

**PERHITUNGAN KONSTRUKSI MESIN DAN KAPASITAS PRODUKSI PADA
PENYANGRAI LADA HITAM DENGAN KAPASITAS 10 KG/PROSES**
*Calculation Of Machine Construction And Production Capacity In A Black Pepper Roaster With A
Capacity Of 10 Kg/Process*

Agus Hariyanto^{1*}, Suparno², Hasan Basri³, Alfian Aksa Prayogi⁴

^{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: ¹hariyantoagus95@yahoo.co.id, ²suparno@polnes.ac.id, ³hasanbsr@yahoo.com,
⁴alfian.48@gmail.com

Info Artikel

Riwayat Artikel:
Diterima: 09/11/2024
Diterima dalam bentuk revisi: :
10/11/2024
Diteima/publis: : 15/11/2024

Kata Kunci

Lada Hitam, Sangrai, Mesin
Penyangrai, Perancangan

Abstrak

Kendala yang dihadapi pada penyangraian lada hitam adalah waktu dan energi yang dibutuhkan masih terlalu besar sehingga penyangraian lada hitam tidak efisien. Telah dilakukan perancangan dan pembuatan mesin penyangrai lada hitam dengan tujuan guna membantu produsen lada hitam ketika melakukan proses penyangraian lada hitam agar lebih hemat energi dan waktu. Langkah-langkah dalam perancangan dan pembuatan alat dan diawali dengan studi literatur, perancangan dan perhitungan, proses pembuatan alat dan diakhiri dengan pengujian alat. Desain gambar teknik dibuat dengan modeling pada software fusion360. Berdasarkan hasil perancangan dan pembuatan yang diuraikan sehingga didapat data sebagai berikut : a. Motor AC – Daya : 1,25 HP – Torsi : 4,3 Nm – Kecepatan : 12,43 rpm – b. Sabuk – Tipe Sabuk : A – 33 - kecepatan putaran sabuk 5,58 m/s – c. Pulley – Diameter Pulley: 76,2 mm – Gaya Keliling Pulley: 182,4 N : d. poros – bahan poros S 30C – Diameter poros : 25,4 mm – Momen puntir poros : 713,6 kg/mm - e. Bantalan – Jenis Bantalan : Ball Bearing – Putaran bearing 0,016 mm/s² – Umur Bantalan: 33709571 jam – f. Rantai - Jenis Rantai: 428 H.

Abstract

The obstacle faced in roasting black pepper is that the time and energy required are still too large so that roasting black pepper is inefficient. The design and manufacture of black pepper roasting machines has been carried out with the aim of helping black pepper producers when carrying out the black pepper roasting process to be more energy and time-saving. The steps in designing and manufacturing tools begin with literature study, design and calculation, tool manufacturing process and end with tool testing. The design of the engineering drawings is made by modeling in fusion360 software. Based on the results of the design and manufacture described so that the following data was obtained: a. AC Motor – Power : 1.25 HP – Torque : 4.3 Nm – Speed : 12.43 rpm – b. Belt – Belt Type : A – 33 – Belt rotation speed 5.58 m/s – c. Pulley – Pulley Diameter: 76.2 mm – Pulley Circumferential Force: 182.4 N : d. shaft – shaft material S 30C – Shaft diameter : 25.4 mm – Shaft torsion moment : 713.6 kg/mm - e. Bearing – Bearing Type : Ball Bearing – Bearing rotation 0.016 mm/s² – Bearing life: 33709571 hours – f. Chain - Chain type: 428 H.

PENDAHULUAN

Salah satu pengolahan pasca panen lada adalah proses pengeringan. Pengeringan dilakukan setelah proses perendaman biji lada. Pengeringan biji lada yang dilakukan dengan sinar matahari membutuhkan waktu 3-10 hari, sehingga kadar air pada biji lada setelah proses pengeringan dengan matahari masih cukup tinggi, sekitar 15-18%. Kadar air yang tinggi sangat rentan terhadap pertumbuhan jamur karena dapat menurunkan dan merusak mutu lada. Kandungan air dan aktivitas air mempengaruhi perkembangan reaksi pembusukan secara kimia dan biologi dalam makanan. Pembusukan biologi dalam makanan diantaranya ditandai oleh tumbuhnya jamur. Pada rempah, jamur yang tumbuh berupa kupang dan khamir. Pertumbuhan kapang dan khamir dapat menjadi salah satu indikator kerusakan dalam penyimpanan lada.(Heinrich, 2003).

Pertumbuhan mikro organisme yang tinggi dapat dikurangi dengan pegeringan. Pengeringan dengan menggunakan oven termasuk pengeringan buatan. Menurut Sudarmaji (2003) pengeringan adalah proses pengurangan kandungan air suatu bahan hingga mencapai jumlah tertentu pengeringan dengan menggunakan sangrai pada suhu 65 derajat dapat mempertahankan kadar piper lada, tetapi angka kapang dan khamir pada lada masih tinggi dan melebihi standar yang ditetapkan oleh Badan Pengawasan Obat dan MakananPermasalahan 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.

Pada umumnya lada hitam yang ada dalam perdagangan masih dalam bentuk hasil pengeringan melalui tahap penjemuran di bawah sinar matahari, kemudian proses selanjutnya ialah penyangraian, sesuai apa yang pernahdilihat dan ketahui di lingkungan sekitar tempat tinggal terdapat

sebuah toko sembako yang menjual lada hitam di Kecamatan Palaran Kota Samarinda yangmasih menggunakan metode manual untuk proses penyangraian lada hitam, dengan metode manual dalam 1 kali proses dengan kapasitas 1 kg dibutuhkan waktu 50 menit proses penyangraian yang dilakukan pada lada hitam tersebut disangrai secara langsung dengan menggunakan pasir hitam yang dijadikan satu di sebuah wajan yang langsung diletakkan di atas kompor. Tujuan penggunaan pasir yang langsung dicampurkan pada lada hitam tersebut untuk mencegah dan mengurangi tingkat kegosongan saat penyangraian. kemudian permasalahan yang terjadi ternyata lada hitam yang di sangrai secara langsung itu tetap mengalami kegosongan dan saat proes penirisan pasir yang digunakan saat penyangraian tersebut masih ada yang menjadi satu dengan lada hitam meskipun sudah dilakukan penyaringan.

TINJAUAN PUSTAKA

Lada (*Piper nigrum* L.) termasuk tanaman dari family Piperaceae. Famili tersebut terdiri dari 10-12 genus dan 1.400 spesies yang bentuknya beragam seperti herba, semak, tanaman menjalar, hingga pohon-pohonan. Lada dari genus *Piper* merupakan spesies tanaman yang berasal dari Ghats, Malabar India (Rismunandar, 2007). 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).

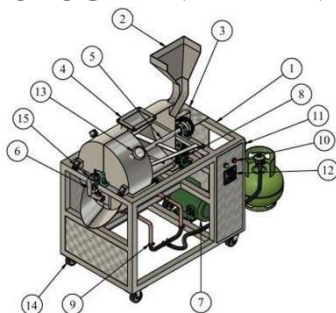
Tanaman lada dikenal sebagai tanaman tahunan yang memanjat. Batangnya berbuku dengan tinggi mencapai 10 meter, namun dalam budidayanya dibatasi hingga ketinggian 3-4 meter dan

melekat pada tiang panjat (tajar) agar memudahkan dalam pemeliharaan. Tanaman lada terdiri atas batang, akar, daun, cabang, dahan, bunga dan buah (Rismunandar, 2007).

Batang lada tumbuh merambat pada tiang panjat dan kadang-kadang menjalar di atas permukaan tanah. Tiap tanaman lada hanya tumbuh satu batang, apabila batang dipotong saat berumur satu tahun, akan tumbuh tunas-tunas dengan jumlah 2-5 cabang baru. Panjang tiap ruas tanaman lada tidak selalu sama yaitu sekitar 4- 7 cm, dengan diameter batang antara 6-25 mm. Tanaman lada termasuk tanaman kelompok dikotil yang memiliki akar tunggang. Akar utama terletak pada dasar batang dengan panjang 3-4 m, sedangkan akar-akar dari buku di atas permukaan tanah panjangnya hanya 3-5 cm yang berfungsi untuk menempel pada tiang panjat dan juga penyerap unsur hara yang sering disebut akar panjat atau akar lekat.

Menurut Nurhakim (2014) bunga lada masuk kategori hermafrodit, tiap tanaman terdapat satu bunga jantan dan bunga betina. Kedua bagian bunga saling berdekatan dalam satu malai bunga. Letak bunga lada disebut bunga duduk karena tidak terlihat secara tegas tangkainya. Tiap tangkai bunga terdapat sekitar 30-50 bakal bunga. Susunan bunga lada terdiri dari tajuk, mahkota, benang sari dan putik dalam satu kesatuan. Terjadinya penyerbukan ditandai dengan adanya perubahan warna putik menjadi kecoklatan. Selanjutnya putik akan membesar, membentuk kulit luar, kulit dalam, daging atau biji dan berbentuk bakal buah.

METODOLOGI PENELITIAN

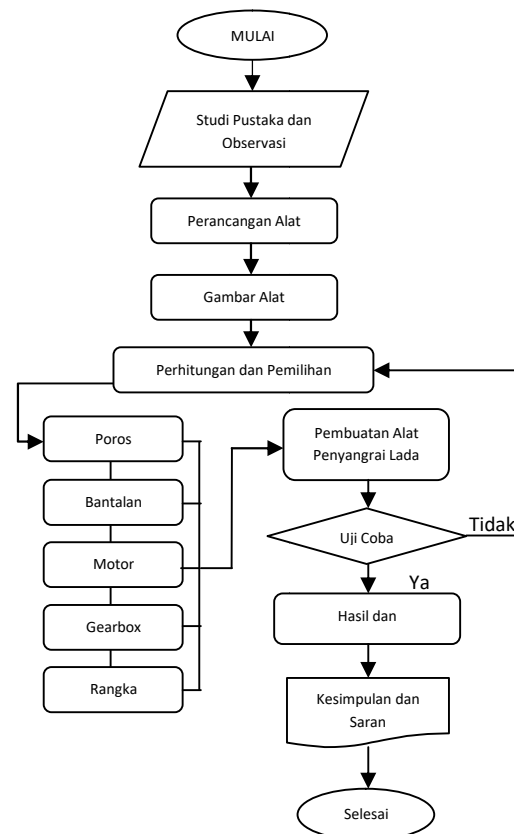


Gambar 1. Mesin Penyangrai Lada

Metode pengumpulan data ada dua macam, yaitu metodologi penelitian kuantitatif dan metode penelitian kualitatif. Metodologi perancangan diperlukan dalam pembuatan desain layout ini karena dapat menjadi acuan untuk menyempurnakan desain dengan menyiapkan studi – studi kasus yang relevan dan berhubungan dengan desain yang diperlukan.

Lokasi & Waktu Penelitian

Proses perancangan dan pembuatan Mesin Penyangrai Lada Bengkel rumah jalan gaya baru RT 09 Kelurahan Rawa Makmur Kecamatan Palaran. Waktu pelaksanaan yang dimanfaatkan penulis adalah terhitung mulai bulan April 2024 sampai akhir Juni 2024.



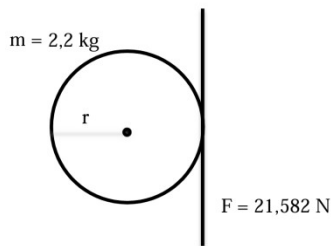
Gambar 2. Diagram Alir Rancang Bangun Mesin Penyangrai Lada

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Elemen Mesin Perhitungan Daya Motor Penggerak

Gaya yang bekerja pada motor listrik untuk memutar sprocket, dimana

nilai : $F = 2,2 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}$
 $F = 21,582 \text{ N}$



Massa yang dibutuhkan untuk mengaduk rumput yang berada dalam ruang pengaduk adalah 2,2 kilogram, yang diukur dengan pegas.

Daya Motor

$$P = \frac{P_d}{F_c}$$

$$P = \frac{0.006 \text{ kW}}{1,1}$$

$P=0.0054 \text{ kW}$

Berdasarkan dari hasil perhitungan diatas, diperoleh daya penggerak sebesar 0,018 kW. Untuk 1 HP = 0,746 kW, sehingga daya yang dibutuhkan sebesar:

$$\frac{0,0054 \text{ kW}}{0,746 \text{ kW}} = 0,007 \text{ kW} = 0,01 \text{ HP} \rightarrow 1/4 \text{ HP}$$

Karena daya mesin penggerak (P) adalah 1/4 HP, daya motor listrik yang digunakan adalah 1,25 HP = 0,932 kW, dan daya yang dibutuhkan saat proses kerja atau terbebani adalah 0,0072 kW = 0,01 HP, daya motor listrik yang digunakan lebih besar dari daya yang dibutuhkan, sehingga aman untuk digunakan.

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 n3 yaitu 23,3 rpm.

- Kecepatan pada motor = 1400 rpm penggerak n1
- Kecepatan Input gearbox n2 = 1400 rpm
- Kecepatan Output Gearbox = 23,3 rpm

- n3
- Diameter Pulley pada Motor = 76,2 mm penggerak dP1
- Diameter Pulley pada input gearbox dP2 = 76,2 mm
- Jumlah gigi pada output gearbox z3 = 12
- Jumlah Gigi pada poros pengaduk z4 = 23

Maka, besarnya putaran poros pengaduk yang dibutuhkan adalah :

$$\frac{n4}{n3} = \frac{z3}{z4}$$

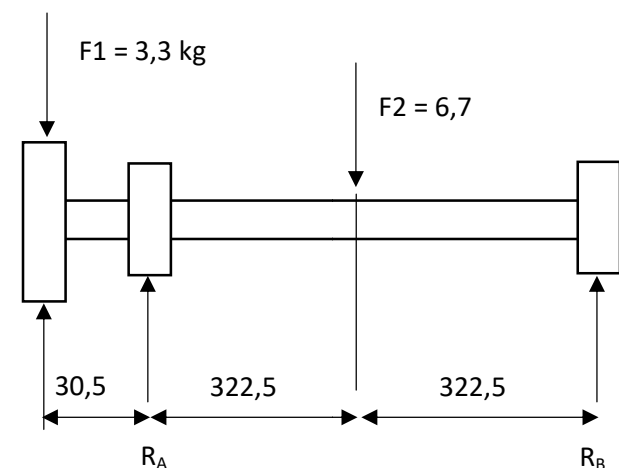
$$\frac{n4}{23,83} = \frac{12}{23} \rightarrow n4 = \frac{12 \times 23.83}{23}$$

$n4 = 12,43 \text{ rpm}$

Perhitungan Poros

- 1,25 HP (1 HP = 0,746 kW)
- P = 1,25 x 0,746
- P = 0,9325 kW
- Fc = 1,1
- Pd = 1,1 x 0.9325 kW
- Pd = 1,02575 kW

Berdasarkan data diatas, maka Beban yang bekerja pada poros



Jarak bearing di poros pengaduk = $64,5 \text{ cm} / 2 = 32,25 \text{ cm} \rightarrow 322,5 \text{ mm}$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$-3,3 \times 30,5 + 6,7 \times 322,5 - R_B \times 645 = 0$$

$$R_B - 1200 = 6,7 \times 322,5 - 3,3 \times 30,5$$

$$R_B = \frac{6,7 \times 322,5 - 3,3 \times 30,5}{645}$$

$$R_B = 3,19 \text{ kg/mm}$$

$$\Sigma f_y = 0$$

$$F_1 + F_2 = R_A + R_B$$

$$3,3 + 6,7 = R_A + R_B$$

$$R_A = 3,3 + 6,7 - 3,19$$

$$R_A = 6,81 \text{ kg/mm}$$

$$M_A = 3,3 \times 30,5$$

$$M_A = 100,65$$

$$MF_2 = R_B \times 322,5$$

$$MF_2 = 3,19 \times 322,5$$

$$MF_2 = 1028,7$$

Diameter Poros

$$d_s = \left[\frac{5,1}{4} \times Kt \times Cb \times T \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$d_s = \left[\frac{5,1}{4} \times 2,0 \times 1,5 \times 713,6 \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$d_s = 13,9 \text{ mm} \rightarrow 20 \text{ mm}$$

Jadi, diameter poros yang digunakan adalah diameter 20 mm, bahan poros S30C.

Perhitungan Pulley dan Sabuk

Motor penggerak (n_1) : 1400 rpm,
1,25 HP

Daya motor	(P)	: 0,9325 kW
Diameter pulley penggerak	(Dp)	: 3 inch = 76,2 mm
Diameter pulley yang digerakkan	(dp)	: 3 inch = 76,2 mm
Jarak sumbu poros	(C)	: 300 mm
Pemilihan penampang V-belt standar		: Tipe A
Faktor koreksi	(F_c)	: 1,1

Momen Puntir Pulley

$$1 \frac{1}{4} \text{ HP (1HP = 0,746kW)}$$

$$P = 1,25 \times 0,746 \text{ kW} = 0,9325 \text{ kW}$$

$$Pd = Fc \cdot P$$

$$Pd = 1,1 \cdot 0,9325 \text{ kW}$$

$$Pd = 1,02 \text{ kW}$$

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

$$T_1 = 9,74 \cdot 10^5 \cdot \frac{1,02 \text{ kW}}{1400 \text{ rpm}}$$

$$T_1 = 709,62 \text{ kg.mm}$$

Gaya Keliling Pulley

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

$$F_1 = \frac{709,62 \text{ kg.mm}}{38,1}$$

$$F_1 = 18,6 \text{ kg} = 182,4 \text{ N}$$

Perhitungan sabuk

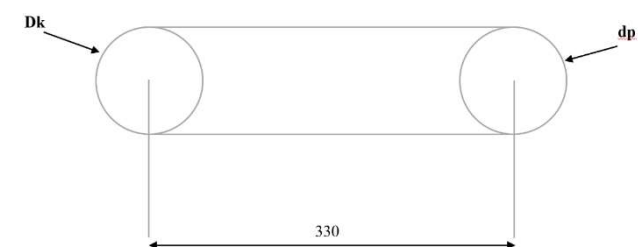
Panjang Keliling Sabuk

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

$$L = 2 \cdot 300 + \frac{3,14}{2}(76,2 + 76,2) + \frac{1}{4 \cdot 300}(76,2 - 76,2)^2$$

$$L = 839,2 \text{ mm}$$

Jarak Sumbu Poros



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

$$b = 2 \cdot 839,2 - 3,14(76,2 + 76,2)$$

$$b = 1200 \text{ mm}$$

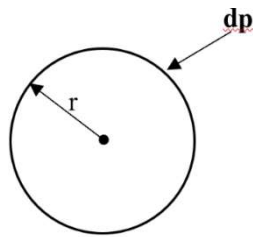
Maka nilai b adalah 1200 mm

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

$$C = \frac{1200 + \sqrt{1200^2 - 8(76,2 - 76,2)^2}}{8}$$

$$C = 300 \text{ mm}$$

Sudut Kontak Sabuk



$$\theta = 180^\circ - \frac{D_p - d_p}{c}$$

$$\theta = 180^\circ - \frac{57 \cdot (76,2 - 76,2)}{300}$$

$$\theta = 180^\circ, K\theta = 1,00 \text{ (Baik)}$$

Jumlah Sabuk

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

$$N = \frac{1,02}{1,06 \cdot 1}$$

$$N = 0,96$$

Maka sabuk yang digunakan adalah : Tipe A, No. 33, satu buah sabuk.

Perhitungan Rantai Sproket

Jumlah gigi pada gearbox : 12 (z2)
Jumlah gigi pada poros : 23 pengaduk (z3)
Putaran pada motor : 1400 rpm listrik (n1)
Putaran pada output : 23,3 rpm gearbox reducer (n3)
Putaran pada poros : 12,43 rpm pengaduk (n4)
Pitch rantai (p) : 10,287 mm

Beban Rantai

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

$$F = \frac{102 \cdot 1,02}{5,58}$$

$$F = 18,64 \text{ kg}$$

Diameter Jarak Sprocket Kecil Dan Besar

$$d_p = 10,287 / \sin \frac{180^\circ}{12} = 39,7 \text{ mm}$$

$$D_p = 10,287 / \sin \frac{180^\circ}{23} = 75,5 \text{ mm}$$

$$d_k = \left[0,6 + \cot \left(\frac{180^\circ}{12} \right) \right] \times 10,287 = 44,56 \text{ mm}$$

$$D_k = \left[0,6 + \cot \left(\frac{180^\circ}{23} \right) \right] \times 10,287 = 81 \text{ mm}$$

$$d_{Bmax} = 10,287 \left[\cot \left(\frac{180^\circ}{12} \right) - 1 \right] 0,76 = 21,35 \text{ mm}$$

$$D_{Bmax} = 10,287 \left[\cot \left(\frac{180^\circ}{23} \right) - 1 \right] 0,76 = 49,06 \text{ mm}$$

Kecepatan Linier Rantai

$$V_1 = \frac{p \cdot z3 \cdot n2}{60 \cdot 1000}$$

$$V_1 = \frac{10,287 \cdot 23 \cdot 23,3}{60 \cdot 1000}$$

$$V_1 = 0,091 \text{ m/s}$$

Kecepatan putaran pada poros pengaduk 0,091 m/s

Perhitungan Bantalan

Jenis Bantalan	: Ball Bearing
Nomor Bantalan	: 205
Diameter Luar Bantalan (od)	: 38 mm
Diameter Dalam Bantalan (id)	: 25 mm
Kapasitas Nominal Dinamis Spesifik (C)	: 1100 kg
Kapasitas Nominal Statis Spesifik (Co)	: 730 kg

Putaran Bearing (Vc)

$$V_c = \frac{\pi \times id \times n4}{60 \cdot 1000}$$

$$V_c = \frac{3,14 \times 25 \times 12,43}{60 \cdot 1000}$$

$$V_c = 0,016 \text{ m/s}^2$$

Jadi, nilai putaran bearing adalah 0,016 m/s²

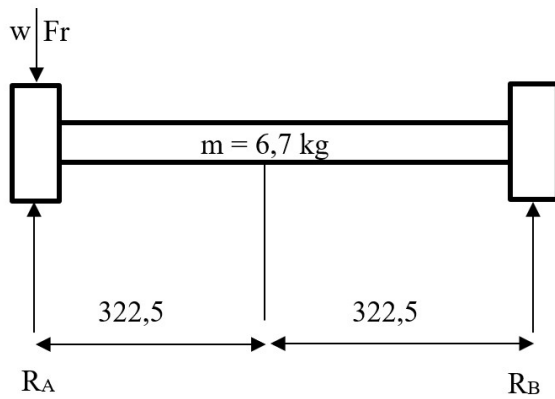
Faktor Kecepatan (Fn)

$$F_n = \left(\frac{33,3}{12,43} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$F_n = 1,38$$

Jadi, nilai faktor kecepatan (fn) adalah 1,38

Beban Radial



$$w = m \times g$$

$$w = 6,7 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$w = 66,708 \text{ N}$$

Jadi,

$$F_r = w \cos(\theta)$$

$$F_r = 66,708 \text{ N} \times \cos(0^\circ)$$

$$F_r = 66,708 \text{ N} \times 1$$

$$F_r = 66,708 \text{ N}$$



Pengujian Mesin Penyangrai Lada Hitam


Proses pengujian menggunakan berat awal 1000 gram dengan suhu yang sudah diatur sebesar 100°C , dari proses pengujian didapat data pada tabel dibawah ini, sehingga dapat diketahui waktu penyangraian lada hitam yang sempurna.



Gambar 1. Lada Hitam Sebelum Proses Penyangraian

Tabel 1. Hasil Pengujian Penyangrai Lada Hitam

Berat (gram)	Waktu (Menit)	Tampilan Lada Hitam
936	20	 <p>Keterangan : Lada hitam mulai mengalami perubahan warna dan penurunan kandungan air, tetapi lada hitam belum tersangrai dengan sempurna</p>
872	35	 <p>Keterangan : Lada hitam mengalami perubahan warna menjadi lebih gelap dan penurunan kandungan air, dan lada hitam tersangrai dengan sempurna</p>

779	50	
<p>Keterangan :</p> <p>Lada hitam mengalami perubahan warna menjadi gelap sekali dan penurunan kandungan air yang berlebih , dan lada hitam tersangerai dengan berlebihan</p>		

Dari tabel dapat dilihat perubahan warna dan kandungan air pada lada hitam, waktu yang tepat pada proses penyangraian lada hitam dengan suhu drum sebesar 100°C adalah selama 35 menit

KESIMPULAN

A. Motor Penggerak

1. Daya : 1,25 HP
2. Putaran 1 (N_1) : 1400 Rpm
3. Putaran 2 (N_2) : 1400 Rpm
4. Putaran 3 (N_3) : 23,3 Rpm
5. Putaran 4 (N_4) : 12,43 Rpm

B. Sabuk

1. Bahan : Karet
2. Tipe : A
3. Nomor : 33

C. Pulley

1. Bahan : Baja cor
2. Diameter Pulley penggerak : 76.2 mm
3. Diameter Pulley digerakkan : 76.2 mm

D. Poros

1. Bahan : S 30C
2. Panjang Poros : 676 mm
3. Diameter Poros : 25.4 mm

E. Bantalan

1. Tipe Bantalan ; Ball Bearing

F. Waktu yang tepat pada proses penyangraian lada hitam sebesar 1000 gram dengan suhu drum sebesar 100°C adalah selama 35 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Heinrich. 2003. (UCLA Louise M. Darling Biomedical Library, 2002
- [2] Holman, J.P. 2006. Perpindahan Panas. Penerbit Erlangga. Jakarta
- [3] Kreith, F. 2005. Principles Heat Transfer. Harper & Row Publisher
- [4] Rismunandar. 2007. Lada Budidaya dan Tata Niaga. Penebar Swadaya. Jakarta. hlm. 2-88.
- [5] Sularso,(1997). Dasar – dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin,Pradya Pramita, Jakarta.
- [6] Tritsorpomo.2004. BAB II TINJAUAN PUSTAKA 1.1. LADA HITAM (PipernigrumL...<http://digilib.unila.ac.id/9947/15/BAB%20II>).