

---

## Perancangan Mesin Pengering Daun Serai Sistem Rotary

Rio Saputra<sup>1</sup>, Rina<sup>2\*</sup>, Rivanol Chadry<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> Prodi DIII Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Padang

<sup>3</sup> Prodi DIV Rekayasa Perancangan Mekanik, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Padang

### Abstract

*Lemongrass (Cymbopogon citratus) is a type of grass that has been cultivated in Indonesia for a long time. However, despite its widespread use, the economic benefits for farmers remain limited, and consumers still rely on traditional processing methods. Therefore, an innovative processing machine is needed to enhance the efficiency and accessibility of lemongrass-derived products. This study proposes a rotary mechanism-based machine for lemongrass processing. The designed machine consists of an electric motor with a power rating of 0.1865 kW (186.5 W), equivalent to 1.4 hp, operating at 2800 rpm. The transmission system utilizes pulleys with diameters of 4 inches and 2.5 inches, coupled with an A-type V-belt. The shaft is made of ST-37 steel with a diameter of 25.4 mm. A gearbox reducer with a 1:50 ratio reduces the initial speed from 2800 rpm to 56 rpm, which is further reduced by the pulley system to achieve a final rotational speed of 35 rpm. The machine has a processing capacity of 3 kg, with the lemongrass leaf density measured at 0.087 kg/L. Given the lemongrass leaf volume of 3.417 L and a total chamber volume of 130.350 L, the chamber-to-leaf volume ratio is determined to be 1:3.8.*

*Keywords: Rotary system, Lemongrass leaves, Machine capacity*

### Abstrak

Serai merupakan salah satu jenis rumput-rumputan yang sudah sejak lama di budidayakan di Indonesia. Saat ini penggunaan yang banyak belum membuat kesejahteraan petani menjadi Makmur dan konsumen pemakai juga masih mengandalkan cara pengolahan tradisional. Untuk itu perlu dibuat inovasi alat untuk mengolah daun serai ini supaya hasilnya bisa dengan mudah didapat oleh Masyarakat. Metode yang dipilih adalah dengan mekanisme rotary, Dimensi rancangan alat adalah Motor listrik dengan daya 0,1865 kW=186,5 Watt=1,4hp=2800Rpm. Pulley yang digunakan adalah pully dengan ukuran 4 inch dan 2,5 inch, dan type v-belt yang digunakan adalah type A. Bahan poros yaitu ST-37 dengan diameter 25,4 mm. Gearbox reducer dengan perbandingan 1:50 yang mereduksi dari kecepatan putar 2800 rpm menjadi 56 rpm, kemudian direduksi lagi oleh pulley sehingga menghasilkan kecepatan akhir 35 rpm. Kapasitas mesin ini adalah 3 kg dengan massa jenis daun serai 0,087 kg/liter dan volume 3,417liter untuk daun serai beanding 130,350liter untuk volume tabung, sehingga perbandingan volume tabung dengan daun serai adalah 1 : 3,8.

Kata kunci: sistim rotary, daun serai, kapasitas alat.

Diterima Redaksi : 30-01-2025 | Selesai Revisi : 31-01-2025 | Diterima : 31-01-2025

---

## 1. Pendahuluan

Serai merupakan salah satu jenis rumput-rumputan yang sudah sejak lama di budidayakan di Indonesia [1]. Tanaman ini berasal dari Malaysia dan Sri Langka. Tanaman serai tumbuh liar di tepi sungai, tepi rawa, dan tempat-tempat yang dekat dengan air. Tanaman ini biasanya ditanam di pekarangan sebagai tanaman bumbu atau tanaman serbaguna [2][3]. Selain menjadi bumbu, serai juga banyak kegunaannya sebagai bahan baku obat [4].

Daun serai yang umum dikenal ada dua, yaitu serai dapur (*Cymbopogon citratus*) dan serai wangi (*Cymbopogon nardus*). Serai dapur seperti yang sering dijumpai di pasar, diperjual belikan untuk bumbu masakan dan minuman. Sedang serai wangi untuk diambil minyaknya. Masyarakat Indonesia sudah lama

menggunakan serai sebagai bumbu. Misal, serai di Sumatera untuk penyedap kuah kari roti canai. Masakan Melayu rasanya kurang lengkap kalau belum memakai daun serai. Di Kalimantan, serai jadi bahan utama pada masakan kandas sarai, sambal khas Suku Dayak. Di Maluku dan Papua, serai ditambahkan pada kuah ikan kuning, dimakan bersama papeda. Di Jawa, serai buat masakan soto agar kuah terasa lebih segar.

Penggunaan daun serai banyak digunakan dalam berbagai Rempah-rempah, obat yang berbentuk minyak. Untuk Rempah-rempah cukup dengan batang serai dan langsung dimasak, sedangkan untuk mengambil minyak serai itu cukup dengan daun serai aja. Cara mengambil minyak serai yaitu dengan cara penyulingan, sebelum penyulingan daun serai akan dikeringkan dengan cara dijemur dengan panas terik matahari [5][6]. Dan disaat musim hujan maka pengeringan daun serai akan lambat untuk proses

---

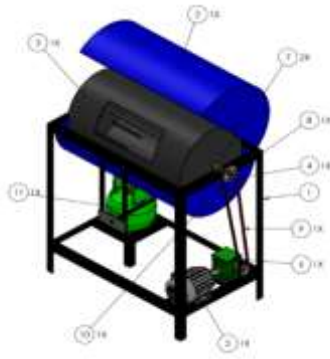
pengeringan dan akan memakan waktu yang lama. Maka dari itu penulis akan membuat mesin pengering daun serai sistem rotary untuk membantu proses pengeringan daun serai agar tidak terhambat untuk proses pengeringan daun serai karena akan banyak manfaatnya bagi masyarakat [5].

## 2. Metode Penelitian

Tujuan penelitian adalah untuk merancang dan mendesain mesin pengering daun serai sistem rotary[7][8]. Selanjutnya akan dibuat gambar kerja [9][10].

## 3. Hasil dan Pembahasan

Meskanisme mesin pengering daun Serai ini yaitu: tabung atau silinder berputar yang berfungsi untuk tempat terjadinya pengeringan daun serai seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1, Mesin Pengering

Tabel 1. Keterangan Komponen

No	Nama Kompoen	Jumlah
1	Rangka	1
2	Penutup Atas	1
3	Tabung Silinder	1
4	Penutup Bawah	1
5	Motor Listrik	1
6	Gear Box	1
7	Pillow Box Bearing	2
8	Pulley	2
9	V-Belt	1
10	Poros	1
11	Tabung Gas	1
12	Kompom	1

### 3.1 Perencanaan dan Perhitungan Kapasitas Produksi

#### a. Volume Silinder.

$$\begin{aligned}
 V &= \pi \cdot r^2 \cdot t \\
 &= 3,14 \times 225^2 \times 820 \\
 &= 3,14 \times 50625 \times 820 \\
 &= 130\,349\,250 \text{ mm}^2 \\
 &= 130,350 \text{ Liter}
 \end{aligned}$$

#### b. Asumsi Volume Daun Serai.

Asumsi volume daun serai dalam ember dengan berat 3 kg adalah sebagai berikut:

Volume daun serai:

$$\begin{aligned}
 V &= \pi \cdot r^2 \cdot t = 3,14 \times 120^2 \times 260 \\
 &= 3,14 \times 14400 \times 260 \\
 &= 11\,756\,160 \text{ mm}^2 \\
 &= 11,756 \text{ Liter}
 \end{aligned}$$

#### c. Massa Jenis Daun Serai

$$\begin{aligned}
 \text{Massa Jenis} &= m/v \\
 &= 1/1.139 \\
 &= 0,087 \text{ kg/mm}^3
 \end{aligned}$$

#### d. Volume daun Serai di dalam Tabung

$$\text{Kapasitas} \frac{1}{3} \text{ Tabung} =$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume daun Serai } 1\text{kg} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) \times \text{target kapasitas (n)} \\
 &= 1,139 \times 3 \\
 &= 3,417 \text{ kg/mm}^3 \\
 &= 3,417 \text{ Liter}
 \end{aligned}$$

#### e. Isi Tabung

Perbandingan volume tabung/ Volume 3kg daun Serai = X/1

$$\begin{aligned}
 X &= 130,350 \times 1/3,417 \\
 &= 3,8
 \end{aligned}$$

Jadi kapasitas daun serai 3kg dengan perbandingan dalam tabung adalah 1: 3,8 Tabung.

Motor penggerak berfungsi untuk memutar silinder yang berisikan daun Serai. Sementara itu kompor yang berfungsi sebagai sumber panas yang akan membuat massa air daun Serai berkurang didalam silinder.

### 3.2 Daya Rencana

#### a. Gaya pada Mesin

Untuk mencari gaya yang terjadi menggunakan rumus berikut:

$$F = m \times a$$

F = (massa tong + massa daun serai) x (percepatan gravitasi)

$$\begin{aligned}
 &= (9,72 + 3) \times (9,8) \\
 &= 124,656 \text{ Newton}
 \end{aligned}$$

#### b. Torsi

Untuk mencari torsi, rumus yang digunakan sebagai berikut:

$$T = F \times r \text{ (poros)}$$

$$T = 124,656 \times 12,5$$

$$T = 1.496,95 \text{ kg mm}$$

#### c. Kecepatan Sudut

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

$$\omega = \frac{2 \times 3,14 \times 35}{60}$$

$$\omega = \frac{219,8}{60}$$

$$\omega = 3,66 \text{ rad/sec}$$

#### d. Daya yang perlu dilakukan

$$p = \frac{T}{1000} \frac{W}{102}$$

$$p = \frac{1496,95 \cdot 3,66}{1000}$$

$$p = 0,0537 \text{ kW}$$

$$P = 53,7 \text{ w}$$

Dimana 1 hp = 0,746 kW = 746 Watt Dengan daya paling rendah di pasaran yang sering digunakan untuk motor listrik 1 fase adalah ¼ hp, maka: ¼ hp = 0,746/4 = 0,1865 kW = 186,5 Watt Sehingga motor listrik yang digunakan adalah ¼ hp, karena: 0,0537 kW < 0,1865 kW

e. Daya rencana (Pd)

$$pd = p \times fc$$

$$pd =$$

0,1865 kW x 1 (motor listrik variasi beban kecil)

$$pd = 0,1865 \text{ kW}$$

$$pd = 186,5 \text{ watt} = 0,2501 \text{ Hp}$$

Dari hasil perhitungan diatas didapat hasil daya motor listrik yang akan dipakai sebesar 0,2501 Hp. Untuk menyesuaikan ukuran daya yang ada dipasaran maka diambil daya motor yang mendekati sebesar ¼ Hp dengan kecepatan 2800 Rpm.

### 3.3 Menentukan Sabuk dan Pulley

a. Menentukan Ukuran Sabuk Dan pulley

Karna daya motor yang digunakan adalah ¼ Hp dan putaran sebesar 2800 Rpm, maka dapat dilihat pada tabel diagram pemilihan sabuk yang sesuai adalah v-belt tipe A. Mempertimbangkan jenis sabuk yang dipilih maka diameter minimal dari pulley penggerak sebesar 63,5 mm.

b. Menentukan Reduksi dan Diameter Pulley

Langkah selanjutnya adalah menentukan reduksi atau perbandingan putaran dari motor dan yang diterima mesin sehingga juga mendapatkan hasil diameter pulley yang dapat dicari dengan rumus berikut:

$$\frac{n_2}{n_3} = i = \frac{D_p}{d_p}$$

Dimana:

$$n_2 = \text{Putaran pulley penggerak (56 Rpm)}$$

$$n_3 = \text{Putaran pulley pada mesin (35 Rpm)}$$

$$i = \text{Perbandingan Reduksi}$$

$$d_p = \text{Diameter pulley penggerak (63,5 mm/2,5 Inchi)}$$

$D_p$  = Diameter pulley pada mesin

Selanjutnya untuk mencari reduksi dari putaran mesin menggunakan rumus berikut:

$$i = \frac{n_2}{n_3}$$

$$i = \frac{56}{35}$$

$$i = 1,6$$

Setelah didapatkan total reduksi pada putaran mesin maka selanjutnya memasukan nilai ke rumus perbandingan diameter agar menemukan besar diameter pulley yang digerakkan (DP).

$$Dp = i \times dp$$

$$Dp = 1,6 \times 63,5$$

$$Dp = 101,6 \text{ mm}$$

$$Dp = 4 \text{ inci}$$

c. Menentukan Kecepatan Linear Sabuk

Untuk mendapatkan kecepatan linear sabuk, rumus yang digunakan sebagai berikut:

$$V = \frac{d_p \cdot n_2}{60 \times 1000}$$

Dimana:

$$V = \text{Kecepatan Linear sabuk (m/s)}$$

$$d_p = \text{iameter pulley penggerak (63,5mm)}$$

$$n_2 = \text{Putaran pulley penggerak (56 Rpm)}$$

Dari rumus diatas, maka kecepatan linear sabuk menjadi:

$$V = \frac{d_p \cdot n_2}{60 \times 1000}$$

$$V = \frac{63,5 \text{ mm} \times 56 \text{ rpm}}{60 \times 1000}$$

$$V = 0,059 \text{ m/s}$$

d. Menentukan Panjang Keliling Sabuk

Panjang keliling sabuk dapat dicari menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Dimana:

$$L = \text{Panjang Keliling sabuk (mm)}$$

$$C = \text{jarak Sumbu Antar Poros (mm)}$$

$$= 730 \text{ mm}$$

$D_p$  = Diameter pulley Penggerak (63,5 mm)

$d_p$  = Diameter pulley yang Digerakan (101,6 mm)

Sehingga didapatkan panjang keliling sabuk sebagai berikut:

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

$$L = 2.730 + \frac{3,14}{2} (101,6 + 63,5) + \frac{(101,6 - 63,5)^2}{4 \times 730}$$

$$L = 1460 + (1,57 \times 165,1) + \frac{1.451,61}{2920}$$

$$L = 1460 + 259,207 + 0,497$$

$$L = 1,719,704 \text{ mm}$$

$$L = 67,704 \text{ inci}$$

Panjang keliling sabuk yang didapatkan adalah 1,719,704 mm dan di kalkulasikan dengan Panjang belt standar yang mendekati pada tabel panjang sabuk-v standar adalah 68 inch.

e. Menentukan jarak antar sumbu poros yang sebenarnya untuk menentukan jarak sumbu poros yang sebenarnya menggunakan rumus sebagai berikut:

$$C = \frac{b + \sqrt{b^2 - 8(D_p - d_p)^2}}{8}$$

Dimana:

C = Jarak sumbu antar poros (mm)

$$B = 2L - 3,14 (D_p + d_p)$$

$$= 730 \text{ mm}$$

dp = Diameter pulley Penggerak (63,5mm)  
Dp = Diameter pulley yang digerakan (101,6mm)

Sehingga didapatkan jarak sumbu antar poros yang sebenarnya sebagai berikut:

$$C = \frac{b + \sqrt{b^2 - 8(D_p - d_p)^2}}{8}$$

$$C = \frac{730 + \sqrt{730^2 - 8(101,6 - 63,5)^2}}{8}$$

$$C = 143,88462 \text{ mm}$$

#### f. Menentukan Sudut Kontak ( $\theta$ )

Untuk mencari sudut kontak dari pulley dan belt menggunakan rumus berikut:

$$\theta = 180^\circ - \frac{57(D_p - d_p)}{C}$$

Maka dihasilkan momen puntir rencana sebagai berikut:

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{P_p}{n_3}$$

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{0,1865}{35}$$

$$T = 9,74 \times 10^5 \times 0,005328$$

$$T = 5.190,02 \text{ kg} \cdot \text{mm}$$

#### b. Menentukan Tegangan Geser Izin ( $t_a$ )

Mencari tegangan geser menggunakan rumus sebagai berikut:

$$t_a = \frac{\sigma_B}{S_{f1} \times S_{f2}}$$

Dimana:

$$t_a = \text{Tegangan Geser Izin (kg/mm}^2\text{)}$$

$$\sigma_B = \text{Tegangan Tarik Bahan ST 37 (37 Kg/mm}^2\text{)}$$

$$S_{f1} = \text{Safety Factor Baja Paduan (6,0)}$$

$$S_{f2} = \text{Safety Factor Poros yang diberi pasak (1,3 - 3,0)}$$

Maka tegangan geser izin yang didapatkan dengan rumus diatas adalah:

$$t_a = \frac{\sigma_B}{S_{f1} \times S_{f2}}$$

$$t_a = \frac{37}{6,0 \times 2,0}$$

$$t_a = 3,083 \text{ Kg/mm}^2$$

#### c. Menentukan Diameter Poros ( $d_s$ )

Diameter pada poros yang digunakan dapat dicari dengan rumus sebagai berikut:

$$d_s = \left[ \frac{5,1}{\tau_a} \cdot k_t \cdot C_b \cdot T \right]^{1/3}$$

$$d_s = \text{Diameter poros (mm)}$$

$$\tau_a = \text{Tegangan Geser Izin (3,083 Kg/mm}^2\text{)}$$

$$k_t = \text{Faktor Koreksi Beban Tumbuk /Kejutuan (1,0 Beban Halus)}$$

$$\theta = 180^\circ - \frac{57(101,6 - 63,5)}{150}$$

$$\theta = 180^\circ - 14,47$$

$$\theta = 165,5^\circ$$

#### 4.5 Menentukan Poros

Pembahasan kali ini akan berfokus pada perancangan poros yang akan digunakan dalam mesin pengering daun serai, dalam system kerja yang digunakan adalah poros dengan beban puntir yang mendapat beban utama yaitu berupa torsi. Perancangan poros dapat dicari dengan rumus berikut:

##### a. Menentukan Momen Rencana (T)

Momen rencana direncanakan dengan rumus berikut:

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{P_p}{n_3}$$

Dimana:

$$T = \text{Momen Puntir Rencana (Kg} \cdot \text{mm)}$$

$$P_d = \text{Daya Rencana Motor (0, 1865 kW)}$$

$$n_3 = \text{Putaran Pada Poros (Rpm)}$$

$C_b$

= Faktor Beban Lentur (1,0 Tak ada beban Lentur)

$T$  = Momen Puntir Rencana (Kg/mm)

Maka didapat hasil dari rumus tersebut diameter poros sebagai berikut:

$$d_s = \left[ \frac{5,1}{\tau_a} \cdot k_t \cdot C_b \cdot T \right]^{1/3}$$

$d_s =$

$$\left[ \frac{5,1}{3,083 \text{ Kg/mm}^2} \times 1,0 \times 1,0 \times 5.190,02 \text{ Kg} \cdot \text{mm} \right]^{1/3}$$

$\leftarrow d_s = 20,47 \text{ mm}$

Dari hasil perhitungan dengan menghitung rumus dan diperoleh hasil rancangan diameter poros mesin sebesar 20,47 mm, namun direlevankan pada besar poros yang beredar dipasaran maka diambil besar diameter poros yang lebih besar dengan memastikan tegangan geser yang terjadi tidak melebihi batas tegangan geser izinnnya yaitu besar diameter poros pada mesin sebesar 25,4 mm.

##### d. Menentukan Tegangan Geser yang terjadi ( $\tau$ )

Dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Dimana:

$$\tau = \text{Tegangan Geser (Kg/mm}^2\text{)}$$

$$T = \text{Momen Puntir Rencana (Kg} \cdot \text{mm)}$$

$$d_s = \text{Diameter Poros (mm)}$$

Maka didapatkan Tegangan geser sebagai berikut:

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

$$\tau = \frac{5,1 \times 5.190,02}{25,4^3}$$

$$\tau = 1,615 \text{ Kg/mm}^2$$

##### e. Gaya Targensial Permukaan Poros (F)

$$F_t = \frac{T}{d_s/2}$$

Dimana:

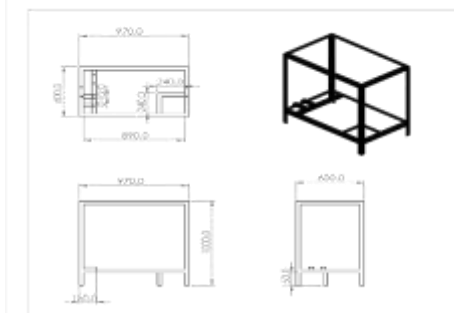
$F_t$  = Gaya *Targensial* Permukaan Poros (Kg)

$T$  = Momen *Puntir* Rencana (Kg.mm)

$d_s$  = *Diameter* Poros (mm)

Maka didapatkan gaya *targensial* yang terjadi pada permukaan poros sebagai berikut:

$$F_t = \frac{T}{\frac{d_s}{2}}$$

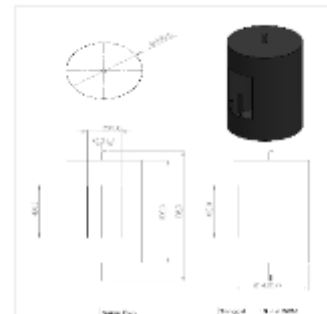


Gambar 2. Rangka Alat

$$F_t = \frac{5.190,02 \text{ Kg.mm}}{\frac{25,4}{2}}$$

$$F_t = 408,66 \text{ Kg}$$

Detail perhitungan perancangan dibuat lah gambar kerja yang dapat dilihat pada Gambar 2 dan 3



Gambar 3. Gambar Mekanisme Tabung

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan mengenai perancangan dari alat pengering daun serai system rotary, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

a. Hasil perhitungan komponen adalah sebagai berikut:

Motor listrik dengan daya 0,1865 kW=186,5 Watt=1,4hp=2800Rpm.

Pulley yang digunakan adalah pully dengan ukuran 4 inch dan 2,5 inch, dan type v-belt yang digunakan adalah type A.

Bahan poros yaitu ST-37 dengan diameter 25,4 mm Gearbox reducer dengan perbandingan 1:50 yang mereduksi dari kecepatan putar 2800 rpm menjadi 56 rpm, kemudian direduksi lagi oleh pully sehingga menghasilkan kecepatan akhir 35 rpm.

Kapasitas mesin ini adalah 3 kg dengan massa jenis daun serai 0,087 kg/liter dan volume 3,417liter untuk daun serai beanding 130,350liter untuk volume tabung, sehingga perbandingan volume tabung dengan daun serai adalah 1: 3,8.

b. Gambar kerja dari hasil perancangan telah dibuat menggunakan software solidwork 2020. Gambar kerja masing-masing Part dan assembly dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.

#### Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada seluruh sivitas akademika Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Padang yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini..

#### Daftar Rujukan

[1] A. Nasution, R. Amaranti, D. S. Mulyati,

and C. Nursagita, *Pemanfaatan Minyak Atsiri Jenis Sereh Wangi: Budidaya, Penyulingan dan Perkembangan Teknologi*. Unisba Press, 2019.

[2] D. Kamila, "Uji Anti Kecoa (Periplenata americana) Dengan Menggunakan Minyak Atsiri Serai Wangi (Cymbopogon nardus)." Universitas Muhammadiyah Surabaya, 2016.

[3] S. Suratun and J. T. Wahyudi, "Pemanfaatan Ekstrak Serai Sebagai Anti Nyamuk di SMAN 2 Sembawa," *Khidmah*, vol. 2, no. 1, pp. 90–95, 2020.

[4] A. S. Panggabean, "Pemanfaatan tumbuhan serai wangi (Cymbopogon nardus (L.) Rendle) sebagai antioksidan alami," *J. Kim. Mulawarman*, vol. 10, no. 2, 2016.

[5] K. Rasyid and I. H. Basit, "Perancangan Pressure Vessel Horizontal dengan tekanan operasi 364 psi dan temperatur operasi 60o," 2024.

[6] Y. E. Feriyanto, P. J. Sipahutar, M. Mahfud, and P. Prihatini, "Pengambilan minyak atsiri dari daun dan batang serai wangi (Cymbopogon winterianus) menggunakan metode distilasi uap dan air dengan pemanasan microwave," *J. Tek. ITS*, vol. 2, no. 1, pp. F93–F97, 2013.

[7] Y. Setiawan, E. Sari, I. Wahyudi, and A. Mustofa, "Pengeringan Lada Pada Mesin Pengering Dengan Variasi Putaran Motor," *FLYWHEEL J. Tek. Mesin Untirta*, no. 1, 2016.

[8] Y. Setiawan, E. S. Wijianti, and A. Dani, "Mesin Pengering Lada Menggunakan Rak

- Berbahan Plafon Grc (Glassfiber Reinforced Cement Board) dan Karung Goni,” *FLYWHEEL J. Tek. Mesin Untirta*, vol. 1, no. 1, 2017.
- [9] S. R. Schmid, B. J. Hamrock, and B. O. Jacobson, *Fundamentals of Machine Elements, Third Edition*. 2013. doi: 10.1201/b14229.
- [10] Sularso and K. Suga, *Dasar perencanaan dan pemilihan elemen mesin*. Pradnya Paramita.