

RANCANG BANGUN MESIN PENERING BIJI KOPI SKALA KECIL

**Iqbaal Ammaar Fayrezi^a, Danny Setiawan Dwi Pambayu^a, Ananda Naufal^a, Abid Bahijj Alhisyam^a,
Marcellino Azhar^a, Radissa Dzaky Issafira^a**

^a Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional
"Veteran" Jawa Timur

*Email Korespondensi: radissa.d.tm@upnjatim.ac.id
[Phone: 082132355809](tel:082132355809)

Abstrak: Proses pengeringan biji kopi di bawah sinar matahari sering kali menghadapi kendala waktu yang lama dan bergantung pada cuaca. Untuk mengatasi hal tersebut, diperlukan peralatan pengering kopi yang inovatif untuk meningkatkan efisiensi pengeringan dan menjaga kualitas biji kopi. Penelitian ini bertujuan untuk merancang, mensimulasikan, dan memproduksi mesin pengering biji kopi yang mampu mempercepat proses pengeringan dan mengurangi kadar air biji kopi hingga 5-10%, sehingga mencegah pembusukan dan memperpanjang masa penyimpanan. Dalam penelitian ini, studi literatur dilakukan dengan menelaah jurnal ilmiah, buku, dan sumber daring yang terkait dengan perancangan dan pembuatan mesin pengering. Perangkat lunak SOLIDWORKS 2020 digunakan untuk membantu dalam perancangan komponen dan perakitan alat. Proses pembuatannya meliputi perhitungan awal, produksi komponen, dan perakitan untuk menghasilkan prototipe sesuai dengan desain. Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi kinerja alat berdasarkan parameter yang telah ditentukan, diikuti dengan analisis hasil data untuk menilai efisiensi pengeringan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mesin pengering biji kopi yang dirancang efektif dalam mempercepat proses pengeringan, mengurangi kadar air biji kopi secara signifikan, dan meningkatkan nilai jual biji kopi.

Keywords: *Coffee drying machin, Drying efficiency, Water content reduction*

1. PENDAHULUAN

Kopi adalah Minuman yang biasanya disajikan panas atau dingin dan dikenal karena rasa dan efek stimulannya yang berasal dari kandungan kafein [1]. Kopi adalah minuman penting bagi banyak orang di seluruh dunia. Selain karena kenikmatan yang dirasakan oleh para penikmatnya, kopi juga memiliki nilai ekonomi tinggi bagi negara-negara penghasil dan pengeksport biji kopi, seperti Indonesia. Bagi sebagian orang, produk yang dibuat dari biji tanaman kopi yang dipanggang (tanaman berbunga dari famili Rubiaceae) ini disebut sebagai "komoditas legal kedua yang paling banyak diperdagangkan" dalam sejarah. Dengan potensi pasar global, kopi terus berkembang dan mengalami modernisasi [2]. Seseorang petani kopi memiliki keluhan disaat pengeringan biji kopi yang terlalu lama jika langsung mengeringkan dengan sinar matahari karena pemakaian cara ini akan sangat memakan banyak waktu disamping kendala iklim. Pengeringan dengan metode penjemuran langsung memiliki beberapa kelemahan, seperti kurang higienis, membutuhkan lebih banyak tenaga kerja, serta memerlukan area yang luas. [3]. Oleh karenanya perlu suatu proses buatan untuk tujuan tersebut, yaitu dengan merancang bangun alat pengering kopi.

Mesin pengering biji kopi adalah alat penting yang sangat berguna, terutama untuk meningkatkan nilai jual produk. Namun, perlu diingat bahwa bahan pangan mulai mengalami kerusakan setelah dipanen, dan jika tidak segera ditangani, bahan tersebut bisa rusak atau membusuk. Salah satu cara mencegah hal ini adalah dengan proses pengeringan. Pengeringan merupakan metode sederhana untuk mengurangi kadar air dalam bahan hingga tingkat tertentu, sehingga mencegah pembusukan dan memungkinkan penyimpanan dalam waktu yang lebih lama. [4]. Secara umum, pengeringan dapat dilakukan dengan berbagai metode, salah satunya adalah menggunakan teknologi pengeringan melalui pemanasan yang memanfaatkan energi buatan, seperti mesin pengering.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah dengan melakukan studi eksperimental dengan meninjau hubungan antara memasak biji kopi dan cara mempertahankan suhu. mesin *roasting* ini dapat diklasifikasikan menjadi tiga kategori berdasarkan prinsip kerjanya yaitu konduksi, konveksi, dan radiasi.

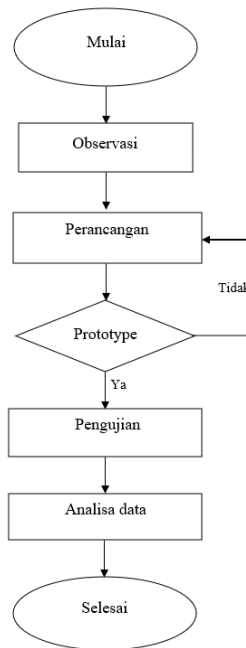
2.1 Roasting Kopi

Roasting kopi adalah proses pemanggangan atau penyangraian biji kopi mentah untuk menghasilkan cita rasa khas kopi. Proses ini dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti suhu pemanggangan, lama waktu pemanggangan, teknik roasting, kelembapan, jumlah biji kopi yang dipanggang, serta waktu pendinginan.

Roasting kopi memiliki peran penting dalam menciptakan cita rasa khas yang lebih nikmat. Proses ini juga membantu mengeluarkan karakter asli dari setiap biji kopi. Untuk menikmati keunikan tiap varian biji kopi dari berbagai daerah, biji kopi harus dipanggang dengan tingkat roasting yang sesuai. Tingkat kematangan dalam roasting bervariasi, seperti light, medium, dan dark, yang masing-masing memberikan aroma dan rasa kopi yang berbeda. [4]. Proses roasting dilakukan untuk memanggang biji kopi hingga mencapai kematangan, sehingga biji kopi lebih mudah diproses ke tahap selanjutnya. [5].

2.2 Diagram Alir

Secara garis besar Langkah-langkah dalam perancangan mesin pengering biji kopi dapat digambarkan dalam diagram berikut:



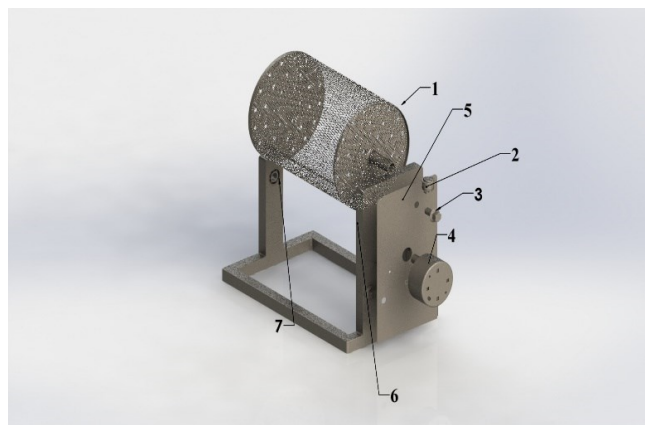
Gambar 1: Diagram alir

2.3 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah biji kopi mentah *Green Bean Robusta Fine Argopuro*. Sebelum dilakukan percobaan dilakukan analisis terhadap biji kopi yang meliputi nilai kadar kandungan air pada kopi

2.4 Experimental Setup

Penelitian dilakukan dengan metode eksperimental. Berikut merupakan alat yang digunakan untuk menguji biji kopi.



Gambar 2: Skema Mesin Pengering Biji Kopi

Keterangan:

1. Wadah Pengering kopi
2. Switch on/off
3. Mur/baut
4. Dinamo
5. Plat
6. Rangka
7. Bearing

Pengujian dilakukan pada mesin pengering berkapasitas 1 kg, panjang 260 milimeter, tinggi 200 milimeter, dan lebar 160 milimeter. Pemanasan yang digunakan adalah kompor tungku.

2.5 Komponen Utama Mesin Pengering Kopi

Komponen utama mesin adalah bagian-bagian fisik yang membentuk dan menjalankan fungsi mesin, Dalam mesin pengering biji kopi, komponen penting meliputi drum, dinamo, bearing, dan dudukan

- a. Drum Atau Wadah Roasting
Drum yang digunakan sebagai wadah kopi. Drum berputar untuk memanggang biji kopi. Biji kopi dimasukkan ke dalam drum yang dipanaskan, dan proses panggang terjadi saat drum berputar secara konstan
- b. Dinamo
Dinamo adalah alat yang berfungsi mengubah energi mekanik menjadi energi Listrik [6]. Dinamo terdiri dari beberapa komponen, seperti stator, rotor, dan kumparan. Stator adalah bagian dinamo yang berfungsi sebagai tempat kumparan, sedangkan rotor adalah bagian dinamo yang berfungsi sebagai penggerak. Kumparan adalah bagian dinamo yang berfungsi sebagai penghantar arus listrik.
- c. Bearing
Bearing atau bantalan adalah elemen mesin yang bertugas menanggung beban dan memfasilitasi pergerakan poros dalam berbagai perangkat seperti sepeda, sepeda motor, dan lain-lain. Bantalan merupakan komponen krusial yang memastikan performa sistem perangkat tetap optimal. Jika bantalan tidak berfungsi dengan baik, maka seluruh sistem perangkat tersebut tidak akan berjalan dengan efektif. [7].
- d. Dudukan
Dudukan roasting kopi adalah alat untuk menopang komponen-komponen roasting kopi seperti bearing, wadah roasting kopi, dan dinamo, sehingga kinerja alat roasting bisa berfungsi dengan baik.

2.6 Perhitungan

Adapun rumus perhitungan dalam penelitian untuk

- a. Torsi
Torsi adalah gaya dalam gerak translasi yang menunjukkan kemampuan suatu gaya untuk menyebabkan benda berputar atau melakukan gerak rotasi [8]. Sebuah benda akan mengalami rotasi jika diberikan torsi. Satuan yang umum digunakan untuk torsi adalah Newtonmeter (Nm). Dalam motor listrik, torsi dapat dihitung dengan membagi daya keluaran (dalam Watt) dengan kecepatan motor (dalam rpm). Setelah didapatkan daya keluaran, maka dapat pula didapatkan hasil torsi yang dihasilkan dengan menggunakan rumus :

$$\tau = \frac{P}{\omega} \quad (1)$$

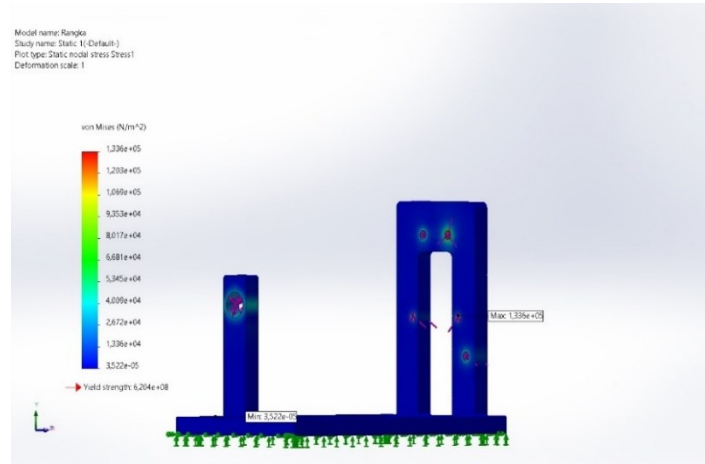
- b. Safety of Factor
Safety of factor adalah suatu ukuran yang digunakan dalam desain dan rekayasa untuk memastikan bahwa sistem atau komponen memiliki kekuatan yang memadai untuk menahan beban dan kondisi operasional yang mungkin lebih tinggi dari yang diharapkan. Faktor keselamatan digunakan untuk menilai keamanan suatu komponen mesin. Tujuannya adalah untuk mencegah keruntuhan akibat beban dinamis dengan tingkat kepercayaan yang konsisten untuk semua data desain. Isu ini telah menjadi topik penelitian dan sering dibahas di kalangan insinyur sipil, terutama dalam rekayasa struktur. [9]

3. HASIL DAN DISKUSI

A. Data Pengeringan Biji Kopi

Dalam Rancang bangun mesin pengering biji kopi didapati beberapa simulasi antara lain:

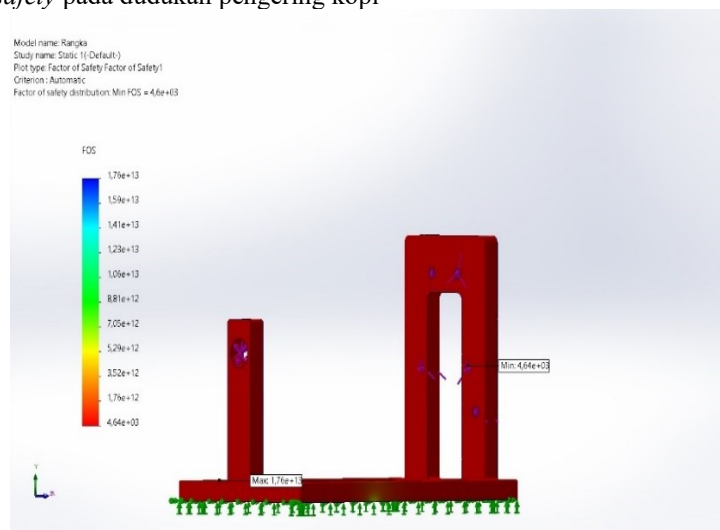
1. Simulasi *von mises stress* pada dudukan pengering kopi



Gambar 3: Simulasi *von mises stress*

Pada gambar 2 ditunjukkan simulasi *von mises stress* didapatkan nilai stress dari simulasi pada dudukan pengering kopi dengan menggunakan material AISI 304 dan beban yang diberikan sebesar 10 N, didapatkan nilai tegangan minimal yaitu 3.522×10^{-5} terletak pada bagian penahan wadah masing-masing dan nilai tegangan maximal yaitu 1.336×10^5 untuk nilai yield strength dari material AISI 304 yaitu 6.240×10^8 . Jadi dapat disimpulkan bahwa dudukan pengering kopi aman karena nilai tegangan maximal dibawah nilai yield strength.

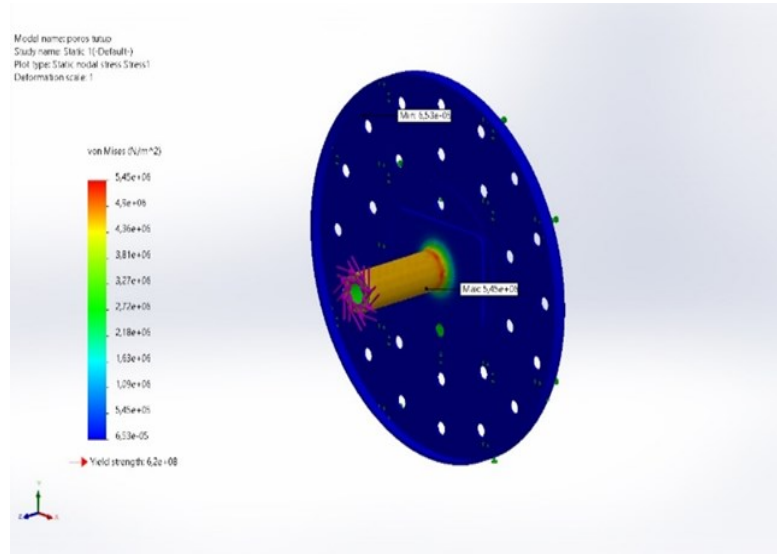
2. Simulasi *factor of safety* pada dudukan pengering kopi



Gambar 4: Simulasi *factor of safety* pada dudukan pengering kopi

Dari gambar diatas didapatkan nilai *safety factor* dari simulasi pada dudukan pengering biji kopi dengan menggunakan material AISI 304 dan beban yang diberikan sebesar 10 N, didapatkan nilai *safety factor* minimal yaitu 1.6×10^4 dan nilai *safety factor* maximal yaitu 6.024×10^{13} . Jadi dapat disimpulkan bahwa dudukan pengering kopi aman karena nilai *safety factornya* adalah 1.6×10^4

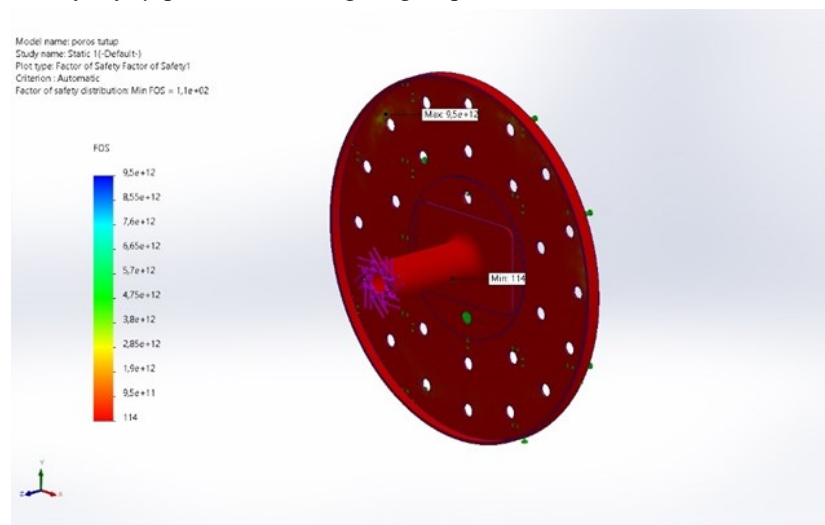
3. Simulasi *von mises stress* pada Wadah Pengering Kopi



Gambar 5: Simulasi *von mises stress* pada Wadah Pengering Kopi

Dari gambar diatas merupakan simulasi *factor of safety* pada wadah pengering kopi didapatkan nilai safety factor dari simulasi pada kedudukan pengering biji kopi dengan menggunakan material *stainless steel* dan beban yang diberikan sebesar 10 N, didapatkan nilai safety factor minimal yaitu 114 dan nilai safety factor maximal yaitu $9,5 \times 10^{12}$. Jadi dapat disimpulkan bahwa kedudukan pengering kopi aman karena nilai safety factornya adalah $1,1 \times 10^2$.

4. Simulasi *Factor of Safety* pada Wadah Pengering Kopi



Gambar 6: Simulasi *Factor of Safety* pada Wadah Pengering Kopi

Dari gambar diatas merupakan Simulasi *factor of safety* pada wadah pengering kopi didapatkan nilai safety factor dari simulasi pada kedudukan pengering biji kopi dengan menggunakan material *stainless steel* dan beban yang diberikan sebesar 10 N, didapatkan nilai safety factor minimal yaitu 114 dan nilai safety factor maximal yaitu $9,5 \times 10^{12}$. Jadi dapat disimpulkan bahwa kedudukan pengering kopi aman karena nilai safety factornya adalah $1,1 \times 10^2$.




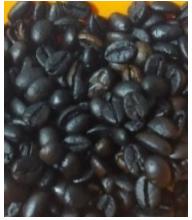
B. Pengujian Alat Pengering Kopi

Table 1: Tabel Pengujian Penyangraian Secara Otomatis

Waktu	Suhu	Massa Kopi		Level Roasting	Keterangan
		Maw	Mak		
5	177	120	100	Light	
10	185	120	90	Light Medium	
15	201	120	80	Medium Dark	
20	208	120	75	Dark	

Pada Tabel 1 menunjukkan pengujian dengan jenis kopi mentah *Green Bean Robusta Fine Argopuro* menggunakan mesin otomatis. Dilakukan 4 kali percobaan dengan massa biji kopi sebesar 120 gram. Dilakukan roasting selama 5, 10, 15, dan 20 menit didapati perubahan massa pada setiap interval waktu yang telah ditentukan secara berurutan dan mendapatkan massa kopi sebesar 100 gram, 90 gram, 80 gram, 75 gram. Dimana setiap perbedaan interval waktu terjadi perubahan level warna secara berturut-turut light, light medium, medium dark dan dark

Table 2: Tabel Pengujian Penyangraian Secara Manual

Waktu	Suhu	Massa Kopi		Level Roasting	Keterangan
		Maw	Mak		
5	150	120	100,5	Light	
10	187	120	90	Light Medium	
15	219	120	85	Medium Dark	
20	222	120	70	Dark	

Pada tabel 2 menunjukkan pengujian dengan jenis kopi mentah *Green Bean Robusta Fine Argopuro* menggunakan penyangraian manual. Dilakukan 4 kali percobaan dengan massa biji kopi sebesar 120 gram. Dilakukan roasting selama 5, 10, 15, dan 20 menit didapati perubahan massa pada setiap interval waktu yang telah ditentukan secara berurutan dan mendapatkan massa kopi sebesar 100,5 gram, 90 gram, 85 gram, 70 gram. Dimana setiap perbedaan interval waktu terjadi perubahan level warna secara berturut-turut, *light medium, medium dark, dan dark*.

3.1 Perhitungan

Dalam perancangan mesin pengering biji kopi merencanakan beberapa perhitungan antarlain:

- a. Perhitungan Kecepatan Sudut berdasarkan data awal yang diperoleh maka direncanakan perhitungan kecepatan sudut:

$$\omega = RPM \times \frac{2\pi}{60}$$

Keterangan:

$$\omega = 30 \text{ RPM} \times \frac{2\pi}{60}$$

$$\omega = 3,14$$

- b. Perhitungan Torsi berdasarkan daya dan kecepatan putaran :

$$\tau = \frac{P}{\omega}$$

Keterangan:

T = Torsi

P = Daya

ω = Kecepatan Sudut

$$\tau = \frac{4 \text{ watt}}{30 \text{ RPM} \times \frac{2\pi}{60}}$$

$$\tau = \frac{4 \text{ watt}}{3,14}$$

$$\tau = 1,27 \text{ Nm}$$

- c. Torsi berdasarkan Beban Kopi 1 kilogram

$$\tau = r \times F$$

$$\tau = 0,023 \text{ m} \times (1 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2)$$

$$\tau = 0,225 \text{ Nm}$$

- d. Daya yang dihasilkan

$$P (\text{hp}) = \frac{N (\text{rpm}) T (\text{lb ft})}{5252}$$

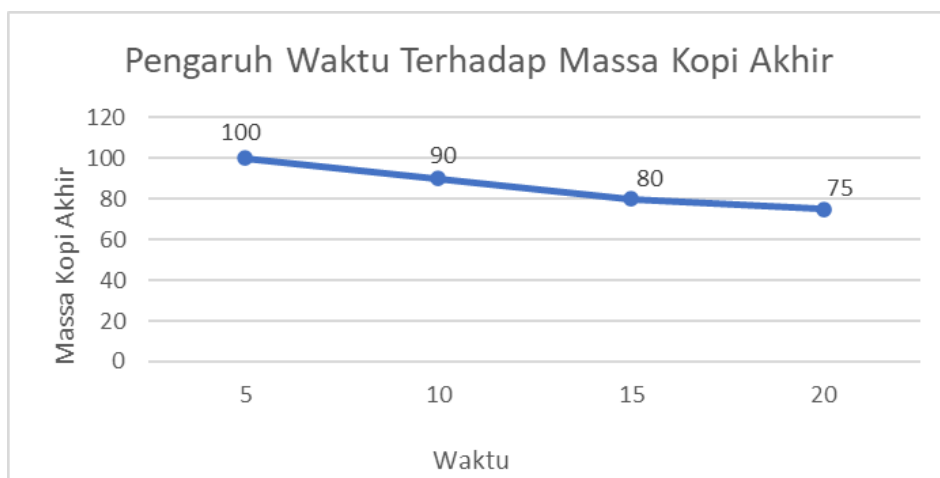
$$P (\text{hp}) = \frac{30 \text{ rpm} \cdot 0,166 \text{ lb ft}}{5252}$$

$$P (\text{hp}) = 0,000948 \text{ hp}$$

C. Grafik Pengolahan Data

Dalam Rancang bangun mesin pengering biji kopi didapati beberapa grafik antara lain:

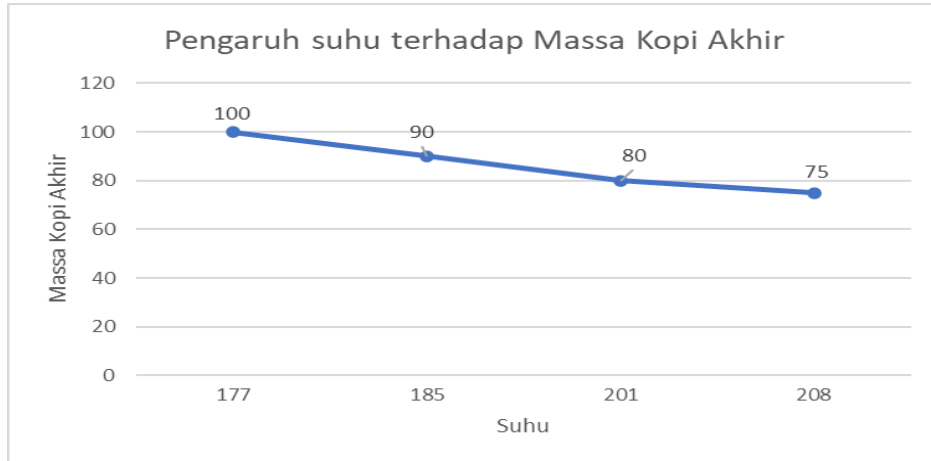
1. Grafik Pengaruh Waktu Terhadap Massa Kopi Akhir Secara Otomatis



Gambar 7: Grafik Pengaruh Waktu Terhadap Massa Kopi Akhir Secara Otomatis

Setelah disangrai selama 20 menit, massa jenis kopi diketahui menurun dari massa jenis awalnya. Massa jenis kopi sebelum disangrai adalah 102 g/cm³. Setelah disangrai selama 5 menit, massa jenisnya menjadi 100 g/cm³; setelah 10 menit, menjadi 90 g/cm³; setelah 15 menit, menjadi 80 g/cm³; dan setelah 20 menit, menjadi 75 g/cm³. Rata-rata penurunan massa jenis kopi setiap 5 menit adalah 288,75 g/cm³. Dengan demikian, semakin lama proses pemanggangan berlangsung, semakin besar penurunan massa jenis kopi. [10].

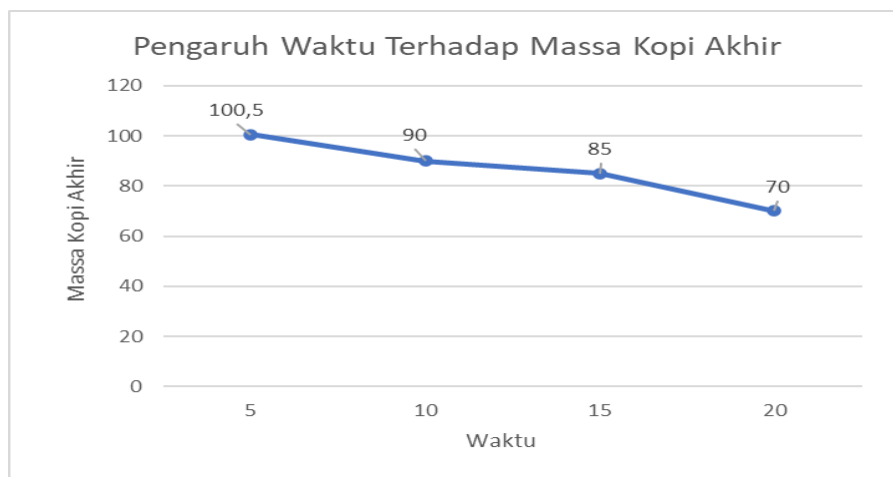
2. Pengaruh Suhu Terhadap Massa Kopi Akhir Secara Otomatis



Gambar 8: Pengaruh Suhu Terhadap Massa Kopi Akhir Secara Otomatis

Setelah disangrai selama 20 menit dengan kenaikan suhu, massa jenis kopi semakin menurun dibandingkan dengan massa jenis awalnya. Massa jenis kopi sebelum disangrai adalah 102 g/cm³. Setelah disangrai selama 5 menit pada suhu 177–208°C, massa jenis kopi berkurang menjadi 100 g/cm³, 90 g/cm³, 80 g/cm³, dan akhirnya 75 g/cm³. Rata-rata penurunan massa jenis kopi selama 20 menit adalah 288,75 g/cm³. Kenaikan suhu roasting diiringi dengan penurunan massa jenis menunjukkan hubungan terbalik antara suhu dan massa jenis biji kopi robusta. Selain itu, semakin lama waktu roasting, berat kopi juga menurun karena kadar air dalam biji kopi menurun, yang juga menunjukkan hubungan terbalik antara durasi waktu dan massa jenis biji kopi robusta.

3. Grafik Pengaruh Waktu Terhadap Massa Kopi Akhir Secara Manual

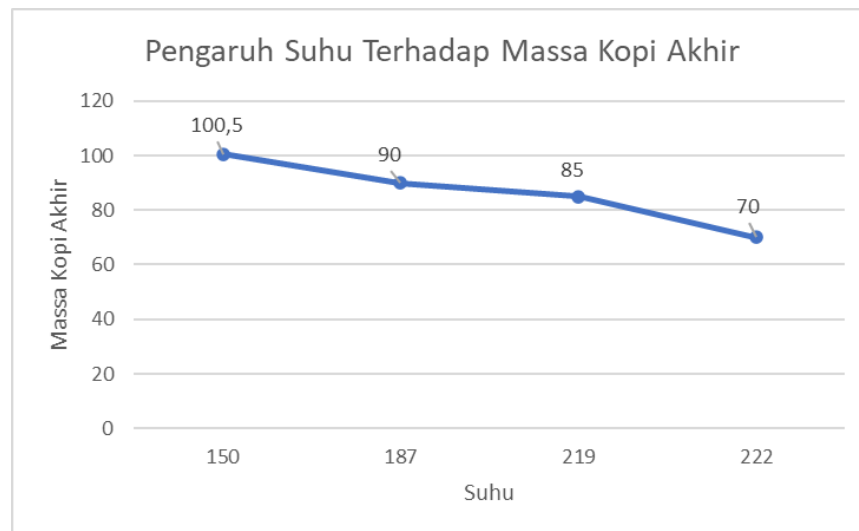


Gambar 9: Grafik Pengaruh Waktu Terhadap Massa Kopi Akhir Secara Manual

Setelah disangrai selama 20 menit, massa jenis kopi mengalami penurunan dibandingkan dengan massa jenis awalnya. Sebelum disangrai, massa jenis kopi adalah 102 g/cm³. Setelah disangrai selama 5 menit, massa jenisnya berkurang menjadi 100,5 g/cm³. Setelah disangrai 10 menit massa kopi menjadi 90 g/cm³. Setelah disangrai 15 menit massa kopi menjadi 85 g/cm³. Setelah disangrai 20 menit massa kopi menjadi 70 g/cm³. Rata-rata penurunan massa jenis kopi setiap 5 menit adalah 293 g/cm³. Proses pemanggangan yang berlangsung

lebih lama akan berdampak pada semakin besarnya penurunan massa kopi.

4. Grafik Pengaruh Waktu Terhadap Massa Kopi Akhir Secara Manual



Gambar 10: Grafik Pengaruh Suhu Terhadap Massa Kopi Akhir Secara Manual

Setelah disangrai selama 20 menit dengan suhu yang meningkat, massa jenis kopi menunjukkan penurunan dibandingkan dengan massa jenis awalnya. Sebelum disangrai, massa jenis kopi adalah 102 g/cm^3 . Setelah 5 menit disangrai pada suhu $150\text{--}222^\circ\text{C}$, massa jenis kopi menurun menjadi $100,5 \text{ g/cm}^3$, 90 g/cm^3 , 85 g/cm^3 , dan akhirnya 70 g/cm^3 . Rata-rata penurunan massa jenis kopi selama 20 menit adalah 293 g/cm^3 . Peningkatan suhu roasting diikuti dengan penurunan massa jenis menunjukkan adanya hubungan terbalik antara suhu dan massa jenis biji kopi robusta. Selain itu, semakin lama proses roasting berlangsung, berat kopi juga menurun karena kadar air dalam biji kopi menurun, yang juga menunjukkan hubungan terbalik antara durasi waktu roasting dan massa jenis biji kopi robusta.

KESIMPULAN

Rancang bangun mesin pengering biji kopi memiliki didapatkan nilai tegangan minimal yaitu 3.433×10^{-6} dan nilai tegangan maximal yaitu 1.325×10^4 untuk nilai yield strength dari material AISI 304 yaitu 2.068×10^8 , sehingga alat pengering kopi aman karena nilai tegangan maximal dibawah nilai yield strength. Kemudian untuk nilai *Safety of Factor* (SoF) sebesar 1.6×10^4 yang mana alat ini aman untuk digunakan karena nilai *safety factor* maximal yaitu 6.024×10^{13} . Alat ini memiliki besar *horse power* seberas 0,0002 HP dalam pengujian alat ini melakukan kinerjanya dengan baik dalam 30 menit mengubah dari biji kopi yang belum disangrai menjadi biji kopi *dark roast*

4. PERNYATAAN TERIMA KASIH

Penulis berterima kasih kepada Ibu Radissa Dzaky Issafira, S.T., M.Sc selaku pembimbing penulis dalam penelitian ini dan pihak dosen – dosen Program Studi Teknik Mesin UPN “Veteran” Jawa Timur yang selalu mendukung kegiatan mahasiswa.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Okamura, M., Soga, M., Yamada, Y., Kobata, K., Kaneda, D., “Development and evaluation of roasting degree prediction model of coffee beans by machine learning”, *Procedia Comput. Sci., Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems: Proceedings of the 25th International Conference KES 2021* 192, pp 4602–4608, 2021.
- [2] Ir MUHAMMAD RIZWAN, M. P., *Sumatra Barat, Budidaya Kopi*, CV. AZKA PUSTAKA, 2022.
- [3] BAHRUMI, P., RATNA, R., FADHIL, R., “Levelisasi Penyangraian Kopi: Suatu Kajian”, *Jurnal Ilmu Mahasiswa Pertanian*, v. 7, 1, pp. 522-525, 2022, doi: <https://doi.org/10.17969/jimfp.v7i1.19022>
- [4] DHAMAYANTHIE, I., “Analisis Metode Pengurangan Kadar Air pada Biji Kopi”, *Jurnal Pendidikan Tambusai*, v. 6, 2, pp. 12056–12065, 2022, doi: <https://doi.org/10.31004/jptam.v6i2.4366>
- [5] Arumsari, A. G., Surya, R., Irmasuryani, S., & Sapitri, W., “Analisis proses roasting pada kopi”, *Jurnal beta kimia*, v 1, 2, pp 98-101. 2021
- [6] Nur, I., Ahmad, T., Dewi, K., “Perencanaan Pengisi Daya Sederhana Memanfaatkan Dinamo Sepeda”,

- Jurnal Cahaya Bagaskara v. 4, 1, 2019
- [7] Lubis, F., Pane, R., Lubis, S., Siregar, M. A., & Kusuma, B. S., “Analisa Kekuatan Bearing Pada Prototype Belt Conveyor” *Jurnal MESIL Mesin Elektro Sipil*, v 2, 2, pp 51-57, 2021).
- [8] Sartika, L., Prasetya, A. M., Nicholas, I. E. N., “Analisa Pengaruh Perubahan Beban Terhadap Kinerja Motor Induksi 3 Fasa Scaper Conveyor di PT. CITRA SAWIT LESTARI”, *Jurnal Elektro Telekomunikasi Terapan*, V. 10, 1, 2023
- [9] Diinil Mustaqiem, A., “ANALISIS PERBANDINGAN FAKTOR KEAMANAN RANGKA SCOOTER MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK SOLIDWORK 2015”, *J. Tek. Mesin*, v 9, 3, pp 164, 2020, <https://doi.org/10.22441/jtm.v9i3.9567>
- [10] Syahputra.,” ANALISIS PENGARUH VARIASI WAKTU PEMANGGANGAN TERHADAP KARAKTERISTIK BIJI KOPI LIBERIKA” (Doctoral dissertation, Universitas Malikussaleh). 2024