

Inovasi Mesin Roasting Kopi Berkapasitas 2 Kg/Jam dengan Pemanas Kompor Portable

Muhammad Fajar Alfadilla¹, Ferly Isnomo Abdi^{2*}, Arya Mahendra Sakti³,
Diah Wulandari⁴, Ryan Rachmattan⁵

^{1,2,3,4}Teknik Mesin, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia 60231

⁵Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jember, Indonesia 68121

E-mail: *ferlyabdi@unesa.ac.id

Abstrak: Biji kopi robusta adalah jenis biji kopi yang paling banyak di panen di Indonesia, tetapi pengolahan biji kopi di Indonesia masih sedikit. Beberapa UMKM di berbagai daerah masih menggunakan cara tradisional untuk menyangrai biji kopi. Menyangrai biji kopi dengan cara manual membuat kematangan biji kopi tidak merata. Penelitian ini bertujuan untuk membuat mesin *roasting* kopi berkapasitas 2 Kg/jam dengan menggunakan pemanas kompor *portable*. Metode yang digunakan yaitu dengan cara mengumpulkan data lalu menghitung perencanaan dan mendesain alat. Kemudian dilanjutkan dengan proses uji fungsi alat dalam mencapai kapasitas 2 Kg/jam. Uji fungsi dilakukan dengan menyangrai biji kopi sebanyak 500 gram dan dilakukan sebanyak 4 kali di setiap suhu yang ditentukan. Kesimpulan dari penelitian ini yaitu mesin *roasting* kopi memiliki panjang 41,5 cm, lebar 27 cm, dan tinggi 50 cm. drum yang digunakan memiliki volume 3281,7 cm³ yang digerakkan dengan motor KTYZ 14 W 60 rpm menggunakan transmisi *timing pulley* berdiameter 25 mm dan *timing belt* dengan panjang 360 mm. Mesin *roasting* kopi dapat menyangrai biji kopi sebanyak 2 Kg/jam pada suhu 185°C, 190°C, dan 195°C melalui 4 *batch* penyangraian.

Kata kunci: Kopi robusta, Kompor *portable*, Mesin *roasting* kopi.

Abstract: Robusta coffee beans are the most widely harvested type of coffee beans in Indonesia, but there is still little processing of coffee beans in Indonesia. Some MSMEs in various regions still use traditional methods to roast coffee beans. Roasting coffee beans manually makes the maturity of coffee beans uneven. This research aims to make a coffee roasting machine with a capacity of 2 Kg / hour using a portable stove heater. The method used is by collecting data and then calculating planning and designing tools. Then proceed with the process of testing the function of the tool in achieving a capacity of 2 Kg / hour. The function test is carried out by roasting 500 grams of coffee beans and is carried out 4 times at each specified temperature. The conclusion of this research is that the coffee roasting machine has a length of 41.5 cm, a width of 27 cm, and a height of 50 cm. The drum used has a volume of 3281.7 cm³ which is driven by a 14 W 60 rpm KTYZ motor using a 25 mm diameter timing pulley transmission and a 360 mm long timing belt. The coffee roasting machine can roast 2 kg/hour of coffee beans at 185°C, 190°C, and 195°C through 4 batches of roasting.

Keywords: Coffee roasting machine, portable stove, robusta coffee.

© 2024, JRM (Jurnal Rekayasa Mesin) dipublikasikan oleh ejournal Teknik Mesin Fakultas Vokasi UNESA.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi telah menjadi salah satu aspek terpenting dari transformasi masyarakat modern. Indonesia telah mengalami pertumbuhan perkembangan teknologi yang pesat dalam beberapa dekade terakhir. Dampak dari perkembangan teknologi yaitu memberikan kemudahan, efisiensi, serta peningkatan produktivitas (Ngafifi, 2014). Perkembangan teknologi memiliki peran penting dalam meningkatkan kualitas hasil panen dan pengolahan biji kopi.

Hasil panen biji kopi yang paling banyak dipanen di Indonesia yaitu biji kopi robusta. Produksi biji kopi robusta di Indonesia dari tahun 2001-2022 rata-rata 526,52 ribu ton atau 79,47% dari rata-rata produksi kopi sebesar 574,97 ribu ton (Kementerian Pertanian,

2022). Banyaknya produksi biji kopi robusta di Indonesia memberikan dampak terhadap perekonomian negara. Kopi adalah salah satu komoditas utama di Indonesia. Selain itu, biji kopi dapat diolah melalui berbagai proses hingga menjadi minuman kopi.

Minuman kopi adalah minuman yang berasal dari proses pengolahan biji kopi. Minuman kopi bukan lagi menjadi kebutuhan untuk menghilangkan rasa kantuk, kini sudah menjadi gaya hidup. Minuman kopi sangat disukai oleh sebagian besar masyarakat Indonesia. Banyak penikmat kopi dikalangan remaja maupun orang dewasa (Hasbi & Muis, 2020). Banyaknya penikmat minuman kopi dan semakin meningkatnya produksi kopi di Indonesia memberikan peluang besar bagi para pengusaha kopi.

Biji kopi tidak bisa langsung diolah menjadi minuman kopi, biji kopi harus diolah terlebih dahulu menjadi bubuk kopi agar bisa diolah menjadi minuman kopi. Teknik untuk mengelolah biji kopi menjadi bubuk kopi yaitu proses pengeringan, penyangraian, pendinginan, dan penggilingan (Hamni, 2014). Kopi bubuk merupakan hasil penggilingan dari biji kopi yang sudah dimasak matang melalui proses penyangraian atau biasa disebut *roasting* kopi.

Roasting kopi merupakan proses pemanasan biji kopi mentah dengan temperatur tinggi hingga matang sehingga biji kopi dapat diolah menjadi bubuk kopi. penyangraian biji kopi memiliki tujuan yaitu untuk memekarkan biji kopi dan membuka biji kopi agar terekstrak sarinya (Estiasih & Ahmadi, 2009). Proses *roasting* kopi dapat dilakukan dengan bantuan alat yang disebut dengan mesin *roasting* kopi.

Mesin *roasting* kopi merupakan alat yang digunakan untuk menyangrai biji kopi. mesin ini digunakan pengusaha kopi untuk menjalankan bisnisnya. Para pengusaha UMKM kopi masih banyak yang menyangrai biji kopi dengan cara manual, hal tersebut dikarenakan harga dari mesin *roasting* kopi yang cukup mahal dan ukuran dari mesin *roasting* kopi yang lumayan besar.

Mengingat mesin *roasting* kopi sangat berpengaruh dalam industri minuman bagi pengusaha kopi. Namun terdapat permasalahan yaitu harga dari mesin *roasting* kopi yang tidak cukup terjangkau bagi masyarakat pada umumnya. Maka untuk mengatasi permasalahan tersebut akan dibuat mesin *roasting* kopi minimalis dengan ukuran sederhana dan dapat terjangkau oleh semua kalangan.

DASAR TEORI

Pada bagian dasar teori akan menguraikan konsep-konsep dan prinsip-prinsip utama yang menjadi landasan penelitian ini. Penjelasan teori ini mencakup konsep proses *roasting* kopi dan komponen-komponen penyusun mesin *roasting* kopi.

Deskripsi Kopi

Biji kopi yang sudah disangrai dan dihaluskan sampai menjadi bubuk dan diseduh disebut minuman kopi. Jenis kopi secara umum dikelompokkan menjadi empat jenis yaitu kopi robusta, kopi arabika, kopi eksela, dan kopi liberika. Kopi yang diperdagangkan dan terdapat nilai ekonomisnya yaitu jenis kopi arabika dan robusta (Rahardjo, 2012). Kopi robusta memiliki kandungan kafein yang tinggi sehingga dapat memberikan efek rangsangan yang kuat bagi yang mengkonsumsinya. Rasa kopi robusta yang lebih pahit daripada kopi arabika, memiliki rasa sedikit masam, dan memiliki tekstur yang lebih kasar.

Roasting Kopi

Roasting kopi merupakan proses untuk mengeluarkan aroma dan cita rasa biji kopi yang dilakukan pada suhu tinggi. Faktor yang perlu

diperhatikan saat proses *roasting* adalah suhu dan lama penyangraian, serta pengadukan yang dilakukan selama proses *roasting* agar panas dapat menyebar secara merata pada biji kopi (Agustina dkk., 2019). Proses *roasting* kopi juga memiliki fungsi untuk mematangkan biji kopi basah menjadi biji kopi kering. Proses ini dapat menghilangkan kadar air yang berada di dalam biji kopi.

Level kematangan kopi pada proses *roasting* kopi cukup bervariasi. Menurut (Yulia, 2018) tingkat kematangan kopi terdapat 3 tingkat kematangan yaitu cerah (*light roast*), sedang (*medium roast*), dan gelap (*dark roast*). *Light roast* merupakan level kematangan biji kopi yang disangrai pada suhu antara 185°C-195°C. Pada tingkat kematangan *medium roast* biji kopi disangrai di atas suhu 200°C. Pada tingkat kematangan *dark roast* biji kopi disangrai dengan suhu 213°C-221°C. Tingkat kematangan biji kopi dapat dilihat pada Gambar 1.

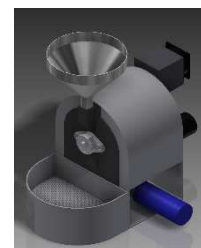


Gambar 1. Level *roasting* biji kopi (Suryonegoro dkk., 2023)

Biji kopi harus segera didinginkan setelah melalui proses *roasting* kopi. Biji kopi yang telah disangrai didinginkan dengan cara diletakkan pada bidang datar atau menggunakan kipas. Hal ini dilakukan supaya tidak terjadi perubahan cita rasa, warna, dan tingkat kematangan biji kopi yang diinginkan. Biji kopi bisa menjadi gosong jika biji kopi tidak segera didinginkan.

Mesin *Roasting* Kopi

Mesin *roasting* kopi merupakan alat yang digunakan untuk menyangrai biji kopi mentah. Mesin *roasting* kopi pada umumnya memiliki dua jenis yaitu mesin *roasting* drum dan mesin *roasting* hot air. mesin *roasting* drum merupakan mesin *roasting* kopi yang menggunakan silinder berbentuk drum yang berputar pada sumbu horizontal. Mesin *roasting* kopi hot air merupakan mesin yang mengalirkan udara panas ke biji kopi yang disangrai dengan menggunakan aliran cepat.



Gambar 2. Desain mesin *roasting* kopi

Pada mesin *roasting* kopi salah satu bagian yang penting dalam proses *roasting* kopi yaitu drum. Kecepatan putar pada drum harus disesuaikan dengan

volume biji kopi yang akan dipanggang agar biji kopi dapat matang secara merata. Menurut (Choo, 2019) standar kecepatan putar drum mesin *roasting* kopi berdasarkan kapasitas biji kopi pada drum, yaitu:

1. Kecepatan putar drum 60-65 rpm untuk menyangrai biji kopi dengan kapasitas 1-5 kg
2. Kecepatan putar drum 50-55 rpm untuk menyangrai biji kopi dengan kapasitas 6-20 kg
3. Kecepatan putar drum 40-45 rpm untuk menyangrai biji kopi dengan kapasitas >20 kg

Kapasitas drum pada mesin *roasting* kopi adalah salah satu faktor penting dalam proses penyangraian biji kopi. Panjang dan diameter pada drum mempengaruhi kapasitas drum. Perbandingan kapasitas biji kopi dengan volume drum yaitu 1/3 (Dwiartomo dkk., 2022). Berikut persamaan untuk menghitung volume drum.

$$V = \frac{m}{\rho} \tag{1}$$

(Sumber: Cepu, 2023)

Keterangan:

V = volume benda (cm³)

m = massa benda (gr)

ρ = massa jenis (gr/cm³)

Motor Listrik AC

Motor listrik merupakan perangkat elektromekanis yang dapat menghasilkan energi mekanik dari energi listrik. Motor listrik AC adalah motor listrik yang menghasilkan putaran menggunakan arus bolak-balik. Terdapat dua bagian dasar listrik pada motor listrik AC yaitu rotor dan stator. Motor listrik AC dapat dibedakan berdasarkan sumber dayanya yaitu motor sinkron dan motor induksi. Motor sinkron merupakan motor AC dengan kecepatan konstan dan kecepatannya dapat disesuaikan karena berbanding lurus dengan frekuensi (Almanda & Alamsyah, 2017). Motor induksi adalah motor arus bolak-balik, dimana arus motor ini diperoleh dari arus yang terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan relatif antara putaran rotor terhadap medan putar yang diperoleh dari arus stator.

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

$$P_d = P \cdot f_c \tag{2}$$

(Sumber: Amiq, 2015)

Keterangan:

P_d = daya rencana (Watt)

P = daya (Watt)

f_c = faktor koreksi daya

TABEL I
Faktor Koreksi Daya

Daya yang ditransmisikan	f _c
Daya rata-rata yang diperlukan	1,2-2,0
Daya maksimum yang diperlukan	0,8-1,2
Daya normal	1,2-1,0

(Sumber: Gundara & Riyadi, 2017)

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

$$P = T \times \omega$$

$$P = T \times \frac{2\pi \times n}{60} \tag{3}$$

(Sumber: Situmorang dkk., 2022)

Keterangan:

P = daya yang diperlukan (Watt)

T = torsi (N.m)

ω = kecepatan sudut (rad/s)

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

$$F = m \cdot g \tag{4}$$

(Sumber: Nugroho & Rhozman, 2022)

Keterangan:

F = massa total (N)

m = massa (kg)

g = gravitasi (m/s²)

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

$$T = F \cdot r \tag{5}$$

(Sumber: Nugroho & Rhozman, 2022)

Keterangan:

T = torsi (N.m)

F = massa total (kg)

r = jarak gaya ke poros (m)

Poros

Poros merupakan elemen mesin yang terbuat dari batang logam berpenampang bulat yang memiliki fungsi sebagai pemindah putaran. Poros terbuat dari material yang kuat seperti besi karbon dan besi paduan. Menurut (Habibullah, 2022) poros dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis sesuai dengan bebannya, yaitu poros transmisi, poros spindel, dan poros gandar.

Sebuah poros dapat dikatakan kuat jika tegangan geser yang diizinkan lebih besar dari tegangan geser yang terjadi. Berikut persamaan kuat poros:

$$\begin{aligned} \tau_p &\leq \tau_a \\ \frac{16 \cdot T}{\pi \cdot d^3} &\leq \tau_a \\ d_s &\geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot T}{\pi \cdot \tau_a}} \end{aligned} \tag{6}$$

(Sumber: Habibullah, 2022)

Keterangan:

- τ_p = tegangan geser yang terjadi (kg/mm²)
- τ_a = tegangan geser yang diizinkan (kg/mm²)
- T = momen puntir (kg.mm)
- d_s = diameter poros (mm)

Momen puntir pada poros adalah torsi yang bekerja pada poros yang menyebabkan poros mengalami deformasi atau pembengkokan. Deformasi ini menyebabkan tegangan di dalam poros yang dapat mempengaruhi umur poros. Berikut persamaan untuk menghitung besarnya momen puntir pada poros:

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{P_d}{n} \quad (7)$$

(Sumber: Nurdin dkk., 2021)

Keterangan:

- T = momen puntir pada poros (kg.mm)
- P_d = daya rencana (kW)
- n = putaran poros (rpm)

Besar tegangan geser yang diizinkan dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\tau_a = \frac{\sigma_B}{Sf_1 \cdot Sf_2} \quad (8)$$

(Sumber: Nurdin dkk., 2021)

Keterangan :

- τ_a = tegangan geser yang diizinkan (kg/mm²)
- σ_B = kekuatan tarik (kg/mm²)
- Sf_1 = angka keamanan 1
5,6 untuk beban SF dengan kekuatan yang dijamin
6 untuk S-C dengan pengaruh massa
- Sf_2 = angka keamanan 2
1,2-3 pengaruh pemberian alur pasak

Berikut persamaan untuk menghitung diameter minimum poros:

$$d_s = \left[\frac{5,1}{\tau_a} K_t C_b T \right]^{\frac{1}{3}} \quad (9)$$

(Sumber: Nurdin dkk., 2021)

Keterangan:

- d_s = diameter poros minimum (mm)
- τ_a = tegangan geser yang diizinkan (kg/mm²)
- K_t = faktor koreksi tumbukan
1,0 untuk beban yang dikenakan halus
1,0-1,5 untuk beban yang dikenakan dengan sedikit kejutan
1,5-3,0 untuk beban yang dikenakan dengan kejutan besar atau tumbukan
- C_b = faktor koreksi lenturan
1,2-2,3 untuk poros yang ada pembebanan lentur
1,0 untuk poros yang tidak ada pembebanan lentur
- T = momen puntir (kg.mm)

Puli dan Sabuk V

Puli merupakan salah satu elemen mesin yang memiliki fungsi untuk mentransmisikan daya dari poros penggerak ke poros yang digerakkan. Diameter puli mempengaruhi kecepatan putaran antara dua puli yang saling terhubung. Pemilihan perbandingan ukuran puli yang tepat dapat menghasilkan kecepatan putaran yang diinginkan. Berikut persamaan untuk

menghitung besarnya kecepatan putar pada drum dengan perbandingan ukuran puli.

$$n_2 = \frac{n_1 \cdot d_1}{d_2} \quad (10)$$

(Sumber: Perdana, 2022)

Keterangan:

- n_1 = rpm motor listrik (rpm)
- n_2 = rpm drum mesin *roasting* kopi (rpm)
- d_1 = diameter puli pada motor listrik (mm)
- d_2 = diameter puli pada poros drum (mm)

Sabuk merupakan bagian dari elemen mesin yang berfungsi menyalurkan putaran dari motor penggerak. Sabuk bekerja dengan cara mengaitkan dua puli di antara dua poros dengan jarak tertentu. Keuntungan sabuk sebagai transmisi yaitu dapat bekerja halus, senyap, dan memberikan transmisi daya yang besar pada tegangan yang relatif rendah (Habibullah, 2022). Persamaan untuk menghitung panjang sabuk yaitu:

$$L = 2 \cdot C + \frac{\pi}{2} (d_{p1} + d_{p2}) + \frac{1}{4 \cdot C} (d_{p1} - d_{p2})^2 \quad (11)$$

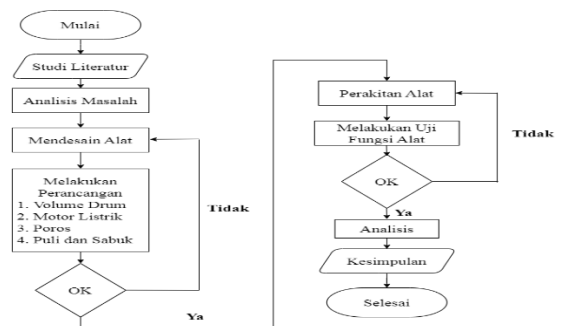
(Sumber: Sa'po dkk., 2021)

Keterangan:

- L = Panjang sabuk (mm)
- C = Jarak sumbu poros (mm)
- d_{p1} = Diameter puli motor (mm)
- d_{p2} = Diameter puli poros (mm)

METODE

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini yaitu penelitian eksperimen. Pada metode ini peneliti mengumpulkan data, setelah itu mendesain dan menghitung perencanaan mesin *roasting* kopi berkapasitas 2 Kg/jam dengan pemanas *portable*. Proses Penelitian dari awal sampai akhir dapat dilihat melalui diagram alir berikut:



Gambar 3. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini akan menyajikan hasil dari perhitungan komponen alat, proses perakitan alat, dan hasil uji fungsi dari mesin *roasting* kopi.

Perhitungan Komponen

1. Dimensi Drum

Cara menentukan dimensi drum dilakukan dengan menghitung volume kapasitas biji kopi dikalikan 3. Biji kopi robusta sebelum disangrai

memiliki massa jenis $0,75 \text{ gr/cm}^2$ (Fikri dkk., 2021) dan biji kopi yang akan disangrai yaitu 500 gram. Untuk menentukan volume biji kopi menggunakan persamaan (1):

$$V_{\text{biji kopi}} = \frac{m}{\rho}$$

Diketahui:

$$m = 500 \text{ g}$$

$$\rho = 0,75 \text{ g/cm}^3$$

Maka:

$$V_{\text{biji kopi}} = \frac{500 \text{ g}}{0,75 \text{ g/cm}^3}$$

$$V_{\text{biji kopi}} = 666,6 \text{ cm}^3$$

Volume kapasitas biji kopi yaitu $666,6 \text{ cm}^3$. Menurut (Dwiartomo dkk., 2022) perbandingan volume biji kopi dengan volume drum yaitu $1/3$, maka volume drum yang harus digunakan yaitu minimal 2000 cm^3 .

2. Daya Motor Listrik

Langkah awal yang digunakan untuk menghitung daya motor listrik yaitu menghitung massa total. Massa total terdiri dari massa kopi dan massa drum.

➤ Massa kopi (m_1)

$$m_1 = 0,5 \text{ kg}$$

➤ Massa drum (m_2)

Massa drum terdiri dari massa tabung, massa poros, massa alas drum, dan massa pengaduk.

$$m_2 = 1,87 \text{ kg (dilakukan penimbangan)}$$



Gambar 4. Massa drum

➤ Massa total (m_{tot}) yaitu:

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

$$m_{\text{tot}} = 0,5 \text{ kg} + 1,87 \text{ kg}$$

$$m_{\text{tot}} = 2,37 \text{ kg}$$

Untuk menentukan gaya pada motor menggunakan persamaan (4):

$$F = m_{\text{tot}} \times g$$

Diketahui:

$$m_{\text{tot}} = 2,37 \text{ Kg}$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

Maka:

$$F = 2,37 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$F = 23,22 \text{ N}$$

Untuk menghitung torsi dengan diameter tabung $15,24 \text{ cm}$ yang digerakkan, menggunakan persamaan (5):

$$T = F \times r$$

Diketahui:

$$F = 23,22 \text{ N}$$

$$r = 7,62 \text{ cm} = 0,0762 \text{ m}$$

Maka:

$$T = 23,22 \text{ N} \times 0,0762 \text{ m}$$

$$T = 1,76 \text{ Nm}$$

Diketahui kecepatan putar motor sebesar 60 rpm , maka besarnya daya motor yang diperlukan dapat dihitung menggunakan persamaan (3):

$$P = T \times \frac{2\pi \times n_1}{60}$$

Diketahui:

$$T = 1,76 \text{ Nm}$$

$$n_1 = 60$$

Maka:

$$P = 1,76 \text{ Nm} \times \frac{2 \times 3,14 \times 60}{60}$$

$$P = 11,05 \text{ W}$$

Daya rencana dapat dihitung menggunakan persamaan (2):

Dimana faktor koreksi daya (f_c) menggunakan daya normal yaitu $1,2$

$$P_d = P \times f_c$$

Diketahui:

$$P = 11,05 \text{ W}$$

$$f_c = 1,2$$

Maka:

$$P_d = 11,05 \text{ W} \times 1,2$$

$$P_d = 13,26 \text{ W}$$

Jadi daya rencana yang digunakan pada mesin *roasting* kopi yaitu 13,26 W. Pada penelitian ini menggunakan motor listrik dengan daya 14 W.

3. Diameter Poros

Untuk menghitung besar diameter poros yang digunakan, terlebih dahulu menghitung tegangan geser yang diizinkan. Poros yang digunakan berbahan *stainless steel* 304 yang memiliki kekuatan tarik sebesar 466,67 Mpa atau 47,58 Kg/mm² (Setyowati dkk., 2017). Tegangan geser yang diizinkan pada poros dapat dihitung menggunakan persamaan (8):

$$\tau_{\alpha} = \frac{\sigma_B}{Sf_1 \cdot Sf_2}$$

Diketahui:

$$\sigma_B = 47,58 \text{ Kg/mm}^2$$

$$Sf_1 = 6$$

$$Sf_2 = 1,2$$

Maka:

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

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

Untuk menghitung diameter minimum poros menggunakan persamaan (9):

$$\text{Dimana: } T = 1,76 \text{ Nm} = 179,4 \text{ Kg.mm}$$

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

Diketahui:

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

$$K_t = 1$$

$$C_b = 1,2$$

$$T = 1,76 \text{ Nm} = 179,4 \text{ Kg.mm}$$

Maka:

$$d_s = \left[\frac{5,1}{6,6} \times 1 \times 1,2 \times 179,4 \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$d_s = 5,49 \text{ mm}$$

jadi diameter poros minimum yang dapat digunakan yaitu 5,5 mm.

4. Ukuran Pulis dan Panjang Sabuk

Untuk menentukan perbandingan antara diameter puli pada motor listrik dengan diameter puli pada drum menggunakan persamaan (10):

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

Diketahui:

$$n_1 = 60 \text{ rpm}$$

$$n_2 = 60 \text{ rpm}$$

Maka:

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{60}{60}$$

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

Jadi perbandingan antara diameter puli pada motor listrik dengan diameter puli pada drum yaitu 1:1, Maka diameter puli yang digunakan pada motor listrik dan drum yaitu 25 mm

Diketahui jarak sumbu poros yaitu 140 mm, maka panjang sabuk dapat dihitung menggunakan persamaan (11):

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

Diketahui:

$$C = 140 \text{ mm}$$

$$d_{p1} = 25 \text{ mm}$$

$$d_{p2} = 25 \text{ mm}$$

Maka:

$$L = 2 \times 140 \text{ mm} + \frac{\pi}{2} (25 + 25) + \frac{1}{4 \times 140 \text{ mm}} (25 - 25)^2$$

$$L = 280 + 78,5 + 0$$

$$L = 358,5 \text{ mm}$$

Proses Perakitan Alat

Berikut proses perakitan mesin *roasting* kopi berkapasitas 2 Kg/Jam dengan pemanas kompor *portable*:

1. Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan
2. Memotong plat *perforated* dan plat *stainless steel* sesuai dengan ukuran yang ditentukan.
3. Membuat pengaduk dalam drum dengan cara melekatkan potongan plat *stainless steel* dengan metode las SMAW
4. Melakukan penyambungan plat *perforated* yang sudah dipotong bulat sebagai alas drum menggunakan las SMAW
5. Pembuatan rangka utama dengan cara menyambung plat besi menggunakan las SMAW
6. Membentuk plat ukuran 4,5cm x 53cm dan 7,5cm x 53cm menjadi setengah lingkaran

7. Membuat tempat masuk biji kopi dan corong *air flow* dari besi hollow
8. Membuat tempat dudukan untuk kipas *air flow*
9. Membuat dudukan motor listrik dengan cara menekuk plat
10. Membuat lubang pada rangka besi untuk memasang penutup mesin *roasting*, kipas *air flow*, kipas pendingin, dan motor listrik menggunakan bor
11. Mendempul plat besi yang sudah disambung menggunakan las
12. Melakukan pengecatan pada rangka utama, penutup depan, dudukan motor, dudukan *air flow*, alas drum, dan bak pendingin
13. Pemasangan bearing, drum pengaduk, puli, motor listrik, sabuk, kipas *air flow*, kipas pendingin biji kopi, *hopper*, termometer, dan kompor pada mesin *roasting* kopi



Gambar 5. Mesin *roasting* kopi

Uji Fungsi Alat

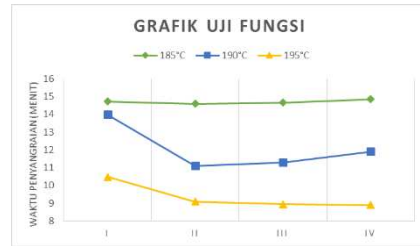
Uji fungsi alat dilakukan dengan cara menyangrai biji kopi robusta sebanyak 500 gr pada kecepatan putaran drum 60 rpm dengan memvariasikan suhu penyangraian, yaitu 185°C, 190°C, dan 195°C hingga tingkat kematangan *light roast*. Penyangraian biji kopi berkapasitas 2 Kg/jam dilakukan dengan cara menyangrai 500 gr biji kopi sebanyak 4 kali. Berikut hasil uji fungsi mesin *roasting* kopi:

TABEL II
Hasil Uji Fungsi Alat

No	Suhu Penyangraian	Waktu Penyangraian (min)				Rata-rata
		I	II	III	IV	
1	185°C	14,71	14,58	14,65	14,85	14,7
2	190°C	13,98	11,11	11,3	11,9	12,07
3	195°C	10,48	9,1	8,95	8,9	9,35

Data yang didapat dari hasil uji fungsi alat yaitu, pada suhu 185°C dibutuhkan waktu sebanyak 14,71 menit, 14,58 menit, 14,65 menit, dan 14,85 menit dengan rata-rata waktu penyangraian 14,7 menit. Pada suhu 190°C dibutuhkan waktu sebanyak 13,98 menit, 11,11 menit, 11,3 menit, dan 11,9 menit dengan rata-rata waktu penyangraian 12,07 menit. Pada suhu 195°C dibutuhkan waktu sebanyak 10,49 menit, 9,1

menit, 8,95 menit, dan 8,9 menit dengan rata-rata waktu penyangraian 9,35 menit.



Gambar 6. Grafik uji fungsi

SIMPULAN

Setelah melakukan rancang bangun dan uji fungsi mesin *roasting* kopi berkapasitas 2 kg/jam dengan pemanas kompor *portable*, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Mesin *roasting* kopi ini memiliki dimensi panjang 41,5 cm, lebar 27 cm, dan tinggi 50 cm. menggunakan penggerak motor listrik KTYZ 14 W dengan kecepatan putar 60 rpm. Mesin ini memiliki volume drum 3281,7 cm³ dengan diameter drum 15,24 cm dan tinggi 18 cm. Sistem transmisi menggunakan *timing pulley* GT 2 berdiameter 25 mm dan *timing belt* dengan panjang 360 mm. Diameter poros yang digunakan sebesar 12 mm.
2. Mesin *roasting* kopi ini dapat menyangrai biji kopi robusta sampai tingkat kematangan *light roast* dengan waktu 2 kg/jam. Pada suhu 185°C membutuhkan waktu 58 menit 48 detik untuk meroasting biji kopi, pada suhu 190°C membutuhkan waktu 48 menit 18 detik untuk meroasting biji kopi, dan pada suhu 195°C membutuhkan waktu 37 menit 26 detik untuk meroasting biji kopi. Oleh karena itu, suhu yang digunakan untuk menyangrai biji kopi mempengaruhi lama penyangraian. Semakin tinggi suhu yang digunakan maka waktu penyangraian semakin cepat.

REFERENSI

1. Agustina, R., Nurba, D., Antono, W., Septiana, R. Pengaruh Suhu Dan Lama Penyangraian Terhadap Sifat Fisik-Kimia Kopi Arabika Dan Kopi Robusta. *Prosiding Seminar Nasional*. Banda Aceh. 2019; 53: 285-299.
2. Almada, D., Alamsyah, A. N. Sistem Pengendalian Motor Sinkron Satu Fasa Berbasis Mikrokontroler. *eLEKTRUM*. 2017; 13. (2): 1-6.
3. Amiq, B. Rancang Bangun Mesin Penyangrai Kopi Semi Otomatis Dengan Kapasitas 5 Kg. *Jurnal Rekayasa Mesin*. 2015; 02: 40-46.
4. Cepu, S. Analisis Perbandingan Kuat Tekan, Daya Serap Air Dan Densitas Batu Bata Merah. *Jurnal Teknologi dan Sain Terapan*. 2023; 17. (1): 14-17.
5. Choo, E. Belajar *Roasting* Kopi. 2019.

6. Dwiartomo, B., Andriyanto, Y., Purnomo, W., Ruswandi, A. Perancangan Blade dan Pengembangan Prototipe 66 Tangensial Drum Mesin *Roasting* Kopi. Jurnal Rekayasa Mesin. 2022; 17. (1): 1-14.
7. Dwiartomo, B., Andriyanto, Y., Purnomo, W., Ruswandi, A. Perancangan Blade dan Pengembangan Prototipe 66 Tangensial Drum Mesin *Roasting* Kopi. Jurnal Rekayasa Mesin. 2022; 17. (1): 1-14.
8. Estiasih, T., Ahmadi. Teknik Pengolahan Pangan. Jakarta: Bumi Aksara. 2017.
9. Fikri, M. K., Prihandono, T., Nuraini, L. Pengaruh Suhu Dan Lama Waktu Penyangraian Terhadap Massa Jenis Biji Kopi Robusta Menggunakan Mesin *Roasting* Tipe Hot Air. Jurnal Pembelajaran Fisika. 2021; 10. (1): 29-35
10. Gundara, G., Riyadi, S. Rancang Bangun Mesin Parut Kelapa Skala Rumah Tangga Dengan Motor Listrik 220 Volt. Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin. 2017; 06. (1): 8-13.
11. Habibullah, N. A. Perancangan Mesin *Roasting* Coffee Kapasitas 1 Kg/Batch Menggunakan Sumber Tenaga Energi Matahari. Tugas Akhir. Magelang: Universitas Tidar; 2022.
12. Hamni, Arinal. Implementasi Sistem Gasifikasi Untuk Pengeringan Biji Kopi. Jurnal Mechanical. 2014; 05. (1): 21-25
13. Hasbi, M., Muis, I. Segmentasi , Targeting dan Positioning Produk Neo Coffee dari Wings Food untuk Pasar Kota Bekasi. Jurnal Mahasiswa Bina Insani. 2020; 05. (1): 63-72.
14. Kementerian Pertanian. Outlook Komoditas Perkebunan Kopi. Jakarta: Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jendral. 2022: 29
15. Ngafifi, M. Kemajuan Teknologi dan Pola Hidup Manusia dalam pespektif Sosial Budaya. Jurnal Pembangunan Pendidikan. 2014; 02. (1): 33-47.
16. Nugroho, A. A., Rhozman, F. Analisa Kebutuhan Daya Pada Mesin Pamarut Kelapa Kapasitas 20 Kg/Jam. Seminar Nasional Inovasi Teknologi. 2022; 06: 226-231.
17. Nurdin, S., Dinnullah, R. N. I., Firmansyah, L. A. Perancangan Dan Uji Konstruksi Mesin Pembengkok Rol (Roll Bending Machine) Untuk Pipa Galvanis. Jurnal Terapan Sains & Teknologi. 2021; 03. (4): 265-271.
18. Rahardjo, P. Kopi. Jakarta: Penebar Swadaya Grup. 2012.
19. Sa'po, F. Rancang Bangun Mesin Penyangrai Biji Kopi Kapasitas 3 Kg Tipe Rotary. Tugas Akhir. Makasar: Politeknik ATI Makasar; 2021.
20. Setyowati, V. A., Wahyu, E., Widodo, R. Pengaruh Pengelasan TIG pada Stainless Steel 304 dan 304L terhadap Sifat Mekanik, Karakterisasi XRD, dan EDX sebagai Material Pressure Vessel. Jurnal Teknik Mesin Institut Teknologi Padang. 2017; 07. (2): 74-80.
21. Situmorang, C. A., Pasaribu, T. M., Siahaan, E. W. B., Purba, R. Perancangan Mesin Pemotong Tutup Kemasan Botol Plastik Dengan Kapasitas 40 Kg/jam. Jurnal Teknologi Mesin UDA. 2022; 03. (2): 351-359.
22. Suryonegoro, S. A., Wulandari, D., Abdi, F. I. Rancang Bangun Mesin *Roasting* (Penyangrai) Kopi Semi Automatic. Jurnal Rekayasa Mesin. 2023; 08. (2): 150-155.
23. Yulia, Fransiska. Optimasi Penyangraian Terhadap Kadar Kafein Dan Profil Organoleptik Pada Jenis Kopi Arabika (*Coffea Arabica*) Dengan Pengendalian Suhu Dan Waktu. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma Yogyakarta; 2018.