

PERHITUNGAN ELEMEN MESIN DAN ANALISA PRODUKSI PADA MESIN PENGERING RUMPUT BERTENAGA MOTOR AC 3 HP UNTUK PAKAN TERNAK

*Calculation Of Machine Elements And Production Analysis On A Lawn Dryer Machine
Powered By A 3 Hp Ac Motor*

Wajilan^{1*}, Suparno², Hasan Basri³, Aidil Roni Riyanto⁴

^{1,2,3}Jurusan Teknik Mesin, Prodi.Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Politeknik Negeri Samarinda,

⁴Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Prodi.Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Politeknik Negeri Samarinda,
Jl.Dr.Ciptomangunkusumo Kampus Gunung Lipan, Samarinda Seberang, Kota Samarinda

*e-mail: ¹jielun_smd@yahoo.com, ²suparno@polnes.ac.id, ³hasanbsr@yahoo.com, ⁴aidilroni48@gmail.com

Info Artikel

Riwayat Artikel:

Diterima: 03/11/2024

Diterima dalam bentuk revisi :
10/11/2024

Diteima/publis : 15/11/2024

Kata Kunci

Rumput, Mesin Pengerin
Rumput, Perancangan

Abstrak

Seiring dengan berkembangnya industri peternakan di Indonesia, maka kebutuhan akan pakan yang berkualitas dan terjangkau menjadi meningkat. Salah satunya adalah rumput kering, selain harganya murah juga tahan lama ketika disimpan. Langkah-langkah dalam perencanaan alat diawali dengan studi literatur, perancangan serta perhitungan. Desain gambar teknik dibuat dengan modeling pada software autodesk inventor. Prinsip kerja mesin ini adalah dengan memanfaatkan hawa panas yang dihembuskan oleh blower dari pipa yang dipanaskan dengan kompor, kemudian udara panas tersebut masuk kedalam ruang pengaduk dan kemudian dimanfaatkan untuk mengurangi kadar air pada rumput. Berdasarkan hasil perancangan dan pembuatan yang diuraikan sehingga di dapat data sebagai berikut : a. Motor AC – Daya : 3 HP – Kecepatan : 1430 rpm – b. Sabuk – Tipe sabuk : A – 40 – kecepatan putaran sabuk : 5,58 m/s – c. Pulley – Diameter pulley : 76,2 mm – Gaya keliling pulley : 22,59 kg – d. Poros – Bahan poros : S 30C – Diameter poros : 35 mm – Momen punter poros : 1828,8 kg/mm – e. Bantalan – Jenis bantalan : ball bearing – Putaran bearing : 0,014 m/s² – Umur bantalan : 12 tahun 9 bulan – f. rantai – Nomor rantai : 50

Abstract

Along with the development of the livestock industry in Indonesia, the need for quality and affordable feed is increasing. One of them is hay, besides being cheap and durable when stored. The steps in tool planning begin with literature study, design and calculation. The design of engineering drawings is made by modeling in the autodesk inventor software. The working principle of this machine is to utilize the heat blown by the blower from the pipe heated with a stove, then the hot air enters the stirring chamber and then is used to reduce the moisture content on the grass. Based on the results of the design and manufacture described so that the following data are obtained: a. AC Motor – Power : 3 HP – Speed : 1430 rpm – b. Belt – Belt type : A – 40 – Belt rotation speed : 5.58 m/s – c. Pulley – Pulley diameter : 76.2 mm – Pulley circumference force : 22.59 kg – d. Shaft – Shaft material : S 30C – Shaft diameter : 35 mm – Shaft punter moment : 1828.8 kg/mm – e. Bearing – Bearing type : ball bearing – Bearing rotation : 0.014 m/s² – Bearing life : 12 years 9 months – f. chain – Chain number : 50

PENDAHULUAN

Industri peternakan di Indonesia terus berkembang pesat. Seperti yang diungkapkan oleh Badan Pusat Statistik, populasi sapi potong di Indonesia dari tahun 2015 hingga tahun 2021 menunjukkan grafik yang cenderung stagnan. Pada tahun 2015 populasi sapi potong di Indonesia sebesar 15,42 juta ekor dan terus bertumbuh secara positif hingga mencapai 17,44 juta ekor pada tahun 2020, dan pada tahun 2021 mencapai 18,05 juta ekor (Badan Pusat Statistik, 2022).

Hal ini mendorong kebutuhan akan pakan ternak yang berkualitas dan terjangkau. Salah satu alternatif bahan baku pakan ternak yang potensial adalah hijauan. Hijauan merupakan makanan utama bagi ternak ruminansia dan berfungsi tidak hanya sebagai pengenyang tetapi juga berfungsi sebagai sumber nutrisi, yaitu protein, energi, vitamin dan mineral (Susetyo, 1980). Hijauan yang bernilai gizi tinggi cukup memegang peranan penting karena dapat menyumbangkan zat pakan yang baik bagi ternak (Herlinae, 2003). Rumput hijau telah terbukti menjadi sumber nutrisi yang sangat berharga bagi ternak, karena mengandung serat, vitamin, dan mineral yang penting untuk pertumbuhan dan kesehatan yang optimal. Namun, rumput memiliki kadar air yang tinggi, sehingga mudah busuk dan tidak tahan lama. Hal ini menjadi kendala dalam pemanfaatan rumput sebagai pakan ternak.

Permasalahan utama dalam pemanfaatan rumput sebagai pakan ternak adalah kadar air yang tinggi. Rumput segar memiliki kadar air sekitar 70-80%. Kadar air yang tinggi ini menyebabkan rumput mudah busuk dan tidak tahan lama. Hal ini membuat rumput tidak praktis untuk disimpan dan didistribusikan.

Proses pengolahan pakan harus dikelola secara efektif dan efisien dengan menggunakan teknologi pengolahan yang tepat, agar biaya pakan menjadi lebih efisien dan ekonomis. Sebab pakan merupakan salah satu komponen yang biaya produksinya terbesar dibanding komponen lainnya dalam perihal budidaya ternak

ruminansia. Melalui upaya peningkatan produktivitas ternak ruminansia yang dipadukan dengan peningkatan efisiensi biaya pakan, diharapkan produk komoditas ternak dan hasil ternak ruminansia mampu memiliki daya saing yang tinggi di era revolusi industri 4.0 (Prasetiyono, 2021).

Salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan mengeringkan rumput. Pengeringan rumput dapat menurunkan kadar air hingga 10-15%. Rumput kering lebih tahan lama serta praktis untuk disimpan dan didistribusikan. Selain itu, rumput kering juga lebih efisien untuk digunakan sebagai bahan baku pakan ternak.

Pengeringan rumput dengan cara dijemur dibawah sinar matahari di nilai kurang efisien, selain memerlukan lahan yang luas, mudah terkontaminasi dengan kotoran, serta memakan waktu yang relatif lama. Khususnya di daerah Kalimantan Timur sering terjadi cuaca yang tidak menentu, hal tersebut pastinya akan menghambat proses pengeringan rumput.

Mesin pengering rumput menjadi solusi yang efisien untuk mengurangi kadar air dalam rumput yang akan digunakan sebagai pakan ternak. Selain dapat menghemat waktu pengeringan, dengan adanya mesin ini kapasitas produksi rumput kering akan meningkat. Oleh karena itu, pengembangan mesin pengering rumput menjadi langkah penting untuk mengatasi hambatan ini dan meningkatkan efisiensi produksi pakan ternak.

TINJAUAN PUSTAKA

Rumput adalah tumbuhan berkeping satu yang umumnya memiliki batang yang lunak dan daun-daun yang tumbuh dari pangkal tanaman. Ciri khas rumput adalah struktur daunnya yang panjang dan sempit. Rumput dapat ditemukan di berbagai habitat, seperti padang rumput, hutan, dan bahkan di lingkungan perkotaan. Struktur dasar rumput melibatkan akar, batang, dan daun. Batang rumput dapat berupa batang tunggal atau serabut, tergantung pada jenisnya. Daun-daunnya sering kali panjang dan sempit, dengan bagian dasar yang

disebut pangkal daun atau batang daun. Rumput memiliki peran ekologis yang penting, termasuk menyediakan pakan untuk hewan herbivora, menjaga tanah dari erosi, dan menyumbang pada siklus air dan karbon di alam.

Pengeringan merupakan proses penurunan kadar air bahan sampai mencapai kadar air tertentu sehingga dapat memperlambat laju kerusakan produk akibat aktivitas biologi dan kimia. Pengeringan pada dasarnya merupakan proses perpindahan energi yang digunakan untuk menguapkan air yang berada dalam bahan, sehingga mencapai kadar air tertentu agar kerusakan bahan pangan dapat di perlambat. Kelembapan udara pengering harus memenuhi syarat yaitu sebesar 55–60% (Pinem, 2004).

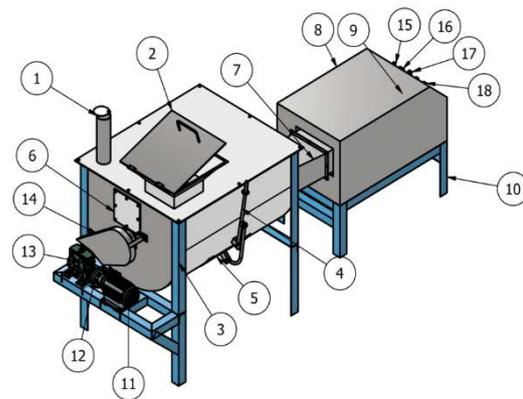
Menurut Cahyono et al., (2011) bahwa pengeringan merupakan penghilangan air dari suatu bahan. Proses utama yang terjadi paska proses pengeringan adalah penguapan. Penguapan terjadi apabila air yang dikandung oleh suatu bahan teruap, yaitu apabila panas diberikan kepada bahan tersebut. Panas ini dapat diberikan melalui berbagai sumber, seperti kayu api, minyak dan gas, arang baru ataupun tenaga surya. Pengeringan dapat dilakukan dengan memanfaatkan energi surya (pengeringan alami) dan dapat juga dilakukan dengan menggunakan peralatan khusus yang digerakkan dengan tenaga listrik.

Konveksi adalah proses perpindahan panas dari satu bagian fluida ke bagian lain fluida oleh pergerakan fluida itu sendiri. Ada dua jenis konveksi, yaitu konveksi alamiah dan konveksi paksa. Pada konveksi alamiah, pergerakan fluida terjadi akibat perbedaan massa jenis. Adapun pada konveksi paksa, fluida yang telah dipanasi langsung diarahkan ke tujuannya oleh sebuah peniup (blower) atau pompa. Contoh konveksi paksa, antara lain sistem pendingin mobil dan pengering rambut (hairdryer). Pemanfaatan konveksi terjadi pada cerobong asap. Sistem suplai air panas, dan lemari es. Laju kalor Q/t sebuah panas memindahkan kalor ke fluida

sekitarnya secara konveksi sebanding dengan luas permukaan benda yang bersentuhan dengan fluida dan beda suhu di antara benda dan fluida (J. P. HOLMAN, 1994).

Bilangan Reynold adalah suatu bilangan tanpa dimensi yang menganalisa gaya inersia fluida, jenis aliran fluida, dan gaya gesekan yang terjadi dengan permukaannya akan menentukan bilangan Reynold. Aliran fluida dapat dibagi tiga kategori yaitu : Laminar, Transisi, dan Turbulen (TATO MANGAENDO, 2008).

METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 1. Mesin Pengering Rumput

Dalam perencanaan mesin ini meliputi beberapa tahapan yaitu :

Lokasi & Waktu Penelitian

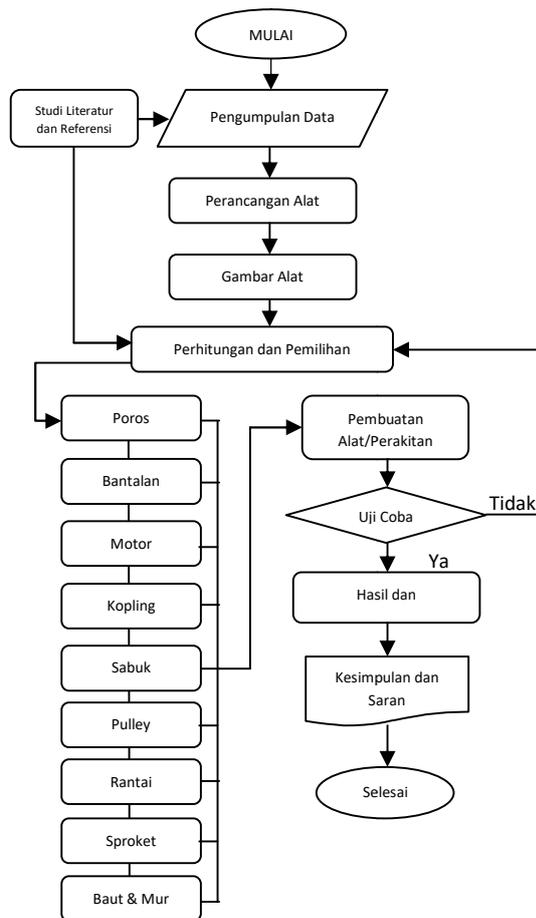
Proses perancangan dan pembuatan Mesin Pengering Rumput sebagai pakan ternak ini dilaksanakan di bengkel teknik mesin, di kampus Politeknik Negeri Samarinda. Waktu pelaksanaan yang dimanfaatkan penulis adalah terhitung mulai bulan Januari 2024 sampai pertengahan Juli 2024.

Prosedur Pengoperasian Alat

Prosedur Pengoperasian Alat 1. Menghidupkan kompor dengan menekan tombol ON pada MCB, kemudian menyalakan pemantik kompor dengan memutar switch ON/OFF Pemantik 2. Buka penutup atas mesin pengaduk dan masukkan rumput gajah yang sudah di cacah kedalam mesin pengaduk dan tutup lagi penutup atas 3. Atur timer kompor dan timer blower dengan memutar Timer

Analog menjadi 3 jam 4. Setelah pipa penghubung mencapai suhu 150°C, hidupkan blower dengan memutar switch ON/OFF Blower untuk meneruskan panas pada pipa penghubung masuk kedalam mesin pengaduk 5. Nyalakan mesin pengaduk dengan menekan tuas pada mesin pengaduk menjadi ON 6. Biarkan mesin menyala selama 3 jam atau sampai berhenti sendiri 7. Buka penutup bawah pada mesin pengaduk untuk mengeluarkan rumput yang sudah kering dan bersihkan mesin pengaduk setelah selesai digunakan

pada suhu 30°C (Pr)
Konduktivitas panas : 0.02588
udara pada suhu 30°C W/m.K (K)
Laju aliran udara (v) : 1 m/s
Pipa 3 inch (D1) : 0.0762 m
Pipa 5 inch (D2) : 0.127 m
Panjang pipa 3 inch (L1) : 40 cm = 0.4 m
Panjang pipa 5 inch (L2) : 40 cm = 0.4 m
Suhu permukaan pipa : 110°C (Ts)



Gambar 2. Diagram Alir Rancang Bangun Mesin Pengering Rumput

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Perpindahan Panas Secara Konveksi Paksa

Suhu udara (Ta) : 30°C
Massa jenis udara pada suhu 30°C (ρ) : 1.164 kg/m³
Viskositas dinamis udara pada suhu 30°C (μ) : 1.872 x 10⁻⁵ kg.m/s
Bilangan Prandtl udara : 0.7282

❖ Perhitungan laju perpindahan panas pada pipa ukuran 3 inch

a. Menghitung bilangan Reynold (Re)

$$Re = \frac{\rho \cdot V \cdot D1}{\mu}$$

$$Re = \frac{1,164 \cdot 1 \cdot 0,0762}{1,872 \times 10^{-5}}$$

$$Re = 4,74 \times 10^3 \text{ (Turbulen)}$$

b. Menghitung bilangan Nusselt (Nu)

$$Nu = 0,023 \cdot (Re)^{0,8} \cdot (Pr)^{0,4}$$

$$Nu = 0,023 \cdot (4,74 \times 10^3)^{0,8} \cdot (0,7282)^{0,4}$$

$$Nu = 0,023 \cdot 8,72 \times 10^2 \cdot 0,880847$$

$$Nu = 17,66484$$

c. Menghitung koefisien perpindahan panas (h)

$$Nu = \frac{h \cdot L}{k}$$

$$h = \frac{Nu \cdot k}{D1}$$

$$h = \frac{17,66484 \cdot 0,02588}{0,0762}$$

$$h = 5,999556 \text{ W/m}^2 \cdot K$$

d. Menghitung luas permukaan pipa (A)

$$A = \text{Keliling} \cdot \text{Panjang}$$

$$A = \pi \cdot D1 \cdot L$$

$$A = 3,14 \cdot 0,0762 \cdot 0,4$$

$$A = 0,095707 \text{ m}^2$$

e. Menghitung perubahan suhu (ΔT)

$$(\Delta T) = Ts - Ta$$

$$(\Delta T) = 110 - 30$$

$$(\Delta T) = 80^\circ C$$

- f. Menghitung laju perpindahan kalor secara konveksi paksa (q)

$$q = h \cdot A \cdot \Delta T$$

$$q = 5,999556 \cdot 0,095707 \cdot 80$$

$$q = 45,93 \text{ Joule/Second}$$

- ❖ Perhitungan laju perpindahan panas pada pipa ukuran 5 inch

- a. Menghitung bilangan Reynold (Re)

$$Re = \frac{\rho \cdot V \cdot D2}{\mu}$$

$$Re = \frac{1,164 \cdot 1 \cdot 0,127}{1,872 \times 10^{-5}}$$

$$Re = 7,90 \times 10^3 \text{ (Turbulen)}$$

- b. Menghitung bilangan Nusselt (Nu)

$$Nu = 0,023 \cdot (Re)^{0,8} \cdot (Pr)^{0,4}$$

$$Nu = 0,023 \cdot (7,90 \times 10^3)^{0,8} \cdot (0,7282)^{0,4}$$

$$Nu = 0,023 \cdot 1,31 \times 10^3 \cdot 0,880847$$

$$Nu = 26,590700$$

- c. Menghitung koefisien perpindahan panas (h)

$$Nu = \frac{h \cdot L}{k}$$

$$h = \frac{Nu \cdot k}{D2}$$

$$h = \frac{26,590700 \cdot 0,02588}{0,127}$$

$$h = 5,418640 \text{ W/m}^2 \cdot K$$

- d. Menghitung luas permukaan pipa (A)

$$A = \text{Keliling} \cdot \text{Panjang}$$

$$A = \pi \cdot D2 \cdot L$$

$$A = 3,14 \cdot 0,127 \cdot 0,4$$

$$A = 0,159512 \text{ m}^2$$

- e. Menghitung perubahan suhu (ΔT)

$$(\Delta T) = T_s - T_a$$

$$(\Delta T) = 110 - 30$$

$$(\Delta T) = 80^\circ C$$

- f. Menghitung laju perpindahan kalor secara konveksi paksa (q)

$$q = h \cdot A \cdot \Delta T$$

$$q = 5,418640 \cdot 0,159512 \cdot 80$$

$$q = 69,14 \text{ Joule/Second}$$

Perhitungan pada Mesin Blower

Perhitungan Pulley

Motor Penggerak (n_1) : 1400 rpm, 1 HP

Daya Motor (P) : 0,75 kW

Diameter Pulley Penggerak (Dp) : 3 inch = 76,2 mm

Diameter Pulley Yang Digerakkan (dp) : 4,5 inch = 114,3 mm

Jarak Sumbu Poros (C) : 330 mm

Pemilihan Penampang V-belt Standar : Tipe A

Faktor Koreksi (Fc) : 1,1

Jumlah Sabuk (N) : 1 buah

Menentukan putaran pulley yang digerakkan

$$n_2 = \frac{Dp \times n_1}{dp}$$

$$n_2 = \frac{76,2 \times 1400}{114,3}$$

$$n_2 = 933,3 \text{ rpm}$$

Menentukan momen puntir pulley

$$T_1 = 9,74 \cdot 10^5 \cdot \frac{Pd}{n_1}$$

$$T_1 = 9,74 \cdot 10^5 \cdot \frac{0,825 \text{ kW}}{933,3 \text{ rpm}}$$

$$T_1 = 860,97 \text{ kg} \cdot \text{mm}$$

Menentukan gaya keliling pulley

$$F_1 = \frac{T_1}{r_1}$$

$$F_1 = \frac{860,97 \text{ kg} \cdot \text{mm}}{38,1}$$

$$F_1 = 22,59 \text{ kg}$$

Perhitungan Sabuk

Motor Penggerak (n_1) : 1400 rpm, 1 HP

Daya Motor (P) : 0,75 kW

Diameter Pulley Penggerak (Dp) : 3 inch = 76,2 mm

Diameter Pulley Yang Digerakkan (dp) : 4,5 inch = 114,3 mm

Jarak Sumbu Poros (C) : 330 mm

Pemilihan Penampang V-belt Standar : Tipe A

Faktor Koreksi (Fc) : 1,1

Jumlah Sabuk (N) : 1 buah

Menentukan kecepatan sabuk

$$V = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n}{60 \cdot 1000}$$

$$V = \frac{3,14 \times 76,2 \times 1400}{60 \times 1000}$$

$$V = 5,58 \text{ m/s}$$

Panjang keliling sabuk

$$L = 2C + \frac{\pi}{2}(dp + Dp) + \frac{1}{4c}(Dp - dp)^2$$

$$L = 2 \cdot 330 + \frac{3,14}{2} (76,2 + 114,3) + \frac{1}{4 \cdot 330} (114,3 - 76,2)^2$$

$$L = 960,184 \text{ mm}$$

Jarak sumbu poros sebenarnya

$$B = 2L - 3,14(Dp + dp)$$

$$B = 2 \cdot 960,184 - 3,14(114,3 + 76,2)$$

$$B = 1322,198$$

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

$$C = \frac{1322,198 + \sqrt{1322,198^2 - 8(114,3 - 76,2)^2}}{8}$$

$$C = 329,9 \text{ mm}$$

Sudut kontak sabuk

$$\theta = 180^\circ - \frac{Dp - dp}{C}$$

$$\theta = 180^\circ - \frac{57 \cdot (114,3 - 76,2)}{329,9}$$

$$\theta = 173,41^\circ, K\theta = 0,97 \text{ (Baik)}$$

Jumlah sabuk

$$N = \frac{Pd}{P_0 \cdot K_\theta}$$

$$N = \frac{0,825}{1,31 \cdot 0,97}$$

$$N = 0,64$$

Perhitungan pada mesin pengaduk

Perhitungan Kopleng

Daya motor (P) : 3 HP x 0,746 = 2,238 kW

Putaran motor (n1) : 1430 (rpm)

Faktor koreksi (Fc) : 1,2

Daya rencana (Pd) : 1,2 x 2,238 = 2,685 (kW)

Torsi (T) : $\frac{9,74 \times 10^5 \times 2,685}{1430} = 1,828 \times 10^3 \text{ (kg.mm)}$

σ_B : 48 (kg/mm²)

Sf1 : 6,0

Sf2 : 2,0

Kt : 1,5

Cb : 1,0

Tegangan geser yang diizinkan

$$\tau_{sa} = \frac{48}{(6,0 \times 2,0)} = 4 \text{ kg/mm}^2$$

Diameter poros

$$d_s = \left[\frac{5,1}{4} \times 1,5 \times 1,0 \times 1,828 \times 10^3 \right]^{\frac{1}{3}} = 15,17 \text{ (mm)} \rightarrow 28 \text{ (mm)}$$

Setelah didapatkan diameter poros, maka didapatkan spesifikasi kopleng seperti berikut :

Diameter luar kopleng (A) : 125 (mm)

Diameter naf (bos) (C) : 50 (mm)

Diameter naf (L) : 45 (mm)

Diameter pusat baut (B) : 85 (mm)

Diameter baut (a) : 10 (mm)

Jumlah baut (n) : 4

Nilai efektif baut

$$\varepsilon = 0,5$$

$$n_e = 0,5 \times 4 = 2$$

Tegangan geser baut

$$\tau_b = \frac{8 \times 1,828 \times 10^3}{\pi \times 10^2 \times 2 \times 85} = 0,27 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

Dengan bahan baut yaitu SS400 dengan kekuatan tarik 40,78 (kg.mm²), faktor keamanan Sf_b = 6,0 dan faktor koreksi K_b = 3,0. Maka tegangan geser baut yang diizinkan sebagai berikut :

$$\tau_{ba} = \frac{40,78}{(6 \times 3)} = 2,3 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

Tegangan geser yang terjadi pada baut lebih kecil dari tegangan baut yang diizinkan 0,27(kg/mm²) < 2,3(kg/mm²) → baik

Bahan flens yang digunakan adalah FC30 dengan tebal flens F = 18mm dan kekuatan tarik $\sigma_B = 30 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$, faktor keamanan Sf_f = 6, faktor koreksi K_f = 3, maka dapat dihitung tegangan geser yang diizinkan pada flens sebagai berikut :

$$\tau_{fa} = \frac{30}{(6 \times 3)} = 1,6 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

Tegangan geser flens

$$\tau_f = \frac{2 \times 1,828 \times 10^3}{\pi \times 50^2 \times 18} = 0,025 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

$$K_f \times \tau_f = 3,0 \times 0,025 = 0,075 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

Tegangan geser yang terjadi pada flens lebih kecil dari tegangan geser yang diizinkan pada flens

$$0,075 \text{ (kg/mm}^2\text{)} < 1,6 \text{ (kg/mm}^2\text{)} \rightarrow \text{baik}$$

Perhitungan Rantai Sproket

Jumlah Gigi 1 (z1) : 14

Jumlah Gigi 2 (z2) : 42

Putaran Pada Motor Listrik (n1) : 1430 rpm

Putaran Pada Gearbox Reducer (n2) : 23,83 rpm

Putaran Pada Poros Pengaduk (n3) : 7,94 rpm

Pitch Rantai (p) : 15,875 mm

Faktor Koreksi (Fc) : 1,3

Daya Motor (P) : 2,238 kW

Jarak Sumbu Poros (C) : 394 mm

Nomor Rantai : 50

Beban rantai

$$F = \frac{102 \cdot Pd}{v}$$

$$F = \frac{102 \cdot 2,909}{0,88}$$

$$F = 337,17 \text{ kg}$$

Diameter lingkaran jarak bagi D_p dan d_p

$$d_p = 15,875 / \sin \frac{180^\circ}{14} = 71,34 \text{ mm}$$

$$D_p = 15,875 / \sin \frac{180^\circ}{42} = 212,43 \text{ mm}$$

Diameter luar d_k dan D_k

$$d_k = \left[0,6 + \cot \left(\frac{180^\circ}{14} \right) \right] \times 15,875 = 79,07 \text{ mm}$$

$$D_k = \left[0,6 + \cot \left(\frac{180^\circ}{42} \right) \right] \times 15,875 = 221,36 \text{ mm}$$

Diameter naf

$$d_{Bmax} = 15,875 \left[\cot \left(\frac{180^\circ}{14} \right) - 1 \right] 0,76 = 52,91 \text{ mm}$$

$$D_{Bmax} = 15,875 \left[\cot \left(\frac{180^\circ}{42} \right) - 1 \right] 0,76 = 195,20 \text{ mm}$$

Kecepatan linier rantai

$$V_1 = \frac{p \cdot z_1 \cdot n_2}{60 \cdot 1000}$$

$$V_1 = \frac{10,287 \cdot 14 \cdot 23,83}{60 \cdot 1000}$$

$$V_1 = 0,088 \text{ m/s}$$

Panjang rantai

$$L_p = \frac{14+42}{2} + 2 \times \frac{394}{15,875} + \frac{[(42-14)/6,28]^2}{(394/15,875)}$$

$$L_p = 78,43 \rightarrow 78$$

$$L = 78, \text{ No. 50}$$

Jarak sumbu poros

$$C_p =$$

$$\frac{1}{4} \left\{ \left(78 - \frac{14+42}{2} \right) +$$

$$\sqrt{\left(78 - \frac{14+42}{2} \right)^2 - \frac{2}{9,86} (42 - 14)^2} \right\}$$

$$C_p = 24,59$$

$$C = 24,59 \times 15,875 = 390,4 \text{ (mm)}$$

Putaran poros pengaduk

Dikarenakan putaran poros pengaduk yang diinginkan pelan dengan maksud untuk mendapatkan torsi yang lebih besar maka digunakan gearbox reducer dengan perbandingan 1:60, jadi didapatkan n_2 yaitu 23,83 rpm.

$$n_1 = 1430 \text{ rpm}$$

$$n_2 = 23,83 \text{ rpm}$$

$$z_2 = 42$$

$$z_3 = 14$$

Maka, besarnya putaran poros yang dibutuhkan adalah :

$$\frac{23,83}{n_3} = \frac{42}{14} \rightarrow n_3 = \frac{14 \times 23,83}{42}$$

$$N_3 = 7,94 \text{ rpm}$$

Perhitungan Poros dan Pasak

Perhitungan Poros

3 HP (1 HP = 0,746 kW)

$$P = 3 \times 0,746$$

$$P = 2,238 \text{ kW}$$

$$F_c = 1,2$$

$$P_d = 1,2 \times 2,238 \text{ kW}$$

$$P_d = 2,685 \text{ kW}$$

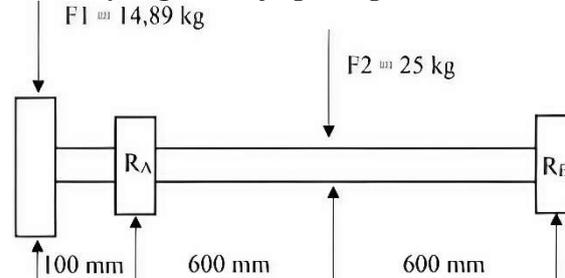
Tegangan geser yang diizinkan

$$\tau_a = \frac{\sigma_B}{sf \times sf^2}$$

$$\tau_a = \frac{48}{6,0 \times 2,0}$$

$$\tau_a = 4 \text{ kg/mm}^2$$

Beban yang bekerja pada poros



Gambar 3. Beban yang bekerja pada poros

$$\Sigma M_A = 0$$

$$-14,89 \times 100 + 25 \times 600 - R_B \times 1200 = 0$$

$$R_B - 1200 = 25 \times 600 - 14,89 \times 100$$

$$R_B = \frac{25 \times 600 - 14,89 \times 100}{1200}$$

$$R_B = 11,25$$

$$\Sigma f_y = 0$$

$$14,89 + 25 = R_A + R_B$$

$$R_A = 14,89 + 25 - R_B$$

$$R_A = 28,64$$

$$M_A = 14,89 \times 100$$

$$M_A = 1489$$

$$MF_2 = R_B \times 600$$

$$MF_2 = 11,25 \times 600$$

$$MF_2 = 6750$$

Momen puntir

$$T = 9,74 \cdot 10^5 \cdot \frac{pd}{n_1}$$

$$T = 9,74 \cdot 10^5 \cdot \frac{2,685 \text{ kW}}{1430 \text{ rpm}}$$

$$T = 1828,8 \text{ kg}$$

Diameter poros

$$d_s = \left[\left(\frac{5,1}{\tau_a} \right) \sqrt{(K_m \cdot M)^2 + (K_t \cdot T)^2} \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$d_s = \left[\left(\frac{5,1}{4} \right) \sqrt{(1,5 \cdot 6750)^2 + (2,0 \cdot 1828,8)^2} \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$d_s = 23 \text{ mm} \rightarrow 35 \text{ mm}$$

Perhitungan Pasak

Penampang pasak	:	10 mm x 8 mm
Diameter poros pengaduk	:	35 mm
Kedalaman alur pasak pada poros (t1)	:	5 mm
Kedalaman alur pasak pada naf (t2)	:	3,3 mm
Bahan pasak ST37 (σ_B)	:	37 kg/mm ²

Gaya tangensial

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

$$F = \frac{1828,8}{35/2}$$

$$F = 104,50 \text{ kg}$$

Faktor keamanan

$$S_{f1} = 6, S_{f2} = 2$$

Tegangan geser yang diizinkan

$$\tau_{ka} = \frac{37}{(6,0 \cdot 2,0)}$$

$$\tau_{ka} = 3,083 \text{ kg/mm}^2$$

Tegangan permukaan yang diizinkan

$$P_a = 8 \text{ kg/mm}^2$$

Panjang pasak dari tegangan geser yang diizinkan

$$\tau_{ka} \geq \frac{F}{b \cdot l_1}$$

$$\tau_{ka} = \frac{104,50}{10 \cdot 3,4} = 3,073 \text{ kg/mm}^2$$

Panjang pasak dari tegangan permukaan yang diizinkan

$$P_a = \frac{104,50}{3,96 \cdot 3,3} = 7,99 \text{ kg/mm}^2$$

Jika panjang pasak yang digunakan adalah 3,96 mm, maka tekanan permukaan yang terjadi adalah sebesar 7,99 kg/mm² yaitu lebih kecil dari harga tegangan permukaan yang diizinkan yaitu sebesar 8 kg/mm². Maka aman untuk digunakan.

Perhitungan Bantalan

Jenis bantalan : Ball bearing

Nomor bantalan : 6007

Diameter luar bantalan : 62 mm

Diameter dalam bantalan : 35 mm

Kapasitas nominal dinamis spesifik (C) : 1250 kg

Kapasitas nominal statis spesifik (Co) : 915 kg

Putaran bearing

$$V_c = \frac{3,14 \times 35 \times 7,94}{60.000}$$

$$V_c = 0,014 \text{ m/s}^2$$

Faktor kecepatan

$$F_n = \left(\frac{33,3}{7,94} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$F_n = 1,61$$

Jari-jari bantalan

$$R_b = \frac{35}{2}$$

$$R_b = 17,5 \text{ mm}$$

Menentukan beban radial

$$F_r = W \cdot \cos \theta$$

$$F_r = 372,65 \cdot \cos 0^\circ$$

$$F_r = 372,65 \cdot 1$$

$$F_r = 372,65$$

Menentukan beban ekuivalen dinamis

$$P_r = x \cdot v \cdot F_r + Y \cdot F_a$$

$$P_r = 0,56 \cdot 1 \cdot 372,65 + 1,71 \cdot 0$$

$$P_r = 208,68 \text{ kg}$$

Menentukan faktor umur bantalan

$$f_n = 1,61$$

$$C = 1250 \text{ kg}$$

$$P_r = 208,68 \text{ kg}$$

$$f_h = f_n \frac{C}{P_r}$$

$$f_h = 1,61 \frac{1250}{208,68}$$

$$f_h = 9,64$$

Menentukan umur bantalan

$$L_h = 500 \cdot (F_n)^3$$

$$L_h = 500 \cdot (9,64)^3$$

$$L_h = 447920$$

Jika perhari diambil waktu 8 jam penggunaan perhari untuk mesin, maka nominal umur bantalan :

$$30 \text{ hari} \times 8 \text{ jam} = 240 \text{ jam} / \text{bulan} = 2.880 \text{ jam} / \text{tahun}$$

Maka, umur bantalan adalah:

$$\frac{447920}{2.880} = 155 \text{ bulan} \rightarrow 12 \text{ tahun} 9 \text{ bulan}$$

Perhitungan Baut dan Mur

$$W_0 : 250 \text{ (kg)}$$

$$F_c : 1,2$$

$$W : 1,2 \times 250 = 300 \text{ (kg)}$$

Bahan baut A270 dengan tegangan geser $\sigma_B = 71,38 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$, faktor keamanan $S_f = 7$, $\sigma_a = 6 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$, tegangan geser yang diizinkan $\tau_a = 0,5 \times 6 = 3 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$.

Diameter inti yang diperlukan

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \times 300}{\pi \times 6}} = 7,97 \text{ (mm)}$$

Dipilih ulir metrik kasar, maka nilai didapat:

$$d_1 = 8,376 \text{ mm} > 7,97 \text{ mm, diameter luar } D = 10 \text{ mm, jarak pitch } P = 1,5 \text{ mm}$$

Bahan mur A270 dengan tegangan geser $\sigma_B = 71,38 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$, tegangan geser yang diizinkan $\tau_a = 6 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$, tekanan permukaan yang diizinkan $q_a = 3 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$

Diameter luar ulir dalam $D = 10 \text{ mm}$, diameter efektif ulir dalam $D_2 = 9,026 \text{ mm}$, tinggi kaitan gigi dalam $H_1 = 0,812 \text{ mm}$.

Maka jumlah ulir mur dan tinggi mur yang diperlukan:

$$Z \geq \frac{300}{\pi \times 9,026 \times 0,812 \times 3} = 4,34 \rightarrow 4,5$$

Tinggi mur

$$H \geq 4,5 \times 1,5 = 6,75 \text{ mm} \rightarrow 10 \text{ mm}$$

$H = 10 \text{ (mm)}$ akan dipakai

Jumlah ulir mur yang diperlukan

$$Z = 10/1,5 = 6,6$$

Maka tegangan geser akar ulir baut

$$\tau_b = \frac{300}{\pi \times 8,376 \times 0,84 \times 1,5 \times 6,6} = 1,37 \text{ kg/mm}^2$$

Maka tegangan geser akar ulir mur

$$\tau_n = \frac{300}{\pi \times 10 \times 0,75 \times 1,5 \times 6,6} = 1,28 \text{ kg/mm}^2$$

Harga diatas dapat diterima karena masing-masing lebih rendah dari tegangan geser yang diizinkan yaitu sebesar 3 kg/mm^2 . Jadi, dari hasil perhitungan diatas didapatkan ukuran baut dan mur yang digunakan yaitu : Baut = M10, Mur = M10, dan tinggi mur = 10 mm.

Perhitungan Pengelasan

Menentukan ketebalan las

Ketebalan pengelasan dudukan mesin

$$t_1 = 6 \text{ mm}$$

Ketebalan pengelasan pengaduk

$$t_2 = 5 \text{ mm}$$

Menghitung luas area las

Luas area las pada dudukan mesin (A1)

$$A_1 = t_1 \times l_1$$

$$A_1 = 6 \times 70$$

$$A_1 = 420 \text{ mm}^2$$

Luas area las pada pengaduk (A2)

$$A_2 = t_1 \times l_1$$

$$A_2 = 5 \times 20$$

$$A_2 = 100 \text{ mm}^2$$

Menentukan kekuatan las

Kekuatan elektroda RB-26 size 2,6 mm = $44,89 \text{ kg/mm}^2$

Luas area las dudukan mesin (A₁) = 140 mm²

$$P_1 = ob \cdot A_1$$

$$P_1 = 44,89 \cdot 420$$

$$P_1 = 18853,8 \text{ kg (satuan titik pengelasan)}$$

Dikarenakan terdapat 16 titik pengelasan pada bagian dudukan mesin, maka untuk mengetahui seluruhnya yaitu :

$$P_{all} = P_1 \cdot 16$$

$$P_{all} = 18853,8 \cdot 16$$

$$P_{all} = 301660,8 \text{ kg}$$

Berdasarkan Analisa perhitungan diatas, beban yang dapat ditahan oleh hasil pengelasan pada bagian dudukan mesin (16 titik las) adalah sebesar 301660,8 kg.

Kekuatan elektroda stainless NSN 308 size 2,0 mm = $36,46 \text{ kg/mm}^2$

Luas area las dudukan mesin (A₂) = 100 mm²

$$P_1 = ob \cdot A_2$$

$$P_1 = 36,46 \cdot 100$$

$$P_1 = 3,646 \text{ kg (satuan titik pengelasan)}$$

Dikarenakan terdapat 15 titik pengelasan pada bagian pengaduk, maka untuk mengetahui seluruhnya yaitu :

$$P_{all} = P_2 \cdot 15$$

$$P_{all} = 3,646 \cdot 15$$

$$P_{all} = 54,69 \text{ kg}$$

Berdasarkan Analisa perhitungan diatas, beban yang dapat ditahan oleh hasil pengelasan pada bagian pengaduk (15 titik las) adalah sebesar 54,69 kg.

Pengujian Mesin Pengering Rumput

Proses pengujian menggunakan berat awal 10kg dengan suhu yang sudah diatur sebesar 50°C, dari proses pengujian didapatkan data pada tabel dibawah ini, sehingga dapat diketahui waktu pengeringan rumput yang sempurna.



Gambar 4. Rumput gajah basah yang sudah di cacah

Hasil Pengujian Pengeringan Rumput Gajah

Berat (Kg)	Temperatur pengaduk (°C)	Waktu (jam)	Tampilan Rumput Gajah yang dikeringkan
7,14	50	1	 <p>Keterangan : Rumput gajah mulai mengalami perubahan warna dan penurunan kadar air, tetapi belum kering dengan sempurna.</p>
4,47	50	2	 <p>Keterangan : Rumput gajah mengalami perubahan warna dan penurunan kadar air, tetapi belum kering dengan sempurna, dan ada bagian yang mulai terpisah menjadi serat.</p>

2,60	50	2	 <p>Keterangan : Rumput gajah mengalami perubahan warna menjadi lebih gelap dan pucat, serta penurunan kadar air, dan rumput gajah kering dengan sempurna.</p>
1,67	50	4	 <p>Keterangan : Rumput gajah mulai mengalami perubahan warna menjadi lebih gelap dan penurunan kadar air yang berlebih, banyak bagian yang mudah hancur, rumput gajah kering berlebihan.</p>

Kesimpulan : Jadi, dari hasil pengujian di atas maka dapat disimpulkan bahwa pengeringan rumput dengan suhu 50°C dan waktu pengeringan 3 jam menghasilkan rumput kering yang sempurna.

Kapasitas Produksi

Dari hasil pengujian di atas maka dapat dihitung kapasitas produksi mesin pengering rumput sebagai berikut :

Diketahui :

- Berat rumput basah : 10 kg
- Berat rumput kering : 2,6 kg
- Waktu pengeringan : 3 jam

$$Kapasitas\ produksi = \frac{\text{berat rumput basah} - \text{berat rumput kering}}{\text{waktu pengeringan}}$$

$$Kapasitas\ produksi = \frac{10\ kg - 2,6\ kg}{3\ jam}$$

$$Kapasitas\ produksi = 2,46\ kg/jam$$

Jadi, dari hasil pengujian yang dilakukan maka di dapatkan untuk kapasitas produksi mesin pengering rumput ini adalah 2,46 kg/jam.

KESIMPULAN

- A. Perpindahan panas secara konveksi
 1. Perpindahan panas pada pipa besi ukuran 3 inch
 - 45,93 joule/second
 2. Perpindahan panas pada pipa besi ukuran 5 inch
 - 69,14 joule/second
- B. Mesin Blower
 1. Sabuk
 - Bahan : Karet
 - Tipe : A
 - Nomor : 39
 2. Pulley
 - Bahan : Baja cor
 - Diameter pulley penggerak : 76,2 mm
 - Diameter pulley digerakkan : 114,2 mm
- C. Mesin Pengaduk
 1. Motor listrik dengan daya : 3 HP
 2. Kopling
 - Bahan : FC30
 - Diameter luar kopling : 125 mm
 3. Rantai Sprocket
 - Roda gigi kecil (Z1) : 14
 - Roda gigi besar (Z2) : 42
 - Nomor rantai : 50
 4. Poros
 - Bahan : S 30C
 - Panjang poros : 1200 mm
 - Diameter poros : 35 mm
 5. Pasak
 - Bahan : ST37
 - Ukuran pasak : 10 mm x 8 mm
 6. Bantalan
 - Tipe bantalan : Ball Bearing
 - Umur bantalan : 12 tahun 9 bulan
 7. Baut dan mur
 - Bahan : A270
 - Jenis ulir : Metrik
 - Ukuran baut dan mur : M10
 8. Pengelasan
 - Bahan elektroda : RB 26

Pengelasan pada dudukan mesin :

- Tebal las : 6 mm
- Panjang las : 70 mm
- Kekuatan las : 301660,8 kg

Pengelasan pada pengaduk :

- Tebal las : 5 mm
- Panjang las : 20 mm
- Kekuatan las : 54,69 kg

D. Kapasitas produksi mesin pengering rumput

Mesin pengering rumput ini memiliki kapasitas produksi sebanyak 2,46 kg/jam.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik. (2022). *Peternakan Dalam Angka Tahun 2022* (P. dan K. Direktorat Statistik Peternakan, Ed.). Badan Pusat Statistik.
- [2] Cahyono, B., Huda, M. D. K., & Limantara, L. (2011). *Pengaruh Proses Pengeringan Rimpang Temulawak (Curcuma Xanthorrhiza Roxb) Terhadap Kandungan Dan Komposisi Kurkuminoid* (Vol. 13, Issue 3).
- [3] Herlinae. (2003). *Evaluasi nilai nutrisi dan protein hijauan asli lahan gambut pedalaman di Kalimantan Tengah sebagai pakan ternak* [Tesis]. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- [4] Huriawati, F., Yuhanna, L., & Mayasari, T. (2016). *PENGARUH METODE PENGERINGAN TERHADAP KUALITAS SERBUK SERESAH Enhalus Acoroides DARI PANTAI TAWANG PACITAN*. 2(1), 35–43.
- [5] J. P. HOLMAN. (1994). *Perpindahan Kalor* (M. Hariandja, Ed.). Erlangga.
- [6] Khurmi, R. S., & Gupta, J. K. (2005). *Machine Design*. In Engg. Services. EURASIA PUBLISHING HOUSE.

- [7] Klein, S. A., & Alvarado, F. L. (2010). Property Tables And Charts (Si Units).
- [8] Lumbantoruan, J. H., Pd, S., & Pd, M. (n.d.). Bangun Datar Dan Bangun Ruang Penerbit Cv.Eureka Media Aksara.
- [9] Maciejczyk, A., & Zdziennicki, Z. (n.d.). DESIGN BASIC OF INDUSTRIAL GEAR BOXES Calculation and Design Case Example.
- [10] Patmawati, S., Rohayeti, Y., & Setiawan, D. (2023). Pertumbuhan Dan Hasil Rumput Gajah Odot (Pennisetum Purpureum Cv. Mott) Dengan Pemberian Pupuk Kotoran Puyuh Sebagai Hijauan Pakan Ternak. Title of Journal, 2(2), page number. <https://doi.org/10.26418/jpb.v1i1>.
- [11] Pinem, M. D. (2004). Rancang Bangun Alat Pengereng Ikan Teri Rancang Bangun Alat Pengereng Ikan Teri Kapasitas 12 Kg/Jam. In Jurnal Teknik Jurnal Teknik Simetrika Simetrika (Vol. 3, Issue 3).
- [12] Prasetyono, B. W. H. E. (2021). Suplemen Pakan Untuk Meningkatkan Produktivitas Ternak Ruminansia Sebagai Penyedia Daging Buku Teks. Undip Press Semarang.
- [13] Sanapiah, F. (2005). Format-Format Penelitian Sosial. PT. Raja Grafindo Persada.
- [14] Sirait, J. (2018). Dwarf Elephant Grass (Pennisetum purpureum cv. Mott) as Forage for Ruminant. Indonesian Bulletin of Animal and Veterinary Sciences, 27(4), 167. <https://doi.org/10.14334/wartazoa.v27i4.1569>
- [15] Sularso, & Suga, K. (1994). Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin. PT. Pradnya Pramita.
- [16] Suningsih, N., Noprida, H., & Feriyanto, F. (2019). Smart Farming yang Berwawasan Lingkungan untuk. Unsri Press.
- [17] Susetyo, S. (1980). Padang Pengembalaan. Departemen Ilmu Makanan Ternak Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor.
- [18] Suyitman. (2014). Produktivitas Rumput Raja (Pennisetum purpureoides) pada Pemetongan Pertama Menggunakan Beberapa Sistem Pertanian Productivity of King Grass (Pennisetum purpureoides) at the First Harvest Using Three Farming Systems. Jurnal Peternakan Indonesia, Juni, 16(2).
- [19] Tato Mangaendo, M. (2008). Modul Mekanika Fluida. Politeknik Negeri Samarinda.
- [20] Wibowo, A. F., Hidayat, I., & Rochiem, R. (2019). Analisa Faktor Intensitas Tegangan dan Usia Siklus pada Simulasi Perambatan Retak Komponen Poros Menggunakan Metode Smart Crack Growth. Jurnal Teknik ITS, 8(2).
- [21] Winterton, R. H. S. (1998). Technical Notes. 41, 80–88.
- [22] Gede, I. N., Monintja, N. C. V., & Luntungan, H. (2021). Perencanaan Alat Pengereng Padi Kapasitas 1000 Kg/Jam Dengan Menggunakan Pemanas Sekam PadI. 7, 35–42.