efisien dari pada menggunakan alat manual seperti parutan singkong.

Mesin pencacah singkong adalah alat yang dirancang untuk mempermudah proses pemotongan singkong menjadi potongan-potongan kecil. Sedangkan sekarang tidak semua orang menggunakan mesin pencacah singkong, Alat pencacah singkong masih dilakukan secara manual, dan ada juga yang menggunakan mesin yang sangat sederhana. Akibatnya, produk yang dihasilkan tidak optimal dari segi kualitas dan kuantitas. Salah satu kekurangan penggerak manual adalah mereka tidak dapat mencapai tingkat output yang optimal karena penggunaan tenaga manusia membutuhkan waktu yang lebih lama[7]. Penelitian tentang mesin pencacah singkong berkonsentrasi pada meningkatkan efisiensi dan kapasitas mesin agar dapat memenuhi permintaan produksi skala kecil hingga besar. Banyak desain mesin termasuk penggunaan pisau berputar, sistem reciprocating, dan tipe disk untuk memastikan potongan singkong yang sama. Kinerja motor pada kecepatan menengah, seperti 245 kg/jam pada 500 rpm dan efisiensi 86,5% pada 400 rpm, sangat penting untuk kapasitas pencacahan dan efisiensi[8]. Inovasi termasuk penggunaan motor listrik untuk meningkatkan kemudahan penggunaan dan efisiensi, pembuatan mesin dengan pisau baja tahan karat dengan kapasitas hingga 15 kg/jam, dan sistem transmisi yang efisien[9]. Mesin ini akan membantu usaha kecil dan menengah mengolah singkong dengan lebih baik, mengurangi waktu dan tenaga yang diperlukan untuk mencacah[10].

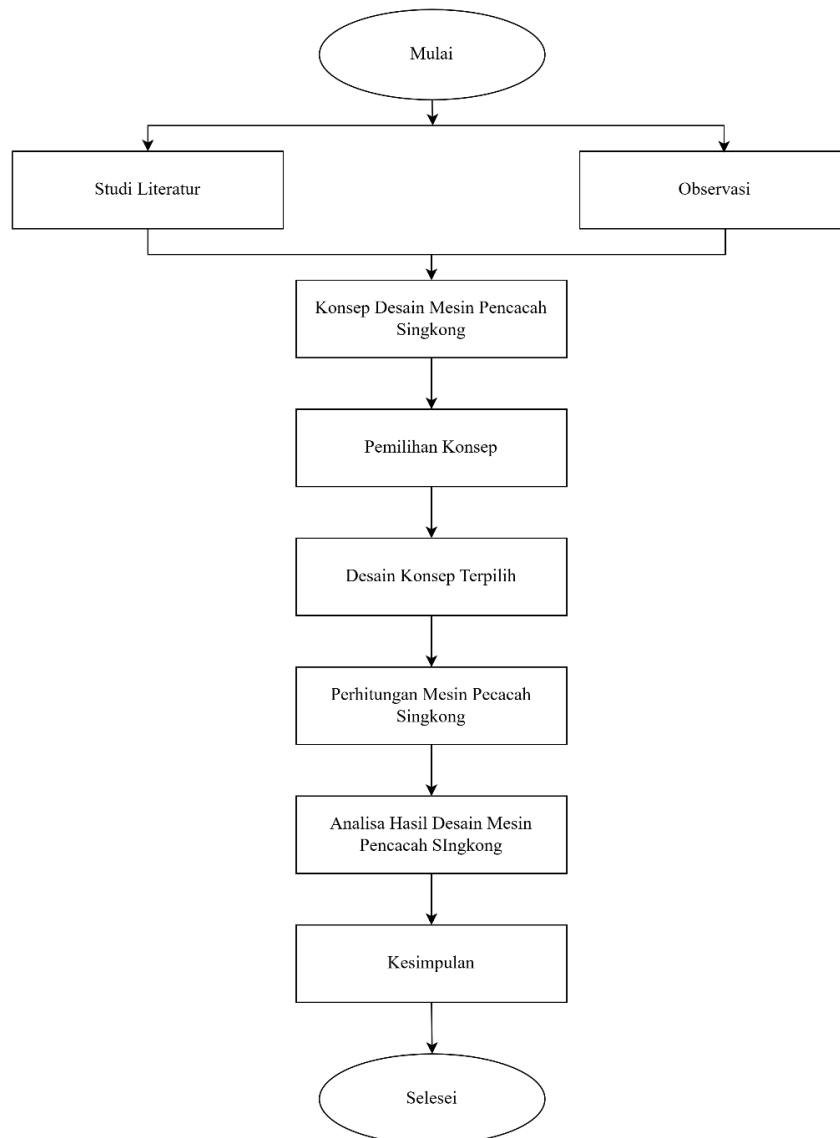
Untuk menjawab tantangan dalam meningkatkan efisiensi dan kualitas proses pencacahan singkong, perlu dirancang sebuah mesin pencacah yang tidak hanya efektif dari segi performa, tetapi juga sesuai dengan kebutuhan pengguna di industri kecil dan menengah. Oleh karena itu, rumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini meliputi: bagaimana merancang mesin pencacah singkong yang mampu bekerja secara efisien dan konsisten dalam menghasilkan potongan singkong, apa saja spesifikasi teknis serta struktur mekanik yang diperlukan untuk mencapai performa optimal, bagaimana menentukan desain terbaik dari dua alternatif konsep yang diajukan, serta bagaimana menghitung kebutuhan daya motor, torsi, dan ukuran komponen mesin agar sesuai dengan kapasitas kerja yang direncanakan.

Tujuan dari pembuatan alat mesin pencacah singkong untuk bahan baku samiler ini adalah untuk meningkatkan kualitas, efisiensi, dan nilai yang dihasilkan dari proses produksi. Mesin ini bertujuan untuk menghemat waktu dan tenaga dengan mempercepat proses pengirisan singkong yang sebelumnya dilakukan secara manual. Penggunaan mesin pencacah juga mengurangi kerugian bahan selama proses perajangan karena bagian singkong yang terbuang diminimalkan. Sebagai solusi teknologi tepat guna untuk industri kecil dan menengah (IKM), khususnya di wilayah pedesaan, alat ini membantu pengrajin meningkatkan jumlah produk mereka tanpa harus mengeluarkan biaya yang signifikan untuk tenaga kerja tambahan. Selain itu, hal ini meningkatkan ekonomi lokal setempat dengan menciptakan lapangan kerja baru dan meningkatkan pendapatan para usahawan. Secara keseluruhan, tujuan dari alat pencacah singkong adalah untuk mengatasi masalah dalam produksi, meningkatkan produktivitas karyawan, dan mendorong pertumbuhan industri kecil di masyarakat.

II. METODE

2.1 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir ini dibuat untuk memastikan penelitian berjalan sesuai dengan rencana dan menghasilkan hasil terbaik. Berikut adalah *flowchart* dari penelitian Perancangan Desain Mesin Pencacah Singkong Untuk Produksi Bahan Baku “Samiler” seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. *Flowchart* Penelitian

2.2 Konsep Refrensi Mesin Pencacah Singkong

Pengembangan ide referensi yang dirancang oleh Iqbal Bayu Kurniawan untuk mesin pencacah singkong dengan penggerak motor ini, seperti yang terlihat pada Gambar 2. Ini adalah pencacah singkong yang berfungsi sebagai pengganti alat pencacah tradisional untuk parutan. Alat ini nantinya akan dibuat dengan desain yang minimalis dan menarik secara visual dan dibuat menggunakan bahan yang ergonomis yang mudah ditemukan di pasar.



Gambar 2. Desain Referensi

2.3 Penyusunan *List of Requirement*

Dengan menggunakan format tabel seperti yang ditunjukkan dalam tabel berikut, daftar kebutuhan produk dapat disusun dengan mempertimbangkan berbagai aspek.

Tabel 1. Daftar Kebutuhan

No	Daftar Kebutuhan		
	Uraian Kebutuhan	S/H	Keterangan
1	a	i	a1
2	b	i	b1
3	c	i	c1
4	d	i	d1
5	f	i	f1
6	g	i	g1
7	h	i	h1

Dalam tabel 1, kode masing-masing kolom dijelaskan sebagai berikut:

a-h = uraian kebutuhan

i = syarat atau harapan

a1-h1 = penjelasan tentang persyaratan

2.4 Pemilihan Konsep Desain

Salah satu langkah penting dalam proses perancangan mesin pencacah singkong adalah memilih konsep desain. Ini dilakukan untuk memastikan bahwa produk yang dibuat sesuai dengan kebutuhan pengguna dan memenuhi standar desain yang telah ditentukan. Fungsi, kegunaan, estetika, keamanan, dan biaya adalah semua komponen yang dipertimbangkan dalam proses ini. Metode Ulrich dan Eppinger digunakan untuk memilih konsep desain untuk mesin pencacah singkong. Metode ini mencakup tahapan perencanaan produk, identifikasi kebutuhan pelanggan, pengembangan dan pemilihan konsep, hingga pengujian konsep. Metode ini efektif dalam menemukan peluang untuk desain yang lebih baik, mengatasi kelemahan produk yang ada, dan memaksimalkan keunggulan yang sudah ada. Matriks evaluasi konsep digunakan untuk melakukan penilaian. Setiap alternatif desain dinilai berdasarkan kriteria dan diberi bobot sesuai tingkat kepentingannya. Proses ini memastikan bahwa ide yang dipilih adalah yang terbaik dan paling cocok untuk digunakan dalam perancangan mesin pencacah singkong.

2.5 Desain Konsep Terpilih

Desain Setelah menentukan model untuk masing-masing komponen, desain konsep dipilih menggunakan metode diagram morfologi. Untuk menentukan faktor keamanan masing-masing konsep, simulasi kekuatan rangka digunakan untuk memilih desain dengan faktor keamanan lebih dari satu. Konsep yang memiliki faktor keamanan lebih dari satu dipilih untuk dilanjutkan ke tahap desain umum.

2.6 Perhitungan Mesin Pencacah Singkong

Sebelum merancang sebuah mesin, perencanaan dan perhitungan harus dibuat. Perencanaan dan perhitungan untuk mesin pencacah singkong tersebut diberikan di bawah ini :

A. Menghitung Keliling piring pencacah

Tujuan menghitung keliling piring pencacah adalah untuk mengetahui kecepatan linier piring, menghitung daya dan sistem transmisi, dan memastikan kapasitas dan efisiensi kerja mesin pencacah singkong sesuai dengan kebutuhan produksi. Dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$k = \pi \times d \dots\dots\dots \text{pers.1}$$

dimana:

k = keliling piring pencacah (m)

d = diameter piring pencacah (m)

B. Menghitung Pulley dan V-Belt

Diameter pulley, kecepatan putar (RPM), dan rasio transmisi adalah beberapa parameter penting yang mempengaruhi kinerja dan efisiensi sistem. Semua parameter ini mempengaruhi bagaimana torsi dan kecepatan ditransmisikan antara pulley penggerak dan pulley yang digerakkan. Persamaan berikut digunakan:

a) Diameter Pulley

$$n_2 = (n_1 \times d_1) / d_2 \dots\dots\dots \text{pers.2}$$

dimana:

d1 = diameter pulley penggerak (m)

d2 = diameter pulley yang digerakkan (m)

n1 = putaran pulley penggerak (rpm)

n2 = putaran pulley yang digerakkan (rpm)

b) Kecepatan v-belt

$$v = \frac{\pi \times d \times n}{60} \dots\dots\dots \text{pers.3}$$

dimana:

v = kecepatan v-belt (m/s)

d = diameter pulley (m)

n = putaran pulley (rpm)

c) Menghitung panjang v-belt

$$L = \pi (r_1 + r_2) + 2x + \frac{(r_1 - r_2)^2}{x} \dots\dots\dots \text{pers.4}$$

dimana:

L = panjang v-belt (m)

r = jari-jari pulley (m)

x = jarak antara pusat dua pulley (m)

d) Daya dan tegangan transmisi pulley

$$P = (T_1 - T_2) v \dots\dots\dots \text{pers.5}$$

dimana:

P = daya transmisi (Kw)

v = kecepatan v-belt (m/s)

T1 = tegangan v-belt pada sisi kancang (N)

T2 = tegangan v-belt pada sisi longgar (N)

C. Menghitung Poros Lengan Penggerak

Poros adalah komponen mekanik berbentuk batang yang berfungsi sebagai transmisi putaran atau daya antara komponen mesin. Persamaan berikut digunakan:

a) Menghitung Torsi

$$T = \frac{P \times 60}{2 \pi N} \dots\dots\dots \text{pers.6}$$

Dimana:

T = Torsi Pada Poros (Nm)

P = Daya (W)

n = Kecepatan Poros (rpm)

b) Diameter Poros pers.7

$$d^3 = \frac{T \times 16}{\pi \times \tau}$$

Dimana:

d = Diameter Poros (m)

T = Torsi Pada Poros (Nm)
 τ = Tegangan Geser Material (Mpa)

D. Daya Motor

Daya motor (P) ditentukan dari kebutuhan torsi dan kecepatan putar poros utama berdasarkan rumus dasar mekanika daya rotasi:

$$P = \frac{T \times n}{9550} \dots\dots\dots \text{pers.8}$$

Dimana:

P = Daya (kW)

T = Torsi (Nm)

n = Putaran poros (rpm)

Konstanta 9550 berasal dari konversi satuan dalam rumus daya rotasi.

Contoh: Untuk mendapatkan torsi sebesar 9,28 Nm pada poros dengan putaran 768 rpm:

$$P = T = \frac{9,28 \times 768}{9550} = 0,746 \text{ kW}$$

Namun karena sistem transmisi mengalami efisiensi dan beban ringan (kapasitas kecil), maka digunakan motor dengan daya minimum yaitu 0,2 kW. Artinya, perhitungan mempertimbangkan rasio pengurangan dan efisiensi mesin (konservatif), serta efisiensi transmisi yang tinggi dengan V-belt.

E. Torsi

Pada mesin pencacah singkong dihitung berdasarkan daya motor dan kecepatan putaran poros. Torsi ini sangat penting karena menjadi indikator seberapa besar gaya puntir yang dibutuhkan agar pisau mampu mencacah singkong secara efektif.

a.) Perhitungan Torsi

Torsi dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$T = \frac{9550 \times P}{n} \dots\dots\dots \text{pers.9}$$

Dengan:

T = Torsi (Nm)

P = Daya motor (kW)

n = Putaran poros (rpm)

Angka 9550 adalah konstanta dari konversi satuan (untuk P dalam kW dan n dalam rpm)

Contoh: Jika motor memiliki daya 0,2 kW dan kecepatan putaran poros 768 rpm, maka torsi dihitung sebagai berikut:

$$T = \frac{9550 \times 0,2}{768} = 2,49 \text{ Nm} \dots\dots\dots \text{pers.10}$$

Namun, dalam desain ini, torsi akhir yang dihasilkan adalah 9,28 Nm, yang menunjukkan bahwa nilai tersebut sudah melalui rasio reduksi dari sistem transmisi (pulley dan V-belt), sehingga torsi meningkat saat sampai di poros pencacah.

b.) Perhitungan Gaya Tekanan Mata Pisau

Setelah torsi diketahui, besar gaya potong (F) pada mata pisau dapat dihitung menggunakan rumus hubungan momen:

$$F = \frac{T}{r} \dots\dots\dots \text{pers.11}$$

Dengan:

F = Gaya potong atau gaya tekan mata pisau (N)

T = Torsi pada poros (Nm)

r = Jari-jari piringan tempat pisau terpasang (m)

Contoh: Jika jari-jari piringan adalah 8 cm (0,08 m), maka gaya potong:

$$F = \frac{9,28}{0,08} \dots = 116 \text{ N} \dots \dots \dots \text{pers.12}$$

Artinya, gaya sebesar 116 Newton dibutuhkan agar mata pisau mampu memotong singkong saat piringan berputar dengan torsi 9,28 Nm. Gaya ini juga menjadi dasar untuk memastikan bahwa struktur poros, pisau, dan pengikatnya cukup kuat dalam menahan beban kerja saat beroperasi.

F. Safety Factor

Faktor keamanan (safety factor) digunakan untuk mengetahui seberapa aman suatu desain terhadap tegangan yang terjadi selama pengoprasian. Rumus yang digunakan adalah :

$$\text{Safety Factor (SF)} = \frac{\text{Tegangan Izin}}{\text{Tegangan Kerja}} \dots \dots \dots \text{pers.13}$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penyusunan *List of Requirement*

Hasil penelitian mesin pencacah singkong menghasilkan daftar kebutuhan yang disusun dan digunakan sebagai dasar pengembangan produk. Daftar kebutuhan pengembangan mesin pencacah singkong disajikan dalam tabel 2.

Tabel 2. Daftar Kebutuhan (*List of Requirement*)

No	Uraian Kebutuhan	S/H	Keterangan
1	Spesifikasi dan Geometri	S	a. Dimensi mesin pencacah singkong yang disesuaikan dengan standar
		H	b. Bentuk mesin pencacah singkong seperti yang diharapkan
2	Aman dan Nyaman	S	a. Frame yang kuat dapat menahan beban yang berat
		H	b. Praktis untuk digunakan.
3	Material dan Komponen	H	a. Material dan bagian alat sangat mudah didapat di pasaran.
4	Fungsi	H	a. Berfungsi sebagai mesin pencacah singkong kontemporer yang berfungsi sebagai pengganti metode tradisional.
		H	b. Semua komponen mudah dipasang
5	Pemeliharaan	H	a. Setiap komponen mudah dibersihkan.
6	Manufaktur	H	a. Semua komponen bisa di manufaktur dengan cara konvensional dan non konvensional
7	Keamanan	S	a. Memastikan keselamatan operator dan lingkungan sekitar selama alat beroperasi.

Keterangan:

S = Syarat

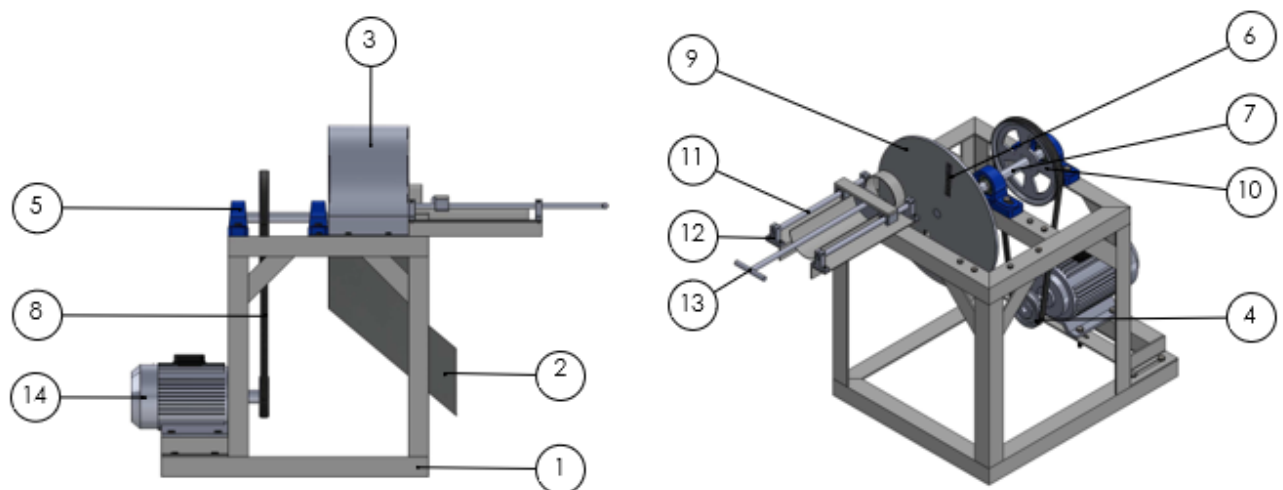
H = Harapan

3.2 Pemilihan Konsep Desain Mesin Pencacah Singkong

Dalam penelitian ini, dibuat dua konsep desain untuk membuat mesin pencacah singkong dengan motor listrik. Berdasarkan kriteria pemilihan konsep, salah satu dari kedua ide ini akan dipilih sebagai yang terbaik. Spesifikasi yang telah diuraikan sebelumnya digunakan untuk menentukan standar seleksi, yang mencakup hal-hal seperti biaya, perawatan, manufaktur, dan pengoperasian.

a) Konsep Mesin Pencacah Singkong A

Konsep desain Mesin pencacah singkong A ini memiliki struktur rangka yang ringan dan efisien, dan dimensinya disesuaikan agar dapat digunakan dengan baik dalam ruang kerja yang terbatas. Rangka, penutup pisau, piringan pemotong, motor penggerak, bearing, pulley besar, sabuk (belt), poros piringan, rel dudukan, bantalan pulley, laci dudukan singkong, pemandu laci, handle pendorong, dan pulley kecil adalah empat belas bagian utama dari konsep ini. Gambar 1 menunjukkan gambar desain mesin A. Rangka mesin dibangun menggunakan baja siku sebagai penopang utama seluruh komponen. Motor listrik dengan daya 0,27 HP digunakan sebagai penggerak. Pulley kecil dihubungkan ke pulley besar melalui sabuk V-belt, dan putaran diteruskan ke poros piringan pemotong. Piringan pemotong adalah bagian penting dari proses pencacahan singkong, dan dilengkapi dengan dua mata pisau. Untuk menjaga kestabilan putaran, poros piringan ditopang oleh dua bantalan, juga dikenal sebagai bearing. Saat singkong didorong menuju piringan, laci dudukan singkong bergerak di atas rel dan diatur oleh pemandu laci agar arah gerak tetap lurus. Bagian atas piringan memiliki penutup pisau untuk keamanan. Untuk menekan singkong ke arah pisau, handle pendorong digunakan secara manual. Kekokohan rangka, efisiensi ruang, dan keamanan penggunaan adalah semua keuntungan dari desain mesin A.



Gambar 3. Mesin Pencacah Singkong A

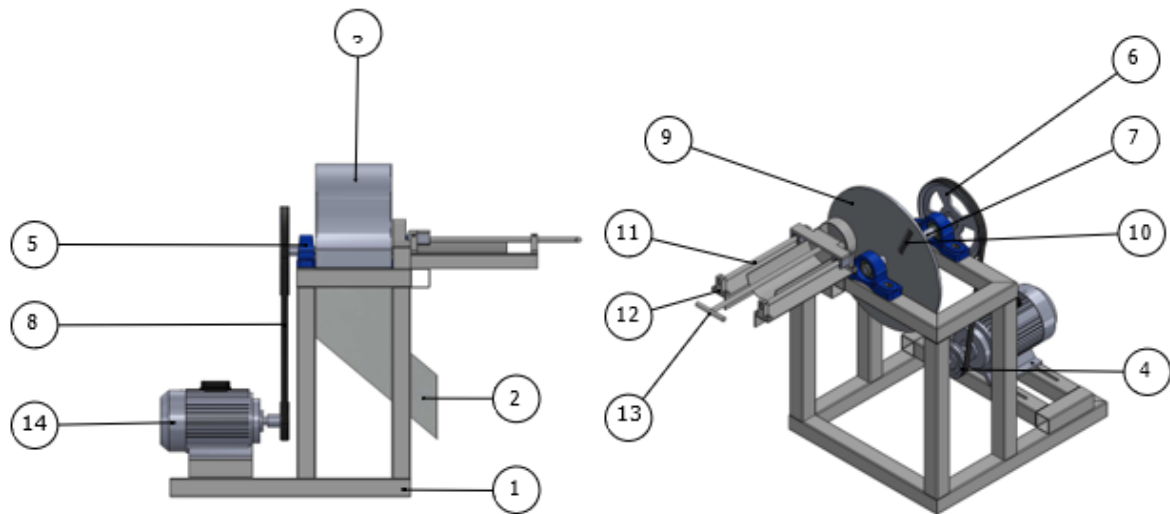
Tabel 3. Nama Bagian Mesin Pencacah Singkong Konsep A

<i>ITEM NO</i>	<i>PART NUMBER</i>	<i>ITEM NO</i>	<i>PART NUMBER</i>
1	Rangka siku	8	Sabuk V-belt
2	Pelindung/pelat pengarah bawah	9	Piringan
3	Penutup piringan + pisau	10	<i>Pulley</i> besar
4	<i>Pulley</i> kecil	11	Rel pendorong
5	Bearing	12	Pendorong manual
6	Mata Pisau	13	Pegangan Pendorong
7	Poros Utama	14	Motor Listrik

b) Konsep Desain Mesin Pencacah Singkong B

Konsep kedua desain mesin pencacah singkong secara prinsip memiliki komponen yang mirip dengan mesin A, namun terdapat beberapa perbedaan dari segi struktur dan penataan. Konsep ini juga terdiri dari empat belas bagian utama, yaitu: rangka, penutup pisau, penutup piringan, motor penggerak, bearing, pulley besar, sabuk, poros piringan, rel dudukan, bantalan pulley, laci dudukan singkong, pemandu laci, handle pendorong, dan pulley kecil. Tampilan desain B ditampilkan pada Gambar 2. Rangka mesin pada desain B menggunakan material holo, namun bentuk dan konstruksinya lebih terbuka dan terlihat kurang diperkuat dibanding desain A, sehingga menimbulkan potensi kurangnya

kestabilan saat mesin beroperasi. Mesin ini juga menggunakan motor listrik sebagai penggerak utama yang dihubungkan ke pulley kecil, lalu ke pulley besar dan piringan pemotong. Meskipun dilengkapi penutup piringan sebagai tambahan pengaman, letaknya kurang menutup penuh bagian pemotong. Selain itu, desain rangka dan tata letak laci serta rel terlihat lebih panjang dan kurang efisien dalam penggunaan ruang. Oleh karena itu, dari segi kekokohan rangka, keamanan, dan efisiensi desain, mesin A lebih unggul dan direkomendasikan sebagai pilihan utama.



Gambar 4. Mesin Pencacah Singkong Konsep B

Tabel 4. Nama Bagian Mesin Pencacah Singkong Konsep B

<i>ITEM NO</i>	<i>PART NUMBER</i>	<i>ITEM NO</i>	<i>PART NUMBER</i>
1	Rangka holo	8	Sabuk V-belt
2	Pelindung/pelat pengarah bawah	9	Piringan
3	Penutup piringan + pisau	10	Pully besar
4	<i>Pulley</i> kecil	11	Rel pendorong
5	Bearing	12	Pendorong manual
6	Mata Pisau	13	Pegangan Pendorong
7	Poros Utama	14	Motor Listrik

Dibawah ini disajikan tabel yang memperlihatkan secara rinci perbedaan antara Konsep A dan Konsep B dalam perancangan mesin pencacah singkong. Perbedaan ini mencakup aspek struktur rangka, jenis motor, bahan pisau, ukuran komponen transmisi, serta efisiensi dan keamanan desain, yang menjadi dasar dalam pemilihan konsep terbaik untuk diimplementasikan.

<i>KOMPONEN</i>	<i>KONSEP A</i>	<i>KONSEP B</i>
Rangka	Baja siku	Besi holo
Motor	Motor listrik 0,2 kW (0,27 HP)	Motor listrik 0,09 kW (0,12 HP)
Bahan Pisau	Baja tahan aus, 2 buah	Baja Karbon
Jenis Pisau	Mata pisau lurus pada piringan	Mata pisau lurus pada piringan
Bearing	2 buah, menopang poros	2 buah, menopang poros
Pulley Kecil	Ø 4,8 mm	Ø 4,8 mm

Pulley Besar	Ø 17,5 mm	Ø 10 mm
Struktur Keseluruhan	Rangka kokoh dan stabil	Rangka terbuka, kurang stabil
Efisiensi Ruang	Kompak, ergonomis	Lebih panjang dan tidak efisien
Pelindung Pisau	Menutup penuh bagian pemotong	Kurang menutup penuh

Setelah merancang dua konsep mesin pencacah singkong, proses pemilihan konsep dilakukan menggunakan model matriks keputusan dengan tahapan penilaian konsep. Berdasarkan metode Ulrich untuk pemilihan konsep, terdapat dua langkah utama, yaitu penyaringan konsep diikuti oleh penilaian konsep. Namun, dalam penelitian ini, hanya dilakukan tahap penilaian konsep tanpa penyaringan, karena hanya terdapat dua konsep yang dibandingkan. Proses pemilihan konsep desain dilakukan melalui evaluasi terhadap konsep desain yang ada. Dalam tabel 7 dijelaskan bobot kriteria seleksi yang telah dianalisis sebelumnya, sebagai berikut:

Tabel 5. Kriteria Bobot Konsep Desain

Kriteria Seleksi	Bobot	Keterangan
Manufaktur	30%	Setiap konsep desain akan diberikan bobot sebesar 30%, karena kemudahan dalam perakitan sangat memengaruhi jumlah pekerjaan yang dibutuhkan, yang pada akhirnya berdampak pada biaya produksi.
Pengoperasian	35%	Setiap konsep desain akan diberi bobot sebesar 35%, dengan penekanan pada aspek operasional. Hal ini untuk memastikan mesin dirancang agar mempermudah operator dalam pengoperasiannya.
Perawatan	20%	Setiap konsep desain akan diberi bobot sebesar 20%, karena alat ini diharapkan mudah dirawat sehingga setelah penggunaannya tidak memperpanjang waktu kerja secara signifikan.
Biaya	15%	Setiap konsep desain akan diberikan bobot sebesar 15%, karena aspek biaya hanya digunakan untuk mengetahui total pengeluaran dan mencari opsi yang paling ekonomis.

Berikut tabel matriks penilaian konsep desain mesin pencacah singkong yang telah disesuaikan dengan aspek-aspek penilaian serta bobot pemilihan yang telah ditentukan.

Tabel 6. Matrix Penilaian Konsep

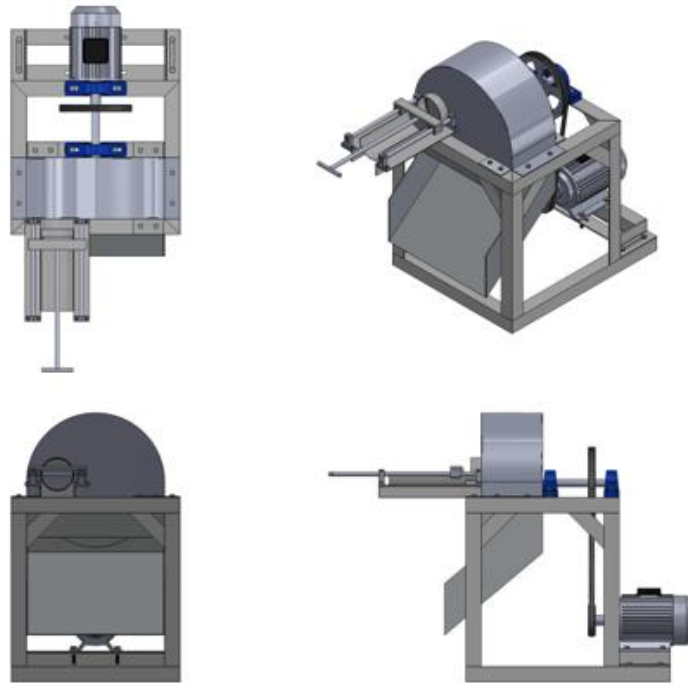
Keiteria Seleksi	Bobot (%)	Konsep A		Konsep B		Existing	
		Rate	Skor Bobot	Rate	Skor Bobot	Rate	Skor Bobot
Manufaktur	30%	5	1,5	3	0,9	3	0,9
Pengoperasian	35%	5	1,75	3	1,05	3	1,05
Perawatan	20%	4	0,8	3	0,6	3	0,6
Biaya	15%	4	0,6	3	0,45	3	0,45
Bobot Total				100%			
Nilai Absolut		18	4,65	12	3	12	3
Nilai Relatif (%)		43 %	44 %	28 %	28 %	28 %	28 %

Penilaian konsep didasarkan pada data yang diperoleh dari jawaban kuesioner. Data ini mencerminkan preferensi dan kebutuhan pengguna, yang kemudian digunakan untuk memberikan bobot penilaian pada setiap aspek yang

dinilai. Dari tabel 8 matrix penilaian konsep dapat disimpulkan bahwa konsep desain yang dipilih adalah konsep desain A. Konsep ini memiliki nilai relatif (skor bobot) sebesar 44 % dan nilai absolut (skor bobot) sebesar 4,65.

3.3 Desain Konsep Terpilih

Berdasarkan hasil analisis mendalam menggunakan metode ulrich dan epinger, konsep desain A dipilih sebagai solusi terbaik karena memiliki berbagai keunggulan yang mencakup kemudahan dan efisiensi dalam proses manufaktur, stabilitas serta efektivitas operasional, kemudahan perawatan, dan kemampuan untuk menekan biaya pembuatan.



Gambar 5. Mesin Pencacah Singkong Konsep A (Terpilih)

3.4 Perhitungan Mesin Pencacah Singkong

Berdasarkan Berdasarkan Berdasarkan persamaan yang telah dijelaskan di atas, hasil perhitungan menunjukkan bahwa mekanisme mesin pencacah singkong ini dirancang untuk memenuhi kebutuhan pencacahan dengan kapasitas dan efisiensi yang optimal. Mesin ini menggunakan 2 buah pisau berukuran 10 cm dengan kecepatan putaran 2800 rpm, sehingga mampu bekerja secara maksimal sesuai dengan parameter desain yang telah ditentukan. Dengan konfigurasi tersebut, proses pencacahan singkong dapat berlangsung secara efektif dan menghasilkan cacahan yang seragam sesuai kebutuhan Hasil perhitungan mesin pencacah singkong dapat dilihat pada tabel 9 berikut.

Tabel 7. Perhitungan Mesin Pencacah Singkong

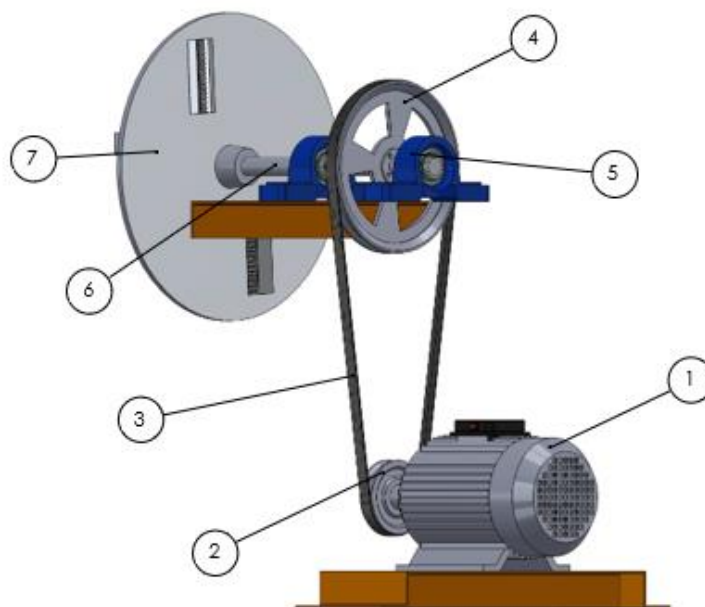
No	Perhitungan Mesin Pencacah Singkong	Nilai	Unit
1	Motor		
a.	Daya	0,2	kW
b.	Kecepatan Output	2800	rpm
2	Poros Lengan		
a.	Kecepatan Poros	768	Rpm
b.	Torsi	9,28	Nm
c.	Diameter Poros	16	mm
3	Pulley		
a.	Diameter Pulley Motor	4,8	mm

b.	Diameter Pulley poros	17,5	mm
c.	Panjang V-Belt	820	mm
d.	Kecepatan V-Belt	26,1	m/s
e.	Daya	0,2	kW
e.	Tegangan V-Belt	61,3	N

3.5 Prinsip Kerja Mesin Pencacah Singkong

Prinsip kerja mesin pencacah singkong bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam mencacah umbi singkong dibandingkan metode manual. Dengan prinsip kerja ini, mesin pencacah singkong mempercepat proses, meningkatkan keseragaman hasil, dan mengurangi beban kerja operator[11]. Prinsip kerja mesin pencacah singkong dapat dijelaskan melalui gambar dan diagram skema yang terlampir berikut:

A. Prinsip Kerja Mekanika Mesin Pencacah Singkong



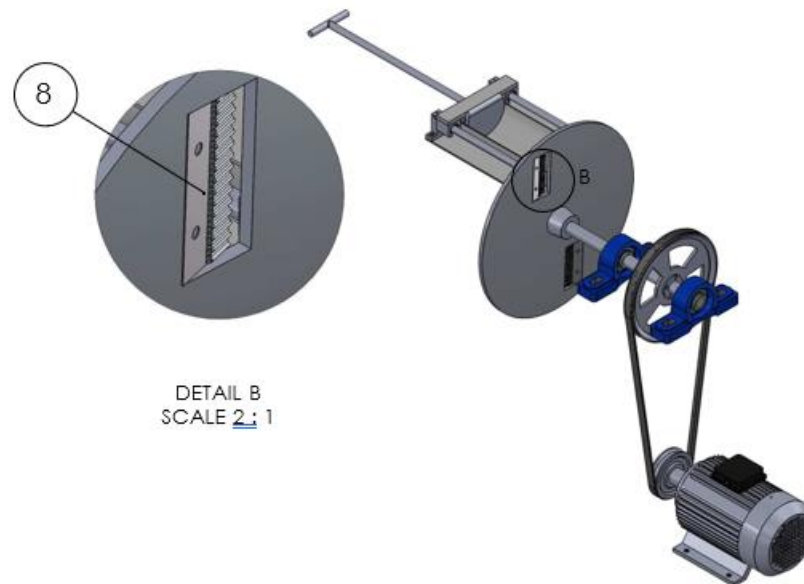
Gambar 6. Kerja Mekanika Mesin Pencacah Singkong

Tabel 8. Nama Bagian Kerja Mekanika Mesin Pencacah Singkong

<i>ITEM NO</i>	<i>PART NUMBER</i>	<i>ITEM NO</i>	<i>PART NUMBER</i>
1	Motor Listrik	5	Bantalan
2	Puli Kecil	6	Poros Utama
3	Sabuk V-belt	7	Piringan
4	Puli Besar		

Mekanisme Mesin Pencacah Singkong Mesin pencacah singkong bekerja berdasarkan prinsip transmisi daya dan rotasi. Motor listrik menghasilkan putaran yang diteruskan melalui pulley dan sabuk untuk memutar poros utama. Poros ini terhubung dengan pisau pencacah, yang memotong singkong menggunakan gaya geser dan gaya sentrifugal. Poros didukung bantalan (bearing) untuk menjaga kelancaran dan kestabilan rotasi[12]. Torsi dari motor harus cukup besar agar mampu mencacah singkong tanpa menyebabkan mesin macet atau panas berlebihan.

B. Prinsip Kerja Pencacah Singkong



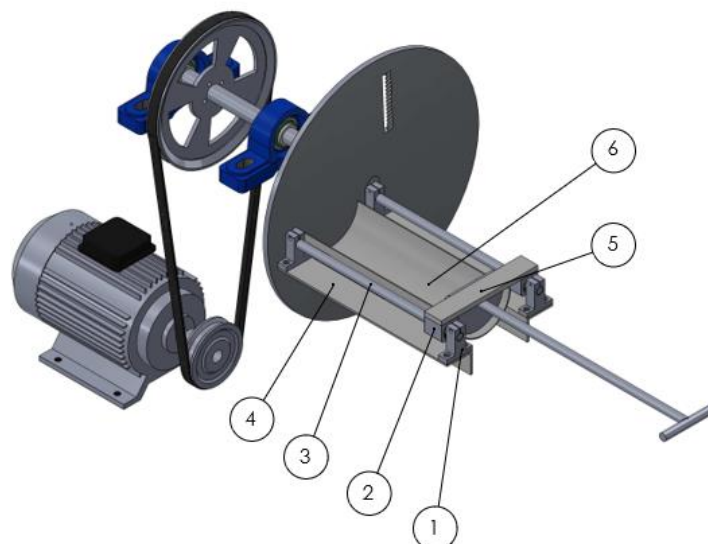
Gambar 7. Kerja Pencacah Singkong

Tabel 9. Nama Bagian Kerja Pencacah Singkong

<i>ITEM NO</i>	<i>PART NUMBER</i>
1	Mata Pisau Pencacah

Kerja pencacah singkong menggunakan prinsip pemotongan rotasional, untuk mendapatkan gerak putaran pada piringan dan mata pisau menggunakan motor listrik sebagai penggerakannya[13]. Di mana pisau yang berputar dengan kecepatan tinggi memotong singkong secara terus-menerus. Pisau terbuat dari baja tahan aus dan terpasang secara radial pada poros, menciptakan gaya geser saat memotong. Singkong ditekan ke arah pisau oleh gravitasi dan tekanan dari hopper, lalu terpotong melintang sesuai kecepatan putar dan jumlah mata pisau. Hasil cacahan jatuh ke bawah secara gravitasi melalui saluran keluar. Sistem ini efisien, menghasilkan potongan seragam, dan minim penyumbatan.

C. Prinsip Kerja Pendorong Singkong



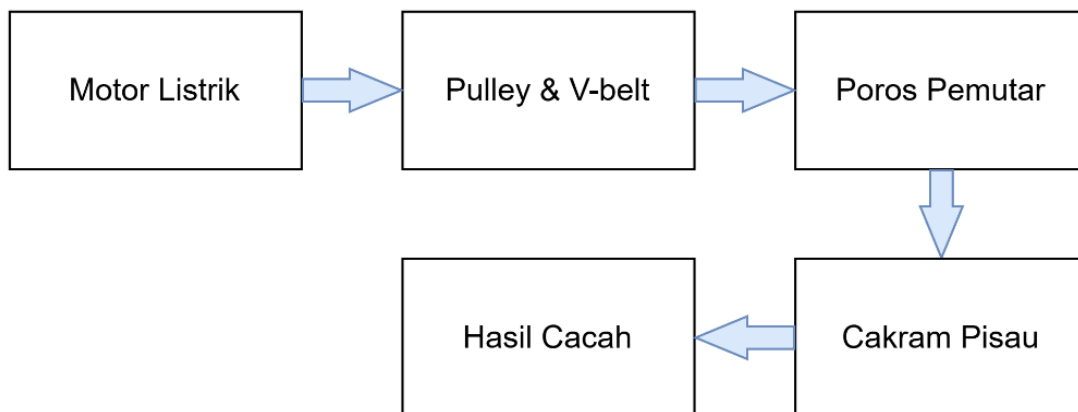
Gambar 8. Kerja Pendorong Singkong

Tabel 10. Nama Bagian Kerja Pendorong Singkong

<i>ITEM NO</i>	<i>PART NUMBER</i>	<i>ITEM NO</i>	<i>PART NUMBER</i>
1	Rel Dasar Pendorong	4	Siku
2	Slider Pendorong	5	Plat
3	Rel Penuntun Atas	6	Pipa/Alas pendorong

Kerja mekanis pendorong berfungsi untuk mendorong singkong pada dudukan pisau agar proses pencacahan berjalan efektif, aman, dan lancar[14]. Umumnya, pendorong bersifat manual berupa tuas atau batang tekan yang dioperasikan tangan. Tekanan yang diberikan bersifat linier dan cukup ringan karena singkong cenderung rapuh. Selain membantu aliran bahan, pendorong juga mencegah tangan operator masuk ke ruang potong. Untuk pengembangan, pendorong dapat dibuat otomatis menggunakan pegas, ulir, atau aktuator pada mesin berkapasitas besar.

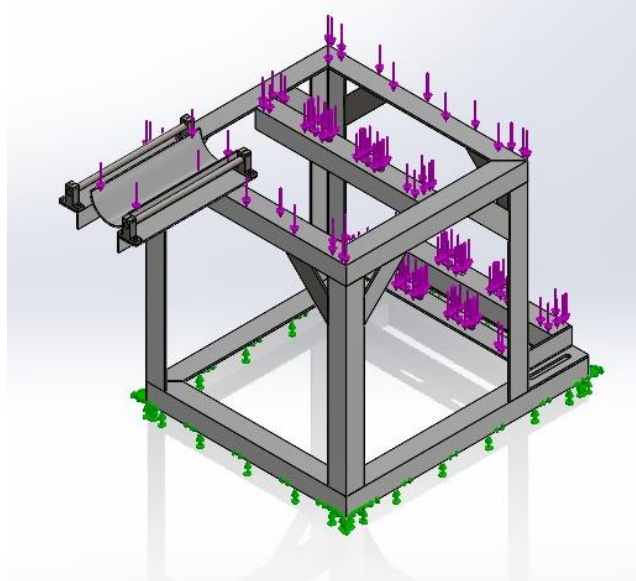
Skema Gambar 9 di bawah ini menunjukkan gerakan mesin pencacah singkong. Alur mekanisme kerja mesin yang dimaksudkan untuk meningkatkan efisiensi proses pencacahan singkong secara otomatis digambarkan di sini. Motor listrik memulai proses dengan menggerakkan pulley melalui V-belt. Gerakan ini dikirim ke poros pemutar, yang mengirimkan putaran ke cakram pisau. Cakram pisau kemudian berputar dan mencacah singkong yang masuk, menghasilkan potongan singkong.

**Gambar 9.** Skema Gerakan Mesin Pencacah Singkong

Mekanisme kerja mesin pencacah singkong diawali oleh motor listrik yang berfungsi sebagai sumber tenaga utama penggerak sistem. Energi mekanik yang dihasilkan oleh motor kemudian disalurkan melalui sistem transmisi berupa pulley dan belt, yang berperan dalam meneruskan serta menyesuaikan kecepatan putaran sesuai kebutuhan operasional mesin. Putaran dari pulley selanjutnya diteruskan ke poros pemutar, yang merupakan komponen utama dalam menggerakkan bagian pemotong. Poros pada mesin ini berfungsi sebagai pemindah putaran yang berasal dari putaran motor[15]. Poros ini terhubung langsung dengan cakram pemotong (disc blade) yang dilengkapi pisau-pisau tajam dan dirancang khusus untuk mencacah umbi singkong. Saat mesin beroperasi, singkong yang dimasukkan ke dalam mesin akan langsung bersentuhan dengan cakram pemotong yang berputar, sehingga mengalami proses pencacahan secara cepat dan merata. Hasil dari proses ini berupa potongan-potongan singkong berukuran kecil, yang kemudian keluar melalui saluran pembuangan di bagian bawah mesin dan siap untuk digunakan dalam proses berikutnya.

3.6 Analisa Simulasi Kekuatan Rangka Pada Mesin Pencacah Singkong

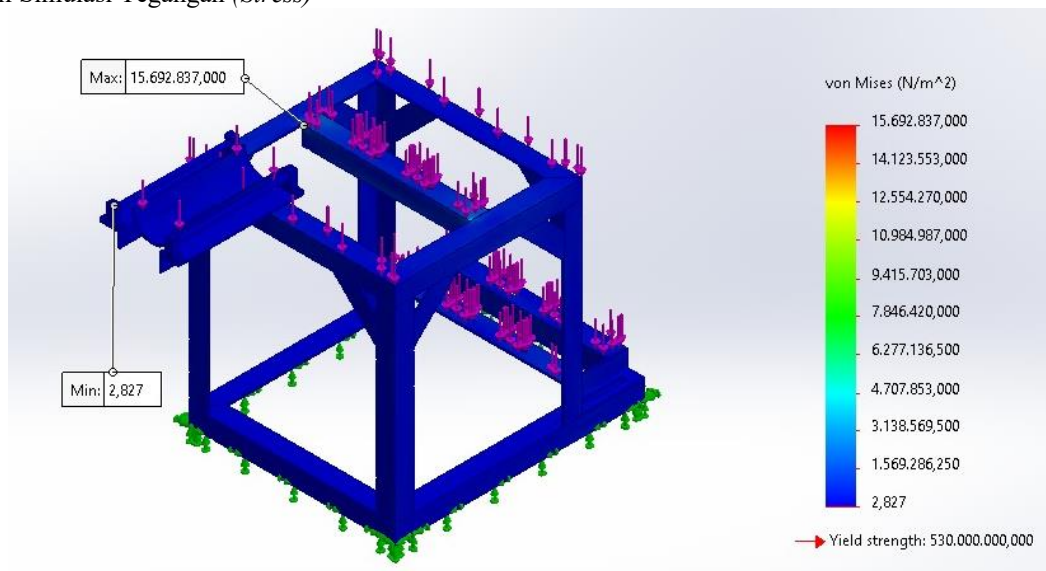
Pada rangka mesin pencacah singkong ini menggunakan material *galvanized steel*. Analisis pembebanan pada rangka dilakukan untuk mengetahui besarnya regangan, perubahan bentuk, dan faktor keamanan menggunakan aplikasi simulasi kekuatan material. Perhitungan kekuatan rangka didasarkan pada dimensi desain yang telah dibuat. Simulasi pembebanan pada rangka alat tanam padi ini dapat dilihat pada gambar 10 berikut, yang menggambarkan distribusi beban dan tegangan yang terjadi selama alat beroperasi.



Gambar 10. Pembebanan Rangka

Hasil simulasi analisis rangka ini menunjukkan nilai maksimum dan minimum *strain*, *displacement* serta *safety factor* yang dapat dilihat secara langsung di layar .

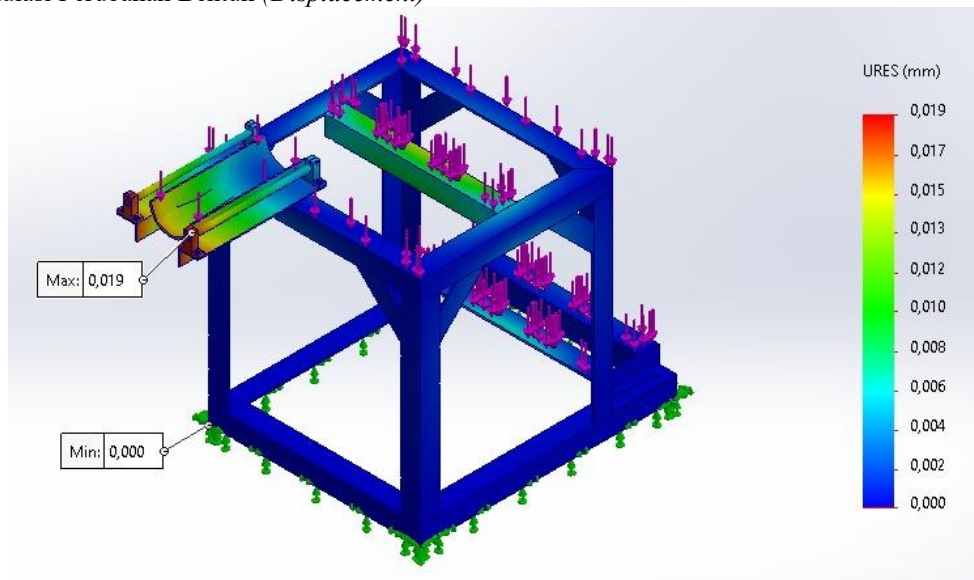
1. Hasil Simulasi Tegangan (*Stress*)



Gambar 11. Simulasi Stress

Gambar 11 menampilkan hasil simulasi maksimum *stress* sebesar 15,692 yang ditunjukkan dengan warna merah pada diagram, mengindikasikan nilai jauh dari batas kekuatan maksimum material. Sementara itu, *strain* minimum sebesar 2,827 ditunjukkan dengan warna biru pada diagram, menandakan area tanpa pembebanan.

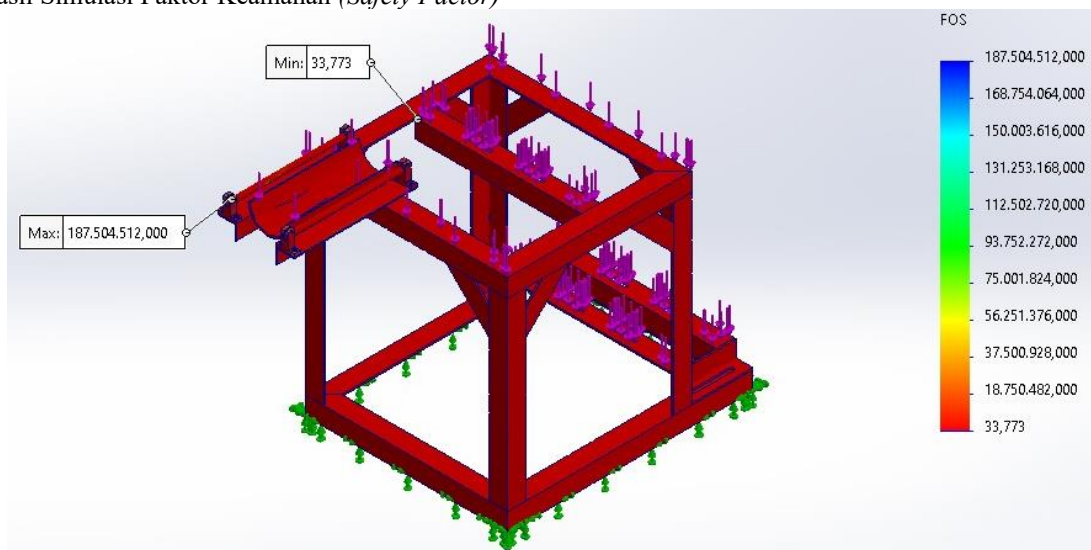
2. Hasil Simulasi Perubahan Bentuk (*Displacement*)



Gambar 12. Simulasi Perubahan Bentuk (*Displacement*)

Berdasarkan hasil simulasi, displacement maksimum pada rangka alat tanam padi dengan material *galvanis steel* mencapai 0,019 mm, sebagaimana ditunjukkan pada gambar 12 dengan area berwarna merah yang menandakan zona dengan pembebanan tinggi. Sebaliknya, *displacement* minimum sebesar 0 mm terlihat pada area dengan warna biru, yang menunjukkan bahwa pembebanan pada bagian tersebut relatif rendah atau tidak signifikan.

3. Hasil Simulasi Faktor Keamanan (*Safety Factor*)



Gambar 13. Simulasi Faktor Keamanan (*Safety Factor*)

Berdasarkan hasil analisis pada gambar 13, penentuan faktor keamanan (*safety factor*) untuk memastikan bahwa suatu desain dapat dianggap aman dilakukan melalui perhitungan berikut:

$$\text{Tegangan kerja } (\sigma_{\text{kerja}}) = 15.692.837,000 \text{ N/m}^2$$

Ubah ke satuan Mpa :

$$(\sigma_{\text{kerja}}) = \frac{15.692.837}{1.000.000} = 15,69 \text{ Mpa}$$

Bahan AISI 1045
kita ambil nilai yield strength (σ_y) = 350 Mpa

faktor keamanan minimum 1, maka :

$$(\sigma_{iz}) = \frac{350}{1} = 350$$

$$\begin{aligned} \text{Safety Factor (SF)} &= \frac{\text{Tegangan Izin}}{\text{Tegangan Kerja}} \\ &= \frac{350}{15,69} = 22,3072 \end{aligned}$$

Desain dikategorikan aman apabila faktor keamanannya lebih besar dari 1, dan dianggap tidak aman jika kurang dari 1. Berdasarkan hal tersebut, desain rangka alat tanam padi dengan penggerak mesin bensin konsep A di atas dapat dianggap aman dan siap untuk proses perakitan komponen, karena faktor keamanan yang dimilikinya sebesar 22 yang melebihi angka 1.

3.7 Pembahasan

Dalam upaya meningkatkan efisiensi waktu dan tenaga dalam proses pengolahan singkong untuk produksi bahan baku samiler, telah dirancang sebuah konsep mesin pencacah singkong berbasis motor listrik. Desain ini ditujukan sebagai solusi terhadap permasalahan pada proses pencacahan manual, seperti keterbatasan tenaga kerja, rendahnya efisiensi waktu kerja, serta ketidakkonsistenan hasil cacahan. Penggunaan mesin ini diharapkan dapat memberikan dampak signifikan dalam meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil potong singkong, khususnya pada industri kecil dan menengah (IKM).

Mesin pencacah singkong ini menggunakan motor listrik dengan daya sebesar 0,2 kW dan kecepatan putaran 2800 rpm. Daya dari motor disalurkan melalui sistem transmisi menggunakan pulley dan sabuk V-belt yang menghasilkan torsi sebesar 9,28 Nm pada poros dengan kecepatan 768 rpm dan diameter poros 16 mm. Panjang sabuk yang digunakan adalah 820 mm dengan kecepatan linier V-belt sebesar 26,1 m/s. Sistem transmisi ini dirancang agar mampu mentransfer tenaga secara efisien dan stabil ke bagian piringan pencacah.

Proses perancangan dilakukan dengan pendekatan metode Ulrich, di mana dilakukan pemilihan dan penilaian terhadap dua konsep desain. Berdasarkan analisis matriks keputusan, konsep desain A terpilih sebagai solusi terbaik dengan nilai absolut 4,65 dan nilai relatif sebesar 44%. Desain ini terdiri dari empat belas komponen utama seperti rangka baja siku, piringan pemotong, motor listrik, pulley, sabuk V-belt, bearing, dan handle pendorong. Mesin ini juga dilengkapi laci dan rel penuntun untuk memastikan posisi singkong saat didorong ke piringan tetap stabil dan presisi.

Analisis kekuatan rangka menggunakan aplikasi simulasi kekuatan material menunjukkan bahwa mesin ini memiliki displacement maksimum sebesar 0,019 mm dan nilai safety factor sebesar 22, yang mengindikasikan bahwa desain sangat aman dan tidak mudah mengalami deformasi saat digunakan dalam kondisi beban kerja nyata. Simulasi ini mendukung bahwa mesin dapat dioperasikan secara berkelanjutan tanpa risiko kerusakan struktural. Dari segi fungsionalitas, mesin ini mampu mencacah singkong dengan hasil yang lebih seragam dan cepat dibandingkan pencacahan manual. Prinsip kerjanya sederhana: motor memutar piringan pemotong yang dilengkapi dengan mata pisau, dan singkong didorong secara manual menggunakan handle hingga mengenai pisau berputar dan tercacah secara merata. Untuk menjaga keselamatan pengguna, desain juga telah dilengkapi dengan pelindung pisau dan penutup piringan.

Jika di kemudian hari dibutuhkan penyesuaian kapasitas atau ukuran potongan singkong, komponen seperti piringan pemotong, pulley, dan poros dapat dimodifikasi sesuai kebutuhan produksi. Dengan fleksibilitas ini, mesin pencacah singkong dirancang tidak hanya untuk efisiensi, tetapi juga adaptif terhadap skala produksi yang berbeda. Secara keseluruhan, desain mesin ini diharapkan mampu menjadi teknologi tepat guna yang aplikatif, ekonomis, dan mendukung peningkatan produktivitas IKM dalam pengolahan singkong menjadi bahan baku samiler di wilayah pedesaan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan analisis yang telah dilakukan terhadap mesin pencacah singkong untuk produksi bahan baku samiler, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Mesin pencacah singkong ini dirancang menggunakan motor listrik sebagai sumber penggerak utama dengan daya sebesar 0,2 kW dan kecepatan putaran 2800 rpm. Sistem transmisi menggunakan pulley dan sabuk V-belt yang dirancang untuk menghasilkan torsi sebesar 9,28 Nm dengan kecepatan putaran poros 768 rpm dan diameter poros 16 mm. Desain ini terbukti mampu memberikan performa yang stabil dan efisien untuk proses pencacahan singkong.
2. Melalui metode Ulrich dan analisis matriks keputusan, konsep desain A dipilih sebagai desain terbaik dengan nilai absolut 4,65 dan nilai relatif 44%. Konsep ini unggul dalam aspek kekokohan rangka, efisiensi ruang, kemudahan perawatan, dan keamanan penggunaan. Desain A juga memiliki struktur yang sederhana dan ergonomis, menjadikannya cocok untuk operasional di industri kecil dan menengah.
3. Mesin ini mampu mencacah singkong dengan lebih cepat dan seragam dibandingkan cara manual. Prinsip kerja yang mengandalkan putaran piringan pemotong membuat proses pencacahan lebih efisien. Desain juga memungkinkan fleksibilitas dalam penggantian atau penyesuaian komponen jika di kemudian hari dibutuhkan perubahan kapasitas atau ukuran potongan singkong.
4. Perancangan mesin ini memberikan solusi tepat guna bagi pelaku industri kecil dan menengah, khususnya di wilayah pedesaan, dalam memproduksi bahan baku samiler secara efisien, hemat tenaga, dan waktu. Mesin ini juga berpotensi meningkatkan produktivitas serta kualitas hasil produksi, sekaligus mendukung pertumbuhan ekonomi lokal melalui teknologi sederhana namun efektif.

Dengan demikian, mesin pencacah singkong yang telah dirancang dapat dijadikan alternatif modern pengganti metode pencacahan manual yang selama ini masih digunakan, serta mampu memberikan kontribusi nyata dalam mendukung peningkatan produksi makanan berbahan dasar singkong secara efisien dan berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yang telah memberikan ilmu dan wawasan yang bermanfaat, serta kepada teman-teman saya yang telah membantu saya dalam menyelesaikan penelitian ini.

REFERENSI

- [1] D. N. Berliani and M. T. Abadi, "Analisis Studi Kelayakan Bisnis pada Usaha Keripik Singkong," *BISMA Bus. Manag. J.*, vol. 1, no. 02, pp. 60–68, 2023, doi: 10.59966/bisma.v1i02.179.
- [2] D. Puspapatriwi and G. C. Monggesang, "Analisis Kelayakan Usaha Keripik Singkong Di CV. Aulia Food Kecamatan Luwuk Kabupaten Banggai," *Celeb. Agric.*, vol. 1, no. 1, pp. 22–28, 2020, doi: 10.52045/jca.v1i1.20.
- [3] N. Syafa'at, S. Mardianto, and P. Simatupang, "Dinamika Indikator Ekonomi Makro Sektor Pertanian Dan Kesejahteraan Petani," *Anal. Kebijak. Pertan.*, vol. 1, no. 1, pp. 62–73, 2003.
- [4] L. Ramadani and Amir, "Inovasi Mesin Pencacah Singkong Menjadi Multi Fungsi," *Konf. Nas. Penelit. dan Pengabd.*, vol. 3, no. 2798–2580, pp. 1121–1127, 2023.
- [5] Silviana, D. Hermawan, N. R. Ismail, and A. R. Fadhilah, "Inovasi Proses Steamer Kerupuk Singkong (Samiler) Dalam Peningkatan Produktifitas Di Ukm Karya Lestari Jaya," *J. Has. Pengabd.*, no. September, pp. 314–323, 2018.
- [6] G. Klutuk, R. T. Rw, and K. Tarik, "Pkms Olahan Singkong ' Samiler Singkong ' Di Desa," *Pros. Semin. Nas. Teknol. dan Sains*, no. 473–478, 2019.
- [7] A. Nugroho and R. N. Agustin, "Inovasi Mesin Perajang Singkong Dengan Kapasitas 15Kg / Jam Dengan Penggerak Motor Listrik," vol. X, no. X.
- [8] Siswadi, A. Nugroho, Kurniawan, and N. Agustin, "Innovation of Cassava Chopping Machine With a Capacity of 15 Kilos Per Hour By Electric Motor," *TRAKSI Maj. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 22, no. 1, pp. 104–118, 2022.
- [9] B. O. Bolaji, S. B. Adejuyigbe, and S. P. Ayodeji, "http://sajie.journals.ac.za," vol. 19, no. May 2008, pp. 169–178.
- [10] S. K. Bello, S. B. Lamidi, and S. A. Oshinlaja, "Design and Fabrication of Cassava Grating Machine," *Int. J. Adv. Sci. Res. Eng.*, vol. 06, no. 10, pp. 162–167, 2020, doi: 10.31695/ijasre.2020.33915.
- [11] P. Kinerja, M. Perajang, and S. Singkong, "Program Studi Teknologi Mekanisme Pertanian Politeknik Enjiniring Pertanian Indonesia(PEPI)," 2022.
- [12] M. Sitorus, P. Study, T. Mesin, and U. M. Area, "PERANCANG MESIN PEMOTONG SINGKONG BENTUK BALOK DEN GAN KAPASIT AS 50kg/JAM TUGASAKHIR," 2014.
- [13] T. A. Adlie, "Perancangan Dan Pembuatan Mata Pisau Perajang Singkong Tipe Vertikal," *Jurutera*, vol. 2, no. 01, pp. 19–26, 2015, [Online]. Available: <https://ejurnalunsam.id/index.php/jurutera/article/view/788>
- [14] F. Azharul, Asep Yandi, and Veriah Hadi, "Perancangan Mesin Pengiris Singkong," *JTTM J. Terap. Tek. Mesin*, vol. 1, no. 2, pp. 41–53, 2020, doi: 10.37373/msn.v1i2.49.
- [15] M. A. D. Prianto, "Pembuatan dan Pengujian Mesin Perajang Singkong Menggunakan Papan Pisau Vertikal dengan Mekanisme Kerja Engkol Peluncur," 2014.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.