Terbit online pada laman web jurnal: https://ejournal2.pnp.ac.id/index.php/proteman

Jurnal PROTEMAN
Professional Technology and Manufacturing
Vol. 2 No. 1 (2025) 23 – 33| ISSN: 3063-2773 (Media Online)

Perencanaan Pembuatan Mesin Pengaduk Pupuk Organik

Sisi Amelia Putri[1], Zulhendri[2*], Aidil Zamri[3]
[1,2,3] Program Studi DIV Teknik Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Padang
Corresponding author: zulhendri@pnp.ac.id

Abstract

Indonesia, as a tropical country, has fertile soil that supports organic farming, especially in the fast-growing ornamental plant industry. The use of organic fertilizers is crucial to improve soil quality and support plant growth. However, the process of mixing fertilizers manually is often uneven, which has an impact on fertilizer quality. This research aims to simplify and accelerate the mixing of organic fertilizers for ornamental plant entrepreneurs by using an organic fertilizer stirring machine. This machine is expected to be able to produce a mixture that is more homogeneous and efficient than the manual method. The test results showed that the machine could stir up to 31.49 kg of fertilizer within 45 seconds with homogeneous results. However, at a capacity of 38.49 kg, the mixture is not homogeneous. This engine uses a 6.5 HP combustion motor and a WPA 40 gearbox with a ratio of 1:60, which supports stirring at a speed of 50 rpm.

Keywords: Organic fertilizer, stirring machine, ornamental plants, fertilizer mixing, homogeneity.

Abstrak

Indonesia, sebagai negara tropis, memiliki tanah subur yang mendukung pertanian organik, terutama di industri tanaman hias yang berkembang pesat. Penggunaan pupuk organik menjadi krusial untuk memperbaiki kualitas tanah dan mendukung pertumbuhan tanaman. Namun, proses pencampuran pupuk secara manual sering kali kurang merata, yang berdampak pada kualitas pupuk. Penelitian ini bertujuan untuk mempermudah dan mempercepat pencampuran pupuk organik bagi pengusaha tanaman hias dengan menggunakan mesin pengaduk pupuk organik. Mesin ini diharapkan mampu menghasilkan campuran yang lebih homogen dan efisien dibandingkan metode manual. Hasil uji menunjukkan bahwa mesin dapat mengaduk hingga 31,49 kg pupuk dalam waktu 45 detik dengan hasil yang homogen. Namun, pada kapasitas 38,49 kg, campuran tidak homogen. Mesin ini menggunakan motor bakar 6,5 HP dan gearbox WPA 40 dengan rasio 1:60, yang mendukung pengadukan dengan kecepatan 50 rpm.

Kata kunci: Pupuk organik, mesin pengaduk, tanaman hias, pencampuran pupuk, homogenitas.

Diterima Redaksi : 09-09-2024 | Selesai Revisi : 15-01-2025 | Diterima : 15-01-2025

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara yang beriklim tropis karena terletak di garis khatulistiwa [1]. Secara astronomis negara Indonesia terletak pada garis bujur di antara 95° Bujur Timur atau BT sampai 141° Bujur Timur atau BT. Kemudian, terletak di garis lintang antara 6° Lintang Utara atau LU sampai 11° Lintang Selatan atau LS [2]. Indonesia yang hanya memiliki dua musim yakni musim kemarau dan musim penghujan, menjadikan Indonesia sebagai negara dengan kondisi tanah yang subur sehingga cocok untuk kegiatan pertanian.

Berbagai jenis tanaman tumbuh di Indonesia baik tanaman obat, tanaman yang dimakan untuk keperluan sehari–hari, maupun tanaman hias. Belakangan ini perkembangan industri tanaman hias cukup menggairahkan, baik di pasar domestik dan global. Selain itu banyaknya tanaman hias dapat menjadikan lingkungan lebih indah, asri, sehat, dan dapat memproduksi oksigen yang segar. Tanaman hias paling banyak membuka peluang bagi usaha keluarga maupun perorangan dan butuh agregatornya, misalnya, untuk mendorong masuk ke negeri maupun ke luar negeri. Semakin banyak tanaman maka akan memerlukan semakin banyak pupuk tanaman. Pupuk tanaman hias adalah pupuk organik dengan campuran nutrisi yang dirancang untuk mendukung pertumbuhan dan kesehatan tanaman hias. Biasanya pupuk tanaman hias ini merupakan campuran dari beberapa bahan yaitu seperti kompos, tanah humus, sekam, dan kotoran hewan yang telah di fermentasi.

Untuk mencampurkan semua bahan-bahan tersebut diperlukan pengadukan. Pengadukan bahan pupuk adalah langkah penting dalam persiapan media tanam yang berkualitas. Dengan pengadukan yang baik, semua bahan pupuk dapat tercampur secara merata, sehingga memberikan nutrisi yang optimal, memperbaiki struktur tanah, dan mendukung kesehatan serta pertumbuhan tanaman. Kebanyakan orang masih melakukan proses pengadukan ini

secara manual sehingga sulit untuk memastikan bahwa semua bahan tercampur dengan sempurna dan merata dan akan berpengaruh terhadap kualitas pupuk.

Dalam konteks ini, mesin pengaduk pupuk organik menjadi sangat penting. Mesin ini dirancang untuk mengatasi tantangan pencampuran manual dengan memberikan pencampuran yang lebih konsisten, efisien, dan homogen. Mesin pengaduk pupuk organik memainkan peran krusial dalam meningkatkan efektivitas penggunaan pupuk organik campuran untuk tanaman hias. Dengan latar belakang kebutuhan akan pencampuran yang optimal dan konsisten, mesin ini membantu mengatasi tantangan yang dihadapi dalam pencampuran manual. Hasilnya adalah pupuk yang lebih homogen dan berkualitas tinggi, yang mendukung pertumbuhan tanaman hias yang sehat dan produktif, serta mendukung tujuan pertanian berkelanjutan dan efisien.

Gambar 1. Pengadukan Pupuk Organik Secara Manual

Pada penelitian ini akan dilakukan pembuatan alat atau rancang bangun mesin pengaduk pupuk organik untuk tanaman hias. Dengan itu, pada penelitian ini penulis akan membahas judul "Perencanaan Pembuatan Mesin Pengaduk Pupuk Organik".

2. Metode Penelitian

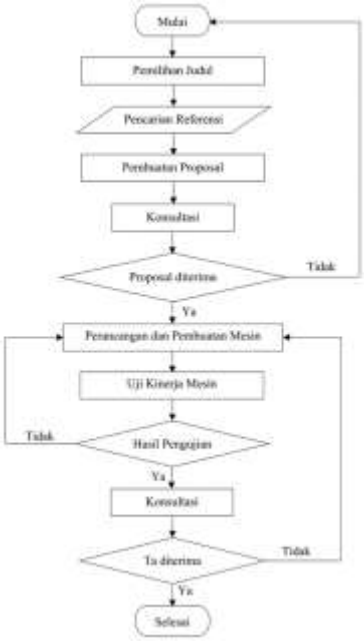
2.1. Diagram Alir Pembuatan Penelitian

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.

2.2. Penjelasan Diagram Alir

Adapun penjelasan diagram alir pada gambar *2* adalah sebagai berikut:

1. Pemilihan judul
   Pemilihan judul diperlukan untuk menentukan mesin apa yang akan dirancang. Setelah menemukan ide, ditetapkan judul penelitian yang akan penulis buat, yaitu "Perencanaan Pembuatan Mesin Pengaduk Pupuk Organik".
2. Pencarian referensi
   Pencarian data dan referensi dilakukan dengan studi literatur. Studi literatur dilakukan dengan cara mencari dan membaca buku-buku, literatur, artikel, ataupun diktat kuliah dalam bentuk softcopy maupun hardcopy mengenai mesin pengaduk pupuk organik. Pencarian referensi dapat juga dilakukan dengan cara konsultasi dengan dosen pembimbing. Data yang didapat berguna untuk pembuatan dan perhitungan konsep desain dari mesin pengaduk pupuk organik.



Gambar 2. Diagram Alir Pembuatan Penelitian

3. Pembuatan proposal
   Proposal penelitian dibuat sebagai pengajuan kepada dosen pembimbing mengenai penelitian yang akan dibuat. Di dalam proposal penelitian dijelaskan mengenai alat yang ingin dibuat dan dilengkapi dengan sketsa gambar serta mekanisme kerja alat yang dirancang.
4. Konsultasi pembimbing 1 dan 2
   Selanjutnya yaitu konsultasi dengan pembimbing 1 mengenai proposal penelitian yang sudah dibuat. Dalam konsultasi, bisa jadi proposal yang dibuat tidak disetujui atau ada perbaikan dari dosen pembimbing. Jika begitu, maka perlu dilakukan revisi terhadap proposal tersebut. Setelah disetujui pembimbing 1, selanjutnya adalah konsultasi dengan pembimbing 2.
5. Proposal diterima
   Setelah proposal diterima, barulah proses pembuatan penelitian bisa dimulai.
6. Perancangan dan pembuatan mesin
   Pada tahap perancangan mesin, dilakukan perhitungan terhadap mekanisme dan cara kerja alat, komponen utama, kapasitas alat, gambar assembling, dan gambar kerja mesin pengaduk pupuk organik berdasarkan data dan konsep desain yang telah dibuat. Pada tahapan perancangan ini digunakan software solidworks. Setelah selesai perancangan, baru dilakukan pembuatan mesin.

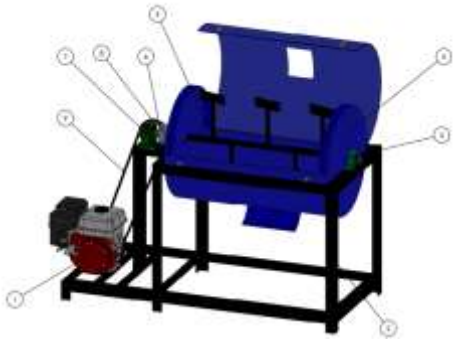
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Bagian Komponen Mesin Pengaduk Pupuk Organik

Mesin pengaduk pupuk organik adalah perangkat mekanis yang dirancang khusus untuk mencampur bahan-bahan organik menjadi pupuk yang siap digunakan. Mesin ini biasanya digunakan dalam proses produksi pupuk organik skala besar di pabrik atau fasilitas pengolahan pupuk. Fungsi utamanya adalah untuk mencampur bahan-bahan organik seperti kompos, limbah pertanian, limbah hijauan, dan bahan-bahan lainnya menjadi campuran homogen yang kaya akan unsur hara dan mikroorganisme bermanfaat bagi tanaman.

Dengan bantuan mesin ini, proses pencampuran dapat dilakukan secara efisien dan konsisten, meningkatkan kualitas dan produktivitas pupuk organik yang dihasilkan.

Cara kerja mesin ini dapat dilihat pada gambar 3. Proses pengadukan ini dengan menggunakan motor bakar untuk menggerakan bagian sendok sendok pencampur pupuk kompos secara merata [3]. Rangka adalah struktur datar yang terdiri dari sejumlah batang-batang yang disambung-sambung satu dengan lain pada ujungnya dengan pen-pen luar atau las, sehingga membentuk suatu rangka kokoh, gaya luar serta reaksinya dianggap terletak di bidang yang sama dan hanya bekerja pada tempat-tempat sambungan [4]. Kegunaan rangka ialah sebagai tempat berpusatnya resultan gaya dari semua komponen [5].



Gambar 3. Rancangan Mesin Pengaduk Pupuk Organik

Keterangan gambar :

1. Motor Penggerak (Motor Bensin)
2. Rangka
3. Pengaduk (Mixer Sumbu Horizontal)
4. Wadah Pengaduk
5. Bearing UCP 206
6. Flexible Coupling FCL 90
7. Gearbox WPA 40
8. Pulley
9. Belt

3.2 Menghitung Daya Motor yang Dibutuhkan

Motor bakar adalah komponen utama yang menyediakan daya untuk menggerakkan pengaduk. Motor bakar adalah salah satu jenis mesin konversi energi yang dapat mengubah energi kimia yang bersumber dari bahan bakar menjadi energi panas yang dihasilkan melalui proses pembakaran antara udara dan bahan bakar dalam suatu ruang bakar, yang selanjutnya diubah lagi menjadi energi mekanis (energi kerja) [6].

3.2.1 Menghitung Massa Jenis Campuran Bahan

Massa jenis campuran pupuk organik sangat berpengaruh dalam perhitungan gaya yang bekerja pada lengan pengaduk, torsi pada pengaduk, serta tegangan lentur dan puntir pada poros dan lengan pengaduk. Mengetahui massa jenis ini adalah langkah penting dalam memastikan desain mesin pengaduk yang efisien dan kuat.

Campuran bahan pupuk organik yang akan diaduk adalah tanah humus, pupuk kandang, dan sekam padi dengan perbandingan 2:2:1.
Massa jenis dari campuran bahan pupuk organik tersebut adalah:

1. Massa jenis tanah humus : 550 kg/m³
2. Massa jenis pupuk kandang : 400 kg/m³
3. Massa jenis sekam padi : 100 kg/m³

Langkah-langkah perhitungan:

a. Menentukan volume perbandingan campuran
   Tanah humus : 2 bagian
   Pupuk kandang : 2 bagian
   Sekam padi : 1 bagian
   Total perbandingan : 2 + 2 + 1 = 5
b. Menghitung konstribusi masing-masing bahan
   Tanah humus : $\frac{2}{5}$
   Pupuk kandang : $\frac{2}{5}$
   Sekam padi : $\frac{1}{5}$
c. Menghitung massa jenis campuran ($\rho_{campuran}$)
   $\rho_{campuran} = \left(\frac{2}{5} \times \rho_{tanah\ humus}\right) + \left(\frac{2}{5} \times \rho_{pupuk\ kandang}\right) + \left(\frac{1}{5} \times \rho_{sekam}\right)$
   $\rho_{campuran} = \left(\frac{2}{5} \times 550\ kg/m^3\right) + \left(\frac{2}{5} \times 400\ kg/m^3\right) + \left(\frac{1}{5} \times 100\ kg/m^3\right)$
   $\rho_{campuran} = \left(\frac{2}{5} \times 550\right) + \left(\frac{2}{5} \times 400\right) + \left(\frac{1}{5} \times 100\right)$
   $\rho_{campuran} = 220 + 160 + 20$
   $\rho_{campuran} = 400\ kg/m^3$
   Massa jenis campuran tanah humus, pupuk kandang, dan sekam dengan perbandingan 2:2:1 adalah 400 kg/m³.
d. Menghitung Massa Campuran
   Massa jenis campuran (ρ) $= 400\ kg/m^3$
   Volume campuran (V)

Diketahui volume drum (wadah pengaduk) = 200 liter

Perencanaan pengisian campuran pupuk ke dalam wadah pengaduk adalah 1/3 volume drum = 66,66 liter.

Tanah Humus : $\frac{2}{5} \times 66{,}66 = 26{,}66\ liter$

Pupuk Kandang : : $\frac{2}{5} \times 66{,}66 = 26{,}66\ liter$

Sekam : $\frac{1}{5} \times 66{,}66 = 26{,}66\ liter$

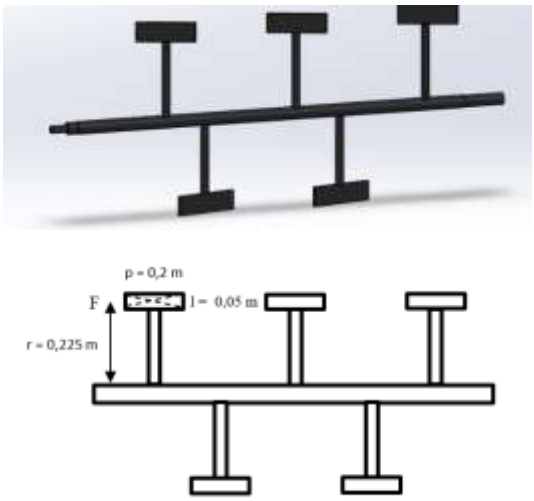
Volume campuran = $66{,}66\ liter = 0{,}0666\ m^3$

$Massa\ Campuran\ (m) = \rho \times v$

$Massa\ Campuran\ (m) = 400\ kg/m^3 \times 0{,}0666\ m^3$

$Massa\ Campuran\ (m) = 26{,}4\ kg$

3.2.2 Menghitung Gaya pada Pengaduk



Gambar 4. Pengaduk

Menghitung gaya pada pengaduk

Terdapat 5 buah lengan pengaduk.

$F = m \times g$

$F = 26{,}4\ kg \times 9.81\ m/s^2$

$F = 258{,}98\ N$

$F_{per\ lengan\ pengaduk} = 258{,}98\ N \div 5$

$F_{per\ lengan\ pengaduk} = 51{,}796\ N$

Menghitung tegangan normal (σ)

$\sigma = \frac{N}{A}$

Dimana:

N = Gaya Normal = Massa campuran dikalikan dengan gravitasi (N)

A = Luas penampang pedal $= p \times l = 0{,}2\ m \times 0{,}05\ m = 0{,}01 m^2$

Gaya Normal (N)

$N = m \times g$

$N = 26{,}4\ kg \times 9.81\ m/s^2$

$N = 258{,}98\ N$

$\sigma = \frac{258{,}98\ N}{0{,}01\ m^2}$

$\sigma = 25.898\ N/m^2$

Menghitung tegangan gesek (τ)

Tegangan gesek ini terjadi antara pengaduk dengan pupuk organik.

Nilai koefisien gesek baja ST-37 dengan pupuk organik adalah sekitar 0,3-0,5.

$\tau = \mu \times \sigma$

$\mu = 0{,}4$

$\tau = 0{,}4 \times 25.898\ N/m^2$

$\tau = 10.359{,}2\ N/m^2$

Menghitung gaya pada pedal pengaduk

A = $0{,}01\ m^2$

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

$F = \tau \cdot A$

$F = 10.359{,}2\ N/m^2 \cdot 0{,}01 m^2$

$F = 103{,}592\ N$ (gaya pada satu pedal pengaduk)

Jadi, gaya yang terjadi pada pengaduk adalah jumlah dari gaya pada lengan pengaduk ditambah dengan gaya pada pedal pengaduk dimana:

$F = 51{,}796\ N + 103{,}592\ N$

$F = 155{,}388\ N$

Karena gaya total terbesar terjadi ketika posisi pengaduk pada tiga lengan pengaduk, jadi dikalikan 3, maka :

$Ftotal = 155{,}388\ N \times 3$

$Ftotal = 466{,}164\ N$ (gaya total pada pengaduk)

3.2.3 Menghitung Torsi Pengaduk (T)

Jarak dari pusat poros ke titik gaya bekerja (r): 0.225 m (panjang lengan)

$T = F \times r$

$T = 155{,}388\ N \times 0{,}225\ m$

$T = 34{,}962\ Nm$ (torsi 1 lengan pengaduk)

Torsi total yang terjadi pada pengaduk adalah pada posisi 3 lengan pengaduk

$Ttotal = 34{,}962\ Nm \times 3 = 104{,}886\ Nm$

3.2.4 Menghitung Kecepatan Sudut (ω)

$\omega = \frac{2.\pi.n}{60}$ [7]

Keterangan:

ω = Kecepatan sudut (rad/s)

n = Putaran pengaduk = 50 rpm (direncanakan)

Sehinnga,

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

$\omega = \frac{2 \times 3{,}14 \times 50}{60}$

$\omega = 5{,}24\ rad/s$

3.2.5 Menentukan Daya Motor yang Dihitung

Menentukan daya motor yang dihitung dapat menggunakan persamaan rumus:

$P = \omega\ .T$ [8]

$P = 5{,}24\ .104{,}88\ Nm$

$P = 549{,}60\ Watt$

$P = 0{,}5496\ Kw$

3.2.6 Menentukan Daya Motor yang Dibutuhkan

Adapun cara untuk menghitung daya motor yaitu :

Tabel 1. Faktor koreksi

Daya yang akan ditransmisikan	Fc
Daya rata-rata yang diperlukan	1,2 – 2,0
Daya maksimum yang diperlukan	0,8 – 1,2
Daya normal	1,0 – 1,5

Sumber: Sularso, Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, 2004

Faktor koreksi daya rata-rata yang diperlukan 2,0.

$P_d = fc\,.P$ [9]

$P_d = 2\,.0{,}5496\ Kw$

$P_d = 1{,}0992\ kw$

Jadi, daya motor yang dibutuhkan pada mesin pengaduk pupuk organik adalah $1{,}0992\ kw$. Kemudian dikonversikan ke satuan HP, maka dibagi dengan 0,745.

$P_d = \frac{1{,}0992\ kw}{0{,}745}$

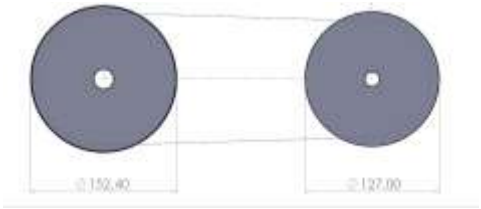
$P_d = 1{,}475\ HP$

Dengan mempertimbangkan daya motor bakar yang ada di pasaran, maka motor yang digunakan adalah motor bakar 6,5 HP dengan putaran 3600 rpm.

3.3 Menentukan Pulley dan Sabuk yang Akan Digunakan

Pulley dan belt adalah pasangan elemen mesin yang digunakan untuk mentransmisikan daya dari satu poros ke poros lain [10]. Secara umum, transmisi pulley dan belt digunakan ketika kecepatan rotasi berada di sekitar 10-60 m/s. Pada kecepatan yang lebih rendah, tegangan tarik pada sabuk menjadi terlalu tinggi untuk jenis-jenis sabuk tertentu. Pada kecepatan yang lebih tinggi, gaya sentrifugal dapat melepaskan sabuk dari pulley sehingga mengurangi kapasitas torsi, efektivitas, dan usia pakai sabuk [10].

3.3.1 Menghitung Putaran Pulley yang Digerakkan



Gambar 5. *Pulley*

Putaran Pulley yang Digerakkan

Diketahui :

Diameter pulley penggerak (D1) = 127 mm

Diameter pulley yang digerakkan (D2) = 152,4 mm

Putaran pulley penggerak (n1) = 3600 rpm

Putaran pulley yang digerakkan (n2) = ?

Maka, persamaan rumus yang digunakan adalah persamaan:

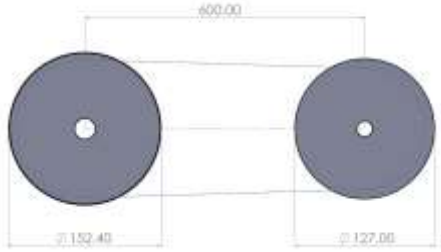
$\frac{n1}{n2} = \frac{D2}{D1}$

$\frac{3600\ rpm}{n2} = \frac{152{,}4\ mm}{127\ mm}$

$n2 = \frac{3600\ rpm \times 127\ mm}{152{,}4\ mm}$

$n2 = 3000\ rpm$

3.3.2 Menentukan Sabuk yang Akan Digunakan



Gambar 6. *Pulley Belt*

Pemilihan Tipe Sabuk

Sebagian sistem transmisi sabuk menggunakan sabuk V karena mudah dalam penanganan dan harganya yang relatif murah. Berdasarkan diagram pemilihan sabuk dengan daya 6,5 HP dan putaran 3600 rpm, maka dipilih sabuk tipe A sesuai dengan diagram pemilihan V-Belt.

Jadi, pulley driven yang digunakan adalah tipe A. Berdasarkan diagram pemilihan sabuk di atas, maka sabuk tipe A mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

Lebar : 12,5 mm
Tinggi : 9 mm
Sudut : 40˚

Menentukan Jarak Antar Poros

Diketahui :

D1 = 127 mm

D2 = 152,4 mm

$D2 < C < 3(D1 + D2)$

$152{,}4\ mm < C < 3(127\ mm + 154{,}2\ mm)$

$152{,}4\ mm < C < 843{,}6\ mm$

Jarak antar poros adalah besar dari 152,4 mm dan kecil dari 843,6 mm. Jadi, jarak antar poros yang direncanakan adalah 600 mm (0,6 m).

Menentukan Panjang Sabuk

D1 = 0,127 m

D2 = 0,1524 m

C =

$L = 2C + \frac{\pi(D1+D2)}{2} + \frac{(D_2-D_1)^2}{4C}$ [11]

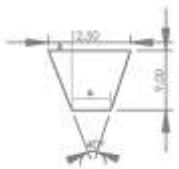
$L = 2.0{,}6 + \frac{3{,}14(0{,}127+0{,}1524)}{2} + \frac{(0{,}1524-0{,}127)^2}{4.0{,}6}$

$L = 1{,}2 + 0{,}441 + 0{,}0000967$

$L = 1{,}641\ m$

Jadi, panjang sabuk yang dihitung adalah $1{,}641\ m$. Menimbang ukuran standar sabuk yang tersedia di pasaran, maka panjang sabuk yang akan digunakan adalah 64 Inchi = 1,626 m (tipe sabuk A-64).

Menentukan Luas Penampang Sabuk



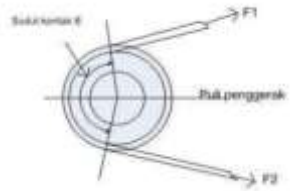
Gambar 7. Ukuran Penampang V-Belt

$Tan\ 20° = \frac{x}{9\ mm}$
$x = tan\ 20° \times 9\ mm$
$= 0{,}36\ \times 9\ mm$
$= 3{,}27\ mm$
$a = 12{,}5\ mm - 2x$
$= 12{,}5\ mm - 2\ (3{,}27\ mm) = 5{,}96\ mm$
Luas penampang $= \frac{12{,}5\ mm + 5{,}96\ mm}{2} \times t$
$= 9{,}23\ mm \times 9\ mm$
$= 83{,}07\ mm^2 = 0{,}8307\ cm^2$
Menghitung Kecepatan Belt
V = Kecepatan sabuk (m/s)
d_1 = Diameter pulley penggerak 127 mm
n_1 = Putaran pulley penggerak = 3600 rpm
$v = \frac{\pi.D_1.N_1}{60.100}$
$v = \frac{3{,}14.0{,}127\ m.3600\ rpm}{60.100}$
$v = 0{,}23\ m/s$

Menghitung Gaya pada Sabuk

Menentukan gaya pada sabuk dapat menggunakan persamaan rumus:
$F = \frac{T}{r_2}$
Keterangan:
F = Gaya pada sabuk (N)
T = Torsi $104{,}886\ Nm$ = 104.886 Nmm
r_2 = Jari-jari pulley yang digerakkan 152,40 mm
$F = \frac{104.880\ Nmm}{152{,}40\ mm}$
$F = 688{,}18\ N$

Menentukan Sudut Kontak Pulley dan sabuk



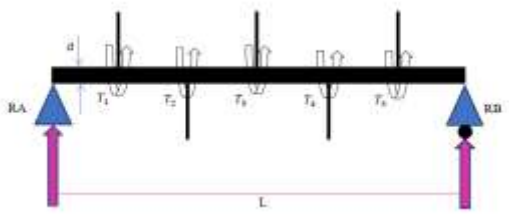
Gambar 8. Ukuran Penampang V-Belt

Menentukan sudut kontak pulley dan sabuk dapat menggunakan persamaan rumus .
$\theta = 180° - \frac{57°(d_2 - d_1)}{C}$
Keterangan:
θ = Sudut kontak (°)
C = Jarak sumbu poros 600 mm
d_1 = Diameter pulley penggerak 127 mm
d_2 = Diameter pulley yang digerakkan 152,4 mm
Sehingga,
$\theta = 180° - \frac{57°(152{,}4\ mm - 127\ mm)}{600\ mm}$
$\theta = 180° - \frac{57°(25{,}4\ mm)}{600\ mm}$
$\theta = 180° - 2{,}413°$
$\theta = 177{,}587°$
Jadi, sudut kontak pulley dan sabuk adalah 177,587°.
Menentukan gaya yang mampu ditahan oleh bahan sabuk
Direncanakan bahan sabuk yang digunakan adalah rubber, dengan tegangan tarik 150 kg/cm^2.
Menentukan gaya yang mampu ditahan oleh bahan sabuk dapat menggunakan persamaan rumus.
$F = \sigma t \times A$
Keterangan:
F = Gaya yang mampu ditahan oleh bahan sabuk (N)
σt = Tegangan tarik bahan sabuk 25 kg/cm^2
A = Luas penampang sabuk $0{,}8307\ cm^2$
Sehingga,
$F = \sigma t \times A$
$F = 150\ kg/cm^2 \times 0{,}8307\ cm^2$
$F = 124{,}605\ kg$
Untuk merubah satuan gaya dari kg ke newton, maka gayanya dikali dengan gaya gravitasi yaitu 9,8 m/s^2.
$F = 124{,}605\ kg \times 9{,}8\ m/s^2$
$F = 1.221{,}129\ N$
Jadi, gaya yang mampu ditahan oleh bahan sabuk adalah $1.221{,}129\ N$.
Menentukan jumlah sabuk
Menentukan jumlah sabuk dapat menggunakan persamaan rumus.
$Jumlah\ sabuk = \frac{Gaya\ yang\ terjadi\ pada\ sabuk}{Gaya\ yang\ mampu\ ditahan\ oleh\ bahan\ sabuk}$
$Jumlah\ sabuk = \frac{688{,}18\ N}{1.221{,}129\ N}$
$Jumlah\ sabuk = 0{,}56$
Jadi, jumlah sabuk yang digunakan adalah 1 sabuk dan ini sudah aman.

3.4 Menentukan Diameter Poros Pengaduk Pupuk Organik

Material yang direncanakan untuk poros yaitu ST-37, dengan tegangan tarik (σt) = 370 N/mm^2. Menghitung diameter poros dapat dilakukan dengan menggunakan momen puntir.

Menggunakan Momen Puntir



Gambar 9. Perhitungan Momen

Panjang total poros L = 900 mm = 0.9 m
Menghitung Reaksi di titik B (RB) :
Menggunakan keseimbangan momen di titik A
$\sum M_A = 0$
$RB \times L + T_1 - T_2 + T_3 - T_4 + T_5 = 0$
Karena setiap torsi T_i adalah $34{,}962\ Nm$ dan ada 5 lengan:
$T_{total} = 104{,}886\ Nm$
Jadi,
$RB \times 0{,}9 + 104{,}886\ Nm = 0$
$RB \times 0{,}9 = -104{,}886\ Nm$
$RB = \frac{-104{,}886\ Nm}{0{,}9}$
$RB = -116{,}54\ Nm$

Menghitung Reaksi di Titik A (RA) :
$\sum M_B = 0$
$RA \times L + T_1 - T_2 + T_3 - T_4 + T_5 = 0$
$RA \times 0{,}9 = -104{,}886\ Nm$
$RA = \frac{-104{,}886\ Nm}{0{,}9}$
$RA = -116{,}54\ Nm$
Jadi, reaksi torsi di titik A dan B adalah:
$RA = RB \approx -116{,}54\ Nm$
Tanda negatif menunjukkan arah momen yang berlawanan terhadap arah referensi yang kita ambil. Artinya, RA dan RB adalah reaksi torsi yang menyeimbangkan momen-momen puntir yang dihasilkan oleh lengan pengaduk.
Untuk menghitung diameter poros diperlukan nilai faktor keamanan. Nilai faktor keamanan terhadap jenis pembebanan pada material dapat dilihat pada tabel 2

Tabel 2. Faktor keamanan

Jenis Material	Jenis Pembebanan			
	Dinamis			
	Statis	Berulang	Bergantian	Kejut
Material yang rapuh	4	6	10	15
Material yang lunak	5	6	9	15
Baja kenyal (mild steel)	3	5	8	13
Baja tuang	3	5	8	15
Baja tuang	6	8	12	18

Sumber: Rahmi, N. I., Analisis Putaran Roda Gigi Dan Sproket Terhadap Kinerja Alat Penyapu Lantai Semi Mekanik Untuk Kampus Um-Sumbar, 2022

Menentukan diameter poros dengan menggunakan momen puntir dapat menggunakan persamaan rumus:
$\tau_p = \frac{M_p}{W_p} = \frac{T}{W_p}$ [12]
Dimana:
$\tau_p = 0{,}8 \times \sigma t_{izin}$
$M_p = T = F_{total} \times r$
$W_p = \frac{\pi}{16} d^3$
Keterangan:
τ_p = Tegangan puntir (N/mm^2)
σt = Tegangan tarik material 370 N/mm^2
M_p = Momen puntir (Nmm)
T = Torsi = $104{,}886\ Nm$ = 104.886 Nmm
F_{total} = Gaya total $466{,}164\ N$
r = Jarak dari pusat poros ke titik gaya bekerja (r): 0.225 m
W_p = Momen tahanan puntir (mm^3)
d = Diameter poros (mm)
Menentukan tegangan tarik izin
Menentukan tegangan tarik izin dapat menggunakan persamaan rumus.
$\sigma t_{izin} = \frac{\sigma t}{v}$
Keterangan:
σt_{izin} = Tegangan tarik izin (N/mm^2)
σt = Tegangan tarik material
v = faktor keamanan 5
Sehingga,
$\sigma t_{izin} = \frac{\sigma t}{v}$
$\sigma t_{izin} = \frac{370\ N/mm^2}{5}$
$\sigma t_{izin} = 74\ N/mm^2$
Jadi, tegangan tarik izin adalah 74 N/mm^2.
Menentukan tegangan puntir izin
Menentukan tegangan puntir izin dapat menggunakan persamaan rumus.
$\tau_{p\ izin} = 0{,}8 \times \sigma t_{izin}$
Keterangan:
$\tau_{p\ izin}$ = Tegangan puntir izin (N/mm^2)
σt_{izin} = Tegangan tarik izin 74 N/mm^2
Sehingga,
$\tau_{p\ izin} = 0{,}8 \times \sigma t_{izin}$
$\tau_{p\ izin} = 0{,}8 \times 74\ N/mm2$
$\tau_{p\ izin} = 59\ N/mm^2$
Jadi, tegangan puntir izin adalah 59 N/mm^2.
Menentukan diameter poros dengan menggunakan momen puntir
Menentukan diameter poros dengan menggunakan momen puntir dapat menggunakan persamaan.
$\tau_p = \frac{M_p}{W_p} = \frac{T}{W_p}$
Keterangan:
$\tau_{p\ izin}$ = Tegangan puntir izin 59 N/mm^2
T = Torsi = $104{,}886\ Nm$ = 104.886 Nmm
W_p = Momen tahanan puntir (mm^3)
Sehingga,
$\tau_{p\ izin} = \frac{M_p}{W_p} = \frac{T}{W_p}$
$59\ N/mm^2 = \frac{104.886\ Nmm}{\frac{\pi}{16} d^3}$
$59\ N/mm^2 = \frac{104.886\ Nmm}{\frac{3{,}14}{16} d^3}$
$59\ N/mm^2 = \frac{104.886\ Nmm}{0{,}19625 \times d^3}$
$11{,}618\ N/mm^2 \times d^3 = 104.886\ Nmm$

$$d^3 = \frac{104.886\ Nmm}{11{,}618\ N/mm^2}$$
$$d^3 = 9.027{,}88\ mm^3$$
$$d = \sqrt[3]{9.027{,}88\ mm^3}$$
$$d = 20{,}82\ mm$$

Diameter poros yang diperlukan untuk menahan momen puntir $69{,}924\ Nm$ dengan material S35C-D dengan mempertimbangkan tegangan puntir S35C-D sebesar 415 MPa adalah sekitar 20,82 mm.
Untuk mempertimbangkan estetika dan kekuatan, maka poros yang dipakai adalah poros diameter 30 mm.

3.5 Menghitung Tegangan Puntir Aktual pada Pengaduk

Diameter poros pengaduk yang digunakan **:** 30 mm = 0,03 m
Momen tahanan puntir (W_p)
$$W_p = \frac{\pi}{16} d^3$$
$$W_p = \frac{3{,}14}{16} . 30^3$$
$$W_p = 5298{,}75\ mm^3$$
Tegangan Puntir (τ_p)
$$\tau_p = \frac{M_p}{W_p} = \frac{T}{W_p}$$
$$\tau_p = \frac{104.886\ Nmm}{5298{,}75\ mm^3}$$
$\tau_p = 19{,}79\ N/mm^2$ atau 19,79 Mpa
Tegangan puntir untuk S35C-D adalah 415 MPa, dan tegangan puntir yang dihitung adalah 19,79 MPa.
Karena 19,79 Mpa jauh lebih kecil dari 415 MPa, diameter poros yang dipilih aman untuk beban tegangan puntir yang diterapkan.

3.6 Transmisi Gearbox

Gearbox dalam hal penggunaannya banyak terdapat pada bidang kebutuhan industri atau permesinan. Gearbox memilki fungsi sebagai pemindah tenaga dari tenaga penggerak ke mesin yang ingin digerakkan. Setidaknya ada dua alasan kunci mengapa penggunaan gearbox dalam dunia permesinan memegang peranan penting, pertama fungsi gearbox utamanya adalah memperlambat kecepatan putaran yang dihasilkan dari perputaran dinamo motor atau mesin diesel dan yang kedua adalah untuk memperkuat tenaga putaran yang dihasilkan oleh dinamo atau diesel [13]. Gearbox yang digunakan adalah gearbox tipe WPA 40 dengan rasio 1 : 60.

Motor: 6,5 HP (3600 rpm)
Gearbox: Rasio 1:60
Pulley: Motor 5 inch, Gearbox 6 inch (Rasio 1.2:1)
Kecepatan Putar Pulley Gearbox : $3000\ rpm$
Menghitung Kecepatan Output Gearbox
$$Kecepatan\ Output\ Gearbox = \frac{Kecepatan\ Putar\ Pulley\ Gearbox}{Rasio\ Gearbox}$$
$$Kecepatan\ Output\ Gearbox = \frac{3000\ rpm}{60}$$
$$Kecepatan\ Output\ Gearbox = 50\ rpm$$

3.7 Perhitungan pada Bantalan

Bantalan (Bearing) merupakan salah satu komponen yang biasa terdapat pada mesin yang berfungsi menumpu poros yang mempunyai beban tertentu, sehingga gerak berputar atau gerakan bolak balik dapat berlangsung dengan halus, aman dan komponen tersebut dapat tahan lama. Bantalan yang digunakan pada elemen mesin harus memiliki kekuatan dan daya tahan yang mumpuni komponen mesin lain dapat bekerja dengan baik. Kerusakan pada bantalan (bearing) akan akan sangat berpengaruh dan berdampak pada menurunnya kinerja mesin secara total. Jadi bantalan dalam permesinan dapat disamakan perannya dengan pondasi gedung [14]. Berdasarkan dengan perhitungan diameter poros yang sebelumnya didapatkan besar diameter poros adalah 30 mm. Maka, untuk pemilihan bantalan dipilih bantalan UCP 206. Berikut spesifikasi bantalan yang dipilih.

Diameter dalam bantalan (ds) = 30 mm (diameter poros)
Diameter Luar bantalan (D) = 42,9 mm
Lebar bantalan (B) = 48 mm
Kapasitas normal dinamis spesifik (C) = 1998,64 kg
Kapasitas normal statis spesifik (Co) = 1152,28 kg
Beban Ekuivalen
Suatu beban yang besarnya sedemikian rupa hingga memberikan umur yang sama dengan umur yang diberikan oleh beban dan kondisi putaran sebenarnya disebut Beban Ekuivalen Dinamis . (Sularso dan Kiyokatsu Suga, 2018). Besar beban ekuivalen dinamis dapat dicari dengan persamaan berikut :
P = (XV. Fr) + (Y . Fa)
V = 1 (Sularso,2018)
X adalah faktor beban radial (biasanya 1 untuk beban radial murni)
Y adalah faktor beban aksial (biasanya 0 untuk beban radial murni)

Keterangan :
P = beban ekivalen dinamis
Fr = beban radial
X = faktor radial
V = beban putar pada cincin dalam
$$Fr = gaya\ total$$
$$Fr = 466{,}164\ N$$
P = (XV. Fr) + (Y . Fa)
= (1.1. $466{,}164\ N$) +(0.0)
= $466{,}164\ N$
= 47,53 kg
Faktor Kecepatan
$$f_n = \left(\frac{33{,}3}{n}\right)^{\frac{1}{3}}$$
$$f_n = \left(\frac{33{,}3}{50}\right)^{\frac{1}{3}}$$

$f_n = 0{,}87$
Faktor Umur
$f_h = f_n \frac{C}{P}$
$f_h = 0{,}87 \frac{1998{,}64\ kg}{47{,}53\ kg}$
$f_h = 42{,}05$
Umur Nominal
$L_h = 500 f_h{}^3$
= 500 $(42{,}05)^3$
= 37.176.457, 56 jam

3.3 Uji Kinerja Mesin

Dalam melakukan uji coba ini, mesin akan diuji dengan melakukan pengujian pengadukan pada mesin. Uji coba dilakukan dengan beberapa kali uji coba untuk mengetahui mampu atau tidaknya mesin mengaduk pupuk organik dengan homogen.

3.3.1 Uji Coba Tanpa Beban

Pada uji coba tanpa beban yaitu uji coba yang dilakukan dengan tidak memasukkan bahan ketika beroperasi. Pada uji tanpa beban dilihat secara visual sehingga dari masing-masing komponen pada mesin berfungsi dengan baik.

Gambar 107. Mesin Pengaduk Pupuk Organik

3.3.2 Uji Coba dengan Beban

Pada tahap uji coba dengan beban ini dilakukan empat kali percobaan. Dimana perbandingan campuran pupuk organik itu masing masing adalah 2 bagian tanah humus, 2 bagian pupuk kandang, dan 1 bagian sekam. Untuk pengujian ini digunakan wadah berupa ember dengan volume 3,5 liter atau 0,0035 m^3. Diketahui massa jenis tanah humus 550 kg/m^3, pupuk kandang (kotoran kambing) 400 kg/m^3, dan massa jenis sekam 100 kg/m^3. Untuk mengitung berat material dalam ember, maka:

Berat per ember (kg) = volume ember (m^3) x massa jenis bahan kg/m^3

Tanah Humus = 0,0035 m^3 x 550 kg/m^3 = 1,925 kg

Pupuk Kandang = 0,0035 m^3 x 400 kg/m^3 = 1,4 kg

Sekam = 0,0035 m^3 x 100kg/m^3 = 0,35 kg

Dari perhitungan diatas didapat berat tanah humus dalam satu ember adalah 1,925 kg, berat pupuk kandang dalam satu ember 1,4 kg, dan berat sekam dalam satu ember adalah 0,35 kg.

Hasil uji pertama

Pencampuran uji mesin pertama dilakukan dengan menggunakan campuran bahan sebagai berikut:

- 3 ember tanah humus dengan berat total 5,775 kg (berat per-ember 1,925 kg).
- 3 ember pupuk kandang dengan berat total 4,2 kg (berat per-ember 1,4 kg).
- 1,5 ember sekam dengan berat total 0,525 kg (berat per ember 0,35 kg).

Hasil uji coba menunjukkan bahwa mesin pengaduk pupuk organik beroperasi dengan sempurna, menghasilkan putaran yang stabil dan mampu mengaduk bahan secara homogen. Berdasarkan hasil pengadukan dihasilkan pupuk organik seberat 10,5 kg dengan waktu pengadukan selama 30 detik.

Gambar 81. Sebelum Proses Pengadukan

Gambar 129. Hasil Pengadukan

Hasil Uji Kedua

Pencampuran uji mesin kedua dilakukan dengan menggunakan campuran bahan sebagai berikut:

1. 6 ember tanah humus dengan berat total 11,55 kg (berat per-ember 1,925 kg).
2. 6 ember pupuk kandang dengan berat total 8,4 kg (berat per-ember 1,4 kg).
3. 3 ember sekam dengan berat total 1,05 kg (berat per ember 0,35 kg).

Hasil uji coba menunjukkan bahwa mesin pengaduk pupuk organik beroperasi dengan sempurna, menghasilkan putaran yang stabil dan mampu mengaduk bahan secara homogen. Berdasarkan hasil pengadukan dihasilkan pupuk organik seberat 21 kg dengan waktu pengadukan selama 40 detik

Gambar 13. Sebelum Proses Pengadukan

Gambar14. Hasil Pengadukan

Hasil Uji Ketiga

Pencampuran uji mesin ketiga dilakukan dengan menggunakan campuran bahan sebagai berikut:

1. 9 ember tanah humus dengan berat total 5,775 kg (berat per-ember 1,925 kg).
2. 9 ember pupuk kandang dengan berat total 4,2 kg (berat per-ember 1,4 kg).
3. 4,5 ember sekam dengan berat total 0,525 kg (berat per ember 0,35 kg).

Hasil uji coba menunjukkan bahwa mesin pengaduk pupuk organik beroperasi dengan sempurna, menghasilkan putaran yang stabil dan mampu mengaduk bahan secara homogen. Berdasarkan hasil pengadukan dihasilkan pupuk organik seberat 31,49 kg dengan waktu pengadukan selama 45 detik

Gambar 15. Sebelum Proses Pengadukan

Gambar 16. Hasil Pengadukan

Hasil uji keempat

Pencampuran uji mesin keempat dilakukan dengan menggunakan campuran bahan sebagai berikut:

1. 11 ember tanah humus dengan berat total 21,17 kg (berat per-ember 1,925 kg).
2. 11 ember pupuk kandang dengan berat total 15,4 kg (berat per-ember 1,4 kg).
3. 5,5 ember sekam dengan berat total 1,57 kg (berat per ember 0,35 kg).

Pada percobaan dengan berat total 38,48 kg, proses pengadukan tidak dapat berjalan dengan lancar. Beban yang terlalu besar menyebabkan mesin tidak mampu mencampur bahan dengan efektif, sehingga campuran tidak tercapai dengan baik dan tidak homogen. Hal ini menunjukkan bahwa berat tersebut melebihi kapasitas optimal mesin untuk melakukan pengadukan secara efisien.

Gambar17. Sebelum Proses Pengadukan

Gambar18. Hasil Pengadukan

3.3.2 Hasil dan Analisa

Data hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. Data hasil pengujian

Pengujian	Bahan dan Berat Total	Waktu dan Hasil Pengadukan	Keterangan
Pengujian 1 (8 Agustus 2024)	3 ember Tanah Humus (5,775 kg), 3 ember Pupuk Kandang (4,2 kg), 1,5 ember Sekam (0,525 kg)	30 detik	Pengadukan berhasil dengan total berat 10,5 kg, Mesin beroperasi stabil, dapat pengadukan homogen, tidak ada masalah
Pengujian 2 (9 Agustus 2024)	6 ember Tanah Humus (11,55 kg), 6 ember Pupuk Kandang (8,4 kg), 3 ember Sekam (1,05 kg)	40 detik	Pengadukan berhasil dengan total berat 21 kg, Mesin beroperasi stabil, dapat pengadukan homogen, tidak ada masalah
Pengujian 3 (9 Agustus 2024)	9 ember Tanah Humus (17,325 kg), 9 ember Pupuk Kandang (12,6 kg), 4,5 ember Sekam (1,575 kg)	45 detik	Pengadukan berhasil dengan total berat 31,49 kg, Mesin beroperasi stabil, dapat pengadukan homogen, tidak ada masalah
Pengujian 4 9 Agustus 2024)	11 ember Tanah Humus (21,175 kg), 11 ember Pupuk Kandang (15,4 kg), 5,5 ember Sekam (1,575 kg)	-	Mesin tidak dapat mengaduk, beban terlalu berat dengan total berat 38,15 kg, proses tidak berjalan baik

Maka dari hasil uji coba yang telah dilakukan dalam proses pengadukan, mesin hanya bisa mengaduk dengan beban dibawah 38,15 kg. Ketika diberi beban 38,15 kg atau lebih maka yang terjadi adalah pengaduk tidak kuat untuk berputar dikarenakan beban terlalu berat dan kecepatan putar kurang untuk beban tersebut serta mesin ini tidak dilengkapi dengan pengatur kecepatan, sehingga mesin tidak dapat mengaduk pupuk organik dengan beban 38,15 kg ini.

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa mesin dapat mengaduk hingga 31,49 kg pupuk dalam waktu 45 detik dengan hasil yang homogen. Namun, pada kapasitas 38,49 kg, campuran tidak homogen.

Mesin ini menggunakan motor bakar 6,5 HP dan gearbox WPA 40 dengan rasio 1:60, yang mendukung pengadukan dengan kecepatan 50 rpm.

Penelitian ini prospek untuk dilanjutkan dengan memvariasikan daya, kuantitas dan kualitas variable uji.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada civitas akademika Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Padang serta seluruh pihak yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini.

Daftar Rujukan

[1] I. tropis yang dimiliki Indonesia, T. Paru, and C. A. ISPA, "Implementasi Metode Dempster Shafer pada Sistem Pakar Diagnosa Infeksi Penyakit Tropis Berbasis Web".

[2] Z. D. W. Kusumah, "Kerjasama Indonesia dan Norwegia dalam Kerangka Reducing Emissions From Deforestation And Forest Degradation (Redd+) dan Implikasinya Terhadap Upaya dan Pengurangan Emisi Karbon di Indonesia." Perpustakaan, 2017.

[3] F. Ardiansyah, A. Rijanto, and A. I. Dyah, "Rancang Bangun Alat Pengaduk Pupuk Organik," in *Seminar Nasional Fakultas Teknik*, 2022, pp. 238–241.

[4] D. Tomi, "Rancang Bangun Rangka dan Bodi Mesin Pengupas Pemipil Jagung." Universitas Negeri Padang, 2023.

[5] A. Setiawan, D. E. Pranata, and D. A. S. Tiyas, "Rancang Bangun Mesin Pemilah Buah Jeruk Berdasarkan Ukuran Berkapasitas 50 Kg," *J. Tek. Mesin*, vol. 8, no. 1, pp. 13–19, 2022.

[6] S. A. Kusnadi, "Analisa pengaruh kapasitas udara untuk campuran bahan bakar terhadap prestasi mesin diesel mitsubhisi l300," *Nozzle J. Mech. Eng.*, vol. 3, no. 1, 2014.

[7] A. Ariyudha, "Laporan Kerja Praktek Lapangan Rancang Bangun Mesin Mixer Pengaduk Pakan Ternak 500 Kg/Jam di CV Micro. Enterprises," 2021.

[8] H. Saptono, G. E. Pramono, and H. Al Khindi, "Analisa daya dan kontrol kecepatan motor pada alat bantu las rotary positioner table," *AME (Aplikasi Mek. dan Energi) J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 4, no. 1, pp. 23–33, 2018.

[9] J. Hardono, "Rancang Bangun Mesin Pemarut Kelapa Skala Rumah Tangga Berukuran 1 Kg Per Waktu Parut 9 Menit Dengan Menggunakan Motor Listrik 100 Watt," *Mot. Bakar J. Tek. Mesin*, vol. 1, no. 1, 2017.

[10] A. J. Ahmad, S. Anas, and M. Mudakkir, "Rancangan Mesin Pemotong Keripik Tempe." Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, 2020.

[11] R. Rivaldo, A. Figo, and C. Celly, "Rancang Bangun Mesin pengiris keripik tempe." Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, 2021.

[12] C. Pramono and P. P. Rumah, *Buku Ajar Elemen Mesin (Jilid 2)*. Penerbit Pustaka Rumah C1nta.

[13] P. Yericsen, "Analisa Efisiensi Gearbox pada Motor Penggerak Listrik Kapal Nelayan." Universitas Hasanuddin, 2023.

[14] S. Lolongan, H. Basri, and G. P. Reswara, "Perhitungan Elemen Mesin dan Kapasitas Produksi pada Mesin Penggoreng Amplang dengan Penggerak Motor Listrik," *Mek. J. Ilm. Bid. Tek. Mesin*, vol. 16, no. 1, pp. 43–49, 2023.