

PERANCANGAN MESIN PEMARUT KELAPA DENGAN SISTEM CORONG UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS (Studi Kasus UMKM Berkah Kelapa)

Nur Fadila¹, Nailatun Nabila², Rizal Mustaqim³, Syafiq Tian Maulana⁴, Novi Marlyana⁵
Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung Semarang¹⁻⁵

Email: 31602200066@std.unissula.ac.id¹, 31602200064@std.unissula.ac.id²,
31602200074@std.unissula.ac.id³, 31602200077@std.unissula.ac.id⁴, novi@unissula.ac.id⁵

Informasi

Abstract

Volume : 3
Nomor : 5
Bulan : Mei
Tahun : 2026
E-ISSN : 3062-9624

Indonesia memiliki potensi besar dalam komoditas kelapa, di mana proses pamarutan menjadi tahap krusial dalam rantai produksinya. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh permasalahan pada UMKM Berkah Kelapa di Kabupaten Batang yang masih menggunakan mesin pamarut sederhana dengan sistem pengisian manual. Kondisi tersebut menyebabkan rendahnya produktivitas, kelelahan operator akibat kerja berulang, serta tingginya risiko kecelakaan kerja karena posisi tangan yang dekat dengan pisau pamarut. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang mesin pamarut kelapa dengan sistem corong (hopper) yang lebih efisien, ergonomis, dan aman. Metodologi perancangan yang digunakan meliputi analisis kebutuhan fungsional dan non-fungsional, penerapan prinsip Product Design and Development, serta integrasi aspek ergonomi melalui data antropometri (tinggi siku, bahu, pinggang, dan lutut berdiri) untuk memastikan kenyamanan operator. Hasil rancangan berupa mesin pamarut dengan sistem corong memungkinkan pengisian beberapa butir kelapa sekaligus yang bergerak secara otomatis ke ruang pamarutan, sehingga menghilangkan kebutuhan penekanan manual oleh operator. Analisis ekonomi teknik juga dilakukan untuk menjamin kelayakan investasi mesin ini bagi UMKM. Implementasi mesin baru ini diharapkan dapat meningkatkan kapasitas produksi harian secara signifikan sekaligus meningkatkan standar keselamatan kerja di UMKM Berkah Kelapa.

Keyword: *Mesin Pamarut Kelapa, Sistem Corong (Hopper), Produktivitas UMKM, Perancangan Produk, Ergonomi, Antropometri, Keselamatan Kerja.*

A. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil kelapa terbesar di dunia, di mana hampir seluruh bagian dari tanaman ini memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Salah satu produk turunan kelapa yang paling umum dibutuhkan oleh masyarakat, baik untuk konsumsi rumah tangga maupun industri kuliner, adalah parutan daging kelapa yang kemudian diperas menjadi santan. Di tingkat Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM), proses pamarutan kelapa menjadi tahap krusial dalam rantai produksi harian.

Namun, realita di lapangan menunjukkan bahwa banyak UMKM masih menggunakan teknologi pamarutan yang sangat sederhana dan kurang efisien. Salah satu contoh nyata ditemukan pada UMKM "Berkah Kelapa" yang berlokasi di Kabupaten Batang. Berdasarkan pengamatan, mesin pamarut yang digunakan saat ini memiliki keterbatasan signifikan. Sistem pengisian (input) kelapa masih dilakukan secara manual satu per satu, di mana operator harus menekan daging kelapa langsung ke arah mata pisau yang berputar.

Kondisi kerja tersebut memunculkan beberapa permasalahan utama. Pertama, dari aspek keselamatan kerja (K3), posisi tangan operator yang sangat dekat dengan pisau pamarut memiliki risiko kecelakaan kerja yang tinggi. Kedua, dari aspek ergonomi, postur tubuh operator saat mengoperasikan mesin dalam durasi lama menyebabkan kelelahan fisik (fatigue) pada bagian bahu dan punggung akibat gerakan repetitif yang tidak alami. Ketiga, dari aspek produktivitas, sistem manual ini membatasi jumlah kelapa yang dapat diparut per jam, sehingga menghambat potensi pengembangan bisnis UMKM tersebut.

Untuk mengatasi permasalahan di atas, diperlukan sebuah inovasi berupa perancangan ulang mesin pamarut kelapa. Fokus utama perancangan ini adalah pengenalan sistem corong (*hopper*). Dengan sistem corong, beberapa butir kelapa dapat dimasukkan sekaligus ke dalam wadah penampung, dan gaya gravitasi serta desain mekanik akan mengarahkan kelapa ke arah pisau secara otomatis tanpa perlu ditekan manual oleh tangan operator.

Perancangan ini tidak hanya mengedepankan fungsionalitas mekanis, tetapi juga mengintegrasikan data antropometri (dimensi tubuh manusia) agar ketinggian dan tata letak mesin sesuai dengan jangkauan operator Indonesia. Dengan demikian, diharapkan mesin pamarut kelapa hasil rancangan ini dapat meningkatkan produktivitas UMKM Berkah Kelapa, menjamin keselamatan operator, serta meminimalkan kelelahan kerja melalui pendekatan desain yang ergonomis.

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka ini mengkaji lima penelitian terdahulu yang berfokus pada pengembangan mesin pamarut kelapa berbasis motor listrik untuk meningkatkan efisiensi dan keamanan. Penelitian oleh Edowai et al. (2021) dan Akhmadi et al. (2023) menekankan pada optimalisasi teknis seperti kecepatan putar silinder dan penggunaan motor listrik untuk menggantikan alat manual yang lambat. Sementara itu, Pratama et al. (2025) memberikan inovasi pada aspek keselamatan melalui sistem tuas mekanis yang telah diuji secara virtual melalui simulasi *SolidWorks*. Integrasi fungsi juga menjadi sorotan, seperti penelitian Andri et

al. (2024) yang menggabungkan proses pamarutan dan pemerasan santan dalam satu mesin, serta Ramadhan et al. (2024) yang fokus pada desain praktis untuk skala rumah tangga. Berdasarkan perbandingan berbagai metode, penelitian ini menetapkan Rancang Bangun Eksperimental sebagai pendekatan utama. Metode ini dipilih karena kemampuannya menghasilkan data performa yang riil, terukur, dan aplikatif secara langsung di lapangan dibandingkan hanya mengandalkan simulasi teoritis.

Landasan Teori

Mesin pamarut kelapa adalah alat mekanis yang berfungsi untuk menghancurkan daging buah kelapa menjadi butiran halus (parutan). Komponen utama mesin ini biasanya terdiri dari motor penggerak (listrik atau bensin), poros, dan silinder pamarut yang dilengkapi dengan gigi-gigi tajam. Dalam konteks UMKM, efisiensi mesin ditentukan oleh kecepatan putaran poros dan mekanisme pengumpanan (*feeding*) material.

Mesin Pamarut Kelapa

Mesin pamarut kelapa adalah alat mekanis yang digunakan untuk menghasilkan parutan kelapa dengan lebih cepat dan efisien. Desain corong pada mesin berfungsi sebagai jalur masuk kelapa agar aliran bahan tetap stabil selama pamarutan (Prasetyo et al., 2021). Material stainless steel sering digunakan pada bagian yang bersentuhan langsung dengan kelapa untuk menjaga higienitas dan mencegah korosi (Nuraini et al., 2019).

Kelapa

Kelapa merupakan salah satu komoditas penting di wilayah tropis dan banyak dimanfaatkan dalam berbagai sektor pangan maupun nonpangan. Tanaman ini memiliki nilai ekonomi tinggi karena hampir seluruh bagiannya dapat digunakan. Kelapa termasuk tanaman yang mampu tumbuh di berbagai jenis tanah dengan kebutuhan perawatan yang relatif rendah (Arifin & Putra, 2019). Produktivitas kelapa sangat dipengaruhi oleh umur tanaman dan kondisi lingkungannya (Rahmawati et al., 2021).

Product Design and Development

Product design and development merupakan suatu proses sistematis dalam menciptakan atau mengembangkan produk yang dapat memenuhi kebutuhan pasar serta meningkatkan daya saing perusahaan. Dalam konteks kompetitif saat ini, product development tidak hanya berfokus pada aspek teknis produksi, tetapi juga pada inovasi yang responsif terhadap perubahan preferensi konsumen dan dinamika pasar sehingga mampu mempertahankan keberlanjutan bisnis (Sufyan, Maimun, & Riyan Maulana, 2024).

Ergonomi

Ergonomi berasal dari bahasa latin yaitu Ergon (kerja) dan Nomos (hukum alam) dan dapat didefinisikan sebagai suatu ilmu yang mempelajari tentang kemampuan manusia dan keterbatasan manusia berinteraksi dengan lingkungan kerjanya untuk merancang alat pada lingkungan kerja dengan efektif, produktif, efisien, aman, dan nyaman (Tarwaka, 2015).

Antropometri

Antropometri merupakan bidang ilmu yang berhubungan dengan dimensi tubuh manusia. Dimensi-dimensi ini dibagi menjadi kelompok statistika dan ukuran persentil. Jika seratus orang berdiri berjajar dari yang terkecil sampai terbesar dalam suatu urutan, hal ini akan dapat diklasifikasikan dari 1 persentil sampai 100 persentil. Data dimensi manusia ini sangat berguna dalam perancangan produk dengan tujuan mencari keserasian produk dengan manusia yang memakainya.

Pemakaian data antropometri diperlukan untuk memastikan bahwa desain mesin sesuai dengan dimensi tubuh manusia. Pemahaman tentang antropometri membantu dalam menentukan ukuran dan bentuk mesin agar sesuai dengan pengguna yang beragam.

Safety (Keamanan)

Keamanan merupakan salah satu aspek krusial dalam perancangan alat pamarut kelapa, mengingat alat ini bekerja dengan komponen berputar cepat dan bersentuhan dengan bahan panas serta minyak. Risiko kecelakaan kerja seperti tangan terjepit pada bagian yang berputar, tumpahan minyak panas, hingga kejutan listrik dapat terjadi apabila desain mesin tidak memperhatikan unsur keselamatan. Oleh karena itu, semua bagian mesin yang bergerak, seperti pulley dan tabung pemutar, harus dilengkapi pelindung (safety guard) yang mencegah kontak langsung pengguna dengan komponen tersebut saat mesin beroperasi (Suma'mur, 2009).

Engineering Economic Analysis

Engineering economic analysis berperan penting dalam menilai kelayakan finansial dari perancangan dan produksi. Tujuan utama dari analisis ini adalah untuk memastikan bahwa alat dapat diproduksi secara efisien tanpa mengurangi standar kualitas yang telah ditetapkan. Selain biaya awal, analisis ekonomi juga mempertimbangkan manfaat ekonomi jangka panjang yang dihasilkan dari penggunaan alat, seperti peningkatan kapasitas produksi dan efisiensi waktu kerja. Dalam proses evaluasi investasi, metode Benefit Cost Ratio (BCR) dan *Net Present Value* (NPV) sering digunakan untuk menentukan kelayakan finansial suatu rancangan alat atau teknologi produksi dalam periode tertentu sehingga keputusan investasi dapat dilakukan secara rasional dan terukur (Saputra & Kurniawan, 2019; Wibowo et al., 2021). Menurut Azmi

et al. (2025) Net Present Value (NPV) digunakan untuk mengevaluasi keuntungan finansial dengan rumus:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{A_t}{(1+i)^t} - P$$

Untuk mengukur kecepatan pengembalian modal, digunakan analisis *Payback Period* (PP) dengan rumus:

$$PP = \frac{\text{Investasi Awal}}{\text{Arus Kas Bersih Tahunan}} \dots\dots\dots$$

Lebih lanjut, analisis ekonomi teknik juga memperhitungkan tingkat pengembalian internal melalui Internal Rate of Return (IRR) yaitu nilai *i* saat NPV sama dengan nol. Dengan menggunakan metode interpolasi:

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} X (i_2 - i_1) \dots$$

B. METODE PENELITIAN

Metodologi ini menjelaskan tahapan-tahapan yang dilakukan dalam merancang mesin pamarut kelapa dengan sistem corong untuk UMKM Berkah Kelapa.

Analisis Kebutuhan

Penyusunan perancangan ini didasarkan pada permasalahan aplikatif di UMKM berkah kelapa Tujuannya adalah untuk merancang dan merealisasikan alat pamarut kelapa yang sesuai dengan kebutuhan proses produksi UMKM Berkah Kelapa , dengan mengacu pada rumusan masalah yang telah dirumuskan.

Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional adalah persyaratan utama yang harus dipenuhi agar alat dapat bekerja sesuai tujuan. Alat Pamarut Kelapa ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses Pamarutan Kelapa pada UMKM Berkah Kelapa. Kebutuhannya meliputi:

- Pamarutan kelapa secara otomatis. Alat harus mampu melakukan proses pamarutan daging kelapa secara otomatis dengan menggunakan motor penggerak, sehingga tidak lagi memerlukan tenaga manual dari operator.
- Pengoperasian yang berkelanjutan dan stabil. Alat dapat beroperasi secara kontinu selama proses pamarutan berlangsung dengan kinerja yang stabil dan andal.
- Kapasitas pamarutan sesuai kebutuhan UMKM. Alat mampu memarut kelapa dalam jumlah yang memadai dan sesuai dengan kebutuhan produksi UMKM, sehingga dapat meningkatkan kapasitas serta kecepatan pamarutan dibandingkan metode manual.
- Hasil parutan yang seragam. Alat mampu menghasilkan parutan kelapa dengan tingkat

kehalusan yang relatif seragam sehingga sesuai untuk proses pengolahan selanjutnya.

- Keselamatan kerja dan efisiensi energi. Alat dilengkapi dengan sistem pengaman, seperti penutup mata pisau, pelindung motor, dan saklar ON/OFF, untuk meminimalkan risiko kecelakaan kerja. Selain itu, alat dirancang agar hemat energi namun tetap bekerja secara optimal.

Kebutuhan Non-Fungsional

Kebutuhan non-fungsional adalah persyaratan yang menentukan kriteria bagaimana sistem seharusnya beroperasi dalam pamarutan kelapa. Kebutuhan non-fungsional memainkan peran penting dalam memastikan alat ini berfungsi dengan optimal, aman, dan nyaman digunakan.

- Tahan lama dan tidak mudah rusak. Alat pamarut kelapa harus memiliki konstruksi yang kuat dan tahan terhadap penggunaan secara terus-menerus setiap hari, sehingga tidak mudah mengalami kerusakan dan dapat mengurangi biaya perawatan maupun penggantian alat.
- Mudah dibersihkan dan dirawat. Alat harus dirancang agar mudah dibersihkan setelah digunakan, tanpa memerlukan proses bongkar pasang yang rumit. Hal ini bertujuan untuk menjaga kebersihan, kehygienisan, serta memperpanjang umur pakai alat.
- Nyaman dan tidak mengganggu saat digunakan. Alat diharapkan menghasilkan tingkat kebisingan yang relatif rendah sehingga tidak mengganggu kenyamanan operator maupun pekerja lain selama proses produksi berlangsung.
- Aman untuk pangan dan kesehatan. Bagian alat yang bersentuhan langsung dengan kelapa harus terbuat dari bahan yang aman untuk pangan (food grade), sehingga hasil parutan kelapa tidak terkontaminasi dan aman untuk dikonsumsi.
- Sesuai dengan ruang produksi UMKM. Alat harus memiliki ukuran yang proporsional dan desain yang sederhana, sehingga mudah ditempatkan serta dioperasikan pada ruang produksi UMKM yang umumnya terbatas.

Luaran Rancangan

Luaran yang didapatkan dari perancangan alat pamarut kelapa ini yaitu:

Desain alat pamarut kelapa yang mencakup spesifikasi teknis serta ukuran komponen utama alat, seperti rangka, motor penggerak, poros, dan mata pamarut, sehingga alat dapat berfungsi sesuai dengan kebutuhan produksi UMKM. Simulasi penggunaan alat pamarut kelapa, yang menggambarkan cara pengoperasian alat mulai dari proses pemasukan kelapa hingga dihasilkan parutan kelapa, sebagai gambaran kinerja alat dalam kondisi operasional.

Ruang Lingkup Proyek Perancangan

Penelitian diawali dengan studi pendahuluan, pengumpulan data, pengolahan data, hingga perancangan fisik mesin.



Tahap Identifikasi Masalah

- a. Observasi Lapangan: Mengamati proses pamarutan kelapa di UMKM Berkah Kelapa, Batang.
- b. Identifikasi Keluhan: Mencatat kendala operator, seperti kelelahan fisik dan risiko keamanan tangan saat menekan kelapa ke mata pisau.
- c. Studi Literatur: Mencari referensi mengenai sistem *hopper* (corong), motor penggerak, dan standar ergonomi.

Tahap Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini terbagi menjadi dua:

- a. Data Primer: Hasil pengukuran langsung dimensi mesin lama dan pengamatan waktu siklus pamarutan.
- b. Data Antropometri: Mengumpulkan data dimensi tubuh operator (tinggi siku berdiri, tinggi bahu, panjang lengan) untuk menentukan *persentil* yang akan digunakan dalam desain.

Tahap Pengolahan Data dan Analisis

Pada tahap ini, dilakukan perhitungan teknis untuk menentukan spesifikasi mesin:

- a. Analisis Antropometri: Menentukan tinggi corong berdasarkan *Persentil* tinggi bahu berdiri agar posisi kerja netral.
- b. Analisis Transmisi: Menghitung perbandingan *pulley* dan *V-belt* agar putaran motor listrik

(RPM) dapat menghasilkan kecepatan parut yang optimal.

- c. Analisis Kapasitas: Menghitung volume corong agar mampu menampung jumlah kelapa yang ditargetkan dalam satu siklus.

Tahap Perancangan (Design)

Perancangan dilakukan secara bertahap menggunakan prinsip *Product Design and Development*:

- a. Penyusunan Konsep: Membuat sketsa kasar mesin dengan penambahan corong penutup.
- b. Pembuatan Model 3D: Menggunakan perangkat lunak (seperti AutoCAD atau SolidWorks) untuk memvisualisasikan komponen mesin secara detail.
- c. Pemilihan Material: Menentukan jenis bahan (misalnya *Stainless Steel* untuk bagian yang kontak dengan makanan agar higienis).

Tahap Evaluasi dan Kesimpulan

Langkah terakhir adalah melakukan evaluasi terhadap desain akhir:

- a. Uji Kelayakan Ekonomi: Menghitung apakah biaya pembuatan mesin sebanding dengan peningkatan produktivitas yang dihasilkan.
- b. Analisis K3: Memastikan seluruh bagian tajam dan transmisi telah tertutup rapat untuk keamanan operator

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan Data

Adapun Pengumpulan data yang diperoleh dalam penelitian alat pamarut kelapa sebagai berikut :

Tabel 4.1 Data Pada UMKM Berkah Kelapa

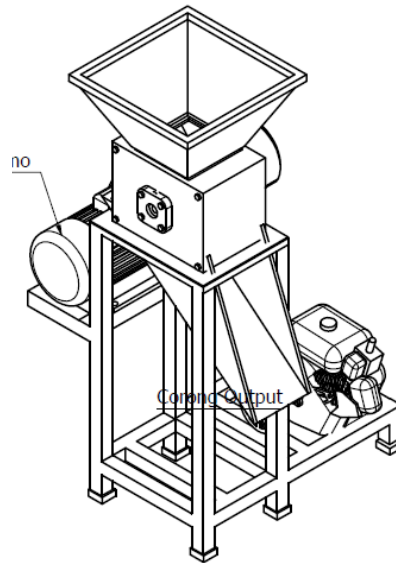
No.	Kriteria	Keterangan
1.	Volume Kelapa	± 300 butir kelapa per hari
2.	Proses Pamarutan	Menggunakan mesin pamarut kelapa bermotor listrik
3.	Kualitas Parutan	Cukup halus
4.	Waktu Pamarutan	± 2 menit per 3-4 butir kelapa
5.	Kendala	Mata pamarut terbuka berisiko terhadap keselamatan operator.
6.	Tenaga Kerja	3 orang operator
7.	Peralatan	3 unit mesin pamarut kelapa
8.	Sumber Energi	Listrik
9.	Human Error	Berpotensi terjadi akibat kelelahan dan kurangnya pelindung

Berdasarkan Tabel 4.2, dapat diketahui bahwa UMKM Berkah Kelapa memiliki volume produksi sekitar ±300 butir kelapa per hari dengan proses pamarutan menggunakan mesin

bermotor listrik. Mesin yang digunakan masih memiliki mata pamarut terbuka sehingga berpotensi menimbulkan risiko keselamatan kerja bagi operator. Selain itu, potensi terjadinya human error juga cukup tinggi akibat kelelahan kerja dan kurangnya alat pelindung. Oleh karena itu, data ini menjadi dasar dalam perancangan alat pamarut kelapa yang mengacu pada Body of Knowledge (BOK) Product Design and Development, Ergonomics & Human Factors, serta Safety guna menghasilkan alat yang lebih aman, ergonomis, dan efisien. Selain itu, aspek Engineering Economy juga dipertimbangkan agar alat yang dirancang memiliki biaya yang ekonomis dan sesuai dengan kemampuan UMKM.

Product Design and Development

Product design and development pada mesin pamarut kelapa ini dilakukan sebagai upaya pengembangan dari mesin pamarut kelapa konvensional agar mampu meningkatkan kapasitas produksi, menjaga kebersihan produk, serta meningkatkan keamanan dan kenyamanan penggunaan. Pengembangan desain pada mesin pamarut kelapa ini meliputi beberapa aspek sebagai berikut: Mesin pamarut kelapa yang dirancang dalam penelitian ini mengalami beberapa pengembangan desain untuk meningkatkan fungsionalitas dan kesesuaiannya bagi pelaku usaha. Salah satu pengembangan dilakukan pada bagian corong pemasukan yang dibuat dengan kapasitas lebih besar, sehingga bahan baku kelapa dapat dimasukkan dalam jumlah lebih banyak dalam satu proses. Hal ini bertujuan untuk mengurangi frekuensi pemasukan secara berulang dan membuat proses pamarutan lebih praktis ketika digunakan untuk produksi dalam jumlah besar. Selain itu, bagian mesin yang bersentuhan langsung dengan kelapa, khususnya corong pemasukan, menggunakan material food grade seperti stainless steel. Penggunaan material ini dimaksudkan agar hasil parutan tetap higienis, aman, dan sesuai dengan standar keamanan pangan. Pengembangan lainnya terdapat pada sistem penggerak mesin yang dirancang menggunakan dua alternatif, yaitu diesel dan motor listrik, sehingga mesin dapat dioperasikan sesuai dengan kondisi lokasi kerja, terutama pada daerah yang memiliki keterbatasan akses listrik. Terakhir, untuk meningkatkan keselamatan operator, sistem transmisi pulley dilengkapi dengan penutup pelindung guna mengurangi potensi kecelakaan akibat kontak langsung dengan bagian mesin yang berputar selama proses pamarutan berlangsung.



Gambar 4.1 Desain mesin pamarut kelapa

Ergonomics & Human Factors

Ergonomics dan Human Factors merupakan pendekatan dalam perancangan sistem kerja yang berfokus pada kesesuaian antara manusia, mesin, dan lingkungan kerja.

Pengumpulan Data Antropometri

Adapun pengumpulan data antropometri yang digunakan untuk merancang dan membuat produk alat pamarut kelapa dengan penyesuaian dengan antropometri tenaga kerja pada UMKM Berkah Kelapa, pengambilan data diambil dari bank data laboratorium Teknik Industri meliputi:

- a. Tinggi siku berdiri : digunakan sebagai acuan tinggi rangka utama mesin karena posisi kerja operator saat mengoperasikan pamarut berada pada area setinggi siku.
- b. Tinggi bahu berdiri : digunakan untuk menentukan posisi corong input harus mudah dijangkau operator saat memasukkan kelapa.
- c. Tinggi pinggang berdiri : digunakan untuk menentukan tombol ON/OFF harus dapat diakses dengan cepat dan aman, terutama dalam kondisi darurat.
- d. Tinggi lutut berdiri : digunakan untuk menentukan corong output sebagai jalur keluarnya hasil parutan menuju wadah penampung

Tabel 4.2 Hasil Rekapitan Data Persentil yang Digunakan

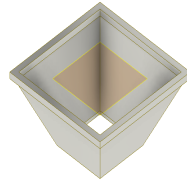
No	Data Antropometri	Persentil	Ukuran	Allowance	Rentang (cm)
1	Tinggi siku berdiri	P50	101,6	± 5%	96 - 107
2	Tinggi bahu berdiri	P25	131,35	± 5%	124 - 138
3	Tinggi pinggang berdiri	P25	91,9	± 5%	87 - 97
4	Tinggi lutut	P50	48,2	± 5%	46 - 51

Safety

Rekayasa keselamatan kerja (K3) merupakan penerapan prinsip-prinsip teknik untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mengendalikan potensi bahaya yang dapat muncul selama pengoperasian mesin.

Pendekatan keselamatan yang digunakan pada perancangan ini sebagai berikut :

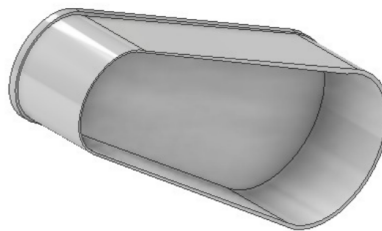
a. Corong Input (Hopper Pemasukan bahan)



Gambar 4.2 Corong Input

Corong input dirancang dengan bentuk mengerucut dan ukuran yang cukup dalam agar kelapa dapat masuk ke area pamarut dengan aman. Desain ini membantu mencegah tangan operator masuk terlalu dekat ke mata parut saat proses pemasukan bahan. Dengan adanya corong input, proses pamarutan menjadi lebih aman dan risiko cedera dapat dikurangi.

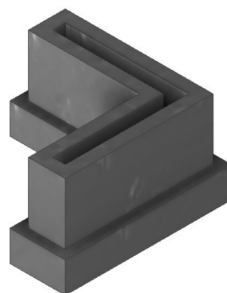
b. Penutup Pulley



Gambar 4.3 Penutup Pulley

Pulley dan sabuk penggerak dilengkapi dengan penutup sebagai pelindung. Penutup ini berfungsi untuk mencegah operator menyentuh langsung bagian yang berputar saat mesin sedang beroperasi. Selain itu, penutup pulley juga mengurangi risiko pakaian atau benda lain tersangkut pada sistem transmisi mesin.

c. Karet Peredam di Bawah Rangka Utama

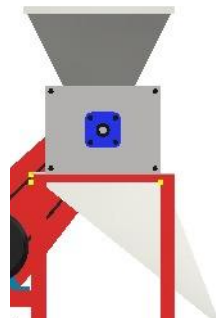


Gambar 4.4 Karet Peredam

Pada bagian bawah rangka utama dipasang karet peredam untuk mengurangi getaran saat mesin digunakan. Karet ini membantu menjaga kestabilan mesin sehingga tidak mudah bergeser atau bergoyang. Dengan berkurangnya getaran, kenyamanan dan keselamatan operator dapat lebih terjaga selama pengoperasian mesin.

d. Penggunaan Bahan Food Grade

Bagian mesin yang bersentuhan langsung dengan kelapa menggunakan bahan food grade, seperti stainless steel. Penggunaan material ini bertujuan untuk menjaga kebersihan dan keamanan hasil parutan. Selain mudah dibersihkan, bahan food grade juga tidak menimbulkan kontaminasi sehingga hasil pamarutan aman untuk dikonsumsi.



Gambar 4.5 Penggunaan Bahan Food Grade

Engineering Economics Analysis

Analisis ekonomi teknik merupakan bagian penting dalam proses pengambilan keputusan investasi. Dalam studi ini, dilakukan evaluasi kelayakan finansial terhadap rencana yang dirancang untuk meningkatkan efisiensi proses produksi tempe di UKM. Evaluasi dilakukan menggunakan tiga metode utama yaitu *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), dan *Payback Period* (PP) guna menilai manfaat ekonomi dari investasi tersebut.

1. Biaya untuk membuat 1 unit alat pamarut kelapa otomatis :

- Biaya komponen : Rp 2.347.000
- Biaya bahan baku : Rp 1.550.000
- Biaya jasa pembuatan mesin pamarut kelapa : Rp 300.000

2. Keuntungan

Keuntungan kami diperoleh dari 20% dari biaya untuk membuat 1 unit alat Keuntungan Harga jual = 20% (biaya komponen) + biaya bahan baku + biaya jasa pembuatan mesin pamarut kelapa)

$$= 20\% (\text{Rp } 2.374.000 + \text{Rp } 1.550.000 + \text{Rp } 300.000)$$

$$= 20\% \times \text{Rp } 4.197.000 = \text{Rp } 840.000$$

$$\begin{aligned} \text{Harga jual} &= \text{Biaya yang dikeluarkan} + \text{keuntungan} \\ &= \text{Rp } 4.197.000 + \text{Rp } 840.000 \\ &= \text{Rp. } 5.037.000 \end{aligned}$$

Asumsi Perhitungan

Perhitungan analisis kelayakan didasarkan pada sejumlah asumsi realistis yang relevan dengan kondisi operasional UKM:

Tabel 4.3 Asumsi Perhitungan

Komponen	Nilai	Keterangan
Investasi Awal	Rp 5.037.000	Harga jual mesin pamarut kelapa
Umur Alat	5 Tahun	Masa pakai ekonomis mesin
Efisiensi Biaya Kerja	Rp 25.000	Penghematan waktu/tenaga kerja per hari
Hari Kerja Per Tahun	300 hari/tahun	Asumsi hari kerja
Pengeluaran Tahunan.	Rp 3.250.000	Biaya operasional yang dikeluarkan per tahunnya

Tabel 4.4 Rincian Pengeluaran Tahunan

Komponen Pengeluaran	Keterangan	Total Tahunan (Rp)
Biaya Listrik	Estimasi motor operasional 0,5 HP (± Rp 7.000/hari kerja)	Rp 2.100.000
Biaya Sanitasi & Higienitas	Pembelian cairan pembersih <i>food grade</i> dan pemeliharaan kebersihan alat.	Rp 250.000
Penggantian Suku Cadang	Akumulasi biaya penggantian V-belt, mata parut, baut-mur, dll selama 1 tahun.	Rp 200.000
Pemeliharaan Teknis Rutin	Biaya pelumasan bearing, penyetelan poros, dan jasa teknisi berkala.	Rp 450.000

Biaya Tak Terduga (Kontingensi)	Dana cadangan untuk kerusakan mendadak di luar jadwal servis.	Rp 250.000
Jumlah		Rp 3.250.000

Estimasi Arus Kas Bersih (Net Cash Flow)

Mesin pamarut kelapa yang dirancang merupakan pengembangan dari mesin sebelumnya yang memiliki kapasitas produksi rendah. Dengan peningkatan kapasitas pamarutan, mesin ini mampu mempercepat proses produksi dan mengurangi waktu operasional, sehingga memberikan efisiensi biaya dalam kegiatan produksi. Penggunaan mesin dengan kapasitas lebih besar ini diperkirakan dapat menghemat biaya operasional sebesar Rp 100.000 per hari dibandingkan penggunaan mesin lama. Dengan asumsi mesin digunakan selama 300 hari kerja per tahun, maka penghematan biaya tahunan yang diperoleh adalah:

- hemat biaya tenaga kerja = Rp 25.000 × 300 hari = Rp 7.500.000
- biaya operasional tahunan = Rp 3.250.000
- arus kas bersih tahunan = Rp 7.500.000 - Rp 3.250.000 = Rp 4.250.000

Perhitungan NPV

NPV dihitung dengan mendiskontokan arus kas selama 5 tahun menggunakan tingkat diskonto 15%:

$$NPV = \sum_{t=1}^5 \frac{5.000.000}{(1+0,15)^t} - 5.037.000$$

$$\text{Faktor diskonto} = \frac{1}{(1+R)^t}$$

Tabel 4.5 Perhitungan NPV

Tahun	Arus Kas (Rp)	Faktor Diskonto (15%)	Present Value (PV) (Rp)
0	(5.037.000)	1,0000	(5.037.000)
1	4.250.000	0,8696	3.695.800
2	4.250.000	0,7561	3.213.425
3	4.250.000	0,6575	2.794.375
4	4.250.000	0,5718	2.430.150
TOTAL PV	Rp 14.246.850		

NPV	Rp 9.209.850
-----	--------------

$$NPV = Rp 9.209.850 > 0$$

NPV > 0 → Proyek mesin pamarut kelapa layak untuk dilaksanakan, karena menghasilkan manfaat bersih positif setelah didiskontokan dengan tingkat bunga 15%.

Perhitungan Payback Period (PP)

Perhitungan Payback Period dilakukan sebagai berikut:

$$PP = \frac{\text{Investasi awal}}{\text{Arus bersih tahunan}}$$

$$= \frac{5.037.000}{4.250.000}$$

$$= 1,185 \text{ tahun}$$

14 bulan 7 hari

PP < umur proyek (5 tahun) investasi cepat kembali

Perhitungan Internal Rate of Return (IRR)

Perhitungan IRR dilakukan menggunakan pendekatan interpolasi, yaitu dengan mencari dua tingkat diskonto yang menghasilkan NPV positif dan NPV negatif.

Berdasarkan hasil perhitungan sebelumnya diperoleh:

- NPV pada i = 80% = Rp 425.000 (positif)
- NPV pada i=85% = Rp -275.000 (negatif mendekati nol)

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} \times (i_2 - i_1)$$

Dengan :

- $i_1 = 80 \%$
- $NPV_1 = Rp 144.570.000$
- $i_2 = 85 \%$
- $NPV_2 = Rp -55.000$

$$IRR = 80\% + \frac{144.570}{144.570 - (-55.000)} \times (85\% - 80\%)$$

$$= 80\% + \frac{425.200}{199.570} \times (10\%)$$

$$= 80\% + (0,72 \times 5 \%)$$

$$= 83,6\%$$

Karena nilai IRR lebih besar dibandingkan tingkat diskonto yang digunakan (MARR = 15%), maka proyek mesin pamarut kelapa dinyatakan layak secara finansial. 83,6% > 15% IRR > MARR → Proyek layak

D. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, perancangan, dan perhitungan yang telah dilakukan pada proyek Mesin Pamarut Kelapa Otomatis ini, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Mesin pamarut kelapa yang dirancang dalam penelitian ini mengalami beberapa pengembangan desain untuk meningkatkan fungsionalitas dan kesesuaiannya bagi pelaku usaha. Salah satu pengembangan dilakukan pada bagian corong pemasukan yang dibuat dengan kapasitas lebih besar, sehingga bahan baku kelapa dapat dimasukkan dalam jumlah lebih banyak dalam satu proses. Hal ini bertujuan untuk mengurangi frekuensi pemasukan secara berulang dan membuat proses pamarutan lebih praktis ketika digunakan untuk produksi dalam jumlah besar. Selain itu, bagian mesin yang bersentuhan langsung dengan kelapa, khususnya corong pemasukan, menggunakan material food grade seperti stainless steel. Penggunaan material ini dimaksudkan agar hasil parutan tetap higienis, aman, dan sesuai dengan standar keamanan pangan. Pengembangan lainnya terdapat pada sistem penggerak mesin yang dirancang menggunakan dua alternatif, yaitu diesel dan motor listrik, sehingga mesin dapat dioperasikan sesuai dengan kondisi lokasi kerja, terutama pada daerah yang memiliki keterbatasan akses listrik. Terakhir, untuk meningkatkan keselamatan operator, sistem transmisi pulley dilengkapi dengan penutup pelindung guna mengurangi potensi kecelakaan akibat kontak langsung dengan bagian mesin yang berputar selama proses pamarutan berlangsung.
2. Perancangan dimensi mesin didasarkan pada data antropometri operator agar tercipta postur kerja yang nyaman dan aman. Setiap ukuran memiliki fungsi sebagai berikut:
 - Tinggi siku berdiri digunakan sebagai acuan rangka utama
 - Tinggi bahu digunakan sebagai batas maksimal ketinggian mesin.
 - Tinggi pinggang digunakan untuk menentukan posisi saklar tombol ON/OFF
 - Tinggi lutut (tinggi bawah mesin) digunakan untuk menentukan tinggi corong output
3. Validitas dan Keandalan Data: Seluruh data yang digunakan dalam perancangan ini dinyatakan Valid dan Reliabel. Hal ini dibuktikan melalui:
 - Uji Keseragaman Data: Semua data berada di dalam batas kontrol (BKA dan BKB) atau bersifat Seragam.
 - Uji Kecukupan Data: Jumlah sampel yang diambil telah memenuhi syarat minimum (Data Cukup) untuk mewakili populasi pengguna.
4. Aspek Safety (Keselamatan Kerja) menjadi bagian penting dalam perancangan mesin, dengan penerapan:

- Corong input dirancang dengan bentuk mengerucut dan ukuran yang cukup dalam agar kelapa dapat masuk ke area pamarut dengan aman.
- Pulley dan sabuk penggerak dilengkapi dengan penutup sebagai pelindung. Penutup ini berfungsi untuk mencegah operator menyentuh langsung bagian yang berputar saat mesin sedang beroperasi.
- Pada bagian bawah rangka utama dipasang karet peredam untuk mengurangi getaran saat mesin digunakan..
- Bagian mesin yang bersentuhan langsung dengan kelapa menggunakan bahan food grade, seperti stainless steel.

Pendekatan *safety by design* ini menunjukkan bahwa keselamatan sudah dipertimbangkan sejak tahap perancangan, bukan hanya sebagai tambahan.

5. Analisis ekonomi teknik: Investasi awal sebesar Rp 5.037.000 dengan arus kas bersih tahunan Rp 4.250.000 menunjukkan:

- NPV sebesar Rp 39.209.850 ($NPV > 0$)
- Payback Period sebesar 1,185 tahun
- IRR sebesar 83,6% ($> MARR 15\%$)

Hasil tersebut menunjukkan bahwa investasi mesin sangat layak secara finansial dan mampu memberikan keuntungan signifikan dalam waktu singkat.

Saran

Untuk meningkatkan performa dan keberlanjutan penggunaan alat, disarankan beberapa hal sebagai berikut:

1. Pengujian mesin secara langsung dalam lingkungan produksi UMKM dalam jangka waktu yang lebih panjang diperlukan untuk mengetahui daya tahan komponen, kestabilan performa, serta efektivitas mesin dalam kondisi operasional nyata.
2. Disarankan untuk memberikan pelatihan sederhana kepada operator mengenai prosedur pengoperasian, pembersihan, dan perawatan mesin agar alat dapat digunakan secara optimal dan memiliki umur pakai sesuai perencanaan.
3. Perlu disusun jadwal pemeliharaan berkala untuk menjaga umur ekonomis mesin sesuai perencanaan serta menghindari biaya perbaikan mendadak yang dapat mempengaruhi arus kas.

E. DAFTAR PUSTAKA

- Akhmadi, A. N., Usman, M. K., & Wibowo, A. (2023). Desain rancang bangun mesin pamarut kelapa listrik di wilayah Kota Tegal. *Jurnal Teknologi Manufaktur*, 8(1), 55–63.
- Ardhitama, D., & Immawan, T. (2012). Perancangan dan pengembangan produk berbasis Computer Aided Design (CAD) pada proses manufaktur. *Jurnal Teknik Industri*, 13(2), 97–104.
- Arifin, Z., & Putra, R. D. (2019). Karakteristik pertumbuhan dan adaptasi tanaman kelapa pada berbagai kondisi lahan tropis. *Jurnal Agroindustri Tropika*, 8(1), 45–52.
- Azmi, M. U., Jannah, M., Atmaja, R. E., & Lestari, S. (2025). Laporan proyek perancangan pembuatan mesin pengaduk kedelai dan ragi pada usaha tempe. Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung, Semarang.
- Banjarnahor, A., Siregar, H., & Manurung, R. (2022). Studi efisiensi konsumsi energi listrik pada proses pengolahan kelapa sawit PT. Perawang Agro Sejahtera (PAS) Perawang. *Jurnal Teknik Energi*, 11(2), 45–52.
- Budiyanto, E., Nugroho, S., & Prasetyo, A. (2015). Analisis pemilihan material pada perancangan mesin pengolahan pangan berbasis stainless steel. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 6(3), 185–192.
- Darma, D., Edowai, D. N., & Makalew, Y. R. K. (2021). Pengembangan dan uji kinerja prototipe mesin parut kelapa tipe silinder bertenaga motor listrik. *Jurnal Teknik Pertanian*, 9(2), 85–94.
- Firmansyah, R., Pratama, A., & Hidayat, T. (2023). Analisis ergonomi pada perancangan alat kerja untuk mengurangi risiko kelelahan operator menggunakan pendekatan ergonomi kerja. *Jurnal Teknik Industri*, 24(2), 101–109.
- Gede Suarjana, I., Wirawan, I. M., & Sudiarta, I. N. (2018). Perbaikan desain alat pamarut kelapa berbasis ergonomi untuk menurunkan beban kerja operator. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 17(1), 55–63.
- Harmen, H., Siregar, I., & Lubis, M. (2020). Penerapan prinsip ergonomi pada perancangan alat kerja untuk meningkatkan kenyamanan operator UMKM. *Jurnal Teknik Industri*, 10(2), 75–82.
- Hendrawan, A., & Firmansyah, R. (2015). Analisis keselamatan dan kesehatan kerja pada sistem kelistrikan industri kecil menengah. *Jurnal Teknik Elektro*, 7(2), 85–92.
- Ikhsan, N. H. P., Dewi, R. P., & Saputra, T. J. (2024). Desain perancangan mesin pamarut kelapa dengan pengaman sistem tuas mekanis. *Majamecha: Jurnal Teknik Mesin*, 7(1).

- Irdam, I., Syafei, M., & Kurniawan, D. (2020). Pemanfaatan data antropometri dalam perancangan fasilitas kerja ergonomis pada industri kecil. *Jurnal Teknik Industri*, 21(1), 45–52.
- Kasifalham, F., Argo, B. D., & Lutfi, M. (2013). Uji performansi mesin pamarut kelapa dan pemeras santan kelapa. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 1(1), 1–8.
- Manuaba, A. (2003). *Ergonomi, kesehatan dan keselamatan kerja*. Surabaya: Guna Widya.
- Nuraini, L., Argo, B. D., & Lutfi, M. (2019). Analisis penggunaan material stainless steel pada mesin pengolahan pangan untuk meningkatkan higienitas produk. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 7(1), 1–8.
- Nurmianto, E., & Dewi, D. S. (2018). Aplikasi data antropometri pada desain produk dan fasilitas kerja ergonomis di industri manufaktur. *Jurnal Ergonomi Indonesia*, 4(2), 63–71.
- Nugroho, A., & Rhohman, F. (2024). Desain ulang mesin pamarut kelapa kapasitas 20 kg/jam di UMKM Omah Jenang Pare Kabupaten Kediri. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi*.
- Nuryanto, I. E., & Setiafindari, W. (2024). Perancangan mesin parut kelapa untuk meningkatkan produktivitas dengan menggunakan pendekatan Design for Manufacturing and Assembly. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri dan Inovasi*, 2(4), 34–45.
- Nuryanto, I. E., & Setiafindari. (2025). Perancangan mesin parut kelapa untuk meningkatkan produktivitas dengan menggunakan pendekatan Design for Manufacturing and Assembly (DFMA). *Jurnal Teknik Industri*, 10(1), 45–53.
- Petrus, S., Mangando, M. T., Sudirman, Sainuddin, H., Fahreza, N., & Pradistya, A. W. (2024). Perhitungan konstruksi pada modifikasi alat pamarut dan pemeras santan kelapa dengan penggerak motor listrik. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 12(1), 15–24.
- Prasetyo, E., Nugroho, A., & Widodo, S. (2021). Perancangan mesin pamarut kelapa sistem silinder untuk meningkatkan kapasitas produksi UMKM. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 12(2), 89–97.
- Pratama, I. Y., & Arifin, Z. (2023). Design and construction of coconut grating machine with 220 volt electric motor. *Profisiensi: Jurnal Teknik Industri*, 11(2).
- Rahmawati, N., Hidayat, N., & Wicaksono, A. (2021). Faktor lingkungan dan umur tanaman terhadap produktivitas kelapa di wilayah pesisir Indonesia. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 49(3), 233–240.
- Ramadhan, F. R. K., & Fauzi, A. S. (2022). Design and build a coconut grater machine with a capacity of 20 kg/hour. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi (INOTEK)*.

- Ramadhan, M. A., Nurrohkayati, A. S., Waloyo, H. T., & Nugroho, A. (2024). Analisis desain mesin parut kelapa skala rumah tangga menggunakan motor listrik. *Jurnal Teknik Industri*, 10(2), 101–110.
- Rohman, F., Istiqlaliyah, H., Pratiwi, Y. S., Setyowidodo, I., Ibrahim, M. D., & Ilahi, W. (2021). Penerapan teknologi pamarut dan pemeras kelapa pada UMKM Omah Jenang Kecamatan Pare Kabupaten Kediri. *Jurnal Abdimas Berdaya*, 4(2), 87–94.
- Sari, D. P., Hidayat, T., & Kurniawan, R. (2020). Penerapan teknologi mesin pamarut kelapa terhadap peningkatan produktivitas usaha kecil pengolahan kelapa. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(3), 210–216.
- Subekhi, T. U. A., Maulana, A., & Wawan. (2023). Kajian rancang bangun mesin parut kelapa portable kapasitas 7,5 kg/jam dengan daya 125 watt. *Jurnal Teknologika*, 13(1), 32–42.
- Sufyan, M., Maimun, & Maulana, R. (2024). Product design and development dalam peningkatan daya saing industri manufaktur. *Jurnal Teknik Industri*, 14(1), 11–20.
- Suryana, A., Supriyanto, A., & Santoso, B. (2020). Potensi dan pemanfaatan kelapa (*Cocos nucifera* L.) sebagai bahan baku industri pangan dan nonpangan di Indonesia. *Jurnal Perspektif Pertanian*, 19(2), 87–96.
- Sutalaksana, I. Z., Widyanti, A., & Susihono, W. (2019). Evaluasi postur kerja dan perancangan ulang fasilitas kerja berbasis antropometri untuk mengurangi keluhan muskuloskeletal. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 8(1), 1–9.
- Tarwaka. (2015). *Ergonomi Industri: Dasar-dasar Pengetahuan Ergonomi dan Aplikasi di Tempat Kerja*. Surakarta: Harapan Press.
- Tarwaka, & Sudiajeng, L. (2019). Analisis beban kerja fisik dan postur kerja menggunakan metode ergonomi pada industri kecil menengah. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 18(2), 123–131.
- Thasinwa, I., Istiasih, H., & Santoso, R. (2020). Rancang bangun alat pamarut kelapa menggunakan tenaga listrik. *Jurnal Teknik Industri Universitas Nusantara PGRI Kediri*, 5(2), 56–63.
- Zamali, F., & Saidah, A. (2024). Rancang bangun mesin pamarut kelapa kapasitas 30 kg/jam. *Scientica: Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi*, 2(12), 584–608.