

RANCANG BANGUN MESIN PEMARUT KELAPA KAPASITAS 30 KG/JAM

Fikri Zamali^{1*}, Andi Saidah^{2*}

Program Studi Teknik Mesin, Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta

¹Fikrizamali129@gmail.com, ²andisaidah19@gmail.com

Abstract (English)

This study aims to design and analyze the performance of an AC electric coconut grater machine. This machine is equipped with a 60 mm diameter grating knife rotating at a speed of 700 rpm. The shaft material used is S35C carbon steel with a shear stress (σ) of 52 kg/mm. The experimental results show that the time required to grate a coconut with an average thickness of 14 mm and an average mass of 0.40 kg is 39 seconds. This capacity shows that the designed coconut grater machine is able to work efficiently and meet the needs of large-scale industry. This study also recommends several improvements to improve the performance and service life of the coconut grater machine. Increasing the blade material to a material with higher hardness This study aims to design and analyze the performance of an AC electric coconut grater machine. This machine is equipped with a 60 mm diameter grating knife rotating at a speed of 700 rpm. The shaft material used is S35C carbon steel with a shear stress (σ) of 52 kg/mm. The experimental results show that the time required to grate a coconut with an average thickness of 14 mm and an average mass of 0.40 kg is 39 seconds. This capacity shows that the designed coconut grater machine is able to work efficiently and meet the needs of the industry on a large scale. This study also recommends several improvements to improve the performance and service life of the coconut grater machine. Increasing the blade material to a material with higher hardness, such as stainless steel, can increase the blade's resistance to wear.

Abstrak (Indonesia)

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menganalisis kinerja mesin pamarut kelapa listrik AC. Mesin ini dilengkapi dengan pisau parut berdiameter 60 mm yang berputar dengan kecepatan 700 rpm. Bahan poros yang digunakan adalah baja karbon S35C dengan tegangan geser (σ) sebesar 52 kg/mm. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa waktu yang dibutuhkan untuk memarut sebuah kelapa dengan tebal rata-rata 14 mm dan massa rata-rata 0,40 kg adalah 39 detik. Kapasitas ini menunjukkan bahwa mesin pamarut kelapa yang dirancang mampu bekerja dengan efisien dan memenuhi kebutuhan industri dalam skala besar. Studi ini juga merekomendasikan beberapa perbaikan untuk meningkatkan performa dan umur pakai mesin pamarut kelapa. Peningkatan material pisau menjadi material dengan kekerasan lebih tinggi, seperti stainless steel, dapat meningkatkan daya tahan pisau terhadap aus

Article History

Submitted: 21 August 2024

Accepted: 30 August 2024

Published: 31 August 2024

Key Words

Coconutgrater
machine,grating capacity,
S35C shaft material

Sejarah Artikel

Submitted: 21 August 2024

Accepted: 30 August 2024

Published: 31 August 2024

Kata Kunci

mesinpamarut kelapa,
kapasitas pamarutan,
material poros S35C

I. PENDAHULUAN

Kelapa adalah salah satu produksi yang berkembang pesat pengolahannya. Produksi kelapa Indonesia Tahun 2021 (Angka Sementara) sebesar 2,85 juta ton yang berasal dari produksi dari Perkebunan Rakyat (PR) dan Perkebunan Besar Swasta (PBS). Produksi kelapa di Indonesia sebagian besar berasal dari Provinsi Riau baik kelapa dalam maupun kelapa hibrida. Selama lima tahun terakhir Provinsi Riau berkontribusi 11,13% terhadap produksi kelapa dalam nasional. Riau juga berkontribusi 73,52% terhadap produksi kelapa hibrida Indonesia. Produksi kelapa di Indonesia tahun 2022 diperkirakan sebesar 2,86 juta ton. Produksi tersebut diperkirakan mengalami peningkatan selama lima tahun ke depan dengan perkiraan produksi 2,87 juta ton pada tahun 2026. Rata-rata peningkatan produksi kelapa selama lima tahun ke depan (2022-2026) diperkirakan sebesar 0,14% per tahun.

Menurut Badan Karantina Pertanian Indonesia, hampir seluruh bagian kelapa telah diekspor, mulai dari daging kelapa, air kelapa, tempurung kelapa, sabut kelapa, sampai batang kelapa. Dari sistem IQFAST, fasilitasi sertifikasi ekspor produk olahan kelapa tercatat pada periode pandemi, yakni Januari–Mei 2020 telah mencapai 463,5 ribu ton ke puluhan negara yang tersebar di 6 benua. Bukan hanya Indonesia, ada pula 4 negara lain penghasil olahan kelapa di dunia yakni Filipina, India, Brazil dan Srilangka. Namun untuk saat ini, dari catatan Barantan sepanjang 2020, India telah mengimpor olahan kelapa dari Indonesia sebanyak 59,3 ribu ton, Brazil mencapai 1,2 ribu ton. Dengan kata lain, Indonesia menduduki posisi nomor satu olahan kelapa di dunia.

Menurut data dari Kementerian Pertanian pada 2017, luas areal perkebunan kelapa di Indonesia menurut pulau didominasi oleh Pulau Sumatera sebanyak 1,05 juta hektar (32,90%), kemudian disusul Pulau Jawa sebanyak 781,67 ribu hektar (23,2%) dan Pulau Sulawesi sebanyak 781,23 ribu hektar (22,49%). Selanjutnya Pulau Papua dan Maluku, Bali dan Nusa Tenggara, serta Kalimantan masing-masing memiliki luas areal perkebunan kelapa sebanyak 376,64 ribu hektar (10,9%), 273,09 ribu hektar (7,86%), dan 203,94 ribu hektar (5,87%).

Melihat sebaran perkebunan kelapa yang begitu luas, artinya Indonesia punya potensi besar dalam bidang ekspor. Mengingat, tanaman kelapa juga merupakan salah satu komoditas perkebunan penghasil devisa negara, sumber pendapatan asli daerah (PAD), serta sumber pendapatan petani perkebunan dan masyarakat. Sektor pertanian di Indonesia memiliki peranan yang cukup penting dalam meningkatkan pertumbuhan perekonomian di Indonesia. Sampai saat

ini sektor pertanian masih menjadi unggulan dalam penyerapan tenaga kerja dari waktu ke waktu. Salah satu sektor pertanian di Indonesia yang memiliki peranan penting ialah pertanian di bidang perkebunan yaitu tanaman kelapa (Kusumaningrum, 2019). Kelapa (*Cocos nucifera*) merupakan tanaman perkebunan dari famili *Palmae* yang memiliki batang lurus.

Menurut data pada Food Agricultural Organization tahun 2004-2008, Indonesia merupakan negara penghasil kelapa urutan ke-2 terbesar di dunia yang tersebar di beberapa daerah yaitu Jambi, Sulawesi Utara, Jawa Timur, Jawa Tengah, Jawa Barat, Lampung, Maluku, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara dan Riau (Tamimah et.al., 2018). Buah kelapa memiliki 4 buah bagian yang dapat dimanfaatkan yaitu terdiri atas 35% serabut, 28% daging kelapa, 25% air, dan 12% tempurung.

Proses pamarutan dan pengepresan buah kelapa untuk menghasilkan santan merupakan salah satu cara dari proses pengolahan kelapa. Buah kelapa memiliki bagian terpenting yang digunakan untuk bahan pangan yaitu daging buahnya, yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber lemak nabati. (Kasifalham et.al., 2013). Buah kelapa dapat diolah menjadi berbagai macam produk yang dapat dipakai dalam kehidupan sehari-hari ataupun dijual antara lain yaitu minyak kelapa(vco), santan, minyak kopra, dan biodiesel (Ishak et.al.,2016).

Mesin parut kelapa merupakan salah satu mesin yang berfungsi untuk memarut kelapa serta menghancurkan daging buah kelapa menjadi butiran-butiran kecil dan bertujuan untuk memperoleh santan yang terkandung di daging buah kelapa (Hardono, 2017). Mesin pamarut kelapa menggunakan plat bergerigi yang digerakkan oleh motor listrik agar kelapa menjadi butiran kecil yang kemudian akan diperas dengan menggunakan mesin press screw yang digerakkan oleh motor listrik sehingga menghasilkan santan (Ishak et.al., 2016).

Total produksi kelapa Indonesia mencapai 3,3 juta ton setara kopra atau sebesar 29,8% dari total produksi kelapa dunia yaitu sebesar 10,3 juta ton (APCC, 2008). Produksi kelapa terbesar kedua yaitu Philipina 2,10 juta ton (18%), India 1,85 juta ton (17,1%), Srilanka 0,51 juta ton (5,0%), Papua Nueginea 0,17 juta ton (2,0%) dan negara lainnya 2,39 juta ton (28,1%).(PT. Agri Lestari Nusantara, 2018). Meskipun potensinya sangat besar secara nasional maupun dunia, perkembangan komoditas kelapa menghadapi kendala besar terutama persaingan dengan sumber minyak yang lain terutama sawit.

Permasalahan ini menjadi menonjol mengingat penanganan komoditas kelapa menyangkut jutaan rumah tangga petani yang terlibat. Penggunaan kelapa saat ini sebagian besar diperuntukan bagi industri minyak kelapa, baik melalui bahan baku kopra maupun langsung dari kelapa segar, dan permasalahan timbul dalam industri hilir tersebut menyangkut permintaan dan persaingan dalam industri minyak goreng. Upaya efisiensi industri perlu ditingkatkan agar dapat lebih bersaing, menyangkut lokasi industry keterpaduan antar sektor usaha tani dan industri pengolahan serta efisiensi dalam tata niaga bahan baku. (*Aladin Nasution dan Muchidin Rachmat, 1993*).

Berbagai masalah yang masih ada pada usaha perkelapaan baik dari sektor hulu maupun hilir. Serta sektor industri dan jasa penunjangnya perlu dibenahi bersamam-sama. Melalui kegiatan musyawarah dan koordinasi pembangunan perkelapaan nasional tahun 2009 diharapkan bisa menjadi semangat baru guna mendorong kebangkitan usaha perkelapaan dan bisa meningkatkan pertumbuhan ekonomi di Indonesia. Pertumbuhan ekonomi berpengaruh pada kebutuhan pangan nasional, seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk Indonesia. Kebutuhan pangan di Indonesia hampir dapat dipenuhi semua dari potensi domestic, kecuali untuk komoditi pangan daging sapi dan kedelai yang masih mengandalkan impor. Sedangkan untuk beras, jagung, kacang maupun ubi dan telur mengalami kenaikan yang tinggi. Pemerintah dapat mempertahankan pangan nasional dan berupaya terus memacu pembangunan ketahanan pangan nasional. Berbagai terobosan telah dan sedang dilakukan oleh kementerian pertanian dalam meningkatkan produksi pangan nasional, dalam upaya meningkatkan ketersediaannya termasuk kelapa. Seperti upaya khusus peningkatan produksi padi dan jagung telah berdampak secara signifikan terhadap peningkatan produksi. (*kementan, 2018*).

Buah kelapa mengandung sekitar 65% berat kernel (bagian tempurung, daging buah dan air) dan 35% berat serabut kelapa. Buah kelapa bisa diolah menjadi beberapa produk diantaranya adalah santan, minyak kelapa (vco), biodiesel, dan kopra. Selama ini produk olahan kelapa yang dihasilkan masih terbatas jumlah maupun jenisnya. Produk akhir yang sudah berkembang saat ini adalah desiccated coconut, coconut milk/cream, activated carbon, brown sugar dan nata de coco. (*Wildan, 2010*). Dari sekian produk yang bisa dihasilkan dari buah kelapa tersebut, kopra merupakan produk unggulan.

Yang mana kopra adalah bahan baku dari pembuatan minyak kelapa. Untuk itu produksifitasnya harus ditingkatkan. Untuk meningkatkan produk tersebut dibutuhkan mesin-mesin penunjang produksi, salah satunya mesin pamarut kelapa. Mesin pamarut kelapa mungkin sudah umum dipasaran, ada yang menggunakan tenaga bensin ada juga yng menggunakan listrik. Untuk itu akan membuat sebuah mesin pamarut kelapa dengan kapasitas 30 kg/jam.

II Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode percobaan atau experimental, dengan cara mendesain mesin kelapa dengan penggerak dinamo Listrik.

2.1 Waktu dan Tempat

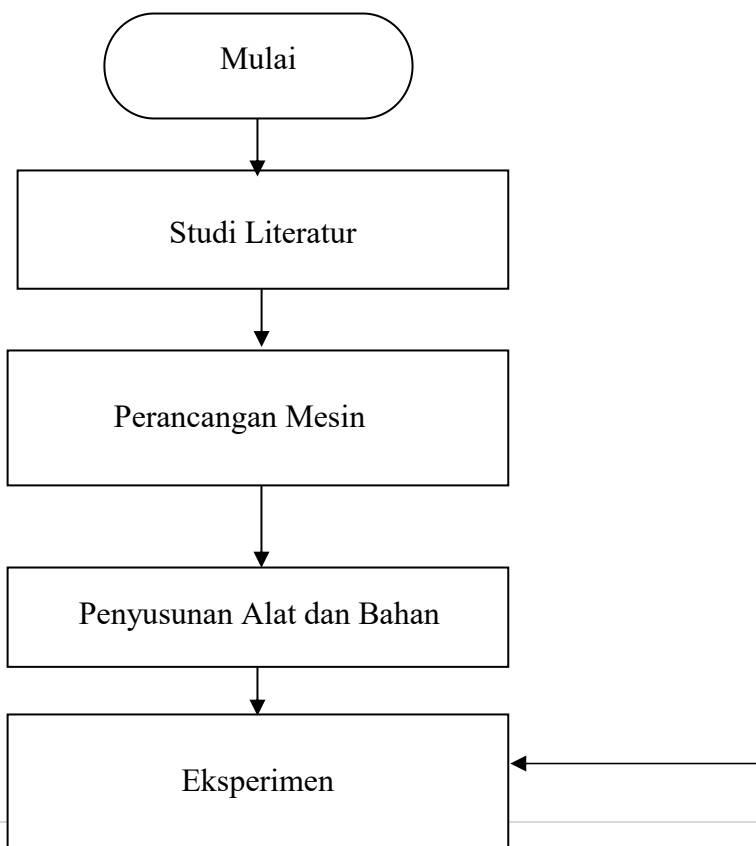
Waktu perancangan dilakukan pada bulan Maret - Agustus 2024. tempat pelaksanaan di Labratorium Praktikum Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945

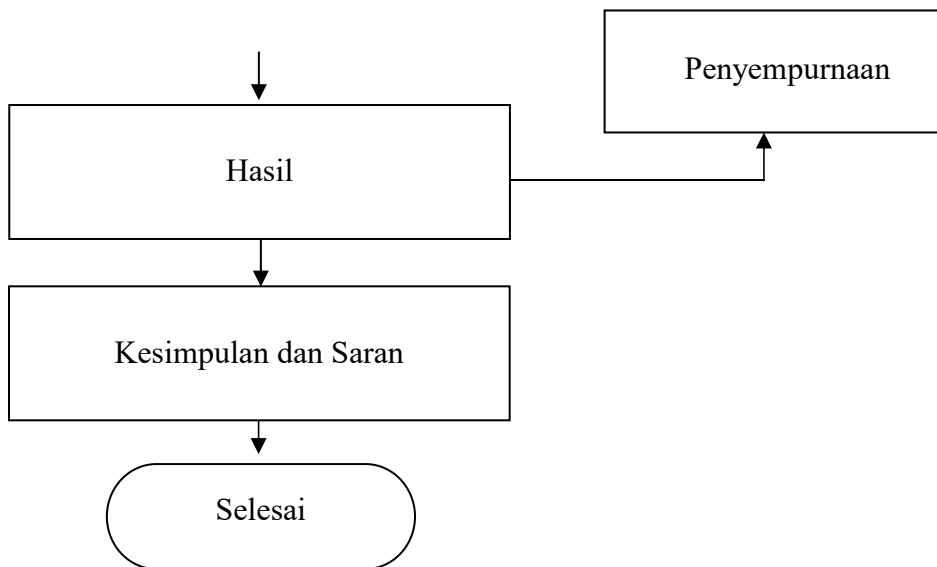
2.2 Alat dan Bahan

No	Alat dan Bahan	Keterangan
1	Motor Listrik AC	Penggerak utama pada mesin pamarut
2	Mesin Las Listrik	Berfungsi untuk untuk merubah energy listrik menjadi energy panas,
3	Mesin Bubut	Mesin bubut ini berfungsi untuk membuat poros pada alat pamarut
4	Mesin Gerinda Potong	Berfungsi untuk memotong besi dan menjepit benda kerja seperti plat dan besi siku.
5	Gerinda Tangan	Berfingsi untuk memotong plat baja dan besi siku pada rangka mesin pamarut
6	Mesin Bor	Berfungsi untuk membuat lubang baut pada pada besi siku atau kerangka rancangan pamarut
7	Kunci	2 buah
8	Kunci pas dan kunci ring	Berfungsi untuk mengunci baut di bagian rangka dan rancangan terhadap komponen seperti motor bensin, bantalan,

		dll.
9	Jangka sorong	Untuk mengukur diameter dalam dan luar pada benda kerja.
10	stop watch	Berfungsi untuk mengukur waktu produksi kerja mesin saat bekerja.
11	Timbangan	Timbangan adalah alat yang dipakai dalam melakukan pengukuran massa suatu benda.
12	Plat Stainless Steel	Stainless ini berfungsi sebagai bahan utama pembuatan Bak Pengaduk kelapa.
13	Besi Siku/ Hollow 4x4	Besi siku berfungsi sebagai bahan utama pembuatan dudukan motor penggerak dan bagun alat.
14	Kelapa	Bahan yang akan diproses oleh mesin

2.3 Diagram Alir Penelitian





Gambar 3.1 Flowchart penelitian

III Hasil dan Pembahasan

3.1 Kapasitas Mesin

Proses pembuatan alat adalah proses yang meliputi pembentukan, perancangan, pemasangan alat sesuai dengan desain yang telah dibuat serta fungsi yang di rencanakan.

Dalam penentuan kapasitas mesin atau hasil dari proses parut dalam periode tertentu, perlu dilakukan pengujian terhadap proses parut manual terlebih dahulu. Dalam pengujian ini, digunakan alat parut manual yang memiliki spesifikasi seperti dibawah ini.

Pertama, kita harus melakukan pengujian untuk mengetahui kapasitas mesin atau hasil dari proses parut dalam waktu tertentu. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan alat parut manual. Alat parut manual yang dipakai dalam pengujian ini memiliki spesifikasi sebagai berikut:

1. Alat parut manual yang digunakan dalam pengujian ini memiliki spesifikasi tertentu.
2. Untuk menghitung kapasitas mesin atau hasil dari proses parut dalam periode tertentu, diperlukan uji coba pada proses parut manual.
3. Pengujian ini menggunakan alat parut manual dengan spesifikasi yang telah ditentukan.

4. Melakukan pengujian terhadap proses parut manual sangat penting untuk menentukan kapasitas mesin atau hasil parut dalam periode tertentu.
5. Alat parut manual yang digunakan dalam pengujian ini memiliki karakteristik spesifik yang perlu diperhatikan.

Dengan spesifikasi alat yang sudah ditentukan, pengujian ini akan memberikan gambaran yang jelas mengenai kapasitas mesin atau hasil parut dalam periode tertentu. Pengujian ini sangat penting untuk memastikan efektivitas dan efisiensi proses parut manual sebelum digunakan dalam skala yang lebih besar.

- Panjang bidang parut = 125 mm
- Lebar bidang parut = 60 mm
- Jarak antar mata parut = 10 mm

Maka:

$$L = 125 \times 60 = 7500 \text{ mm}^2$$

Setelah di uji, maka untuk memarut $\frac{1}{4}$ bagian kelapa membutuhkan 252 putaran. Maka untuk memarut 1 buah kelapa membutuhkan 1008 langkah. Dimana 1 buah kelapa mempunyai berat 0,40 kg. maka untuk memarut 1 kg kelapa yaitu:

$$\frac{N}{1 \text{ buah}} = \frac{1}{0,4 \text{ kg}} = 2,5 \text{ buah}$$

Maka total langkah parutan per 1 kg yaitu:

$$2,5 \times 1008 = 2520 \sim 2600 \text{ parutan}$$

3.2 Diameter Pisau Parut

Diameter pisau parut pada mesin pamarut kelapa yang sedang dirancang memiliki peran yang sangat krusial dalam menentukan efisiensi dan kualitas hasil parutan. Pisau parut dengan diameter yang tepat akan memastikan bahwa kelapa diparut dengan halus dan merata, sehingga menghasilkan serat kelapa yang optimal untuk berbagai keperluan, seperti bahan baku makanan atau industri. Diameter pisau yang ideal juga akan mempengaruhi kecepatan proses parut,

memungkinkan mesin bekerja lebih cepat dan efektif tanpa mengorbankan kualitas. Dengan mempertimbangkan faktor-faktor ini, pemilihan diameter pisau parut yang sesuai adalah langkah penting dalam memastikan kinerja mesin pamarut kelapa yang maksimal.

Putaran pisau parut = 2500 rpm

Panjang pisau parut = 150 mm

Jika 1 kg = 2600 parutan maka:

0,60 kg = 1560 parutan.

Luas pisau parut

$$2500 \times L = 1560 \times 7500$$

$$L = \frac{1560 \times 7500}{2500} = 4680 \text{ mm}^2$$

Perhitungan keliling pisau sama saja dengan lebar pisau maka:

$$L = p \times l$$

$$150 \times l = 4680$$

$$l = 104 \text{ mm}$$

Maka diameter pisau parutnya menjadi:

$$K = \pi \times d$$

$$d = \frac{K}{\pi} = \frac{104}{\pi} = 33 \text{ mm}$$

3.3 Perhitungan Momen Inersia

Dalam perencanaan mesin pamarut kelapa, salah satu komponen penting yang perlu dirancang dengan hati-hati adalah poros. Poros ini merupakan elemen yang menghubungkan berbagai komponen mesin dan mentransmisikan daya dari motor ke pisau parut. Oleh karena itu, kekuatan dan kestabilan poros sangat penting untuk memastikan kinerja mesin yang optimal dan tahan lama. Dalam perancangan poros ini, kami menargetkan nilai defleksi maksimal sebesar

0,02 mm. Nilai defleksi ini dipilih untuk menjaga agar poros tetap berada dalam batas toleransi yang aman, sehingga mencegah terjadinya getaran berlebih atau kerusakan pada komponen lain yang terhubung dengan poros. Untuk mencapai nilai defleksi yang rendah, kami mempertimbangkan berbagai faktor seperti material poros, diameter poros, serta beban yang akan diterima oleh poros selama operasi mesin.

Maka,

$$\Delta = \frac{5wl^4}{384EI_x}$$

$$I_x = \frac{5wl^4}{384E\Delta}$$

$$I_x = \frac{5 \times 32 \times 125^4}{384 \times 210000 \times 0,02} = 24220$$

3.4 Perhitungan Diameter Poros

Material yang dipilih untuk poros harus memiliki kekuatan tarik dan modulus elastisitas yang tinggi. Selain itu, diameter poros juga harus cukup besar untuk menahan beban tanpa mengalami defleksi yang berlebihan. Perhitungan analitis dan simulasi berbantuan komputer (Finite Element Analysis) akan digunakan untuk mengoptimalkan desain poros, memastikan bahwa defleksi tetap dalam batas yang diinginkan. Proses perancangan juga melibatkan pengujian terhadap prototipe poros, dimana pengukuran defleksi dilakukan untuk memastikan bahwa hasil perancangan sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan. Dengan pendekatan ini, kami yakin bahwa poros yang dirancang akan memiliki kinerja yang handal, meminimalisir risiko kerusakan, dan mendukung operasi mesin pamarut kelapa dengan efisiensi tinggi. Maka untuk menentukan momen inersia (atau momen kedua area) dari suatu penampang melingkar solid (penuh) dengan diameter d yaitu :

$$I = \frac{\pi}{64} x d^4$$

$$d^4 = Ix \frac{64}{\pi}$$

$$d^4 = 24220x \frac{64}{\pi} = 8146$$

$$d = \sqrt[4]{493656} = 9,76 \text{ mm} \sim 10 \text{ mm}$$

Tabel 4.1 Pemilihan diameter poros (Sularso)

Ukuran Diameter Poros						
4	10	*22,4	40	100	*224	400
		24		(105)	240	
	11	25	42	110	250	420
					260	440
4,5	*11,2	28	45	*112	280	450
		30		120	300	460
		*31,5	48		*315	480
5	*12,5	32	50	125	320	500
				130	340	530
		35	55			
*5,6	14	*35,5	56	140	*355	560
	(15)			150	360	
6	16	38	60	160	380	600
	(17)			170		
	18		63	180		630
	19			190		
	20		65	200		
7			70	220		
*7,1			71			
			75			
8			80			
			85			
9			90			
			95			

Dari table diatas dipilih diameter poros $d_s = 10 \text{ mm}$. Langkah selanjutnya adalah melihat tabel pasak yang sesuai. Berdasarkan tabel tersebut, untuk poros dengan diameter 10 mm, ukuran pasak yang sesuai adalah $3 \times 3 \text{ mm}$, panjang 20 mm. Selanjutnya, perhitungan dilakukan untuk menentukan tegangan geser ijin (τ_a) dan tegangan geser (τ) yang terjadi. Hasil perhitungan menunjukkan nilai tegangan geser ijin dan tegangan geser sebagai berikut.

Berikut adalah penjelasan tentang kolom-kolom di dalam tabel tersebut:

1. Kolom Pertama:

- o Berisi nilai diameter poros yang lebih kecil, mulai dari 4 mm hingga 9 mm.
- o Setiap nilai dalam kolom ini menunjukkan diameter poros yang umum digunakan.

2. Kolom Kedua hingga Kolom Kedelapan:

- Berisi nilai diameter poros yang lebih besar, mulai dari 10 mm hingga 630 mm.
- Nilai-nilai ini adalah pilihan standar untuk ukuran poros berdasarkan standar industri atau teknik mesin.
- Angka-angka dalam tanda kurung menunjukkan nilai yang mungkin tidak umum atau digunakan dalam kondisi tertentu.
- Angka yang diawali dengan tanda bintang (*) menunjukkan ukuran yang memiliki arti khusus, seperti ukuran prioritas atau yang paling umum digunakan dalam aplikasi tertentu.

Tabel 3.2 Ukuran pasak (Sularso)

Diameter poros (mm)	Penampang pasak		Diameter poros (mm)	Penampang pasak	
	Lembar (mm)	Tebal (mm)		Lembar (mm)	Tebal (mm)
6	2	2	85	25	14
8	3	3	95	28	16
10	4	4	110	32	18
12	5	5	130	36	20
17	6	6	150	40	22
22	8	7	170	45	25
30	10	8	200	50	28
38	12	8	230	56	32
44	14	9	260	63	32
50	16	10	290	70	36
58	18	11	330	80	40
65	20	12	380	90	45
75	22	14	440	100	50

Standar dan macam	Lambang	Perlakuan panas	Kekuatan Tarik (kg/mm ²)	Keterangan
Baja karbon konstruksi mesin (JIS G 4501)	S30C	Penormalan	48	
	S35C	Penormalan	52	
	S40C	Penormalan	55	
	S45C	Penormalan	58	
	S50C	Penormalan	62	
	S55C	Penormalan	66	
Batang baja difnis dingin	S35C-D	-	53	Ditarik dingin, digerinda, dibubut atau gabungan
	S45C-D	-	60	
	S55C-D	-	72	

Bahan yang digunakan yaitu S35C ;

$$\sigma = 52 \frac{kg}{mm^2} = 520 N/mm^2$$

Safety factor ;

$$s_{f1} = 6$$

$$s_f = 2,5$$

$$\tau_a = \frac{\sigma_B}{s_{f1} \times s_{f2}} = \frac{520}{6 \times 2,5} = 34,7$$

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{520}{20 \times 3} = 0,86 N/mm^2$$

Karena $\tau < \tau_a$ maka aman.

3.5 Desain Mekanikal Puli

Fungsi puli adalah untuk mereduksi putaran i ($i > 1$) dan perbandingan putarannya dinyatakan dengan u (n_1/n_2 atau D_p/d_p). Begitu juga dengan rancang bangun ini, putaran dari motor penggerak diteruskan ke poros dengan bantuan v-belt dan pulley. Setelah dicari terdapat motor dengan jumlah putarannya 2800 rpm. Maka dari itu perlu adanya sebuah reduksi pulley. Perbandingan putaran pulley dinyatakan dengan u . Adapun perbandingan pulleynya sebagai berikut:

Putaran dari motor (penggerak) = $n_1 = 2500$ rpm

Putaran poros (yang digerakkan) = $n_2 = 750$ rpm

Diameter pulley penggerak = $d_p = 25,4$ mm

Diameter pulley yang digerakan = D_p

Maka untuk mencari nilai diameter pulley (D_p) adalah sebagai berikut:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{D_p}{d_p}$$

$$D_p = \frac{d_p \times n_1}{n_2}$$

$$D_p = \frac{25,4 \times 2500}{750} = 76,2$$

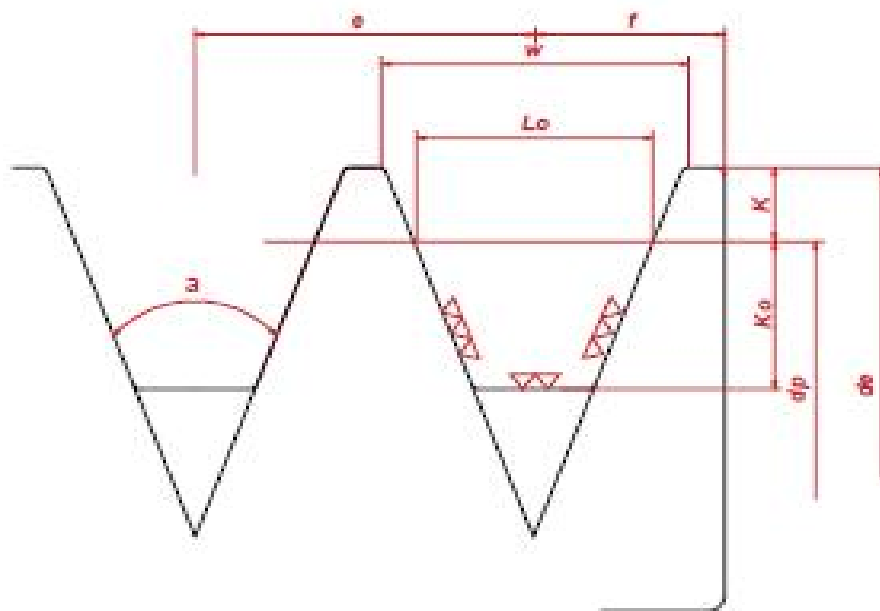
$$i = \frac{D_p}{d_p} = \frac{76,2}{25,4} = 3$$

Maka kecepatan linier sabuknya menjadi:

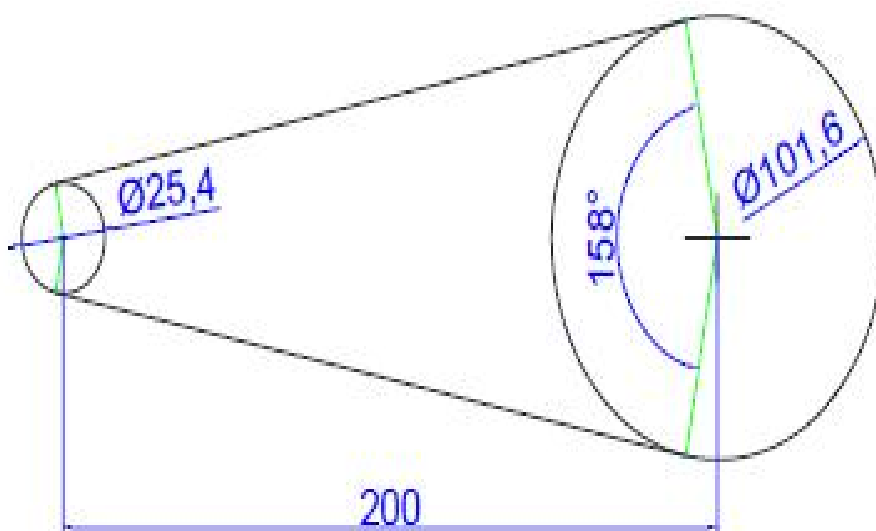
$$v = \frac{\pi \times d_p \times n_1}{60 \times 1000}$$

$$v = \frac{\pi \times 25,4 \times 2500}{60 \times 1000} = 3,3 \text{ m/s}$$

Dari melihat desain rangka, diketahui bahwa jarak antara kedua sumbu puli adalah 180 mm. maka untuk panjang sabuk v yang dipakai untuk menghubungkan kedua pulley tersebut dapat dihitung dengan rumus:



Gambar 3.3 Profil alur belt



Gambar 3.3 Sabuk dan puli

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

Rumus ini digunakan dalam desain mekanikal, khususnya dalam perancangan sistem transmisi daya menggunakan sabuk dan puli. Ini penting untuk memastikan bahwa panjang sabuk sesuai dengan pengaturan puli untuk mentransmisikan daya secara efisien.

Dimana:

- L : Panjang sabuk
- C : Jarak pusat antara dua puli
- d_p : Diameter puli kecil
- D_p : Diameter puli besar

Penjelasan:

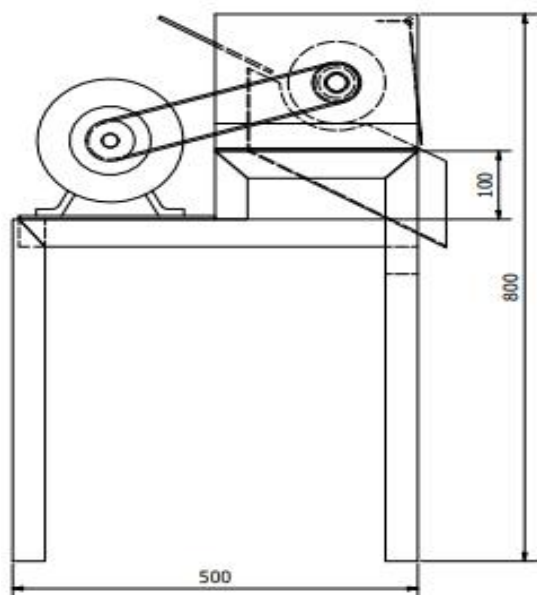
1. $2C$: Komponen ini mewakili dua kali jarak pusat antara dua puli, yang merupakan panjang dari dua bagian lurus sabuk antara puli.
2. $\frac{\pi}{2}(d_p + D_p)$: Komponen ini menghitung setengah keliling dari kedua puli (bagian yang mengelilingi puli), dengan π (3.14159) sebagai konstanta untuk menghitung keliling lingkaran.
3. $\frac{1}{4C}(D_p - d_p)^2$: Komponen ini merupakan koreksi yang memperhitungkan perbedaan diameter antara dua puli dan jarak pusatnya, untuk memberikan panjang sabuk yang lebih akurat.

$$L = 2 \times 200 + \frac{3,14}{2}(25,4 + 76,2) + \frac{1}{4 \times 200}(76,2 - 25,4)^2$$

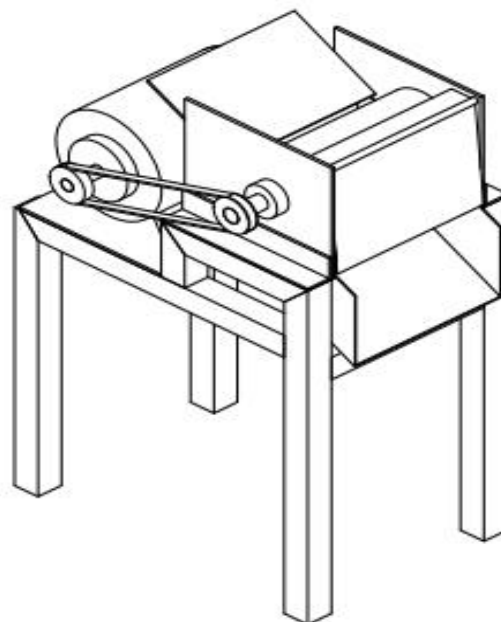
$$L = 2 \times 200 + 159,5 + 3,22 = 562,7 \text{ mm} = 22,15 \text{ inch}$$

Tabel 4.4 Panjang sabuk standar (Sularso)

Nomor nominal		Nomor nominal		Nomor nominal		Nomor nominal	
(inch)	(mm)	(inch)	(mm)	(inch)	(mm)	(inch)	(mm)
10	254	45	1143	80	2032	115	2921
11	279	46	1168	81	2057	116	2946
12	305	47	1194	82	2083	117	2972
13	330	48	1219	83	2108	118	2997
14	356	49	1245	84	2134	119	3023
15	381	50	1270	85	2159	120	3048
16	406	51	1295	86	2184	121	3073
17	432	52	1321	87	2210	122	3099
18	457	53	1346	88	2235	123	3124
19	483	54	1372	89	2261	124	3150
20	508	55	1397	90	2286	125	3175
21	534	56	1422	91	2311	126	3200
22	559	57	1448	92	2337	127	3226
23	584	58	1473	93	2362	128	3251
24	610	59	1499	94	2388	129	3277
25	635	60	1524	95	2413	130	3302
26	661	61	1549	96	2438	131	3327
27	686	62	1575	97	2464	132	3353
28	711	63	1600	98	2489	133	3378
29	737	64	1626	99	2515	134	3404
30	762	65	1651	100	2540	135	3429



Gambar 3.4 Desain tampak depan



Gambar 3.5 Desain tampak samping

3.6 Desain Kontrol Kecepatan Variabel

Untuk mengimplementasikan kontrol kecepatan variabel (Variable Frequency Drive, VFD) pada mesin pamarut kelapa, ada beberapa usulan rancangan yang perlu dipertimbangkan guna memastikan efisiensi, keandalan, dan keamanan operasional mesin.

1. Pemilihan Motor:

- Pilih motor induksi tiga fase yang kompatibel dengan VFD, dengan daya yang cukup untuk menangani beban kerja maksimum mesin pamarut kelapa. Pastikan motor memiliki rating torsi yang sesuai untuk proses pamarutan kelapa.

2. Spesifikasi VFD:

- Gunakan VFD yang mendukung motor induksi tiga fase dan memiliki kemampuan kontrol yang presisi. VFD harus memiliki rentang frekuensi yang cukup luas untuk memungkinkan penyesuaian kecepatan motor dari sangat rendah hingga tinggi.
- Pastikan VFD memiliki fitur proteksi terhadap lonjakan arus, kelebihan beban, dan panas berlebih untuk melindungi motor dan komponen elektronik.

3. Kontrol Kecepatan:

- Implementasikan kontrol kecepatan berbasis sensor untuk mengukur kecepatan putaran pisau dan memastikan kecepatan sesuai dengan kebutuhan pamarutan kelapa yang bervariasi.
- Sensor optik atau magnetik dapat digunakan untuk memberikan umpan balik (feedback) ke VFD, memungkinkan penyesuaian real-time pada kecepatan motor.

4. Interface Pengguna:

- Desain panel kontrol dengan interface pengguna yang intuitif, memungkinkan operator untuk dengan mudah mengatur dan memantau kecepatan motor. Panel ini bisa dilengkapi dengan layar digital untuk menampilkan informasi kecepatan, torsi, dan status operasional.

5. Integrasi Sistem:

- Integrasikan VFD dengan sistem kontrol utama mesin pematut kelapa, memungkinkan koordinasi dengan komponen lain seperti sensor beban, sensor suhu, dan sistem keselamatan.
- Gunakan komunikasi industri standar seperti Modbus atau Ethernet/IP untuk menghubungkan VFD dengan sistem kontrol terpusat, memudahkan pemantauan dan penyesuaian parameter dari jarak jauh.

6. Optimasi Energi:

- Konfigurasi VFD untuk mengoperasikan motor pada efisiensi energi optimal, dengan mengurangi kecepatan saat beban kerja rendah dan meningkatkan kecepatan saat beban kerja tinggi.
- Implementasikan algoritma kontrol yang memungkinkan penghematan energi tanpa mengorbankan kinerja mesin.

7. Keamanan dan Proteksi:

- Pastikan VFD dilengkapi dengan fitur keamanan seperti pemutusan otomatis saat terjadi kelebihan beban, lonjakan arus, atau kondisi operasional abnormal lainnya.
- Integrasikan sistem proteksi termal untuk mencegah overheating pada motor dan VFD, serta memastikan lingkungan operasional yang aman.

8. Pemeliharaan dan Diagnostik:

- Pilih VFD yang menyediakan fitur diagnostik canggih, memungkinkan pemantauan kondisi motor dan VFD secara real-time untuk mendeteksi masalah potensial sebelum terjadi kerusakan.
- Implementasikan pemeliharaan prediktif berdasarkan data diagnostik untuk memperpanjang umur pakai komponen dan mengurangi downtime.

9. Uji Coba dan Validasi:

- o Lakukan uji coba komprehensif pada mesin pamarut kelapa dengan VFD yang terpasang untuk memastikan bahwa sistem berfungsi sesuai dengan desain dan memenuhi semua spesifikasi operasional.
- o Validasi kinerja VFD dalam berbagai kondisi beban dan kecepatan untuk memastikan fleksibilitas dan keandalan sistem.

10. Dokumentasi dan Pelatihan:

- o Sediakan dokumentasi lengkap mengenai pengoperasian, pemeliharaan, dan troubleshooting VFD untuk operator dan teknisi.
- o Berikan pelatihan yang memadai kepada staf operasional dan pemeliharaan untuk memastikan mereka memahami cara mengoperasikan dan merawat sistem dengan benar.

Dengan menerapkan kontrol kecepatan variabel menggunakan VFD, mesin pamarut kelapa akan memiliki fleksibilitas dan efisiensi yang lebih tinggi, serta keandalan operasional yang meningkat. VFD memungkinkan penyesuaian kecepatan motor secara presisi sesuai dengan kebutuhan, mengoptimalkan proses pamarutan, dan mengurangi konsumsi energi serta biaya operasional. Implementasi yang tepat dari VFD juga akan meningkatkan keamanan dan umur pakai mesin, memberikan nilai tambah yang signifikan dalam desain dan operasional mesin pamarut kelapa.

3.7 Perincian Biaya Alat

Berikut harga perincian biaya dalam pembuatan mesin pamarut kelapa.

Macam Biaya	Macam Komponen	Biaya Pembelian (Rp)	Biaya Perakitan (Rp)	Jumlah (Rp)
B. Pembelian	Motor listrik	550,000	3,000	553,000
	Puli tunggal	45,000	3,000	48,000

Komponen	Puli tunggal	25,000	3,000	28,000
	V-Belt A	25,000	3,000	28,000
	Bearing	100,000	3,000	103,000
	Mur dan baut	10,000	3,000	13,000
	Cat dan poxy	40,000	30,000	70,000
	Kelistrikan	10,000	3,000	13,000
	Elektroda	36,000		36,000
	Batu Gerinda	16,000		16,000
	Engsel	4,000		4,000
	Jumlah	861,000	51,000	912,000

Macam Biaya	Macam Elemen	Biaya Bahan Baku (Rp)	Biaya Listrik (Rp)	Tenaga Kerja (Rp)	Jumlah (Rp)
C. Biaya	Rangka	80,000	300,000	50,000	430,000
Pembuatan	Poros	10,000	300,000	250,000	560,000
	Jumlah	90,000	600,000	300,000	990,000

Harga Produk	(A+B+C)	100,000+912,000+990,000=2,002,000
--------------	---------	--

Jadi harga produk untuk mesin adalah Rp.2,002,000,

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka penulis dapat menarik beberapa kesimpulan yaitu dibawah ini sebagai berikut:

1. Mesin pamarut kelapa yang dirancang memiliki kapasitas efektif sebesar 25,4 kg/jam dengan putaran pisau mencapai 750 rpm. Dengan kapasitas ini, mesin mampu memarut kelapa dalam jumlah besar dalam waktu singkat, cocok untuk aplikasi industri atau skala besar.

2. Diameter pisau parut yang digunakan adalah 60 mm. Ukuran ini memastikan pisau mampu memarut kelapa dengan efisiensi tinggi dan menghasilkan serat yang bagus.
3. Bahan poros yang dipilih adalah S35C dengan tegangan geser (σ) sebesar 52 kg/mm. Material ini dipilih karena kekuatan dan daya tahan yang baik, sehingga dapat menahan beban kerja mesin selama operasi.
4. Rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk memarut sebuah kelapa dengan tebal parutan rata-rata 14 mm dan massa rata-rata 0,40 kg adalah 39 detik. Hal ini menunjukkan bahwa mesin memiliki kecepatan pamarutan yang efisien, mampu memenuhi kebutuhan pamarutan dalam waktu yang relatif singkat.

Saran

1. Untuk meningkatkan ketahanan dan umur pakai pisau, disarankan untuk mempertimbangkan material dengan kekerasan yang lebih tinggi dan tahan terhadap aus. Material seperti stainless steel atau paduan logam khusus dapat meningkatkan performa pisau dalam jangka panjang.
2. Meskipun S35C sudah memadai, penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan bahan dengan kekuatan yang lebih tinggi seperti paduan baja dengan kandungan karbon lebih tinggi atau bahan komposit bisa dilakukan. Hal ini untuk memastikan poros dapat menahan beban lebih besar dan mengurangi risiko kegagalan material.
3. Meninjau kembali kecepatan putaran 750 rpm, disarankan untuk menyediakan opsi variasi kecepatan putaran agar mesin dapat disesuaikan dengan jenis dan ukuran kelapa yang berbeda. Penggunaan motor dengan kontrol kecepatan variabel (VFD) dapat memberikan fleksibilitas lebih dalam operasi mesin, meningkatkan efisiensi pamarutan untuk berbagai kondisi.

LAMPIRAN

PROSES PEMBUATAN



PROSES PEMBUATAN



PROSES PEMBUATAN



DAFTAR PUSTAKA

1. Darma, Edowai, D.N., Makalew, Y.R.K., 2021. Pengembangan dan Uji Kinerja Prototipe Mesin Parut Kelapa Tipe Silinder Bertenaga. *Jurnal Agritechnology*, 4(1), 12-22.
2. Dwie utomo. 2019. variasi diameter pulley yang digerakan pada mesin pencacah cengkeh. Teknik mesin, universitas nusantara PGRI Kediri.
3. Jekson Simaremare. 2018. pengujian diameter pulley dan jumlah mata pisau dalam pengirisan sukun. Teknik pertanian, universitas sumatera utara,.
4. Sumarno. 2015. Pengaruh diameter pulley poros pemipil jagung terhadap waktu pemipilan. Unuversitas gadjah mada. Yogyakarta.
5. Niemann. G., A. Budiman, Dipl.ing. 2015. Elemen Mesin Jilid 4. Penerbit Erlangga.Jakarta
6. Sularso & Suga, K. (2004). Dasar perencanaan dan pemilihan elemen mesin. *Jakarta: Pradya Paramita*.
7. Permana, F., & Nurwathi, N. (2021). Perancangan Mesin Pengupas Dan Pamarut Singkong. *Rekayasa Industri dan Mesin (ReTIMS)*, 3(1), 5-9.
8. Sinaga, M., & Ramadhan, S. (2022). Inovasi Perancangan dan Pembuatan Alat Gagang Pintu Sanitizer Otomatis. *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, 7(1).
9. Juvinall, R. C., & Marshek, K. M. (2020). *Fundamentals of machine component design*. John Wiley & Sons.
10. Saidah, A., & Kurniawan, W. (2022). Rancang Bangun Mesin Pemotong Penggosok Logam Dan Non Logam Metal And Non Metal Cutting Machine Design. *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, 7(1).
11. Sumardiyanto, D., & Prasetyo, E. N. H. (2021). Mesin perontok padi menggunakan energi surya skala usaha kecil menengah untuk masyarakat di Kabupaten Subang Jawa Barat. *Kami mengabdi*, 1(1), 1-14.
12. Susilowati, S. E., & Akbar, R. F. (2022). Rancang Bangun Mesin Pengiris Keripik Singkong Dengan Sistem Pendorong Ganda. *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, 7(1).