

## PENGEMBANGAN MESIN PENGOLAH BAWANG 3-IN-1 DENGAN KENDALI STOP AND GO BERBASIS SENSOR OPTIK

Muhamad Farys<sup>1</sup>, Dyah Riandadari<sup>2\*</sup>, Firman Yasa Utama<sup>3</sup>, Aji Nugroho<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Teknik Mesin, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia 60231

E-mail: \*dyahriandadari@unesa.ac.id

**Abstrak:** Kemajuan teknologi yang terus berkembang mendorong inovasi di berbagai bidang, termasuk pertanian dan pengolahan bahan pangan seperti bawang merah dan bawang putih yang merupakan komoditas penting dalam kuliner Indonesia. Kebutuhan terhadap kedua jenis bawang ini meningkat 3–5% per tahun seiring dengan pertumbuhan penduduk, industri kuliner, dan gaya hidup modern. Dengan perkembangan ini maka dibuatnya mesin pengolah bawang otomatis dengan mekanisme 3 in 1. Metode pengujian yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengujian kinerja mesin pengolah bawang 3 in 1. Pengujian dilakukan pada kondisi putaran 350 RPM pada pengupas, 550 RPM pada pengiris, dan 1000RPM pada penghalus, dengan menggunakan bahan uji berupa bawang merah dan bawang putih masing-masing seberat 1 kg. Parameter yang diukur meliputi kapasitas kerja mesin (kg/jam), serta kualitas hasil olahan yang dinilai dari tingkat kebersihan kupasan, ketebalan irisan, dan kehalusan hasil gilingan.

Setelah dilakukan pengujian di dapatkan hasil yang cukup memuaskan dimana pada proses pengupasan terlihat sudah bersih, kemudian untuk hasil pengirisan menghasilkan ketebalan yang kurang konsisten dimana pada bawang merah sekitar 0,8 sampai 1,7 mm dan untuk bawang putih berada di kisaran 0,9 sampai 1,3 mm.

**Kata kunci:** mesin pengolah bawang, sistem otomatis 3 in 1, kapasitas proses

**Abstract:** Continuous technological advancements drive innovation in various fields, including agriculture and food processing, such as shallots and garlic, which are essential commodities in Indonesian cuisine. Demand for these two types of onions is increasing 3–5% annually in line with population growth, the culinary industry, and modern lifestyles. This development has led to the development of an automatic 3-in-1 onion processing machine. The testing method used in this study was a performance test of the 3-in-1 onion processing machine. Testing was conducted at 1400 RPM, using 1 kg of shallots and garlic as test materials. Parameters measured included the rate of peeling, slicing, and grinding (grams/minute), the machine's capacity (kg/hour), and the quality of the processed product, as measured by the level of cleanliness of the peeling, the thickness of the slices, and the fineness of the grind. After testing, the results were quite satisfactory, where the peeling process looked clean, then the slicing results produced a less consistent thickness, where for shallots it was around 0.8 to 1.7 mm and for garlic it was in the range of 0.9 to 1.3 mm.

**Keywords:** onion processing machine, 3 in 1 automatic system, processing capacity

© 2025, JRM (Jurnal Rekayasa Mesin) dipublikasikan oleh ejournal Teknik Mesin Fakultas Vokasi UNESA.

### PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi adalah sesuatu yang tidak bisa dihindari dalam kehidupan ini, karena kemajuan teknologi akan berjalan sesuai dengan kemajuan ilmu pengetahuan. Setiap inovasi diciptakan untuk memberikan manfaat positif bagi kehidupan manusia. Teknologi juga memberikan banyak kemudahan, serta sebagai cara baru dalam melakukan aktivitas manusia.(Ngafifi & Ngafifi, n.d.). Perkembangan ini juga sangat berpengaruh besar dalam bidang pertanian, terutama pertanian bawang sebagai salah satu bahan dasar utama kuliner khas Indonesia.

Kebutuhan bawang merah dan bawang putih semakin meningkat setiap tahunnya. Menurut (Secretariate General - Ministry of Agriculture Republic of Indonesia, 2023). Tercatat pada tahun 2019 konsumsi bawang merah dalam skala rumah tangga saja bisa mencapai 2,41kg/kapita/tahun. Kemudian di tahun 2023 mencapai hingga 2,58kg/kapita/tahun. Dan produksi nasional bawang merah akan terus naik sekitar 2-3% per tahun. Sedangkan untuk bawang putih tercatat mencapai 1,87 kg/kapita/tahun pada tahun 2019 dan meningkat hingga 2,10kg/kapita/tahun pada tahun 2023. Total

dari kebutuhan bawang merah dan bawang putih meningkat sekitar 3-5% per tahun.

Dengan tingginya kebutuhan bawang ini dalam produksi kuliner diperlukan upaya untuk membuat dan mengembangkan mesin pengolah bawang yang mampu meningkatkan efisiensi proses produksi, baik dari segi waktu, tenaga, maupun dari hasil olahannya. Berawal dari Teknologi Tepat Guna yang sederhana, kemudian terus dikembangkan dari tahun ke tahun sehingga menjadi teknologi inovatif. Pada tahun 2016 telah dibuat mesin pengupas bawang mekanis yang dibuat oleh (Tanjung et al., 2016) dimana mesin ini memiliki kapasitas efektif sebesar 14.15kg/jam, memiliki daya 1,0 HP dan kecepatan putaran sebesar 1450 rpm. Mesin ini bekerja dengan memutar poros penggerak kemudian bawang mengalami gesekan pada karet pengupas yang terletak pada sisi tabung.

Inovasi terkait mesin pengolah bawang ini terus berkembang, yang awalnya berfokus pada satu pengerjaan seperti pengupasan atau pengirisan saja kini mesin pengolah bawang sudah memiliki mekanisme 3 in 1, seperti yang dibuat oleh (Zuhri et al., 2021) dimana mesin ini dapat melakukan pengupasan, pengirisan dan penggorengan sekaligus. Mesin ini memiliki sudut kemiringan 45 derajat pada pengupasan dan 75 derajat pada pengirisan. Mesin ini menggunakan motor penggerak 1Pk yang bisa mencapai putaran 1400 rpm, kemudian menggunakan perbandingan pulley sebesar 1:4:3 agar saat proses pengupasan putaran mesin tidak terlalu cepat, hal ini mencegah hancurnya bawang akibat gesekan dengan karet pengupas. Dan dalam semua proses mesin ini bisa menghasilkan 1000gram bawang merah dalam 7 menit.

Dengan penelitian diatas mengenai mesin pengolah bawang, penulis memiliki ide untuk lebih mempermudah dalam pengoprasian dan menghematan energi pada mesin pengolah bawang ini. Yaitu dengan diciptakannya mesin pengolah bawang otomatis dengan mekanisme 3 in 1. Pada mekanisme 3 in 1 ini penulis mengambil refrensi dari penelitian yang dibuat oleh (Ulum et al., 2023) dimana mekanisme yang disebutkan adalah pengupasan, pengirisan, dan penghalusan pada bawang, ditambah mesin ini juga akan memproses bukan hanya bawang merah tapi juga bawang putih. Lalu untuk sistem otomatisnya akan digunakan *autonic sensor optic* dan *relay*. *Autonic sensor* akan bekerja dengan mendeteksi keberandaan bahan dalam tabung menggunakan sensor inframerah, lalu mengirimkan sinyal pada *relay* untuk mengatur *stop and go* pada motor penggerak.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Ulum et al., 2023) menjelaskan prinsip kerja mesin ini adalah prinsip tower, dimana pengupasan terletak pada bagian atas, pengirisan pada bagian tengah, dan penghalusan pada bagian bawah. Dengan tenaga motor yang dihasilkan adalah 0.25 HP dengan kecepatan 700rpm dan dapat menghasilkan sekitar 32,5kg/jam.

Untuk mesin yang akan dibuat menggunakan prinsip segitiga, dimana pengiris ada di sebelah kiri

dan penghalus di sebelah kanan. Mesin dilengkapi dengan motor DC dengan tenaga 1.0 HP. Dilakukan perbandingan kecepatan menggunakan *gear* dan *pulley*, dimana kecepatan pada pengupas akan lebih rendah dari kecepatan pengirisan dan penghalusan. Mesin ini memiliki tabung pengupas yang bisa menampung sekitar 2kg bawang dan pada poros diletakan karet sebagai inti pengupas. Kemudian untuk tabung pengiris dan penghalus memiliki volume yang lebih kecil, dan memiliki 3 mata pisau guna memaksimalkan dalam proses pengirisan maupun pengupasan. Dengan begitu diharapkan bisa terwujudnya mesin pengolah bawang otomatis dengan mekanisme 3 in 1.

Dari beberapa penelitian yang membahas mengenai mesin pengolah bawang, kebanyakan pengolahan hanya berada pada satu atau dua proses. Kemudian untuk penelitian yang terbaru pengolah bawang 3 in 1 belum memberikan penjelasan yang lengkap mengenai metrik kinerja kuantitatif dan keseragaman irisan, serta pengolahan ini masih menggunakan *stop and go* secara manual

## DASAR TEORI

Pada bagian dasar teori akan menguraikan konsep-konsep dan prinsip-prinsip utama yang menjadi landasan penelitian ini. Penjelasan teori ini mencakup konsep proses pengolahan bawang dan komponen-komponen penyusun mesin pengolah bawang 3 in 1

### Deskripsi Bawang

#### 1. Bawang Merah

Bawang merah merupakan tanaman hortikula yang berbentuk seperti umbi lapis dengan kulit tipis berwarna merah keunguan serta memiliki aroma yang khas dan kuat. Pada bawang merah terkandung senyawa kimia aktif (senyawa sulfur)(Aryanta, 2019).



Gambar 1. Bawang merah Sumber: (Pujiati et al., 2017)

#### 2. Bawang Putih

Bawang putih (*Allium sativum* L.) sangat penting dalam kuliner Indonesia karena digunakan sebagai bumbu utama dalam berbagai jenis masakan. Sama halnya dengan bawang merah, bawang putih juga menjadi bahan utama dalam olah kuliner Indonesia. (Kristiananda et al., 2022).



**Gambar 2.** bawang putih Sumber: (Kementrian Pertanian, 2018)

Seiring meningkatnya kebutuhan dan volume pengolahan bawang merah dan bawang putih, diperlukan penerapan teknologi mekanis yang mampu meningkatkan efisiensi dan konsistensi proses. Pada tahap pengupasan, mekanisme berbasis gesek banyak digunakan karena efektif dalam melepaskan kulit bawang tanpa bahan kimia. Kinerja mekanisme ini dipengaruhi oleh beberapa parameter utama, antara lain kecepatan putaran (rpm), jenis dan kekasaran material karet sebagai media gesek, besar gaya normal antar umbi, serta tingkat kerusakan fisik bahan. Pemilihan rpm yang terlalu tinggi dapat meningkatkan laju pengupasan namun berpotensi menyebabkan kerusakan daging umbi, sedangkan rpm yang terlalu rendah dapat menurunkan efektivitas pengupasan.

Pada proses pengirisan, kualitas hasil sangat ditentukan oleh tingkat keseragaman ketebalan irisan. Keseragaman irisan dipengaruhi oleh celah atau *gap* antar pisau, mekanisme umpan (*feed mechanism*) bahan ke arah pisau, tingkat getaran selama proses pemotongan, serta kekakuanudukan pisau. Getaran dan kedudukan yang kurang kaku dapat menyebabkan variasi ketebalan irisan, sedangkan mekanisme umpan yang tidak stabil akan menghasilkan irisan yang tidak seragam.

### Pengolahan Bawang

Proses pengolahan bawang merupakan tahapan penting untuk menghasilkan bahan siap pakai yang berkualitas, higienis, dan efisien. Tahapan utama meliputi pengupasan, pengirisan, dan penghalusan (Irvawansyah et al., 2023). Pengupasan bertujuan menghilangkan kulit kering yang menutupi umbi bawang, biasanya dilakukan secara manual, namun kini telah banyak digunakan mesin pengupas yang memanfaatkan gesekan permukaan kasar agar kulit terlepas tanpa merusak daging umbi. Setelah pengupasan langkah selanjutnya adalah pemotongan untuk menghasilkan lembaran tipis yang sama. Kemudian pengolahan dengan penggilingan, biasanya digunakan sebagai pembuatan sambal atau bumbu bumbu dasar (Irvawansyah et al., 2023).

#### 1. Pembersihan dan Pemilahan

Tahap awal dalam pengolahan bawang adalah pembersihan dan pemilahan, bawang dipilah berdasarkan ukuran, kematangan, dan kualitas fisiknya. Setelah proses pemilahan bawang dibersihkan dari tanah dan kotoran guna menjaga kehegienenan bahan (Wibowo et al., 2024).

#### 2. Pengupasan Kulit

Pengupasan bertujuan menghilangkan kulit kering yang menutupi umbi bawang, biasanya dilakukan secara manual, namun kini telah banyak digunakan mesin pengupas yang memanfaatkan gesekan permukaan

kasar agar kulit terlepas tanpa merusak daging umbi (Mamonto et al., 2024). Dalam melakukan pengupasan kulit bawang pada mesin tentunya harus memperhatikan tingkat kecepatan putaran poros penggerak, agar bawang yang dikupas tidak hancur dan menghasilkan kupasan yang sempurna.

#### 3. Pengirisan

Bawang merah dan bawang putih diiris tipis sesuai kebutuhan. Pengirisan manual menggunakan pisau dapur, sedangkan produksi besar menggunakan mesin pengiris untuk meningkatkan efisiensi dan kesamaan hasil irisan. Pengirisan tipis pada bawang merah dan bawang putih penting untuk menghasilkan bawang goreng yang renyah dan bumbu yang aromatik. (Mamonto et al., 2024). Mesin pengiris bawang memiliki kecepatan yang berbeda-beda tergantung pada jumlah mata pisau yang digunakan (Tahalu et al., n.d.)

#### 4. Penghalusan

Bawang dihaluskan untuk keperluan pembuatan bumbu masakan. Dulu penghalusan dilakukan secara manual menggunakan ulekan, yang tentunya memerlukan waktu yang lama dan tenaga ekstra dalam menghaluskan beberapa gram bawang saja. Namun sekarang juga sudah disediakan blender bumbu untuk menghaluskan bawang, dan tentunya membuat proses penghalusan lebih cepat.

### Mesin Pengolah Bawang

Mesin pengolah bawang merupakan alat yang dirancang untuk memproses bawang merah dan bawang putih, mulai dari tahap pengupasan, pengirisan, hingga pengeringan. Dengan adanya mesin ini, pekerjaan bisa lebih cepat dari proses pengerjaan tenaga manusia secara manual.

#### 1. Mesin Pengupas

Mesin ini berfungsi untuk mengupas kulit bawang, dimana mekanismenya adalah dengan memanfaatkan gaya gesek bawang dengan karet yang berada pada tepi drum, atau poros penggerak. (Tanjung et al., 2016) merupakan salah satu yang mengemukakan ide ini. Pada penelitiannya mesin memiliki volume drum 70x75x50cm, dengan menggunakan mesin penggerak berupa motor listrik dengan daya 1 HP dan kecepatan putaran 1450. Pada sekeliling tabung diberikan karet dengan tebal 1.5 cm dan Panjang 8 cm sebanyak 72 buah. Mesin ini bisa menghasilkan bawang lepas kulit sebesar 14.15kg/ jam.

#### 2. Mesin Pengiris

Mesin ini digunakan untuk mengiris bawang yang akan digunakan sebagai bawang goreng atau semacamnya. Dibuatnya

mesin ini bertujuan agar lebih mempercepat proses pengirisan dan menghasilkan irisan yang konstan. Awalnya pengiris bawang adalah sebuah alat yang digerakan menggunakan tenaga manusia. Kemudian berkembang menggunakan tenaga motor listrik, seperti yang telah dibuat oleh (Baskara, 2018). Mesin ini memiliki 2 mata pisau yang diputar dengan kecepatan 162 RPM, dan menghasilkan ketebalan pengirisan sebesar 0,21mm. Kapasitas mencapai 56,21kg/jam dengan efisiensi pengirisan 89%, dengan kata lain mesin ini bisa menghasilkan 50kg/jam.

3. Penghalus Bawang

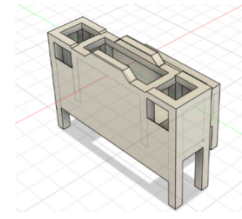
Dalam pengolahan bawang, penghalusan adalah proses yang tidak pernah lepas jika bawang tersebut akan digunakan sebagai bumbu. Dahulu menghaluskan bawang dengan cara menumbuk bawang sampai halus, tapi sekarang sudah digunakan mesin otomatis. Bukan itu saja, beberapa waktu lalu telah dibuatnya mesin pengiris dan penghalus bawang agar lebih memudahkan penggunaan, dan menghemat tempat. (Mamonto et al., 2024) melakukan penelitian untuk membuat mesin pengiris dan penghalus bawang guna melihat efektivitas dari dua pengerjaan sekaligus ini. Mesin yang digunakan menggunakan penggerak motor dengan daya ¼ HP dengan kecepatan 2800 pada pengiris dan penghalus. Tercatat mesin ini bisa menghasilkan 22,45kg/jam pada pengirisan, dan 15,18kg/jam pada penghalusan bawang.

**Komponen Utama Mesin Pengolah Bawang**

Dalam merancang pengupas bawang, setiap komponen mekanis maupun elektris memiliki peran penting untuk menjamin kinerja yang baik. Adapun komponen utama yang digunakan dalam mesin pengolah bawang dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Rangka

Rangka berfungsi sebagai struktur penopang seluruh bagian alat. Perannya adalah memberikan kekuatan, kestabilan, serta meredam getaran yang timbul saat alat beroperasi. Pemilihan material, misalnya plat besi atau besi hollow, harus mempertimbangkan aspek kekuatan, ketahanan, serta kemudahan dalam proses fabrikasi. Selain itu, rangka harus mampu menahan gaya dinamis yang muncul akibat rotasi rotor dengan beban 1 kg (Franco et al., 2023).



**Gambar 3.** Rangka Mesin Pengolah Bawang  
Sumber: Dokumen Pribadi

2. Motor Listrik

Motor listrik merupakan perangkat elektromekanis yang dapat menghasilkan energi mekanik dari energi listrik. Energi mekanik yang dihasilkan dari motor listrik berupa gerakan putar pada porosnya berdasarkan prinsip elektromagnetik. Prinsip kerja motor listrik yaitu medan magnet akan dihasilkan di dalam motor listrik ketika motor listrik diberi tegangan (Nugraha et al., 2022). Dan motor listrik ini yang akan menjadi sumber penggerak utama pada sistem.



**Gambar 4.** Motor listrik  
(Priono, 2019).

Daya rencana pada motor listrik merupakan perencanaan daya untuk menentukan motor listrik sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan. Pemilihan daya motor listrik yang tepat agar kinerja mesin menjadi optimal. Daya rencana yang terlalu rendah mengakibatkan kinerja yang tidak memadai, sedangkan daya rencana yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan konsumsi energi yang berlebihan. Berikut persamaan untuk menghitung daya rencana pada motor listrik.

$$P_d = P \cdot f_c \dots \dots \dots (2.2)$$

(Sumber; (Amiq, 2015))

Keterangan:  
 P<sub>d</sub> = daya rencana (watt)  
 P = daya (watt)  
 F<sub>c</sub> = faktor koreksi daya

**TABEL I**  
Faktor Koreksi Daya

Daya yang ditransmisikan	F <sub>c</sub>
Daya rata-rata yang diperlukan	1,2-2,0
Daya maksimum yang diperlukan	0,8-1,2
Daya normal	1,2-1,0

(Sumber: Gundara & Riyadi, 2017)

Daya motor listrik merupakan jumlah energi yang dihasilkan oleh motor dalam

satuan waktu. Daya motor listrik mengacu pada energi yang dihasilkan motor listrik untuk menggerakkan suatu sistem mekanis. Berikut persamaan untuk menghitung besarnya daya pada motor listrik:

$$P = T \times \omega \dots\dots\dots(2.3)$$

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

Sumber: (Situmorang dkk., 2022)

Keterangan:

P = daya yang diperlukan (watt)

T = torsi (N.m)

$\omega$  = kecepatan sudut (rad/s)

Sebelum menghitung torsi, terlebih dahulu menghitung gaya yang bekerja pada mesin, yaitu pada persamaan berikut:

$$F = m \cdot g \dots\dots\dots(2.4)$$

(Sumber: (Nugroho & Rhozman, 2022))

Keterangan:

F = massa total (N)

m = massa (kg)

g = gravitasi (m/s<sup>2</sup>)

Setelah mengetahui besarnya gaya yang bekerja pada mesin, berikutnya menghitung torsi motor listrik. Berikut persamaan untuk menghitung besarnya torsi:

$$T = F \cdot r \dots\dots\dots(2.5)$$

(Sumber: (Nugroho & Rhozman, 2022))

Keterangan:

T = torsi (N.m)

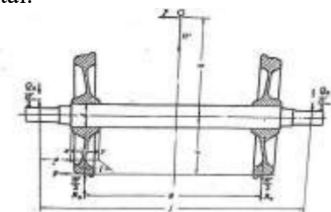
F = massa total (kg)

r = jarak gaya ke poros (m)

Pada penelitian ini menggunakan motor listrik AC tipe JY1A-4-4. Motor tipe ini memiliki ukuran diameter 150 mm dan tinggi 80 mm dengan berat 10 kg. Daya pada motor ini sebesar 750Watt dan putaran mesinnya 1400 rpm. Motor listrik tipe JY1A-4-4 memiliki tegangan 220 Volt dengan frekuensi 50 Hz.

### 3. Poros

Poros merupakan elemen mesin yang terbuat dari batang logam berpenampang bulat yang memiliki fungsi sebagai pemindah putaran (Firdausi, 2013). Poros terbuat dari material yang kuat seperti besi karbon dan besi paduan. Poros dapat meneruskan daya melalui puli yang dihubungkan dengan sabuk atau roda gigi yang dihubungkan dengan rantai.



Gambar 5. Poros (Habibullah, 2022)

Sebuah poros dapat dikatakan kuat jika tegangan geser yang diizinkan lebih besar

dari tegangan geser yang terjadi. Berikut persamaan kuat poros:

$$\begin{aligned} \tau_p &\leq \tau_a \\ \frac{16 \cdot T}{\pi \cdot d^3} &\leq \tau_a \\ ds &\geq \frac{16 \cdot T}{\pi \cdot \tau_a} \dots\dots\dots(2.6) \end{aligned}$$

(Sumber: (Habibullah, 2022))

Keterangan:

$\tau_p$  = tegangan geser yang terjadi (kg/mm<sup>2</sup>)

$\tau_a$  = tegangan geser yang diizinkan (kg/mm<sup>2</sup>)

T = momen puntir (kg.mm)

ds = diameter poros (mm)

Momen puntir pada poros adalah torsi yang bekerja pada poros yang menyebabkan poros mengalami deformasi atau pembengkokan. Deformasi ini menyebabkan tegangan di dalam poros yang dapat mempengaruhi umur poros.

Momen puntir pada poros. Deformasi pada poros dapat diatasi dengan memilih material poros yang tepat, memilih ukuran diameter yang tepat, dan penggunaan bantalan yang tepat. Berikut persamaan untuk menghitung besarnya momen puntir pada poros:

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{pd}{n} \dots\dots\dots(2.7)$$

(Sumber: (Nurdin et al., 2021))

Keterangan:

T = momen puntir pada poros (kg.mm)

pd = daya rencana (kW)

n = putaran poros (rpm)

Besar tegangan geser yang diizinkan dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\tau_a = \frac{\sigma_B}{Sf1 \cdot Sf2} \dots\dots\dots(2.8)$$

(sumber: (Nurdin et al., 2021))

Keterangan:

$\tau_a$  = tegangan geser yang diizinkan (kg/mm<sup>2</sup>)

$\sigma_B$  = kekuatan tarik (kg/mm<sup>2</sup>)

Sf1 = angka keamanan 1

5,6 untuk beban SF dengan kekuatan yang dijamin

6 untuk S-C dengan pengaruh massa

Sf2 = angka keamanan 2

1,2-3 pengaruh pemberian alur pasak

Berikut persamaan untuk menghitung diameter minimum poros:

$$ds = \left[ \frac{5,1}{\tau_a} KtCbT \right]^{\frac{1}{3}} \dots\dots\dots(2.9)$$

(Sumber: (Nurdin et al., 2021))

Keterangan:

ds = diameter poros minimum (mm)

$\tau_a$  = tegangan geser yang diizinkan (kg/mm<sup>2</sup>)

Kt = faktor koreksi tumbukan

1,0 untuk beban yang dikenakan halus

1,0-1,5 untuk beban yang dikenakan dengan sedikit kejutan

1,5-3,0 untuk beban yang dikenakan dengan kejutan besar atau tumbukan

Cb = faktor koreksi lenturan  
 1,2-2,3 untuk poros yang ada pembebanan lentur  
 1,0 untuk poros yang tidak ada pembebanan lentur  
 T = momen puntir (kg.mm)

Material poros harus dipilih dengan hati-hati untuk memastikan kekuatan, kekakuan, ketahanan, kinerja yang optimal. Berikut tabel untuk menentukan bahan poros yang digunakan berdasarkan kekuatan tariknya.

4. *Pulley dan V-Belt*

*Pulley* merupakan salah satu elemen mesin yang memiliki fungsi untuk mentransmisikan daya dari poros penggerak ke poros yang digerakkan. Pemindahan daya dapat dilakukan *Pulley* dengan sistem transmisi sabuk. Mekanisme *Pulley* sering digunakan untuk mengubah arah gaya yang diberikan, mentransmisikan gerak, dan mengubah arah rotasi (Rajagukguk, 2021). Diameter *Pulley* mempengaruhi kecepatan putaran antara dua *Pulley* yang saling terhubung. Pemilihan perbandingan ukuran *Pulley* yang tepat dapat menghasilkan kecepatan putaran yang diinginkan. Berikut persamaan untuk menghitung besarnya kecepatan putar pada drum dengan perbandingan ukuran *Pulley*.

$$n2 = \frac{n1.d1}{d2} \dots\dots\dots(2.10)$$

(sumber: (Perdana, 2022)

Keterangan:

- n1 = rpm motor listrik (rpm)
- n2 = rpm drum mesin roasting kopi (rpm)
- d1 = diameter puli pada motor listrik (mm)
- d2 = diameter puli pada poros drum (mm)

Sabuk merupakan bagian dari elemen mesin yang berfungsi menyalurkan putaran dari motor penggerak. Sabuk bekerja dengan cara mengaitkan dua puli di antara dua poros dengan jarak tertentu. Keuntungan sabuk sebagai transmisi yaitu dapat bekerja halus, senyap, dan memberikan transmisi daya yang besar pada tegangan yang relatif rendah (Habibullah, 2022). Sabuk digunakan karena mudah dalam penanganan dan memiliki harga yang murah.

Persamaan untuk menghitung panjang sabuk yaitu:

$$L = 2.C + \frac{\pi}{2} (d_{p1} + d_{p2}) + \frac{1}{4.C} (d_{p1} - d_{p2})^2$$

(Sumber: (Sa'po dkk., 2021))

Keterangan:

- L = Panjang sabuk (mm)
- C = Jarak sumbu poros (mm)
- dp1 = Diameter puli motor (mm)
- dp2 = Diameter puli poros (mm)

Persamaan untuk menghitung kecepatan linier sabuk V yaitu:

$$v = \frac{\pi.dp.n1}{60.1000} \dots\dots\dots(2.12)$$

(Sumber: Sa'po dkk., 2021)

Keterangan:

- V = Kecepatan linear sabuk (m/s)
- dp = Diameter puli penggerak (mm)
- n1 = putaran motor (rpm)

5. *Autonic sensor optic dan Relay*

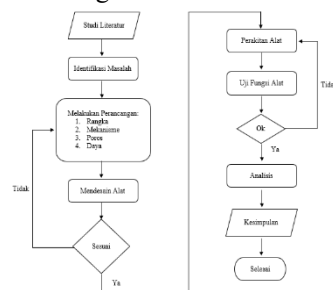
Autonic sensor optik adalah sensor yang bekerja menggunakan cahaya inframerah untuk mendeteksi keberadaan objek, jarak objek, atau perubahan kondisi pada area tertentu. Sensor akan menghasilkan sinyal listrik sebagai respons terhadap perubahan yang terdeteksi, lalu sinyal ini diproses oleh kontroler untuk melakukan aksi tertentu seperti mengaktifkan dan mematikan mesin.

*Relay* adalah saklar elektromagnetik yang dikendalikan oleh arus listrik kecil untuk mengontrol arus listrik yang lebih besar pada sirkuit lain. Saat arus listrik kecil mengalir melalui koil relay, maka koil tersebut menghasilkan medan magnet yang akan menarik tuas saklar sehingga rangkaian di sisi lain terhubung atau terputus.(Metode, 2021). Secara garis besar, sensor akan membaca keadaan bahan dalam tabung saat akan ada pengerjaan. Sensor mengirimkan sinyal ke pada *relay* untuk mengaktifkan motor saat ada bahan dan mematikan motor saat bahan sudah habis.

**METODE**

Research and Development (RnD) adalah jenis penelitian yang berfokus pada penciptaan suatu produk baru, disertai dengan proses pengembangan dan pengujian untuk menilai efektivitas dari produk yang dihasilkan (Sugiyono, 2013). Dalam penelitian ini, produk yang ingin dihasilkan adalah mesin pengolah bawang yang dapat memproses beberapa pengerjaan yaitu pengupasan, pengirisan, dan penghalusan.

Proses penelitian dari awal sampai akhir dapat dilihat melalui diagram alir berikut:



**Gambar 7.** Diagram alir penelitian

1. Studi Literatur

Tahap awal dilakukan studi literatur untuk memperoleh landasan teori terkait karakteristik bawang merah dan bawang putih, prinsip kerja mesin pengolah pangan,

mekanisme pengupasan berbasis gesek, teori pengirisan, serta standar desain mesin *food-grade*. Hasil studi literatur digunakan sebagai acuan dalam penentuan parameter desain dan parameter pengujian

## 2. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dilakukan dengan menganalisis kendala pengolahan bawang secara manual, seperti rendahnya efisiensi waktu, ketidak konsistenan hasil irisan, serta tingginya beban kerja operator. Tahap ini bertujuan untuk menentukan kebutuhan fungsional mesin pengolah bawang otomatis 3 in 1.

## 3. Perancangan Alat

Perancangan alat dilakukan berdasarkan hasil studi literatur dan identifikasi masalah, meliputi:

- a. Perancangan rangka, disesuaikan dengan beban kerja dan kestabilan mesin.
- b. Perancangan mekanisme, meliputi unit pengupasan, pengirisan, dan penghalusan dalam satu sistem.
- c. Perancangan daya, meliputi pemilihan motor dan transmisi yang mampu menghasilkan putaran kerja yang ditentukan.

Seluruh rancangan dituangkan dalam gambar teknik dan spesifikasi komponen sebagai dasar pembuatan alat.

## 4. Pembuatan Alat

Tahap pembuatan alat dilakukan sesuai dengan hasil perancangan, menggunakan material yang memenuhi prinsip *food-grade* pada bagian yang bersentuhan langsung dengan bahan. Setelah perakitan, dilakukan pemeriksaan awal untuk memastikan seluruh komponen terpasang dengan benar dan berfungsi secara mekanis.

## 5. Uji Fungsi Alat

Uji fungsi dilakukan untuk memastikan setiap unit (pengupasan, pengirisan, dan penghalusan) dapat bekerja sesuai dengan fungsinya tanpa beban bahan. Apabila alat belum berfungsi dengan baik, dilakukan perbaikan dan penyesuaian hingga memenuhi kriteria operasi yang diharapkan. Jika alat telah berfungsi dengan baik, pengujian dilanjutkan ke tahap berikutnya.

## 6. Protokol Uji Kinerja Alat

Pengujian kinerja dilakukan dengan prosedur sebagai berikut:

- a. Menyiapkan bahan uji berupa bawang merah dan bawang putih masing-masing sebanyak 1 kg.
- b. Menetapkan kondisi operasi mesin pada kecepatan putaran 1400 RPM.
- c. Mengoperasikan mesin secara berurutan pada setiap proses (pengupasan, pengirisan, dan penghalusan).
- d. Mengukur parameter uji, meliputi:
  - 1) Kapasitas kerja mesin (kg/jam),
  - 2) Kualitas hasil olahan, yang meliputi tingkat kebersihan kupasan, ketebalan irisan (mm), dan kehalusan hasil gilingan.
- e. Setiap pengujian dilakukan minimal tiga kali pengulangan dengan kondisi yang sama untuk memastikan keterulangan (repeatability) data.
- f. Data hasil pengujian dicatat secara sistematis dalam tabel pengamatan.

## 7. Analisis Data

Data hasil pengujian dianalisis secara deskriptif dan kuantitatif untuk mengetahui performa mesin pada setiap proses. Analisis dilakukan dengan membandingkan hasil pengujian antar bahan (bawang merah dan bawang putih) serta mengevaluasi kesesuaian hasil terhadap parameter kinerja yang diharapkan.

## 8. Kesimpulan

Kesimpulan ditarik berdasarkan hasil analisis data pengujian untuk menilai keberhasilan desain dan kinerja mesin pengolah bawang otomatis 3 in 1. Kesimpulan mencakup tingkat efektivitas alat, kualitas hasil olahan, serta potensi pengembangan lebih lanjut.

## METODE PENELITIAN

### Spesifikasi Prototipe Mesin Pengolah Bawang Otomatis 3 in 1

Prototipe mesin pengolah bawang otomatis 3 in 1 dirancang untuk melakukan proses pengupasan, pengirisan, dan penghalusan dalam satu sistem mekanis terpadu. Spesifikasi teknis prototipe ditetapkan untuk memastikan kinerja yang konsisten, aman untuk pangan, dan sesuai kebutuhan UMKM.

1. Dimensi keseluruhan mesin:  $\pm 800 \times 450 \times 900$  mm
2. Volume drum pengupas:  $\pm 2$  liter
3. Jumlah dan jenis pisau:
  - a. Pisau pengiris: 4 buah pisau lurus
  - b. Pisau penghalus: 4 buah pisau tipe blade
4. Material Kontak Pangan

- a. Drum, pisau, saluran keluaran: stainless steel 304
- b. Media gesek pengupas: karet *food-grade*
5. Sistem transmisi: sabuk dan puli
6. Rasio transmisi: disesuaikan untuk tiap modul
7. Kecepatan putar tiap modul (rpm kerja):
  - a. Modul pengupasan: 350 rpm
  - b. Modul pengirisan: 550 rpm
  - c. Modul penghalusan: 1000 rpm

Pada uji fungsi akan diperhatikan beberapa parameter kuantitatif yang dinyatakan dalam bentuk metrik terukur. Metrik ini digunakan untuk menilai performa mesin pada proses pengupasan, pengirisan, dan penghalusan secara objektif dan terukur. Adapun definisi masing-masing metrik adalah sebagai berikut:

1. Kapasitas keseluruhan (kg/jam)  
 kapasitas dihitung berdasarkan perbandingan antara berat bahan yang di proses dengan waktu yang dibutuhkan selama proses. maka untuk menentukan kapasitas mesin pengolah bawang yaitu:

$$Q = \frac{m}{t}$$

Dimana:

Q = kapasitas

m = massa

t = waktu (menit)

Karena dalam menghitung waktu menggunakan menit maka untuk dikonversi ke jam yaitu:

$$Q = \frac{m}{t} \times 60$$

2. Efisiensi kupasan (%)  
 Efisiensi hasil kupasan dihitung berdasarkan berat bawang sebelum dan sesudah di proses, maka:

$$\eta = \frac{m_2}{m_1} \times 100\%$$

Dimana:

$\eta$  = efisiensi kupasan

$m_1$  = berat total yang akan diproses

$m_2$  = berat bawang yang terkelupas sempurna

3. Keseragaman irisan  
 Dalam menentukan keseragaman irisan diambil kurang lebih 7 irisan setiap pengulangan kemudian dicari rata ratanya (mean), setelah itu hitung standar deviasi (SD), dan terakhir hitung *Coefficient of Variation (CV%)*. Oleh karena itu rumus yang digunakan yaitu:

$$\bar{x} = \frac{\sum xi}{n}$$

Dimana:

$\bar{x}$  = rata rata ketebalan

$xi$  = ketebalan setiap irisan

$n$  = jumlah sampel

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

$$CV = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100\%$$

4. Energi spesifik motor

Energi spesifik merupakan besarnya energi listrik yang dibutuhkan untuk memproses satu satuan massa bahan. Untuk menentukan energi spesifik maka:

$$ES = \frac{P \times t}{m}$$

ES = energi spesifik (kWh/kg)

P = daya listrik (kW)

t = waktu proses (jam)

m = massa bahan (kg)

### Desain Uji

Setiap pengujian dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan ( $n=3$ ) untuk masing masing jenis bawang (bawang merah dan bawang putih). pengujian dilakukan dengan berat masing masing bawang 1 kg dengan ukuran yang seragam, serta kondisi bawang yang sudah bersih dan kering. Hasil akan dilihat dengan alat ukur berupa timbangan digital, mikrometer sekrup.

### Perhitungan Komponen

1. Daya Motor Listrik

Langkah awal yang digunakan untuk menghitung daya motor listrik yaitu menghitung masa total pada komponen pengupas, komponen pengiris, dan komponen penghalus.

- a. Komponen Pengupas

Massa karet ( $m_1$ ) = 83 gr

Massa karet 6pcs ( $m_1$ ) = 498 gr = 0, 5 kg

Massa silinder pengaduk ( $m_2$ )

Silinder pengaduk pada drum pengupas menggunakan bahan *stainless steel* 201 dengan tebal 1,5 mm memiliki massa jenis 7,8 gr/cm<sup>3</sup> (Material, 2019). Pengaduk berbentuk tabung berongga dengan diameter 10 cm dan memiliki tinggi 32,5 cm. maka massa silinder pengaduk yaitu:

Keliling lingkaran

$$= \pi \times d$$

$$= 3,14 \times 10 \text{ cm}$$

$$= 31,4 \text{ cm}$$

$$m_2 = p \times l \times t \times \rho$$

$$m_2 = 31,4 \text{ cm} \times 32,5 \text{ cm} \times 0,15 \text{ cm} \times 7,8 \text{ gr/cm}^3$$

$$m_2 = 1.193,985 \text{ gr} = 1,2 \text{ kg}$$

Maka massa keseluruhan pada komponen pengupas yaitu:

$$m_{\text{pengupas}} = m_1 + m_2$$

$$m_{\text{pengupas}} = 0, 5 \text{ kg} + 1,2 \text{ kg}$$

- $m_{\text{pengupas}} = 1,7 \text{ kg}$
- b. Komponen pengiris  
 Massa pisau pengiris ( $m_1$ )  
 Pisau *stainless steel* 304 dengan massa jenis  $7,93 \text{ gr/cm}^3$  (Material, 2019), memiliki panjang 8,5 cm, tinggi 3 cm, dan lebar 0.15 cm, maka massanya adalah:

$$m_1 = V \times \rho$$

$$m_1 = p \times l \times t \times \rho$$

$$m_1 = 8,5 \text{ cm} \times 3 \text{ cm} \times 0,15 \times 7,93 \text{ gr/cm}^3$$

$m_1 = 30,33 \text{ gr} = 0,03 \text{ kg}$   
 karena pisau yang akan digunakan sebanyak 4 unit, maka

$$m_1 = 0,03 \times 4$$

$$m_1 = 0,12$$

Massa plat pengiris ( $m_2$ )  
 Plat pengiris terbuat dari *stainless steel* 304 dengan massa jenis  $7,93 \text{ gr/cm}^3$  berbentuk lingkaran dengan diameter 25 cm dan tinggi 2 cm, maka massa plat pengiris adalah:

$$m_2 = V \times \rho$$

$$m_2 = ((\pi \times r^2) \times t) \times \rho$$

$$m_2 = (3,14 \times 12,5^2) \times 2 \times 7,93 \text{ gr/cm}^3$$

$$m_2 = 3.890,656 \text{ gr} = 3,9 \text{ kg}$$

Maka massa keseluruhan pada komponen pengiris yaitu:

$$m_{\text{pengiris}} = m_1 + m_2$$

$$m_{\text{pengiris}} = 0,12 \text{ kg} + 3,9 \text{ kg}$$

$$m_{\text{pengiris}} = 4,02 \text{ kg}$$

- c. Komponen penghalus  
 Massa pisau penghancur ( $m_1$ )  
 Pisau penghalus menggunakan *stainless steel* 304 dengan tebal 0,15 cm, di asumsikan mata pisau berbentuk balok dengan Panjang 9,6 cm dan tinggi 2 cm, maka massa pisau yaitu:

$$m_1 = p \times l \times t \times \rho$$

$$m_1 = 9,6 \text{ cm} \times 0,15 \text{ cm} \times 2 \text{ cm} \times 7,93 \text{ gr/cm}^3$$

$$m_1 = 22,8384 \text{ gr} = 0,023 \text{ kg}$$

karena pisau yang akan digunakan berjumlah 2 unit maka:

$$m_1 = 0,023 \times 2$$

$$m_1 = 0,046 \text{ kg}$$

Setelah menghitung massa setiap komponen, maka massa keseluruhan dari komponen yaitu:

$$m_{\text{tot}} = m_{\text{pengupas}} + m_{\text{pengiris}} + m_{\text{penghalus}}$$

$$m_{\text{tot}} = 1,7 \text{ kg} + 4,02 \text{ kg} + 0,046 \text{ kg}$$

$$m_{\text{tot}} = 5,766 \text{ kg}$$

Untuk menentukan gaya pada motor menggunakan persamaan (2.4) pada BAB II:

- a. Gaya motor pada pengupas ( $F_1$ )

$$F_1 = m_{\text{pengupas}} \times g$$

$$F_1 = 1,7 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$F_1 = 16,66 \text{ N}$$

- b. Gaya motor pada pengiris ( $F_2$ )

$$F_2 = m_{\text{pengupas}} \times g$$

$$F_2 = 4,02 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$F_2 = 39,396 \text{ N}$$

- c. Gaya motor pada penghalus ( $F_3$ )

$$F_3 = m_{\text{penghalus}} \times g$$

$$F_3 = 0,046 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$F_3 = 0,4508 \text{ N}$$

Untuk menghitung torsi dengan diameter tabung pengupas, tabung penghalus, dan plat pengiris, menggunakan persamaan (2.5) pada BAB II:

- a. Torsi pada tabung pengupas ( $T_1$ )

$$T_1 = F_{\text{pengupas}} \times r$$

$$T_1 = 16,66 \text{ N} \times 0,175 \text{ m}$$

$$T_1 = 2,96 \text{ Nm}$$

- b. Torsi pada plat pengiris ( $T_2$ )

$$T_2 = F_{\text{pengiris}} \times r$$

$$T_2 = 39,396 \text{ N} \times 0,125 \text{ m}$$

$$T_2 = 4,92 \text{ Nm}$$

- c. Torsi pada tabung penghalus ( $T_3$ )

$$T_3 = F_{\text{penghalus}} \times r$$

$$T_3 = 0,4508 \text{ N} \times 0,075 \text{ m}$$

$$T_3 = 0,034 \text{ Nm}$$

Maka torsi keseluruhan yaitu:

$$T_{\text{tot}} = T_1 + T_2 + T_3$$

$$T_{\text{tot}} = 2,96 \text{ Nm} + 4,92 \text{ Nm} + 0,034 \text{ Nm}$$

$$T_{\text{tot}} = 7,914 \text{ Nm}$$

Besarnya daya motor yang diperlukan dapat dihitung menggunakan persamaan (2.3) pada BAB II, dikarenakan pada rencana awal putaran pada pengupas, pengiris, dan penghalus berbeda maka:

- a. Daya motor pada pengupas

$$P_{\text{pengupas}} = T_1 \times \omega$$

$$P_{\text{pengupas}} = T_1 \times \frac{2\pi \times n}{60}$$

$$P_{\text{pengupas}} = 2,96 \text{ Nm} \times \frac{2 \times 3,14 \times 350}{60}$$

$$P_{\text{pengupas}} = 108,43 \text{ W}$$

- b. Daya motor pada pengiris

$$P_{\text{pengiris}} = T_2 \times \omega$$

$$P_{\text{pengiris}} = T_2 \times \frac{2\pi \times n}{60}$$

$$P_{\text{pengiris}} = 4,92 \text{ Nm} \times \frac{2 \times 3,14 \times 550}{60}$$

$$P_{\text{pengiris}} = 283,22 \text{ W}$$

- c. Daya motor pada penghalus

$$P_{\text{penghalus}} = T_3 \times \omega$$

$$P_{\text{penghalus}} = T_3 \times \frac{2\pi \times n}{60}$$

$$P_{\text{penghalus}} = 0,034 \times \frac{2 \times 3,14 \times 1000}{60}$$

$$P_{\text{penghalus}} = 3,56 \text{ W}$$

Kemudian semua daya motor pada setiap proses digabung menjadi satu sehingga ditemukan daya keseluruhan yang dibutuhkan yaitu:

$$P_{\text{tot}} = P_{\text{pengupas}} + P_{\text{pengiris}} + P_{\text{penghalus}}$$

$$P_{\text{tot}} = 108,43 \text{ W} + 283,22 \text{ W} + 3,56 \text{ W}$$

$$P_{\text{tot}} = 395,21 \text{ W} = 0,395 \text{ Kw}$$

Daya rencana keseluruhan dapat dihitung menggunakan persamaan (2.2) pada BAB II:

$$P_d = P \times f_c$$

$$P_d = 0,395 \text{ Kw} \times 1,2$$

$$P_d = 0,474 \text{ Kw} = 0,64 \text{ HP}$$

Jadi daya rencana yang digunakan untuk mesin pengolah bawang otomatis dengan mekanisme 3 in 1 adalah sebesar 0,474 Kw, dan jika dikonversikan ke HP maka daya yang rencana yang digunakan sebesar 0,64 HP. Dalam hal ini menggunakan motor dengan daya 1 HP sudah sangat mumpuni dalam menggerakkan semua komponen.

## 2. Diameter Poros

untuk menghitung besar diameter poros yang digunakan, terlebih dahulu menghitung tegangan geser yang diizinkan. Poros yang digunakan berbahan stainless steel 304 yang memiliki kekuatan tarik sebesar 466,67 Mpa atau 47,58 Kg/mm<sup>2</sup> (Setyowati dkk., 2017). Tegangan geser yang diizinkan pada poros dapat dihitung menggunakan persamaan (2.8) pada BAB II:

$$\tau_\alpha = \frac{\sigma_B}{Sf1.Sf2}$$

$$\tau_\alpha = \frac{47,58 \text{ Kg/mm}^2}{6 \times 1,2}$$

$$\tau_\alpha = 6,6 \text{ Kg/mm}^2$$

Untuk menghitung diameter minimum poros menggunakan persamaan (2.9) pada BAB II, dikarenakan terjadi 3 pengerjaan dalam satu proses maka:

a. Diameter poros pengupas

$$T = 2,96 \text{ Nm} = 302 \text{ kg.mm}$$

$$d_s = \left[ \frac{5,1}{\tau_\alpha} KtCbT \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$d_s = \left[ \frac{5,1}{6,6} \times 1 \times 1,2 \times 302 \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$d_s = 6,55 \text{ mm}$$

b. Diameter poros pengiris

$$T = 4,92 \text{ Nm} = 502 \text{ kg.mm}$$

$$d_s = \left[ \frac{5,1}{\tau_\alpha} KtCbT \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$d_s = \left[ \frac{5,1}{6,6} \times 1 \times 1,2 \times 502 \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$d_s = 7,75 \text{ mm}$$

c. Diameter poros penghalus

$$T = 0,034 \text{ Nm} = 3,47 \text{ kg.mm}$$

$$d_s = \left[ \frac{5,1}{\tau_\alpha} KtCbT \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$d_s = \left[ \frac{5,1}{6,6} \times 1 \times 1,2 \times 3,47 \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$d_s = 1,48 \text{ mm}$$

Setelah diketahui diameter poros minimum pada setiap pengerjaan yaitu 6,55 mm untuk pengupas, 7,75 mm untuk pengiris, dan 1,48 mm untuk penghalus, maka pada penelitian ini akan digunakan poros berdiameter 15 mm secara keseluruhan. Memastikan poros dapat dikatakan kuat harus memenuhi persamaan (2.6) pada BAB II:

$$\frac{16.T}{\pi.d^3} \leq \tau_\alpha$$

Dikarenakan momen puntir belum diketahui maka diharuskan menggunakan persamaan (2.7) pada BAB II:

$$T = \frac{60 \times p d}{2\pi n}$$

a. Momen puntir pada poros pengupas

$$T = \frac{60 \times 0,108}{2 \times 3,14 \times 350}$$

$$T = 0,0029 \text{ kN.m} = 295,71 \text{ kg.mm}$$

Maka:

$$\frac{16.T}{\pi.d^3} \leq \tau_\alpha$$

$$\frac{16 \times 295,71}{3,14 \times 15^3} \leq 6,6 \text{ kg/mm}^2$$

$$0,45 \text{ kg/mm}^2 \leq 6,6 \text{ kg/mm}^2$$

b. Momen puntir pada poros pengiris

$$T = \frac{60 \times 0,28}{2 \times 3,14 \times 550}$$

$$T = 0,0049 \text{ kN.m} = 500 \text{ kg.mm}$$

Maka:

$$\frac{16.T}{\pi.d^3} \leq \tau_\alpha$$

$$\frac{16 \times 500}{3,14 \times 15^3} \leq 6,6 \text{ kg/mm}^2$$

$$0,75 \text{ kg/mm}^2 \leq 6,6 \text{ kg/mm}^2$$

c. Momen puntir pada poros penghalus

$$T = \frac{60 \times 0,0036}{2 \times 3,14 \times 1000}$$

$$T = 0,0000343 \text{ kN.m} = 3,5 \text{ kg.mm}$$

Maka:

$$\frac{16.T}{\pi.d^3} \leq \tau_\alpha$$

$$\frac{16 \times 3,5}{3,14 \times 15^3} \leq 6,6 \text{ kg/mm}^2$$

$$0,0052 \text{ kg/mm}^2 \leq 6,6 \text{ kg/mm}^2$$

## 3. Ukuran Pulley dan Panjang Sabuk

Untuk menentukan perbandingan antara diameter puli pada motor listrik dengan diameter puli pada drum menggunakan persamaan (2.10) pada BAB II:

a. *Pulley* dan sabuk pengupas

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{350}{1400}$$

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{1}{4}$$

b. *Pulley* dan sabuk penghalus

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{1000}{350}$$

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{20}{7}$$

Jadi perbandingan antara diameter pulley pada motor listrik dengan diameter pulley pada drum yaitu 1:4 untuk pengupas dan 20:7 untuk penghalus, Maka diameter pulley yang digunakan pada drum pengupas yaitu 200 mm menggunakan pulley V dua alur, 50 mm pada motor, dan 70 mm untuk drum penghalus yang menggunakan tipe pulley V satu alur.

Panjang sabuk dapat dihitung menggunakan persamaan (2.11) pada BAB II:

a. Sabuk pengupas

$$L = 2.C + \frac{\pi}{2} (d_{p1} + d_{p2}) + \frac{1}{4.C} (d_{p1} - d_{p2})^2$$

$$L = 2 \times 353 \text{ mm} + \frac{3,14}{2} (50 + 200)$$

$$+ \frac{1}{4 \times 353 \text{ mm}} (50 - 200)^2$$

$$L = 706 \text{ mm} + 392,5 \text{ mm} + 15,9 \text{ mm}$$

$$L = 1.114,4 \text{ mm}$$

Panjang sabuk yang dibutuhkan yaitu 1.114,4 mm maka menggunakan V- belt dengan kode A44.

b. Sabuk Penghalus

Panjang sabuk yang dibutuhkan yaitu 1.140,418 mm maka menggunakan V-belt dengan kode A45.

Lalu untuk kecepatan linear sabuk dapat dihitung dengan persamaan (2.12) pada BAB II:

a. Sabuk pengupas

$$v = \frac{\pi \cdot d_p \cdot n_1}{60.1000}$$

$$v = \frac{3,14 \times 50 \text{ mm} \times 1400 \text{ rpm}}{60 \times 1000}$$

$$v = \frac{219.800}{60000}$$

$$v = 3,7 \text{ m/s}$$

b. Sabuk penghalus

$$v = \frac{\pi \cdot d_p \cdot n_1}{60.1000}$$

$$v = \frac{3,14 \times 200 \text{ mm} \times 350 \text{ rpm}}{60 \times 1000}$$

$$v = \frac{219.800}{60000}$$

$$v = 3,7 \text{ m/s}$$

#### 4. Diameter gear

Untuk menentukan diameter gear, pertama hitung dulu menggunakan persamaan (2.14) pada BAB II:

$$i = \frac{n_1}{n_2}$$

$$i = \frac{350}{550}$$

$$i = 0,636$$

Kemudian memasukan persamaan (2.15) pada BAB II:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{Z_2}{Z_1}$$

$$\frac{350}{550} = \frac{44}{Z_2}$$

$$Z_2 = 28$$

Jadi jumlah gear pada kecepatan 350 RPM sebanyak 44 bagian, dan jumlah gear pada kecepatan 550 RPM sebanyak 28 bagian dimana diameter ini lebih kecil.

Setelah semua persamaan terpenuhi maka dilanjutkan menggunakan persamaan (2.16) pada BAB II:

$$d = m \times Z$$

Diameter pada gear besar ( $Z_1$ )

$$d = 2 \text{ mm} \times 44$$

$$d = 88 \text{ mm}$$

diameter pada gear kecil ( $Z_2$ )

$$d = 2 \text{ mm} \times 28$$

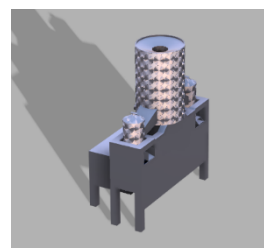
$$d = 56 \text{ mm}$$

jadi untuk diameter gear yang dibutuhkan pada pengiris adalah 88 mm pada gear besar, dan 56 mm pada gear kecil.

#### Proses Perakitan Alat

Berikut proses perakitan mesin pengolah bawang otomatis dengan mekanisme 3 in 1:

1. Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan
2. Memotong plat perforated dan plat stainless steel sesuai dengan ukuran yang ditentukan.
3. Menyiapkan karet pengupas
4. Melakukan penyambungan plat perforated yang sudah dipotong bulat sebagai alas drum menggunakan las SMAW
5. Pembuatan rangka utama dengan cara menyambung plat besi menggunakan las SMAW
6. Melakukan pengerollan untuk digunakan sebagai drum pengupas, pengiris, dan penghalus.
7. Melakukan pemotongan sebagai jalan tersalurannya bahan.
8. Penyambungan semua komponen.
9. Pemasangan sensor *autonic sensor* dan *relay*



Gambar 8. Mesin pengolah bawang

**Uji Fungsi Alat Uji**

Uji fungsi alat dilakukan dengan memasukan bawang merah dan bawang putih secara bergantian. Proses pertama yang diamati adalah hasil kupasan pada bawang merah maupun bawang putih. Dilanjut dengan hasil pengirisan bawang merah dan bawang putih, kemudian terakhir adalah hasil penghalusan bawang merah dan bawang putih.

Setelah dilakukan uji fungsi pada bawang merah dan bawang putih dengan tiga pengerjaan yaitu penggupasan, pengirisan, dan penghalusan diketahui efisiensi hasil kupas, keseragaman irisan, seberapa besar kapasitas yang bisa dicapai, dan berapa besar energi spesifik motor.

Tabel II. Efisiensi kupas

No.	Jenis Bawang	Waktu (menit)	Massa bahan bersih (gr)	Efisiensi hasil kupas (%)
1.	Bawang merah	3,7	895	89,5
		3,2	853	85,3
		3,4	870	87
Rata - rata		3,4	873	87,3
2.	Bawang putih	2,2	981	98,1
		2	952	95,2
		2,1	967	96,7
Rata - rata		2,1	967	96,7

Tabel III. Keseragaman irisan

No.	Jenis bawang	Ketebalan irisan (mm)						
1.	Bawang merah	1,60	1,51	1,10	0,87	1,45	1,34	1,53
		1,43	1,23	1,03	1,38	0,94	1,42	1,37
		1,54	0,88	1,32	1,11	1,50	1,39	1,43
2.	Bawang putih	1,22	0,92	1,30	1,04	0,96	0,91	1,27
		0,97	1,22	1,01	0,94	1,30	1,27	1,13
		1,28	1,03	1,29	1,17	0,92	1,00	1,21

Ketebalan irisan (mm)							Rata - rata
1,60	1,51	1,10	0,87	1,45	1,34	1,53	1,34
1,43	1,23	1,03	1,38	0,94	1,42	1,37	1,26
1,54	0,88	1,32	1,11	1,50	1,39	1,43	1,31
Total rata - rata							1,30
1,22	0,92	1,30	1,04	0,96	0,91	1,27	1,10

Ketebalan irisan (mm)							Rata - rata
0,97	1,22	1,01	0,94	1,30	1,27	1,13	1,12
1,28	1,03	1,29	1,17	0,92	1,00	1,21	1,13
Total rata - rata							1,12

Selanjuta menghitung Standar Deviasi (SD) dan *Coefficient of Variation* (CV) untuk mengetahui keseragaman irisan pada bawang merah dan bawang putih, maka:

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n - 1}} \text{ dan } CV = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100\%$$

a. Bawang merah

Diketahui:

$$\bar{x} = 1,30$$

$$\sum (xi - \bar{x})^2 = 1,021$$

Maka:

$$SD = \sqrt{\frac{1,021}{20}}$$

$$SD = 0,226$$

Setelah SD diketahui lanjut mentukan CV, maka:

$$CV = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100\%$$

$$CV = \frac{0,226}{1,30} \times 100\%$$

$$CV = 17,38\%$$

iterpretasi nilai koefisien variasi (CV) menurut Gomez dan Gomez (1984) pada bukunya berjudul *Statistical Procedures for Agricultural Research*, dimana  $CV < 10\%$  menunjukkan variasi rendah,  $10-20\%$  variasi sedang, dan  $>20\%$  variasi tinggi. Oleh karena itu hasil irisan pada bawang merah tidak seragam.

b. Bawang putih

Diketahui:

$$\bar{x} = 1,12$$

$$\sum (xi - \bar{x})^2 = 0,439$$

Maka:

$$SD = \sqrt{\frac{0,439}{20}}$$

$$SD = 0,148$$

Setelah SD diketahui lanjut mentukan CV, maka:

$$CV = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100\%$$

$$CV = \frac{0,148}{1,12} \times 100\%$$

$$CV = 13,2\%$$

Dalam interpretasi keseragaman jika CV berada diantara  $10\% - 15\%$  maka hasil irisan tersebut cukup seragam, yang berarti hasil irisan pada bawang putih cukup seragam.

Tabel IV. Kapasitas

No.	Jenis Bawang	Kapasitas (kg/jam)		
		Pengupasan		
1.	Bawang merah	16,2	18,75	17,64
2.	Bawang putih	27,27	30	28,57
		Pengirisan		
1.	Bawang merah	46,15	54,54	50
2.	Bawang putih	40	46,15	37,5
		Penghalusan		
1.	Bawang merah	19,35	20	20,69
2.	Bawang putih	20,23	20	18,75

Setelah diketahui kapasitas dari ketiga proses dengan masing masing dilakukan tiga percobaan maka diperoleh rata rata kapasitas dari setiap proses

1. Bawang merah

a. Pengupasan

$$\bar{x} = \frac{\sum xi}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{16,2 + 18,75 + 17,64}{3}$$

$$\bar{x} = 17,53 \text{ kg/jam}$$

b. Pengirisan

$$\bar{x} = \frac{\sum xi}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{46,15 + 54,54 + 50}{3}$$

$$\bar{x} = 50,23 \text{ kg/jam}$$

c. Penghalusan

$$\bar{x} = \frac{\sum xi}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{19,35 + 20 + 18,75}{3}$$

$$\bar{x} = 19,36 \text{ kg/jam}$$

2. Bawang putih

a. Pengupasan

$$\bar{x} = \frac{\sum xi}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{27,27 + 30 + 28,57}{3}$$

$$\bar{x} = 28,61 \text{ kg/jam}$$

b. Pengirisan

$$\bar{x} = \frac{\sum xi}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{40 + 46,15 + 37,5}{3}$$

$$\bar{x} = 41,21 \text{ kg/jam}$$

c. Penghalusan

$$\bar{x} = \frac{\sum xi}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{20,23 + 20 + 18,75}{3}$$

$$\bar{x} = 19,66 \text{ kg/jam}$$

Berikut adalah data gambar hasil dari proses uji fungsi pada mesin pengolah bawang otomatis dengan mekanisme 3 in 1

1. Bawang merah

a. Hasil kupasan



Gambar 9. Hasil kupasan

Hasil kupasan pada bawang merah bisa dibuang sudah memuaskan karena tidak ada atau minimnya kulit yang masih belum terkelupas.

b. Hasil pengirisan



Gambar 10. Hasil irisan

Hasil pengirisan menunjukkan kurangnya konsistensi terkait tebal bawang. Ketebalan yang dihasilkan berkisar 0.8 sampai 1.7 mm.

c. Hasil penghalusan



Gambar 11. Hasil penghalusan

Bawang merah yang sudah dihaluskan menunjukkan hasil yang memuaskan.

2. Bawang putih

a. Hasil kupasan



**Gambar 12.** Hasil kupasan

Sama halnya dengan bawang merah, hasil kupasan menunjukkan tidak adanya sisa kulit yang menempel, sehingga bisa dibuang hasil kupasan maksimal.

Hasil irisan

b. Hasil irisan



**Gambar 13.** Hasil irisan

Hasil irisan pada bawang putih memiliki perbedaan yang tidak terlalu jauh yaitu kisaran 0,9 sampai 1,3 mm

c. Hasil penghalusan



**Gambar 14.** Hasil penghalusan

Hasil menunjukkan tingkat kehalusan bawang putih sudah sempurna

Setelah data pada bawang merah dan bawang putih sudah ditemukan lanjut uji fungsi pada motor seberapa besar energi spesifik motor saat digunakan. Untuk menentukan energi spesifik motor maka:

$$ES = \frac{P \times t}{m}$$

Motor yang digunakan bermerk *alliance motor* dengan daya listrik sebesar 0,75 kW, dan untuk waktu proses mulai dari pengupasan, pengirisan, hingga penghalusan berdasarkan data  $\pm 7$  menit atau 0,117 jam maka:

$$ES = \frac{0,75 \times 0,117}{1}$$

$$ES = 0,088 \text{ (kWh/kg)}$$

## SIMPULAN

Berdasarkan proses perancangan, pembuatan, serta pengujian mesin pengolah bawang otomatis 3 in 1, meliputi fungsi pengupasan, pengirisan, dan penghalusan dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Mesin pengupas bawang mampu bekerja dengan sangat baik, ditunjukkan dengan hasil pengupasan bawang merah dan bawang putih yang sudah bersih dan sempurna, tanpa

menyisakan banyak kulit luar. Terlihat pada bawang merah kapasitas yang dihasilkan mencapai rata rata 17,64 kg/ jam dan bawang dengan efisiensi kupas mencapai 87%. Dan untuk bawang merah mencapai 28,57 kg/jam dengan efisiensi hasil kupasan sebesar 96,7%. Perbedaan ini bisa terjadi karena faktor jenis umbi, dan kadar air pada bawang.

2. Proses pengirisan bawang berjalan sesuai fungsi, namun hasil pengirisan masih menunjukkan variasi ketebalan irisan. Hal ini menandakan bahwa ketajaman mata pisau dan kestabilan sistem putar masih perlu diperbaiki agar menghasilkan irisan yang lebih seragam dan konsisten pada tiap siklus pengirisan. Dapat dilihat dari hasil uji bahwa ketebalan pada bawang merah tidak seragam, karena perbedaannya cukup besar diantara 0,8 sampai 1,7 mm dengan rata - rata ketebalan mencapai 1,30 mm dari 21 percobaan. Dan untuk bawang putih memiliki hasil irisan yang cukup seragam dengan variasi ketebalan dari 0,9 mm sampai 1,3 mm dengan rata - rata 1,12 mm dari 21 percobaan.
3. Proses penghalusan bawang menunjukkan performa terbaik, ditandai dengan tekstur bawang halus yang merata dan tidak meninggalkan potongan besar. Hasil ini membuktikan bahwa putaran pisau, desain ruang penghalus, dan kecepatan motor telah bekerja optimal.

## REFERENSI

- Amiq, B. (2015). Rancang bangun mesin penyangrai kopi semi otomatis dengan kapasitas 5 kg. *Jurnal Teknik Mesin*, 2(2), 40–46.
- Aryanta, I. W. R. (2019). Bawang merah dan manfaatnya bagi kesehatan. *Widya Kesehatan*, 1(1), 1–6.
- Baskara, I., et al. (2018). Rancang bangun mesin pengiris bawang merah tipe vertikal. *Jurnal Teknik Mesin*, 1(1), 39–50.
- Direktorat Jenderal Hortikultura, Kementerian Pertanian. (2024). *Buku statistik hortikultura 2023*. Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Fattah, F. (2017). Rancang bangun alat pengayak pasir otomatis. *Motor Bakar: Jurnal Teknik Mesin*, 1(1). <https://doi.org/10.31000/mbjtm.v1i1.186>
- Franco, J. J., Nagata, T., Okamoto, T., & Mukai, S. (2023). An ultralow-cost portable centrifuge from discarded materials for medical applications. *Scientific Reports*, 13(1), 1–7. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-30327-2>
- Gundara, G., & Riyadi, S. (2017). Rancang bangun mesin parut kelapa skala rumah tangga dengan motor listrik 220 volt. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 6(1), 8–13. <https://doi.org/10.24127/trb.v6i1.461>
- Irawan, A. P. (2018). *Perancangan sistem transmisi roda gigi*.

- Irvawansyah, I., Mustafa, S., & Den Ka, V. S. (2023). Penerapan teknologi tepat guna dalam upaya meningkatkan produktivitas pengupasan bawang pengusaha Coto Makassar. *E-Dimas: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 14(1), 122–127. <https://doi.org/10.26877/e-dimas.v14i1.10960>
- Kementerian Pertanian. (2018). *Budidaya sayuran bawang putih*. Direktorat Jenderal Hortikultura.
- Kristiananda, D., Allo, J. L., Widyarahma, V. A., Lusiana, L., Noverita, J. M., Riswanto, F. D. O., & Setyaningsih, D. (2022). Aktivitas bawang putih (*Allium sativum* L.) sebagai agen antibakteri. *Jurnal Ilmu Farmasi dan Farmasi Klinik*, 19(1), 46–52. <https://doi.org/10.31942/jiffk.v19i1.6683>
- Laksemana, I. K. A., Damayanti, S. N. A., & Triawan, F. (2022). Desain komponen alat pengupas dan pengiris bawang putih. *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, 17(2), 21–29. <https://doi.org/10.36289/jtmi.v17i2.315>
- Mamonto, C., Antu, E. S., & Liputo, B. (2024). Optimalisasi alat pengiris dan penggiling bawang merah. *Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo*, 9(1), 30–35. <https://doi.org/10.30869/jtpg.v9i1.1367>
- Mardiyana, N. E., Kania, R. A., Yuliawati, A., Fadhila, I., & Sakinah, Z. (2023). Pelatihan pemanfaatan bawang merah (*Allium cepa* L.) menjadi minuman herbal untuk peningkatan imunitas tubuh. *GEMAKES: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 3(2), 217–222. <https://doi.org/10.36082/gemakes.v3i2.1336>
- Nugraha, B. D., Safaruddin, S., & Andre, A. D. (2022). Analisis sistem starting soft starter motor listrik PT Semen Baturaja. *Jurnal Multidisipliner Kapalamada*, 1(3), 412–419. <https://doi.org/10.62668/kapalamada.v1i03.280>
- Nugroho, A. A., & Rhozman, F. (2022). Analisis kebutuhan daya pada mesin pamarut kelapa kapasitas 20 kg/jam. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi*, 226–231.
- Nurdin, S., Dinnullah, R. N. I., & Firmansyah, L. A. (2021). Perancangan dan uji mesin pembengkok rol (roll bending machine) untuk pipa galvanis. *Rainstek: Jurnal Terapan Sains dan Teknologi*, 3(4), 265–271. <https://doi.org/10.21067/jtst.v3i4.6358>
- Perdana, W. S. (2022). Rancang bangun mesin prototype roasting kopi menggunakan sistem pemanas otomatis. *Jurnal Teknik Mesin*, 8(2), 46–54.
- Priono, H. (2019). Mesin pencacah serabut kelapa. *Jurnal Engine*, 3(1), 23–28.
- Qurohman, M. T., Romadhon, S. A., & Usman, W. J. (2020). Analisis putaran pulley pada mesin penggiling jagung. *Nozzle: Journal Mechanical Engineering*, 9(2), 41–44. <https://doi.org/10.30591/nozzle.v9i2.2262>
- Secretariat General – Ministry of Agriculture Republic of Indonesia. (2023). *Statistics of food consumption 2023*. <https://satudata.pertanian.go.id>
- Chapman, S. J. (2012). *Electric machinery fundamentals*. McGraw-Hill.
- Sutanto, H. (2017). Analisis tegangan roda gigi miring pada transmisi kendaraan roda empat berdasarkan AGMA dan ANSYS. *Jurnal Teknik Mesin*, 12(1), 17–25.
- Tanjung, A. R., Munir, A. P., & Panggabean, S. (2016). Rancang bangun alat pengupas bawang mekanis. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*, 4(2), 231–235.
- Ulum, M., Pratama, F. S., Putra, A. E., Syarifuddin, I., & Sugiono, D. (2023). Desain dan proses manufaktur prototipe mesin pengupas, pemotong, dan penggiling bawang merah model portabel. *Jurnal Teknik Mesin*, 7(1), 36–43.
- Wibowo, F. B., Tutik, T., & Amalia, P. (2024). Standarisasi mutu simplisia kulit bawang merah (*Allium cepa* L.). *Jurnal Analis Farmasi*, 9(2). <https://doi.org/10.33024/jaf.v9i2.11857>
- Wijanarko, H., Lufti, A., & Gigi, K. R. (2025). Perencanaan ulang roda gigi pinion pada gardan belakang kendaraan Jeep BJ-212. *Jurnal Teknik Mesin*, 12(2), 127–141.
- Wijaya, W., & Rodiah, H. (2020). Analisa dan perancangan mesin pengupas bawang merah skala industri perumahan. *Ensains Journal*, 3(1), 28–35. <https://doi.org/10.31848/ensains.v3i1.301>
- Zuhri, M. S., Akbar, A., & Pramesti, Y. S. (2021). Rancang bangun alat 3 in 1 pengolah bawang yang ergonomis bagi home industry. *Jurnal Teknik Mesin*, 206–211.