



## **Rancang Bangun Mesin Pengupas dan Pemisah Kulit Polong Kacang Hijau Menggunakan Silinder Pengupas dan Tenaga Blower**

### ***Design of a Machine for Peeling and Separating Green Bean Pods Using a Peeling Cylinder and Blower Power***

**Agus Sutejo<sup>1\*</sup>, Gilang Ramdani<sup>1</sup>, Amalia Putri<sup>1</sup>, Bambang Ferdiansyah<sup>1</sup>, Gregorios Damar Pratama Putra<sup>1</sup>, Mochammad Rizky Assidiek<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB University

\*Corresponding Author: [Agussu@apps.ipb.ac.id](mailto:Agussu@apps.ipb.ac.id)

**Abstract.** *The manual process of peeling and separating mung bean pods is still time-consuming, labor-intensive, and causes potential yield losses due to seed damage. This results in low efficiency during the postharvest stage. This study aims to design and test a mung bean pod peeler and separator machine using a peeling cylinder and blower power. The machine is designed with main components consisting of a hopper, peeling cylinder, 0.5 HP electric motor, pulley belt transmission system, and a separating blower. The machine operates by feeding the pods into the hopper, after which the peeling cylinder rotates to detach the seeds from the pods through friction and impact, while the blower functions to separate the pods from the seeds. Test results show that the machine can process 1 kg of material per minute, equivalent to a capacity of 60 kg/hour. In the first stage of testing, the peeling success rate reached 86% with an average overall performance of 78.05%, which was still below the 80% target. After modifications were made to the outlet channel, the performance improved significantly, achieving a peeling success rate of 99.10% and an overall average of 93.00%, exceeding the design target. Thus, this machine is effective in improving postharvest efficiency for mung beans and has the potential to reduce dependency on manual methods.*

**Keywords:** *Mung beans, Mechanization, Postharvest, Peeling, Separation*

## 1. Pendahuluan

Sebagai negara agraris, sektor pertanian di Indonesia menjadi salah satu penopang utama perekonomian negara dengan kontribusi 12,53% terhadap PDB (BPS 2024). Sektor pertanian mutlak diperlukan untuk memenuhi kebutuhan pangan bagi seluruh warga. Untuk menyediakan suplai pangan yang cukup di tengah berbagai keterbatasan seperti jumlah lahan pertanian yang menyusut serta perubahan iklim, produktivitas kegiatan pertanian perlu ditingkatkan agar mampu mengimbangi permintaan yang terus bertambah seiring meningkatnya populasi. Oleh karena itu, peningkatan produktivitas dan efisiensi dalam kegiatan pertanian diperlukan untuk meningkatkan perekonomian serta menjamin ketahanan pangan.

Salah satu metode untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi dalam kegiatan pertanian adalah dengan mekanisasi pertanian dalam berbagai tahapan mulai dari penyiapan lahan, budidaya hingga pascapanen. Penggunaan mesin dalam berbagai tahapan tersebut dapat meningkatkan jumlah produksi, mengurangi biaya dan susut panen, serta menghemat waktu. Tetapi, tingkat mekanisasi pertanian Indonesia masih tertinggal dari negara-negara lain termasuk negara tetangga seperti Malaysia dan Thailand (Amirullah 2023). Karenanya, penggunaan alsintan pada tahap penyiapan lahan dan budidaya perlu ditingkatkan, sedangkan inovasi peralatan pasca panen sesuai tiap komoditas yang diproduksi di Indonesia perlu digalakkan.

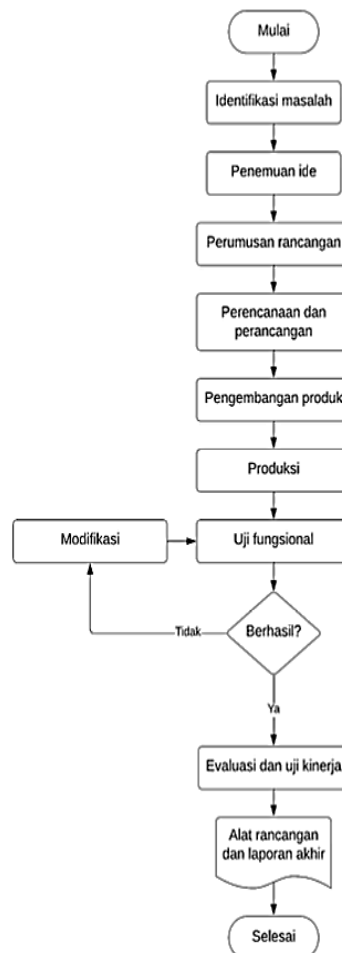
Salah satu komoditas pertanian yang banyak digunakan dalam proses bahan pangan adalah kacang hijau. Kacang hijau (*Vigna radiata*) merupakan salah satu komoditas kacang-kacangan yang banyak dibudidayakan setelah kedelai dan kacang tanah (Radiansyah *et al.* 2020). Kacang hijau dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku produksi tauge, dijadikan produk olahan, maupun dikonsumsi langsung setelah direbus. Kacang hijau dipanen dalam bentuk polong keras yang sudah menghitam yang berisi beberapa biji kacang hijau masak. Setelah dipetik, polong dikupas untuk memperoleh biji, lalu kulit ari pada biji dihilangkan terlebih dahulu sebelum dimanfaatkan lebih lanjut. Proses konvensional tersebut masih memerlukan waktu yang lama sehingga tidak efisiennya proses panen sampai pasca panen. Pada tahap pasca panen khususnya, proses pengupasan dan pemisahan kulit polong kacang hijau masih banyak dilakukan dengan cara manual dengan ditumbuk, diinjak, maupun dikupas satu persatu, sehingga membutuhkan waktu dan tenaga yang besar. Hal ini menyebabkan rendahnya efisiensi proses pengupasan serta potensi terjadinya susut akibat kerusakan biji kacang hijau.

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan metode pengupasan dan pemisahan sampah kulit polong kacang hijau yang lebih efektif menggunakan mesin agar didapatkan hasil panen dalam jumlah besar untuk waktu singkat tanpa merusak mutu biji tersebut. Di pasaran sendiri, masih jarang ditemukan mesin pengupas yang dilengkapi dengan mekanisme pemisahan sampah kulit polong.

kacang hijau dengan hasil biji kacang hijau yang didapatkan. Pada saat ini, hanya terdapat mesin pengupas tanpa dilengkapi dengan pemisah sampah hasil kupasan kulit polongnya, sehingga sampah kulit polong masih berantakan dan tercecer. Akibat dari hal tersebut, petani masih harus memisahkan kembali antara sampah kulit polong dengan biji kacang hijau yang sudah dikupas dari hasil *output* mesinnya. Sampai sekarang, metode manual masih lebih banyak digunakan untuk memisahkan biji kacang hijau, walaupun membutuhkan waktu lama dan energi yang besar. Dengan demikian, dibuatlah inovasi rancang bangun mesin pengupas dan pemisah kulit polong kacang hijau menggunakan silinder pengupas dan tenaga blower yang dapat mengatasi permasalahan diatas dengan harapan mendapatkan hasil panen dengan mutu yang baik dan tidak tercampur dengan sampah kulit polong kacang hijau.

## 2. Metode Penelitian

Pengerjaan konsep rancangan tugas akhir ini dilaksanakan dari bulan Januari hingga Juni 2025 di lingkungan kampus IPB University. Alat yang digunakan dalam praktikum ini adalah laptop, alat tulis SolidWork, Microsoft Word, Microsoft Excel, *hopper*, sabuk, poros, saluran keluar, *casing*, rangka, bantalan, puli, sabuk, motor listrik, besi poros, besi siku, besi plat, baut dan mur, silinder pengupas, wadah penampung, dan blower. Sedangkan bahan yang digunakan adalah cat minyak, oli, kacang hijau Vima 1, kulit polong kacang hijau, dan kacang hijau yang masih terlapisi oleh kulit polongnya. Prosedur penelitian ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir perancangan mesin pengupas dan pemisah kulit polong kacang hijau

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Persyaratan Kriteria Rancangan

Setiap biji kacang hijau harus terkelupas dari kulit polongnya dan sampah kulit polong kacang hijau hasil pemrosesan harus terpisah dari hasil biji kacang hijau yang terkelupas. Target hasil kerja pemisahan dan pengupasan minimal 80% dari keseluruhan biji kacang hijau yang akan masuk ke dalam mesin. Sampah-sampah kulit polong kacang hijau hasil pengupasan diusahakan tidak tercampur dengan hasil akhir biji kacang hijau yang sudah bersih dari hasil pengupasan.

### 3.2 Target Teknis Alat

Setiap biji kacang hijau harus terkelupas dari kulit polongnya dan sampah kulit polong kacang hijau dapat terpisah dari hasil biji yang terkelupas. Kemudian, hasil pengupasan antara kulit polong

dan kacang hijau harus terpisah di dua tempat penampungan berbeda. Target hasil pengupasan dan pemisahan minimal 80% dari keseluruhan biji kacang hijau yang akan masuk ke dalam mesin pengupas. Selain itu, mesin ditargetkan dapat mengolah 1 kg polong kacang hijau dalam 1 menit. Dengan demikian, kapasitas mesin setara dengan 60 kg/jam.

### 3.3 Perhitungan Rancangan Alat

#### 3.3.1 Kebutuhan Daya Motor

Berdasarkan penelitian Suastawa (1986), kebutuhan daya motor menyesuaikan kebutuhan tenaga putar silinder pengupas yang disederhanakan dengan rumus:

$$P = T \times 2\pi \times N \div 60 \quad (1)$$

dimana P adalah tenaga gerak rotasi (Watt), T adalah torsi silinder (Nm), N adalah kecepatan linear silinder (rpm).

Berdasarkan asumsi dan spesifikasi motor listrik yang umum tersedia di pasaran, digunakan daya motor 0,5 HP dengan jumlah rotasi 1.400 rpm.

#### 3.3.2 Perhitungan Momen Puntir

Momen puntir, disebut juga momen rencana atau torsi perlu diketahui untuk menghitung variabel lain seperti diameter poros. Menurut (Sularso dan Suga 2004), momen puntir atau torsi (T) atau dihitung dengan menggunakan rumus:

$$T = 9,74 \times 10^5 \times P_d / n_1 \quad (2)$$

dimana T adalah torsi (kgf.mm),  $P_d$  adalah daya rencana (kW),  $n_1$  adalah putaran poros (rpm) = N = 1.400 rpm

Daya rencana ( $P_d$ ) menurut Sularso dan Suga (2004), merupakan perkalian daya motor dengan faktor koreksi ( $f_c$ ).

$$P_d = f_c \times P \quad (3)$$

Dengan asumsi daya yang akan ditransmisikan adalah daya rata-rata, diambil nilai  $f_c$  sebesar 1, karena daya yang ditransmisikan memakai daya normal (Sularso dan Suga 2004). Dengan demikian, nilai  $P_d$  dan T sebesar

$$\begin{aligned} P_d &= 1 \times 0,5 \\ &= 0,5 \text{ HP} \\ &= 0,5 \times 0,735 \text{ kW} \\ &= 0,3675 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T &= 9,74 \times 10^5 \times 0,3675 \text{ kW} / 1400 \text{ rpm} \\ &= 255,68 \text{ kgf.mm (kilogram – force millimeter)} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil nilai daya, maka daya motor listrik AC yang digunakan adalah 0,5 HP untuk memaksimalkan kinerja alat.

### 3.3.3 Pemilihan Poros

Pemilihan poros mempertimbangkan daya nominal, kekuatan poros, kekakuan poros, bahan poros, dan putaran kritis poros (Sularso dan Suga 2004). Perhitungan diameter poros dihitung dengan persamaan:

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

$$d_s^3 = \frac{16 \times T}{\pi \tau} \approx \frac{5,1 \times T}{\tau}$$

$$d_s = \left( \frac{5,1}{\tau} \times K_t \times C_b \times T \right)^{1/3}$$

dimana  $d_s$  adalah diameter poros (mm),  $\tau$  adalah tegangan geser yang diizinkan ( $\text{kgf/mm}^2$ ),  $C_b$  adalah faktor pembebanan lentur,  $K_t$  adalah faktor kelelahan dan kejutan pada momen punter, dan  $T$  adalah Momen puntir maksimum ( $\text{kgf.mm}$ )

$$\tau = \frac{\sigma_B}{sf_1 \times sf_2}$$

dimana  $\sigma_B$  adalah kuat tarik poros ( $\text{kgf/mm}^2$ ),  $sf_1$  adalah faktor keamanan karena pengaruh massa (konstanta),  $sf_2$  adalah faktor keamanan karena kekasaran permukaan (konstanta).

Tegangan geser ( $\tau$ ) yang terjadi akibat momen rencana  $T$  yang dibebankan pada poros dengan diameter  $d_s$  dihitung dengan rumus di bawah ini (Sularso dan Suga 2004).

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

$$d_s^3 = \frac{16 \times T}{\pi \tau} \approx \frac{5,1 \times T}{\tau}$$

$$\tau = \frac{T}{\pi d_s^3 / 16} = \frac{5,1 T}{d_s^3}$$

Dengan  $T = 255,68 \text{ kgf.mm}$  didapat tegangan geser sebesar :

$$\tau = \frac{5,1 T}{d_s^3} = \frac{5,1 \times 255,68 \text{ kgf.mm}}{16 \text{ mm}^3} = 81,498 \text{ kgf/mm}^2$$

Berdasarkan Sularso dan Suga 2004, digunakan nilai faktor  $sf_1$  sebesar 5,6 untuk penggunaan poros tipe S45C. Digunakan pula nilai faktor  $sf_2$  sebesar 3'. Nilai  $K_t$  sebesar 3 karena karena produk dikenakan kejutan ringan. Digunakan nilai  $C_b$  sebesar 2,3 karena diperkirakan tidak akan terjadi pembebanan lentur. Jenis poros yang digunakan berupa baja dengan kandungan karbon 0,45% dengan kuat tarik atau dorong  $58 \text{ kgf/mm}^2$ . Dengan demikian,

$$\tau = 58 \text{ kgf/mm}^2 / (5,6 \times 3) = 3,45 \text{ kgf/mm}^2$$

$$d_s = ((5,1 / 3,45) \times 3 \times 2,3 \times 255,68)^{1/3} = 14 \text{ mm}$$

Nilai tegangan geser yang diizinkan didapat sebesar  $3,45 \text{ kgf/mm}^2$  dan nilai diameter poros sebesar 14 mm. Untuk itu, menyesuaikan dengan ketersediaan di pasaran, digunakan diameter poros yang berukuran 16 mm *pulley* dengan ukuran lubang untuk puli 16 mm dan diameter puli penggerak dalam 7 inch.

### 3.3.4 Diameter Puli

Menurut Suastawa (1985), diameter puli dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$N_1 = \frac{D_p \times N_2}{d_p} \quad (4)$$

dimana  $N_1$  adalah putaran puli penggerak (rpm),  $N_2$  adalah putaran puli yang digerakkan (rpm),  $d_p$  adalah diameter puli penggerak/kecil (mm),  $D_p$  adalah diameter puli yang digerakkan/besar (mm).

Untuk mengetahui besar  $N_2$ , perlu diketahui kebutuhan torsi dan daya yang diperlukan untuk mengupas polong tetapi tidak merusak biji kacang hijau. Polong kacang hijau yang sudah dipanen dan dikeringkan hingga kadar air 13% memiliki rerata *rupture force* (dari ketiga sumbu) sebesar 50 N. Dengan demikian, gaya yang perlu diberikan pengupas terhadap polong diasumsikan setengahnya yaitu 25 N (Dahiya *et al.* 2015). Selanjutnya, diperlukan perhitungan momen inersia silinder pengupas untuk menghitung rpm. Silinder pengupas terdiri dari sirip -sirip (pisau -pisau) yang diasumsikan berbentuk persegi panjang.

$$\text{Momen inersia silinder: } I = \frac{1}{2}MR^2 \quad (5)$$

$$\text{Momen inersia persegi panjang: } I = \frac{1}{12}M(a^2 + b^2) \quad (6)$$

Sirip-sirip (pisau-pisau) yang memiliki tebal 4 mm dan direncanakan akan terdapat 4 baris yang mengelilingi selimut silinder. Setiap barisnya memiliki 5 sirip (pisau) dengan jarak antar sirip (pisau) yaitu 4 cm. Bahan yang akan digunakan untuk sirip (pisau) adalah bahan baja dengan  $\rho = 7.870 \text{ kg/m}^3$ .

#### 1. Momen Inersia Silinder Poros

Diketahui diameter poros adalah 16 mm, panjang efektif adalah 500 mm, massa jenis baja ( $\rho$ ) adalah  $7.850 \text{ kg/m}^3$ ,

Volume silinder poros:

$$V = \pi R^2 L$$

$$V = \pi (0,008 \text{ m})^2 (0,5 \text{ m})$$

$$V = 0,00010053 \text{ m}^3$$

Massa silinder poros:

$$m = \rho V$$

$$m = 7850 \text{ kg/m}^3 \times 0,00010053 \text{ m}^3$$

$$m = 0,789 \text{ kg}$$

Momen inersia silinder poros:

$$I = \frac{1}{2}mR^2$$

$$I = \frac{1}{2}(0,789 \text{ kg})(0,008)^2$$

$$I = 0,000025248 \text{ kg.m}^2$$

$$I = 2,52 \times 10^{-5} \text{ kg.m}^2$$

## 2. Momen Inersia Pipa Silinder

Diketahui diameter poros (Jari jari luar) adalah 9.5 cm, panjang efektif adalah 24 cm, tebal diameter (Jari jari dalam) adalah 0.15 cm, massa jenis stainless( $\rho$ ) adalah 8.000 kg/m<sup>3</sup>

Jari jari luar dan dalam silinder poros:

$$R \text{ (Jari jari luar)} = D/2$$

$$R \text{ (Jari jari luar)} = 0,095/2$$

$$R \text{ (Jari jari luar)} = 0,0475 \text{ m}$$

$$r \text{ (Jari jari dalam)} = R - tr \text{ (Jari jari dalam)} = 0,0475 \text{ m} - 0,0015 \text{ m}$$

$$r \text{ (Jari jari dalam)} = 0,046 \text{ m}$$

Volume silinder poros:

$$V = A \times L$$

$$V = (\pi R^2 - \pi r^2) \times L$$

$$V = \pi(R^2 - r^2) \times L$$

$$V = \pi(0,0475^2 - 0,046^2) \times 0,24 \text{ m}$$

$$V = 0,00010572 \text{ m}^2$$

Massa silinder poros:

$$m = \rho V$$

$$m = 8.000 \text{ kg/m}^3 \times 0,00010572 \text{ m}^3$$

$$m = 0,84576 \text{ kg}$$

Momen inersia silinder poros (bagian tutup depan belakang diabaikan karena terlalu tipis):

$$I = 1/2 m(R^2 + r^2)$$

$$I = 1/2 \times (0,84576 \text{ kg}) \times (0,0475^2 + 0,046^2)$$

$$I = 0,001849 \text{ kg.m}^2$$

## 3. Momen inersia sirip (pisau) berbentuk balok

diketahui tinggi sirip (pisau) (H): 105 mm adalah 0,105 m, panjang sirip (pisau) (L) adalah 40 mm = 0,04 m, tebal sirip (pisau) (W) adalah 4 mm = 0,004 m, massa jenis besi adalah 7.870 kg/m<sup>3</sup>, jarak sirip (pisau) titik awal tinggi dari sumbu rotasi adalah 4,75 cm = 0,0475 m.

Volume Sirip (Pisau) Berbentuk balok:

$$V = \text{Lebar} \times \text{Panjang} \times \text{Tinggi}$$

$$V = 0,04 \times 0,004 \times 0,105$$

$$V = 1,68 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

Jarak sumbu rotasi dari pusat massa (d) balok:

$$d = 0,0475 \text{ m} + H/2$$

$$d = 0,0475 \text{ m} + 0,0525 \text{ m}$$

$$d = 0,1 \text{ m} = 10 \text{ cm}$$

Massa Sirip (Pisau) Berbentuk Balok:

$$m = \rho \times V$$

$$m = 7.870 \times 1,68 \times 10^{-5}$$

$$m = 0,132 \text{ kg}$$

Momen Inersia terhadap pusat massa

$$I_{cm} = 1/12 m(L^2 + H^2)$$

$$I_{cm} = 1/12 \times 0,132 (0,04^2 + 0,105^2)$$

$$I_{cm} = 0,000139 \text{ kg.m}^2$$

Momen inersia terhadap sumbu yang berjarak 0,1 m atau 10 cm dari pusat massa

$$I = I_{cm} + md^2$$

$$I = 0,000139 + 0,132(0,1)^2$$

$$I = 0,001459 \text{ kg.m}^2$$

#### 4. Momen Inersia Puli

dimana diameter puli adalah 0,1778 m = 0,2 m (7 inch) dan massa puli adalah 0,5 kg

Momen inersia puli

$$I = 1/2 m(R^2)$$

$$I = 1/2 \times 0,5(0,2^2)$$

$$I = 0,01 \text{ kg.m}^2$$

#### 5. Momen Inersia Total

$$I_{total} = I_{Silinder poros} + I_{Pipa silinder} + I_{balok sirip (pisau)} \times 20 + I_{Puli}$$

$$I_{total} = 0,000025248 + 0,001849 + 0,001459 \times 20 + 0,01$$

$$I_{total} = 0,041054248 \text{ kg.m}^2$$

Sebelum mencari nilai  $N_2$ , diperlukan pencarian perhitungan nilai  $N_1$  yang lebih ideal, sebelumnya diketahui daya sebesar 0,5 HP atau 0,3675 kW dan nilai momen puntir atau torsi 255,68 kgf.mm atau jika diubah ke Nm menjadi 2,5074 Nm. Melalui nilai yang telah diketahui maka dapat mencari kecepatan sudut, dengan menggunakan hubungan antara daya dan torsi, dengan penjabaran sebagai berikut.

$$P = \frac{W}{t} = \frac{Usaha}{waktu}$$

$$P = \frac{F \times s}{t}, \text{ dalam rotasi } P = \frac{T \cdot \theta}{t}$$

$$P = T \cdot \frac{\theta}{t}$$

$$P = T \cdot \omega$$

$$\omega = \frac{P}{T}$$

$$\omega = \frac{367,5 \text{ Watt}}{2,5074 \text{ Nm}}$$

$$\omega = 146,57 \text{ rad/s}$$

Setelah diketahui kecepatan sudut (nilai konstan), maka kita dapat mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan dan percepatan sudut ( $\alpha$ ) untuk mencapai kecepatan sudut 146,57 rad/s

$$\tau = I \cdot \alpha$$

$$\alpha = \frac{\tau}{I}$$



$$\alpha = \frac{2,5074 \text{ Nm}}{0,041054248 \text{ kg.m}^2}$$

$$\alpha = 61,08 \text{ rad/s}^2$$

$$\omega = \omega_0 + \alpha \cdot t$$

$$146,57 = 0 + 61,08 \cdot t$$

$$t = \frac{146,57}{61,08}$$

$$t = 2,40 \text{ sekon}$$

Sebelumnya gaya yang perlu diberikan pengupas terhadap polong diasumsikan setengahnya yaitu 25 N, dengan mengetahui nilai torsi dan jarak dari titik pusat sumbu rotasi dari pusat massa (d) sirip (pisau) balok. Maka dapat diketahui gaya yang diberikan sebesar:

$$\tau = F \times d$$

$$F = \frac{\tau}{d}$$

$$F = \frac{2,5074 \text{ Nm}}{0,1 \text{ m}}$$

$$F = 25,074 \text{ Newton}$$

Berdasarkan gaya yang diberikan untuk pengupasan kulit kacang hijau, ditentukan sudut mata pisau sebesar 30 derajat agar proses pengupasan dalam lebih efektif. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Rangga *et al.* (2020), dimana dengan diubahnya sudut mata pisau, dengan ketebalan 3-5 mm dengan sudut 30 derajat didapatkan hasil terbaik untuk pencacahan dan pengupasan.

Dengan mengonversi kecepatan sudut (rad/detik) dalam satu putaran per menit, didapatkan :

$$N_1 = \omega \times \frac{60}{2\pi}$$

$$N_1 = 146,57 \text{ rad/s} \times \frac{60}{2\pi}$$

$$N_1 = 1400 \text{ rpm}$$

Selanjutnya ditentukan ukuran diameter *pulley* dalam. Dengan dibutuhkannya waktu selama 2,4 detik untuk mencapai nilai  $N_1$  sebesar 1400 rpm dari kondisi diam. Sehingga nilai  $N_2$  yang ideal dapat dicari dengan persamaan:

$$N_1 = \frac{D_p \times N_2}{d_p}$$

$$N_2 = \frac{d_p \times N_1}{D_p}$$

$$N_2 = \frac{3 \times 1400}{7}$$

$$N_2 = 600 \text{ rpm}$$

Rasio rpm kedua poros adalah

$$i = \frac{N_1}{N_2} = \frac{1.400}{600} = 2,33$$

Dengan  $N_1 = 1.400$  rpm (putaran motor penggerak),  $N_2 = 600$  rpm (putaran poros atau yang digerakkan),  $d_p = 3$  inch (76,2 mm), didapat diameter puli yang digerakkan sebesar

$$\begin{aligned} D_p &= d_p \times i \\ &= 76,2 \text{ mm} \times 2,33 \approx 177,546 \text{ mm (7 inch)} \end{aligned}$$

### 3.3.5 Panjang sabuk (V-belt)

Berdasarkan Suastawa (1985), panjang V-belt dapat diketahui dengan persamaan:

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

dimana L adalah panjang sabuk (mm), C adalah jarak antara dua sumbu poros (mm),  $D_p$  adalah diameter puli yang lebih besar (mm),

$d_p$  = diameter puli yang lebih kecil (mm)

Dari perhitungan sebelumnya, diketahui  $D_p = 200$ mm,  $d_p = 76$  mm. Nilai C dapat dihitung dengan cara:

$$\begin{aligned} C &= 2 \times D_p = 2 \times 177,546 = 355,092 \text{ mm} \\ L &= 2 \times 355,092 \text{ mm} + \frac{\pi}{2} \times (177,546 \text{ mm} + 76,2 \text{ mm}) + \\ &\quad \frac{1}{4 \times 355,092 \text{ mm}} \times (177,546 - 76,2)^2 \text{ mm}^2 \\ L &= 1116,093 \text{ mm} \approx 43,94 \text{ inch} \end{aligned}$$

Jika panjang sabuk yang direncanakan adalah 1155,55 mm (45,5 inch), maka perlu mencocokkannya dengan yang ada di pasaran dengan standar panjang V-belt Tipe A dengan kode A44.

### 3.3.6 Diameter puli luar

Diameter bagian luar dari puli kecil ( $d_k$ ) maupun besar ( $D_k$ ) dihitung dengan rumus:

$$\begin{aligned} d_k &= d_p + 2K \\ D_k &= D_p + 2K \end{aligned}$$

Dengan subskrip p adalah diameter puli bagian dalam (yang digerakkan) dan K adalah faktor tambahan. Untuk puli bentuk V-belt, digunakan nilai K sebesar 4,5. Dengan demikian,

$$\begin{aligned} d_k &= 76,2 + 2 \times 4,5 = 85,2 \text{ mm} \approx 3,354 \text{ inch} \\ D_k &= 177,546 + 2 \times 4,5 = 186,546 \text{ mm} \approx 7,344 \text{ inch} \end{aligned}$$

### 3.3.7 Kapasitas mesin

Kapasitas mesin idealnya diketahui melalui tes performansi mesin dengan rpm yang sudah ditetapkan. Karena tes performansi tidak dapat dilakukan, ditetapkan kapasitas mesin harapan. Dengan putaran poros sebesar 600 rpm, mesin ditargetkan dapat mengolah 1 kg polong kacang hijau dalam 1 menit. Dengan demikian, kapasitas mesin setara dengan 60 kg/jam pada putaran 600 rpm.

### 3.3.8 Analisis kebutuhan energi listrik

Selanjutnya dilakukan analisis biaya listrik yang akan digunakan. Komponen elektronik yang terdapat pada mesin ini terdapat motor listrik AC 0,5 HP dan blower hisap 130 Watt. Sehingga perhitungan analisis biaya listrik diperhitungkan sebagai berikut:

Motor Listrik 0,5 HP = 367,5 Watt

Blower hisap = 130 Watt

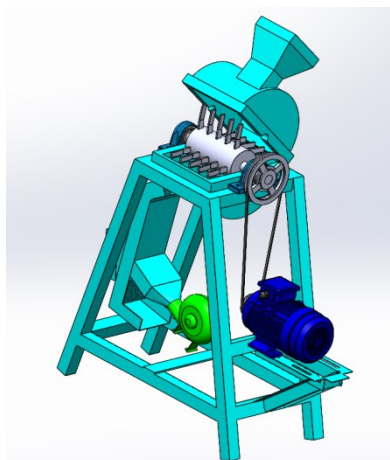
Diasumsikan mesin digunakan selama 7 jam setiap harinya

$$\text{Daya} = (367,5 \text{ Watt} + 130 \text{ Watt}) \times 7 \text{ jam}$$
$$\text{Daya} = 497,5 \text{ Watt} \times 7 \text{ jam}$$
$$\text{Daya} = 3.482,5 \text{ Wh}$$
$$\text{Daya} = 3,4825 \text{ kWh}$$

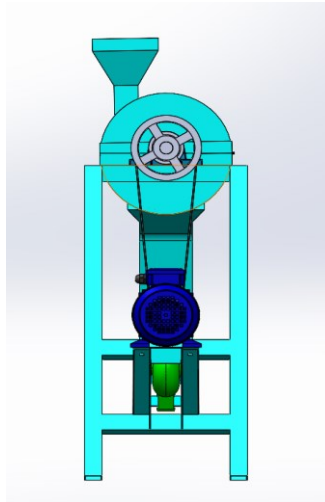
Harga listrik PLN tahun 2025 per kWh dengan asumsi digunakan daya 6600 VA ke atas untuk bangunan industri sebesar Rp 1.644,52/kWh, maka biaya listrik per harinya adalah:

$$\begin{aligned} \text{Biaya listrik per hari} &= 3,4825 \text{ kWh} \times \text{Rp } 1.644,52/\text{kWh} \\ &= \text{Rp } 5.727,04 \end{aligned}$$
$$\begin{aligned} \text{Biaya listrik per bulan} &= \text{Rp } 5.727,04 \times 30 \text{ hari} \\ &= \text{Rp } 171.811,20 \end{aligned}$$
$$\begin{aligned} \text{Biaya Listrik per tahun} &= \text{Rp } 5.727,04 \times 365 \\ &= \text{Rp } 2.090.360,60 \end{aligned}$$

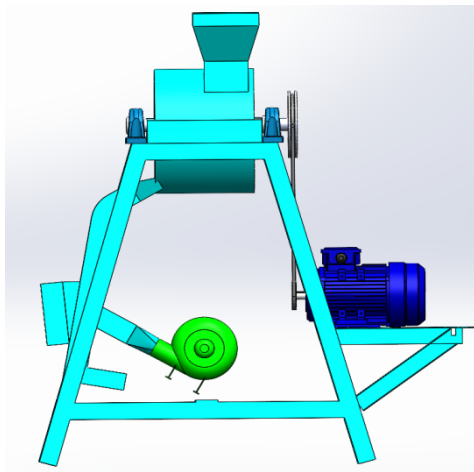
### 3.4 Hasil Rancangan Gambar 3D



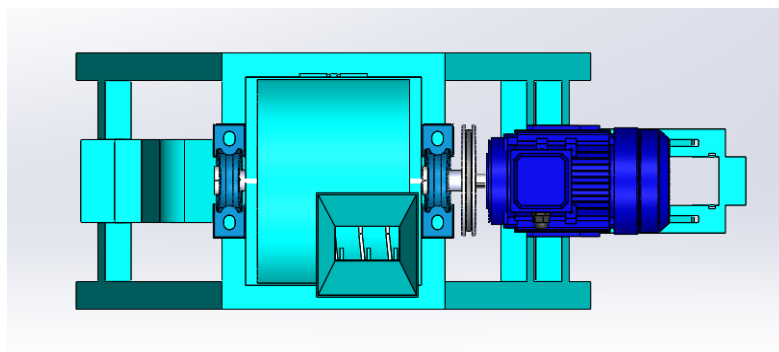
Gambar 2. Rancangan konsep keseluruhan alat tampak isometric



Gambar 3. Rancangan konsep keseluruhan alat tampak samping



Gambar 4. Rancangan konsep keseluruhan tampak depan



Gambar 5. Rancangan konsep keseluruhan tampak atas

### 3.5 Mekanisme Kerja Alat Pengupas dan Pemisah Kulit Polong Kacang Hijau

Kacang hijau yang sudah dipanen perlu dijemur dibawah sinar matahari sehingga kulit polongnya sedikit terkelupas atau terbelah. Setelah penjemuran selesai, langkah selanjutnya adalah memisahkan kulit polong dan biji kacang hijau menggunakan mesin yang telah disiapkan sebelumnya. Adapun langkah-langkah prosesnya adalah sebagai berikut:

1. Kacang hijau yang masih di dalam kulit polong dijemur dan dimasukkan ke mesin melalui *hopper*.

2. Kacang hijau yang masih di dalam kulit polong dimasukkan ke *hopper* dan jatuh ke bawah kemudian masuk ke dalam silinder pengupas.
3. Poros dan silinder pengupas akan bergerak akibat digerakkan oleh motor menggunakan sabuk *v-belt* sebagai perpindahan daya.
4. Saat kacang hijau masuk ke dalam silinder pengupas yang berputar, terjadi proses pengupasan dan pemisahan antara kulit polong kacang hijau dan biji kacang hijau karena adanya gesekan dan bantingan antara kacang hijau dan silinder pengupas berupa sirip-sirip (pisau) yang berputar.
5. Biji dan kulit polong kacang hijau kemudian akan terpisah satu sama lain akibat dari efek penghempasan sistem bantingan yang berputar di dalam mesin.
6. Sampah besar kulit polong kacang hijau akan terpisah dan keluar melalui saluran keluar utama yang di bagian depan alat memanfaatkan kemiringan dan efek hembusan blower dari sistem pemisahan
7. kacang hijau hasil pengupasan dan pemisahan masing-masing akan keluar dan terkumpul di saluran keluar masing-masing.

### 3.6 Rancangan Fungsional

Rancangan fungsional menjelaskan mekanisme kerja serta fungsi yang dipilih dalam perancangan. Terdapat beberapa komponen yang digunakan dalam perancangan ini, antara lain:

- a. *Hopper*  
*Hopper* merupakan alat yang berfungsi untuk menyimpan serta mengangkut bahan curah, seperti pasir, batu kerikil, dan biji-bijian. Umumnya terbuat dari baja, *hopper* sabuk memiliki bentuk corong dengan sabuk konveyor di bagian bawahnya, yang bertugas memindahkan bahan curah ke lokasi yang diinginkan.
- b. Poros  
Poros merupakan komponen mesin yang berputar, umumnya berpenampang bulat dimana terpasang komponen-komponen seperti *gear*, *pulley*, *flywheel*, engkol, sproket, dan komponen pemindah tenaga lainnya (Ibriza dan Wiseno 2022). Poros berfungsi untuk mentransmisikan daya dan rotasi dari satu bagian mesin ke bagian lain.
- c. Saluran Keluar  
Saluran keluar merupakan bagian penting dari mesin yang membantu meningkatkan performa dan efisiensi pemisahan kulit polong kacang hijau dan biji kacang hijau yang ingin dipanen.
- d. *Casing*  
*Casing* merupakan suatu komponen yang berfungsi sebagai penutup komponen-komponen yang lain dan untuk mencegah biji dan kulit polong kacang hijau keluar saat proses pengupasan dan memudahkan proses pemisahan kulit polong kacang hijau dengan biji kacang hijau.
- e. Rangka  
Kerangka merupakan sebuah konstruksi penyangga semua komponen-komponen mesin pengupas kulit polong kacang hijau sistem bantingan.
- f. Bantalan  
Bantalan merupakan salah satu komponen penting dalam mesin rotasi, berfungsi sebagai penyangga poros yang berputar, memberikan respons terhadap eksitasi yang dihasilkan oleh komponen-komponen mesin rotasi (Susilowati 2023).
- g. Puli  
Puli merupakan roda beralur yang berfungsi untuk mentransmisikan daya dari penggerak ke komponen yang digerakkan, serta meningkatkan kecepatan rotasi (Mahmudi 2021).

- h. Sabuk  
Sabuk merupakan alat yang terbuat dari bahan fleksibel seperti karet, kulit, atau kain yang berfungsi untuk mentransmisikan daya dari satu poros ke poros lainnya, menggunakan puli yang berputar dengan kecepatan yang mungkin sama atau berbeda (Herdiana dan Maulani 2023).
- i. Motor Listrik  
Motor listrik merupakan suatu jenis mesin konversi yang memiliki fungsi utama untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik (Sundari *et al.* 2017).
- j. Besi Poros  
Besi poros digunakan untuk membuat poros pada mesin. Komponen ini sangat berguna untuk mekanisme silinder pengupas.
- k. Besi Siku  
Besi siku ini digunakan untuk membuat rangka yang berfungsi untuk menyatukan semua komponen-komponen.
- l. Besi Plat  
Besi plat berfungsi untuk membuat bentukan pada *casing*, *hopper*, dan saluran keluar.
- m. Baut dan Mur  
Baut dan mur merupakan komponen yang berfungsi sebagai pengikat antara komponen yang satu dengan komponen yang lainnya.
- n. Silinder Pengupas  
Silinder pengupas merupakan salah satu komponen utama dalam mesin pengupas yang berfungsi untuk memisahkan kulit dari bahan baku. Umumnya, silinder pengupas dilapisi karet untuk mengurangi benturan pada saat proses pengupasan.
- o. Blower  
Blower adalah mesin atau alat yang digunakan untuk menaikkan atau memperbesar tekanan udara atau gas yang akan dialirkan dalam suatu ruangan tertentu juga sebagai pengisapan atau pemvakuman udara atau gas tertentu (Naesa 2017).

### 3.7 Rancangan Struktural

Rancangan struktural disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Daftar Rancangan Struktural Komponen Alat

Komponen	Spesifikasi	Fungsi
Hopper	Dimensi: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bagian atas : 150 mm</li> <li>• Bagian bawah : 100 mm</li> </ul> Bahan : Plat besi	Sebagai tempat pemasukan kacang hijau yang masih di dalam kulit polong untuk diproses ke pengupasan dengan silinder pengupas
Poros	Dimensi: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diameter : 16 mm</li> <li>• Panjang : 50 mm</li> </ul> RPM : 600	Komponen berputar untuk memutar silinder pengupasan
Saluran keluar Utama	Dimensi: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tinggi : 200 mm</li> <li>• Lebar Bukaan : 150 mm</li> </ul> Bahan : Plat besi	Tempat keluarnya kacang hijau hasil pengupasan dan sampah kulit polong kacang hijau
Casing	Bahan: Plat besi AISI	Sebagai bahan untuk membentuk bagian - bagian mesin
Rangka	Bahan : Besi aluminium <i>hollow</i> 4 x 4	Sebagai penyusun dan kerangka mesin
Bantalan	Jenis : UCP-206	Menumpu poros pemecah agar tidak terjadi aus
Puli	Dimensi: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Puli kecil: 3 <i>inch</i></li> <li>• Puli besar: 7 <i>inch</i></li> </ul>	Mentransmisikan daya dari motor listrik ke poros silinder pengupas dan <i>screw conveyor</i> dari kecepatan motor listrik.
Sabuk	Dimensi : 44 inch	Meneruskan daya putar dari motor listrik ke poros pemecah
Motor listrik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daya: 0,5 HP = 367,5 Watt</li> <li>• RPM : 1400</li> <li>• Fase : 3 fase</li> </ul>	Motor penggerak
Baut dan mur	Ukuran Spesifikasi: M4	Komponen pengencang rangka
Rivet	Ukuran Spesifikasi : Paku rivet 4,8 x 10 mm	Komponen pengencang rangka
Sirip (Pisau) pengupas	0,105m mm × 0,04 m × 0,004 m Bahan : Plat Besi	Komponen berputar yang akan berputar menggunakan metode bantingan untuk mengupas kulit polong kacang hijau
Blower	Kebutuhan daya : 130 Watt	Memisahkan sampah kacang hijau hasil pengupasan

### **3.8 Hasil Perancangan Manufaktur**



Gambar 6. Rancangan manufaktur mesin keseluruhan Tampak Depan



Gambar 7. Rancangan manufaktur mesin keseluruhan tampak isometrik



Gambar 8. Rancangan manufaktur mesin keseluruhan tampak kanan (kanan) dan tampak kiri (kiri)



### 3.9 Hasil Pengujian Rancangan Manufaktur Mesin Pengupas dan Pemisah Kulit Polong Kacang Hijau

Dalam perancangan dan pengujian mesin pemisah dan pengupas kacang hijau, kadar air bahan menjadi salah satu faktor penting yang mempengaruhi keberhasilan proses pengolahan. Berdasarkan data yang telah diukur, kadar air kulit polong kacang hijau berada pada rentang 13–14% (wet basis), dengan nilai rata-rata sebesar 13,22% atau dapat dilihat pada Tabel 2. Proses pengukuran kadar air dapat dilihat pada Lampiran 12. Nilai kadar air tersebut masih tinggi sehingga perlu dilakukan proses pengeringan. Pengeringan bahan bertujuan untuk menurunkan kadar air kulit polong, karena bahan dengan kadar air tinggi cenderung lebih lentur dan sulit terlepas dari biji kacang hijau saat proses pengupasan berlangsung. Kulit yang masih basah dapat menempel pada biji atau bahkan tidak terkelupas sempurna, sehingga menurunkan efisiensi pengupasan dan menyebabkan pencampuran hasil pada proses pemisahan. Proses pengeringan dapat dilihat pada Gambar 18.

Tabel 2. Hasil pengujian kadar air kulit polong kacang hijau

No Sampel	KA ( <i>Wet Basis</i> ) (%)
1	14,00
2	11,67
3	14,00
<i>Average</i>	13,22



Gambar 9. Proses pengeringan bahan dengan pengeringan matahari

#### 3.9.1 Pengujian Hasil Pengupasan dan Pemisahan Tahap 1

Berdasarkan hasil pengujian yang ditampilkan pada Tabel 3 dan Tabel 4, diketahui bahwa mesin mampu mengolah 1 kg bahan dalam waktu 1 menit, dengan total output sebesar 814 gram, terdiri dari 319 gram kulit polong, 355 gram biji kacang hijau, dan 140 gram kulit polong tidak terkelupas. Dari hasil tersebut, persentase keberhasilan pengupasan diperoleh sebesar 86%, menunjukkan bahwa sebagian besar kulit polong berhasil dipisahkan dari biji kacang hijau. Namun, jika mengacu pada persentase keberhasilan pemisahan kulit polong dan biji kacang hijau, nilai yang dicapai masih berada di bawah target minimum 80%. Persentase keberhasilan pemisahan kulit polong adalah 62,70%, dan pemisahan biji kacang hijau adalah 77,50%, dengan rata-rata keberhasilan pemisahan sebesar 70,1%. Hal ini menunjukkan bahwa masih terdapat sebagian material (baik biji

maupun kulit polong) yang belum berhasil diarahkan ke saluran pemisahan yang tepat, sehingga menyebabkan terjadinya kontaminasi silang antara hasil akhir.

Tabel 3. Kapasitas Maksimal 1 kg per menit

Hasil Kapasitas Maksimal 1 kg per menit	Hasil <i>Output</i> Saluran Keluaran Pemisah Kulit Polong	Hasil <i>Output</i> Saluran Keluaran Biji Kacang Hijau	Total Hasil Keluaran Tiap Bahan Seluruh Pemisah
Kulit Polong	200 gram	119 gram	319 gram
Biji Kacang Hijau	80 gram	275 gram	355 gram
Kulit Polong Tidak Terkelupas	31 gram	109 gram	140 gram
Total Hasil Keluaran Tiap Pemisah Seluruh Bahan	311 gram	503 gram	<b>814 gram</b>

Tabel 4. Persentase keberhasilan alat

Keterangan Persentase	Persentase Keberhasilan
Persentase Keberhasilan Pengupasan	$\frac{(Total\ Kapasitas - Total\ Kulit\ Polong\ Tidak\ Terkelupas)}{Total\ Kapasitas} \times 100\%$ $\frac{(1000 - 140)}{1000} \times 100\% = 86\%$
Persentase Keberhasilan Pemisah Kulit Polong	$\frac{Hasil\ Output\ Kulit\ Polong\ Saluran\ Kulit\ Polong}{Total\ Kulit\ Polong\ Tiap\ Bahan\ Seluruh\ Pemisah} \times 100\%$ $\frac{200g}{319g} \times 100\% = 62,70\%$
Persentase Keberhasilan Pemisah Biji Kacang Hijau	$\frac{Hasil\ Output\ Biji\ Kacang\ Hijau\ Saluran\ Biji\ kacang\ hijau}{Total\ Biji\ Kacang\ Hijau\ Tiap\ Bahan\ Seluruh\ Pemisah} \times 100\%$ $\frac{275g}{355g} \times 100\% = 77,50\%$
Persentase Rata Rata Keberhasilan Seluruh Pemisahan	$\frac{Persentase\ Keberhasilan\ Pemisah\ Biji\ Kacang\ Hijau + Kulit\ Polong}{2}$ $\frac{62,70\% + 77,50\%}{2} = 70,1\%$
Rata Rata Keberhasilan Alat	$\frac{Persentase\ Rata\ rata\ keberhasilan\ seluruh\ pemisah + pengupasan}{2}$ $\frac{70,1\% + 86\%}{2} = 78,05\%$

Dengan demikian, persyaratan keberhasilan pengupasan belum tercapai dari target keberhasilan yaitu minimum 80% dari yang sudah ditetapkan. Berdasarkan analisis dan pengamatan, terdapat permasalahan pada bagian mulut saluran keluaran yang terlalu kecil sehingga

membuat proses penyaluran dari hasil pengupasan ke pemisahan menjadi mampat, seperti ditunjukkan pada Gambar 10. Selain itu, posisi kemiringan dari saluran keluaran juga belum maksimal, mengakibatkan ketidaksempurnaan saat proses pemisahan yang menyebabkan proses pemisahan memiliki persentase keberhasilan yang rendah dibanding pengupasan yang dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 10. Keadaan mulut saluran yang terhambat



Gambar 11. Saluran keluaran terlalu lurus

Setelah mengetahui penyebab dari ketidaktercapaiannya target keberhasilan alat, maka dilakukan modifikasi pada bagian mulut saluran dan kemiringan saluran. Hasil modifikasi dapat dilihat pada Gambar 12 dan Gambar 13.



Gambar 12. Modifikasi rancangan manufaktur saluran pemisah bagian kulit polong



Gambar 13. Modifikasi rancangan manufaktur saluran keluar utama dari hasil penghancuran kacang hijau beserta polongnya

### 3.9.2 Pengujian Hasil Pengupasan dan Pemisahan Tahap 2

Pengujian kembali dilakukan menggunakan kapasitas yang sama, yaitu 1 kg bahan per menit. Berdasarkan hasil pengujian tahap kedua pada Tabel 5 dan Tabel 6, diketahui bahwa persentase keberhasilan pengupasan meningkat secara signifikan menjadi 99,10%, yang menunjukkan hampir seluruh kulit polong berhasil terkelupas dari biji kacang hijau. Persentase keberhasilan pemisahan kulit polong mencapai 94,77%, sedangkan pemisahan biji kacang hijau sebesar 79,01%. Rata-rata keberhasilan pemisahan dari kedua saluran tersebut adalah 86,89%. Jika digabungkan dengan keberhasilan pengupasan, maka rata-rata total keberhasilan alat mencapai 93,00%. Nilai ini menunjukkan bahwa alat telah memenuhi bahkan melampaui target keberhasilan minimal sebesar 80% yang ditetapkan dalam kriteria rancangan. Dengan demikian, modifikasi yang dilakukan terbukti efektif dalam meningkatkan kinerja alat secara keseluruhan.

Tabel 5. Kapasitas maksimal 1 kg per menit

Hasil Kapasitas Maksimal 1 kg per menit	Hasil <i>Output</i> Saluran Keluaran Pemisah Kulit Polong	Hasil <i>Output</i> Saluran Keluaran Biji Kacang Hijau	Total Hasil Keluaran Tiap Bahan Seluruh Pemisah
Kulit Polong	18 gram	326 gram	344 gram
Biji Kacang Hijau	464 gram	122 gram	586 gram
Kulit Polong Tidak Terkelupas	6 gram	3 gram	9 gram
Total Hasil Keluaran Tiap Pemisah Seluruh Bahan	488 gram	451 gram	<b>939 gram</b>

Tabel 6. Persentase keberhasilan alat

Keterangan Persentase	Persentase Keberhasilan
	$\frac{(Total\ Kapasitas - Total\ Kulit\ Polong\ Tidak\ Terkelupas)}{Total\ Kapasitas}$
Persentase Keberhasilan Pengupasan	$\frac{(1000 - 9)}{1000} \times 100\% = 99,10\%$
Persentase Keberhasilan Pemisah Kulit Polong	$\frac{Hasil\ Output\ Kulit\ Polong\ Saluran\ Kulit\ Polong}{Total\ Kulit\ Polong\ Tiap\ Bahan\ Seluruh\ Pemisah} \times 100\%$ $\frac{326g}{344g} \times 100\% = 94,77\%$
Persentase Keberhasilan Pemisah Biji Kacang Hijau	$\frac{Hasil\ Output\ Biji\ Kacang\ Hijau\ Saluran\ Biji\ kacang\ hijau}{Total\ Biji\ Kacang\ Hijau\ Tiap\ Bahan\ Seluruh\ Pemisah} \times 100\%$ $\frac{464g}{586g} \times 100\% = 79,01\%$
Persentase Rata Rata Keberhasilan Seluruh Pemisahan	$\frac{Persentase\ Keberhasilan\ Pemisah\ Biji\ Kacang\ Hijau + Kulit\ Po.}{2}$ $\frac{94,77\% + 79,01\%}{2} = 86,89\%$
Rata Rata Keberhasilan Alat	$\frac{Persentase\ Rata\ rata\ keberhasilan\ seluruh\ pemisah + pengupa.}{2}$ $\frac{86,89\% + 99,10\%}{2} = 93,00\%$

### 3.9.3 Perbandingan Hasil Pengujian Tahap Pertama dan Tahap Kedua

Berdasarkan data pengujian yang diperoleh, dapat diamati perkembangan kinerja mesin pemisah kulit polong dan biji kacang hijau melalui beberapa tahap pengujian. Pada Tahap 1, menghasilkan output sebesar 311 gram untuk kulit polong dan 503 gram untuk biji kacang hijau, dengan total keluaran 814 gram. Tahap 2 menunjukkan peningkatan signifikan pada output kulit polong menjadi 488 gram, meskipun terjadi penurunan output biji kacang hijau menjadi 451 gram, sehingga total keluaran meningkat menjadi 939 gram. Dari segi persentase keberhasilan, sistem menunjukkan peningkatan yang konsisten. Persentase keberhasilan pengupasan meningkat dari 86,00% pada Tahap 1 menjadi 99,10% pada Tahap 2. Secara khusus, persentase keberhasilan pemisahan kulit polong mencapai 62,70%, sedangkan untuk biji kacang hijau sebesar 77,50%. Rata-rata keberhasilan seluruh pemisah adalah 70,10%. Pengujian lanjutan pada Tahap 2 menunjukkan persentase keberhasilan, yaitu 94,77% pada keberhasilan pemisah kulit polong, 79,01% keberhasilan pemisah biji kacang hijau, dan 86,89% pada rata rata keberhasilan seluruh pemisah. Hasil ini mengindikasikan bahwa mesin ini telah mencapai tingkat keberhasilan yang tinggi dengan kenaikan nilai dari 78,05% (Tahap 1) ke 93,00% (Tahap 2), meskipun masih terdapat variasi yang perlu dievaluasi lebih lanjut untuk memastikan konsistensi kinerja. Dengan demikian, sistem pemisah ini telah menunjukkan kemampuan yang memadai, namun masih terdapat ruang untuk peningkatan, terutama dalam menjaga stabilitas *output* pada setiap tahap pengujian.

Tabel 7. Persentase kapasitas maksimal 1 kg per menit

Hasil Kapasitas Maksimal 1 kg per menit	Hasil <i>Output</i> Saluran Keluaran Pemisah Kulit Polong	Hasil <i>Output</i> Saluran Keluaran Biji Kacang Hijau	Total Hasil Keluaran Tiap Bahan Seluruh Pemisah
Total Hasil Keluaran Tiap Pemisah Seluruh Bahan (Tahap 1)	311 gram	503 gram	814 gram
Total Hasil Keluaran Tiap Pemisah Seluruh Bahan (Tahap 2)	488 gram	451 gram	939 gram

Tabel 8. Persentase Keberhasilan Alat

Keterangan Persentase	Persentase Keberhasilan (Tahap 1)	Persentase Keberhasilan (Tahap 2)
Persentase Keberhasilan Pengupasan	86.00%	99.10%
Persentase Keberhasilan Pemisah Kulit Polong	62.70%	94.77%
Persentase Keberhasilan Pemisah Biji Kacang Hijau	77.50%	79.01%
Persentase Rata Rata Keberhasilan Seluruh Pemisah	70.10%	86.89%
Rata Rata Keberhasilan Alat	78.05%	93.00%

#### 4. Kesimpulan dan Saran

##### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian, mesin pemisah dan pengupas kacang hijau telah berhasil dikembangkan untuk mengolah bahan dengan kapasitas 1 kg per menit. Mesin ini dirancang untuk mengupas kulit polong dari biji kacang hijau dan memisahkannya ke dalam dua saluran penampung yang berbeda. Pengujian tahap pertama menunjukkan bahwa performa mesin masih belum optimal, dengan rata-rata keberhasilan keseluruhan sebesar 78,05%, di bawah target minimal 80%. Namun, setelah dilakukan modifikasi pada bagian mulut saluran dan sudut kemiringan saluran keluaran, pengujian tahap kedua menunjukkan peningkatan signifikan. Keberhasilan pengupasan meningkat menjadi 99,10%, dan rata-rata keseluruhan keberhasilan alat (pengupasan dan pemisahan) mencapai 93,00%. Hasil ini menunjukkan bahwa mesin telah memenuhi dan melampaui target kinerja yang telah ditetapkan dalam kriteria perancangan.

##### 4.2 Saran

Untuk pengembangan lebih lanjut, disarankan agar desain saluran pemisahan disempurnakan kembali untuk meminimalkan kerugian massa bahan dan menghindari pencampuran hasil. Selain itu, pengujian dapat diperluas pada berbagai jenis varietas kacang hijau dan kondisi kelembaban yang berbeda untuk mengetahui konsistensi kinerja mesin. Penambahan sistem pengaturan kecepatan dan kemiringan saluran secara dinamis juga dapat menjadi inovasi berikutnya guna meningkatkan fleksibilitas alat terhadap variasi bahan baku. Untuk kedepannya, mesin rancangan

ini juga dapat di *scale-up* agar dapat mengolah bahan lebih banyak dalam waktu yang singkat namun tetap memiliki keberhasilan pengupasan dan pemisahan yang tinggi.

### Daftar Pustaka

- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2024. Distribusi PDB menurut lapangan usaha seri 2010 atas dasar harga berlaku (persen), 2023. [diakses 2024 Feb 11] <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MTk1NSMy/-seri-2010--1--pdb-triwulanan-atas-dasar-harga-berlaku-menurut-pengeluaran--milyar-rupiah-.html>
- Amirullah H. 2023. Senayan Dorong Distribusi Lebih Banyak Alsintan ke Petani. Mubarak F, editor. [diakses 2024 Feb 18] <https://rm.id/baca-berita/parlemen/164325/senayan-dorong-distribusi-lebih-banyak-alsintan-ke-petani>
- Dahiya, PK, Linnemann AR, Van Boekel MAJS, Khetarpaul N, Grewal RB, Nout MJR. 2015. *Mung bean: technological and nutritional potential. Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 55(5): 670–688. <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.671202>
- Herdiana A, Maulani IS. 2023. Analisis sabuk v dan *pulley* pada mesin pencacah plastik kapasitas 25 kg/jam. *Jurnal Mesin Galuh*. 1(1): 13-19.
- Ibriza F, Wiseno E. 2022. Perancangan poros pada mesin pengurai limbah kelapa muda. *Jurnal Inovasi Penelitian*. 2(12): 4179-4186.
- Mahmudi H. 2021. Analisa perhitungan *pulley* dan *v-belt* pada sistem transmisi mesin pencacah. *Jurnal Mesin Nusantara*. 4(1): 40-46.
- Naesa AD. 2017. Analisa efisiensi motor induksi 3 *phase* GB 304 54 kw pada *blower cooling tower* di PT. Pupuk Sriwidjaja. [Thesis]. Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Radiansyah M, Murtadhahadi, Arskadius. 2020. Rancang bangun mesin pengupas kulit polong kacang hijau sistem bantingan menggunakan motor listrik 1 HP. *Jurnal Mesin Sains Terapan*. 4(1): 29-36.
- Sularso, Suga K. 2004. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Ed 11. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Sundari E, Martomi ES, Widagdo T, Witjahjo S. 2017. Penentuan karakteristik mekanik motor listrik induksi menggunakan beban dinamometer hidrolik. *Jurnal Austenit*. 9(2): 1-8.
- Susilowati SE. 2023. Analisa kondisi bantalan gelinding dengan metode pengukuran getaran dan *shock pulse*. *Jurnal Kajian Teknik Mesin*. 8(2): 80-95.