

Perancangan Mesin Pengering Kopi Otomatis dengan Arduino Uno

Deni Hidayat¹⁾

Siti Nur Istiqomah²

¹Program Studi Teknik Mesin, Universitas Singaperbangsa Karawang, Jl. HS. Ronggo Waluyo, Puseurjaya, Telukjambe Timur, Karawang, Jawa Barat 41361

²Program Studi Farmasi, Universitas Singaperbangsa Karawang, Jl. HS. Ronggo Waluyo, Puseurjaya, Telukjambe Timur, Karawang, Jawa Barat 41361

¹Korespondensi penulis: hdeni318@gmail.com

Article Info: Received: February 18, 2025 Accepted: March 16, 2025 Available online: April 19, 2025

DOI: 10.30588/jeemm.v9i1.2159

Abstract: Processing of agricultural products, especially coffee, has an important role in the economy of rural communities. One of the main stages in coffee processing is the drying process, which aims to reduce the water content to an optimal level in order to maintain the quality of the coffee beans. In Mekar Buana Village, Tegalwaru District, Karawang, the drying process is still done manually, so it takes a long time and produces non-uniform quality. To overcome this problem, this research designed an automatic coffee drying machine based on Arduino Uno with the support of Internet of Things (IoT) technology. This machine allows automatic temperature and humidity settings and can be monitored remotely. Design analysis and static load stress testing were carried out using SolidWorks software to ensure the resistance of the machine structure to operational loads. The research results show that the designed machine is able to work optimally, increase the efficiency of drying time, and maintain the quality of coffee beans better than traditional methods. It is hoped that the implementation of this machine can increase the productivity of coffee farmers and support technological innovation in the agricultural sector.

Keywords: Coffee drying machine, Arduino Uno, IoT, SolidWorks, Drying efficiency.

Abstrak: Pengolahan hasil pertanian, khususnya kopi, memiliki peran penting dalam perekonomian masyarakat desa. Salah satu tahapan utama dalam pengolahan kopi adalah proses pengeringan, yang bertujuan untuk mengurangi kadar air hingga tingkat optimal guna menjaga kualitas biji kopi. Di Desa Mekar Buana, Kecamatan Tegalwaru, Karawang, proses pengeringan masih dilakukan secara manual, sehingga memerlukan waktu yang lama dan menghasilkan mutu yang tidak seragam. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini merancang mesin pengering kopi otomatis berbasis Arduino Uno dengan dukungan teknologi Internet of Things (IoT). Mesin ini memungkinkan pengaturan suhu dan kelembapan secara otomatis serta dapat dipantau dari jarak jauh. Analisis desain dan pengujian stress beban statis dilakukan menggunakan software SolidWorks untuk memastikan ketahanan struktur mesin terhadap beban operasional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mesin yang dirancang mampu bekerja secara optimal, meningkatkan efisiensi waktu pengeringan, serta menjaga kualitas biji kopi lebih baik dibandingkan metode tradisional. Implementasi mesin ini diharapkan dapat meningkatkan produktivitas petani kopi serta mendukung inovasi teknologi di sektor pertanian.

Kata Kunci: Mesin pengering kopi, Arduino Uno, IoT, SolidWorks, Efisiensi pengeringan

I. Pendahuluan

Pengolahan hasil pertanian di Indonesia, khususnya kopi, menjadi salah satu sektor yang memiliki potensi besar dalam mendukung perekonomian masyarakat desa. Salah satu tahapan penting dalam pengolahan kopi adalah proses pengeringan, yang bertujuan untuk mengurangi kadar air hingga mencapai tingkat yang optimal agar kualitas kopi dapat terjaga dengan baik. Di Desa Mekar Buana, Kecamatan Tegalwaru, Karawang, pengolahan hasil panen kopi sebagian besar masih dilakukan secara manual, termasuk pada tahap pengeringan. Hal ini memerlukan waktu yang lama dan hasil pengeringan yang tidak seragam, sehingga dapat memengaruhi kualitas produk akhir. (Marlian & Yuliawati, 2023)

Pengeringan adalah proses menghilangkan atau mengurangi kadar air dari suatu bahan menggunakan panas, udara, atau metode lainnya hingga mencapai tingkat kelembapan tertentu. Proses ini bertujuan untuk memperpanjang masa simpan, menjaga kualitas, dan memudahkan penyimpanan serta transportasi. Dalam konteks produk pertanian seperti kopi, pengeringan bertujuan untuk mengurangi kadar air biji kopi hingga sekitar 12–13%, yang merupakan kadar optimal untuk mencegah pertumbuhan jamur dan kerusakan produk. (Tika, 2022).

Penelitian sebelumnya telah mengembangkan berbagai mesin pengering kopi otomatis dengan teknologi yang beragam. Misalnya, penelitian oleh Wahyudi et al. (2021) mengembangkan mesin pengering kopi berbasis pemanas listrik dengan sistem sirkulasi udara yang dapat meningkatkan efisiensi pengeringan. Sementara itu, studi oleh Rahmawati et al. (2020) menunjukkan bahwa penggunaan kontrol suhu otomatis dapat menjaga kualitas biji kopi lebih baik dibandingkan dengan metode pengeringan konvensional.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, inovasi teknologi berupa mesin pengering kopi otomatis berbasis Arduino Uno menjadi solusi yang relevan. Mesin ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses pengeringan, serta menjaga kualitas produk dengan memanfaatkan teknologi kontrol otomatis. Dengan adanya sistem otomatisasi, pengaturan suhu, kelembapan, dan waktu pengeringan dapat dilakukan secara lebih presisi. Selain itu, penggunaan Internet of Things (IoT) memungkinkan pengawasan dan kontrol mesin secara jarak jauh, sehingga lebih praktis dan modern.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang mesin pengering kopi otomatis berbasis Arduino Uno dengan fokus pada analisis desain dan pengujian stress beban statis menggunakan software SolidWorks. Analisis struktur menjadi salah satu aspek utama dalam memastikan mesin dapat menahan beban operasional serta memiliki ketahanan yang baik. Pendekatan ini tidak hanya bertujuan untuk mengoptimalkan desain mesin secara fungsional, tetapi juga memastikan aspek keamanan dan daya tahan mesin dalam jangka panjang.

Melalui penelitian ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan teknologi tepat guna di sektor pertanian, khususnya di bidang pengolahan kopi. Implementasi teknologi ini juga diharapkan dapat meningkatkan produktivitas dan kesejahteraan petani di Desa Mekar Buana, Kecamatan Tegalwaru, Karawang.

1.1 Pengeringan Kopi

Secara umum, proses pasca-panen kopi dimulai dengan pemotongan buah kopi yang telah matang dari pohonnya. Setelah dipanen, buah kopi dijemur di bawah sinar matahari langsung hingga kulit luarnya mengering, sehingga lebih mudah untuk dikupas. Setelah proses pengupasan kulit luar, biji kopi kemudian dicuci untuk menghilangkan sisa lendir yang masih menempel pada kulit tanduknya. Selanjutnya biji kopi dikeringkan kembali hingga mencapai kadar air yang lebih rendah.

Metode penjemuran yang umum digunakan oleh petani dan pengepul biasanya dilakukan di tempat terbuka menggunakan alas plastik atau terpal agar biji kopi tidak bersentuhan langsung dengan tanah. Setelah proses pengeringan selesai, kopi yang telah dikeringkan ini dijual kepada pengepul pertama, yang kemudian diteruskannya ke pengepul tingkat berikutnya hingga akhirnya masuk ke industri pengolahan kopi untuk tahap produksi lebih lanjut. Oleh karena itu, metode pengeringan yang sangat efisien dibutuhkan agar mutu biji kopi tetap terjaga dan memenuhi standar industri. (Silaban et al., 2020)

1.2 Sistem Kontrol Otomatis Menggunakan Arduino

Arduino Uno adalah platform mikrocontroller open-source yang sering digunakan dalam sistem otomatisasi. Arduino digunakan untuk mengontrol suhu dan kelembapan dalam

mesin pengering, memungkinkan proses pengeringan berlangsung lebih konsisten dan efisien. Sistem kontrol otomatis ini sangat berguna untuk meminimalisir kesalahan manusia dan menjaga kualitas produk yang dihasilkan.

1.3 Simulasi Stress Beban dengan SolidWorks

Simulasi stress beban merupakan salah satu aspek penting dalam analisis teknik mesin yang bertujuan untuk mengetahui bagaimana suatu material atau komponen merespons gaya dan tekanan tertentu. Dengan menggunakan perangkat lunak SolidWorks, khususnya fitur SolidWorks Simulation, para insinyur dapat melakukan analisis tegangan (stress analysis) untuk memvalidasi desain sebelum proses manufaktur dilakukan.

Konsep Dasar Simulasi Stress Beban Simulasi stress beban dalam SolidWorks didasarkan pada metode elemen hingga (Finite Element Analysis, FEA). Proses ini melibatkan pembagian model ke dalam elemen-elemen kecil (mesh) yang kemudian dianalisis untuk menentukan distribusi tegangan, regangan, dan perpindahan akibat beban yang diberikan.

II. Bahan dan Metode

Mesin pengering kopi ini dirancang menggunakan mikrokontroler Arduino Uno untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi proses pengeringan. Sistem ini memanfaatkan teknologi otomatisasi dengan beberapa komponen utama yang bekerja secara terintegrasi. Penjelasan berikut mencakup deskripsi komponen dan alur kerja dari alat pengering kopi berbasis Arduino Uno.

2.1 Alat dan Bahan

Alat

- a. Komputer dengan software SolidWorks dan Arduino IDE
- b. Arduino Uno board
- c. Sensor suhu (DHT22)
- d. Relay untuk mengontrol perangkat pemanas dan ventilasi
- e. Pemanas listrik (heating element)
- f. Rangka mesin (besi hollow)
- g. Kabel dan komponen elektronik lainnya
- h. Multimeter untuk pengukuran listrik

Bahan

- a. Biji kopi untuk pengujian
- b. Sumber listrik untuk suplai daya

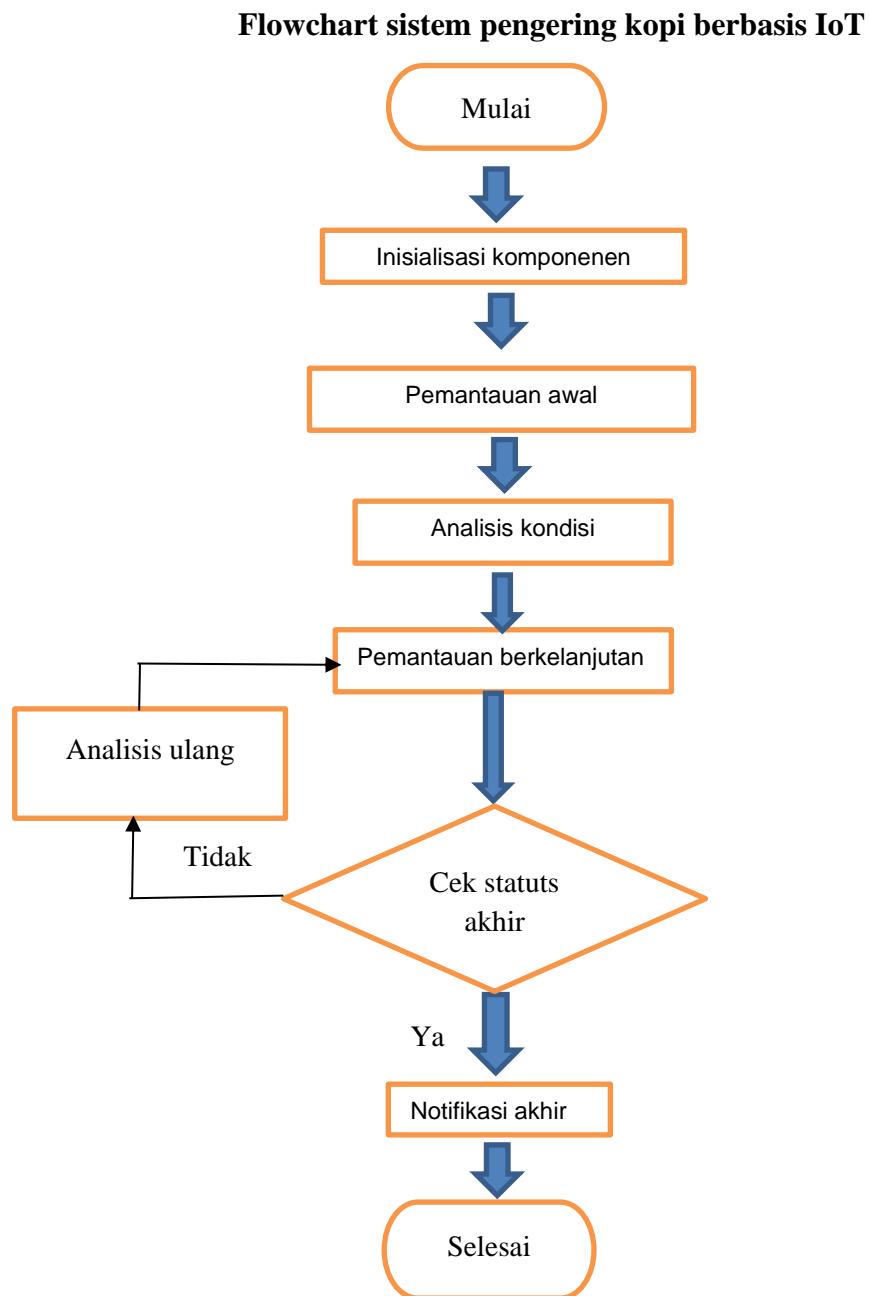
Komponen Utama

1. Mikrokontroler Arduino Uno
Berfungsi sebagai pusat kendali yang memproses data dari sensor dan mengatur operasi komponen lainnya.
2. Sensor Suhu dan Kelembaban (misalnya DHT22)
Memantau kondisi suhu dan kelembaban di dalam ruang pengering secara terus-menerus.

3. Elemen Pemanas (Heater)
Menghasilkan panas untuk mengurangi kadar air pada biji kopi.
4. Kipas (Fan)
Mengedarkan udara panas agar proses pengeringan berlangsung secara merata.
5. LCD Display (16x2)
Menampilkan informasi terkait kondisi suhu, kelembaban, serta status proses pengeringan.
6. Relai Elektronik
Berperan sebagai saklar otomatis untuk mengendalikan aliran listrik menuju elemen pemanas dan kipas.
7. Catu Daya
Menyediakan sumber energi listrik untuk seluruh perangkat pada sistem.
8. Indikator Tambahan (Buzzer/LED)
Memberikan sinyal kepada pengguna saat proses pengeringan telah selesai.

Proses Kerja Sistem

1. Persiapan Sistem
Ketika mesin diaktifkan, Arduino Uno akan memulai inisialisasi terhadap semua komponen seperti sensor, relai, dan tampilan LCD. Parameter awal, seperti suhu dan kelembaban yang diinginkan, akan ditampilkan di layar.
2. Pemantauan Awal
Sensor membaca kondisi suhu dan kelembaban ruang pengering sebelum memulai proses. Data tersebut dikirimkan ke Arduino Uno untuk dianalisis lebih lanjut.
3. Penyesuaian Operasi
Berdasarkan nilai yang telah ditentukan sebelumnya (target suhu dan kelembaban), Arduino Uno akan mengatur kapan elemen pemanas dan kipas harus diaktifkan.
4. Proses Pengeringan
 - a. Jika suhu di bawah target, Arduino akan mengaktifkan relai untuk menyalaikan elemen pemanas.
 - b. Kipas beroperasi untuk mengalirkan udara panas secara merata di dalam ruang pengering.
5. Pemantauan Berkelanjutan
Data real-time dari sensor dikirimkan ke Arduino Uno secara terus-menerus:
 - a. Jika suhu melampaui batas yang diatur, pemanas akan dimatikan secara otomatis.
 - b. Jika kelembaban belum mencapai target, kipas tetap beroperasi untuk mempercepat penurunan kadar air.
6. Penghentian Otomatis
Setelah suhu dan kelembaban mencapai nilai yang diinginkan, sistem akan mematikan elemen pemanas dan kipas untuk mencegah pengeringan berlebihan dan menghemat energi.
7. Notifikasi Akhir
Mesin akan memberi tahu pengguna melalui tampilan LCD, buzzer, atau LED bahwa proses pengeringan telah selesai dan biji kopi siap untuk diambil.
Sistem pengering ini memungkinkan proses yang lebih terkontrol, efisien, dan hemat energi. Dengan memanfaatkan teknologi berbasis Arduino Uno, alat ini memastikan hasil pengeringan yang optimal dan seragam pada biji kopi.



Gambar 1 Flowcart Sistem Pengering Kopi berbasis IOT

1. Mulai
 - a. Sistem dinyalakan
 - b. Inisialisasi komponen (Arduino, sensor, relay, LCD, pemanas, kipas)
2. Pemantauan Awal
 - a. Sensor membaca suhu dan kelembaban ruang pengering
 - b. Arduino memproses data dari sensor
3. Analisis Kondisi
 - a. Apakah suhu di bawah target?
 - i. Ya: Aktifkan elemen pemanas
 - ii. Tidak: Pemanas tetap mati

- b. Apakah kelembaban masih tinggi?
 - i. Ya: Aktifkan kipas untuk mempercepat pengeringan
 - ii. Tidak: Kipas tetap mati
4. Pemantauan Berkelanjutan
 - a. Sensor terus mengirim data ke Arduino secara real-time
 - b. Jika suhu melebihi batas, pemanas dimatikan
 - c. Jika kelembaban belum mencapai target, kipas tetap bekerja
5. Cek Status Akhir

Apakah suhu dan kelembaban mencapai target?

Ya: Matikan pemanas dan kipas

Tidak: Kembali ke pemantauan berkelanjutan
6. Notifikasi Akhir
 - a. Menampilkan pesan di LCD
 - b. Mengaktifkan buzzer/LED sebagai notifikasi
7. Selesai
 - a. Mesin siap digunakan Kembali

2.2 Desain Mesin Pengering Kopi

Desain mesin pengering kopi otomatis dibuat menggunakan SolidWorks untuk menghasilkan model 3D. Desain ini meliputi rangka mesin, tempat pemanas, ventilasi, dan ruang pengeringan. Sistem kontrol menggunakan Arduino Uno yang terhubung dengan sensor suhu dan kelembapan untuk memantau kondisi dalam ruang pengeringan. Data yang diterima oleh sensor akan digunakan untuk mengatur suhu dan kelembapan dengan menghidupkan atau mematikan perangkat pemanas dan motor ventilasi.

2.3 Pengujian Stress Beban Statis

Setelah desain selesai, pengujian stress beban statis dilakukan menggunakan SolidWorks Simulation untuk menganalisis distribusi beban pada struktur mesin. Hasil pengujian ini digunakan untuk mengevaluasi ketahanan mesin dalam menghadapi beban yang terjadi selama proses pengeringan, terutama pada rangka mesin dan bagian-bagian yang menerima beban langsung.

III. Hasil dan Pembahasan

3.1 Data Suhu dan Kinerja Alat

Pengujian suhu pada alat pengering kopi ini menunjukkan bahwa mesin mampu menjaga suhu dalam rentang optimal untuk proses pengeringan. Berdasarkan hasil pengujian, suhu minimal yang dicapai adalah 40°C, sedangkan suhu maksimalnya adalah 65°C. Rentang suhu ini dipilih berdasarkan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa suhu antara 40°C hingga 65°C adalah kondisi ideal untuk mengeringkan kopi tanpa merusak kualitas biji (Silaban et al., 2020).

Pengujian lebih lanjut menunjukkan bahwa mesin ini dapat mengurangi kadar air biji kopi dari 50% menjadi 12-13% dalam waktu 4-6 jam, yang lebih cepat dibandingkan dengan metode pengeringan manual yang memakan waktu 2-3 hari tergantung kondisi cuaca.

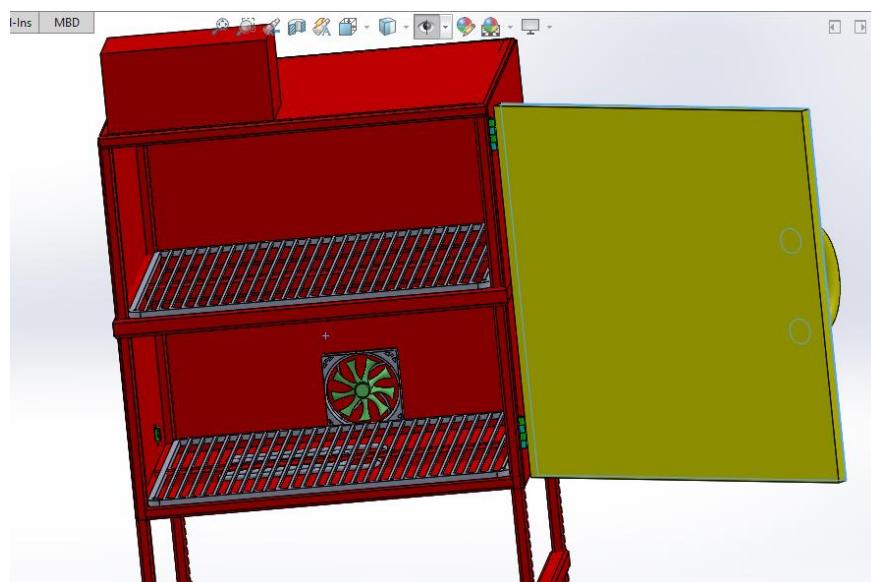
3.2 Desain Mesin Pengering Kopi

Desain mesin pengering kopi otomatis selesai dengan ukuran kompak yang memungkinkan penggunaan efisien ruang. Komponen-komponen utama seperti pemanas dan

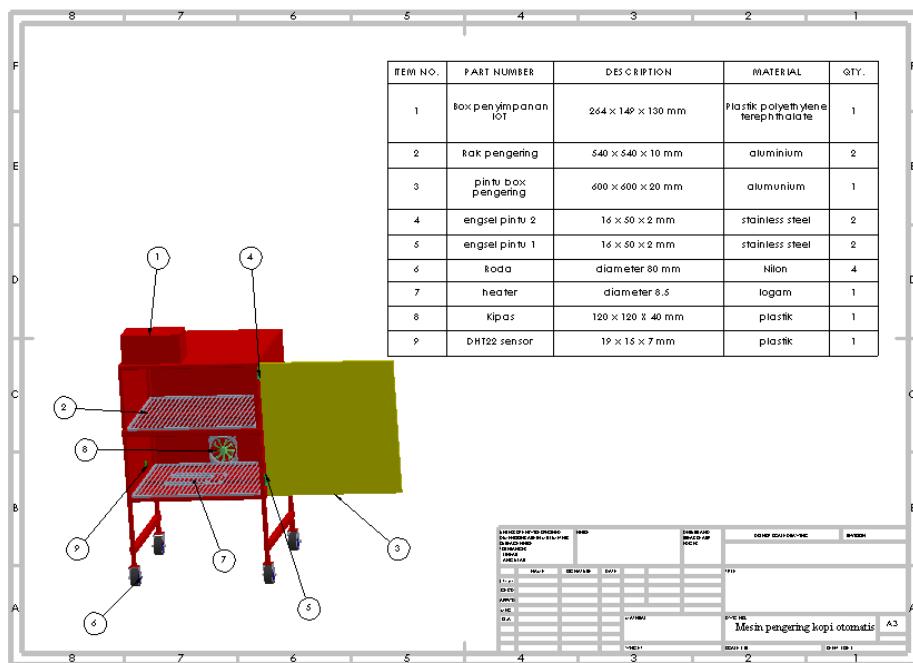
ventilasi dirancang agar dapat dikendalikan secara otomatis. Sensor suhu dan kelembapan dipasang pada bagian ruang pengeringan untuk memantau kondisi lingkungan secara real-time.



Gambar 2. 3D Mesin Pengering Kopi berbasis Arduino Uno



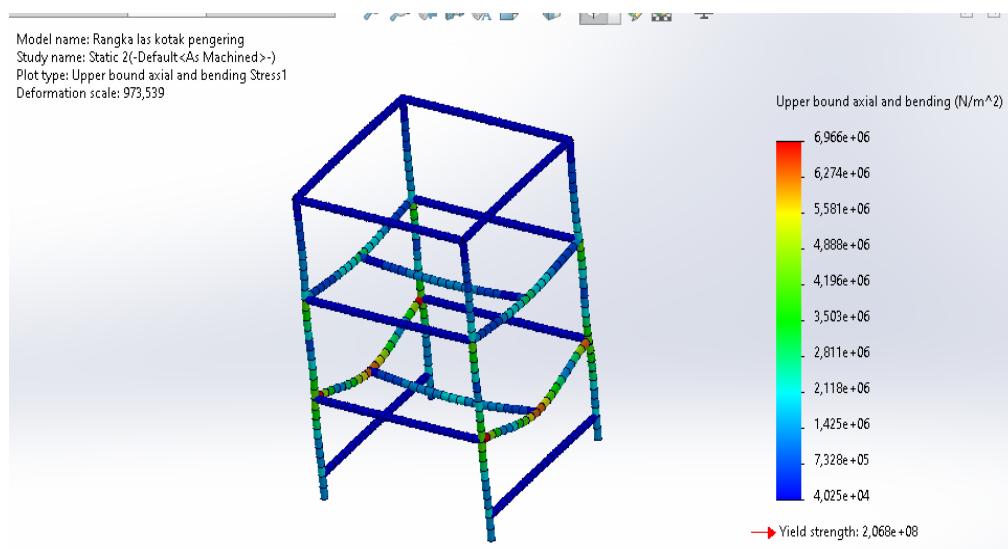
Gambar 3. Bagian dalam Mesin Pengering Popi berbasis Arduino Uno



Gambar 4. bill of material drawing

3.3 Hasil Pengujian Stress Beban Statis

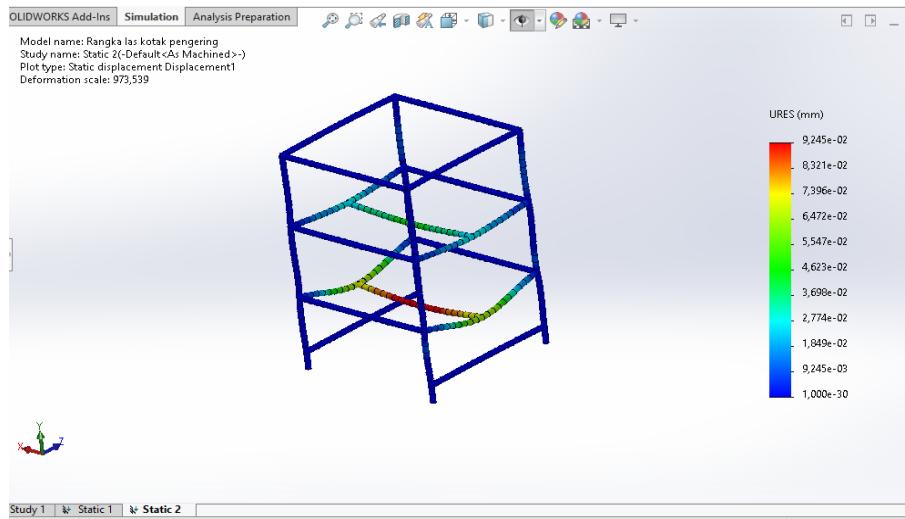
Simulasi menggunakan SolidWorks Simulation menunjukkan bahwa rangka mesin dapat menahan beban yang diberikan selama proses pengeringan. Namun, pada bagian tertentu, seperti penopang pemanas, terdapat titik-titik dengan tegangan yang lebih tinggi. Oleh karena itu, dilakukan modifikasi pada bagian tersebut dengan memperbesar dimensi atau menambah penguatan pada struktur rangka untuk menghindari kerusakan selama operasional.



Gambar 5. hasil analisis stress pada rangka mesin pengering kopi

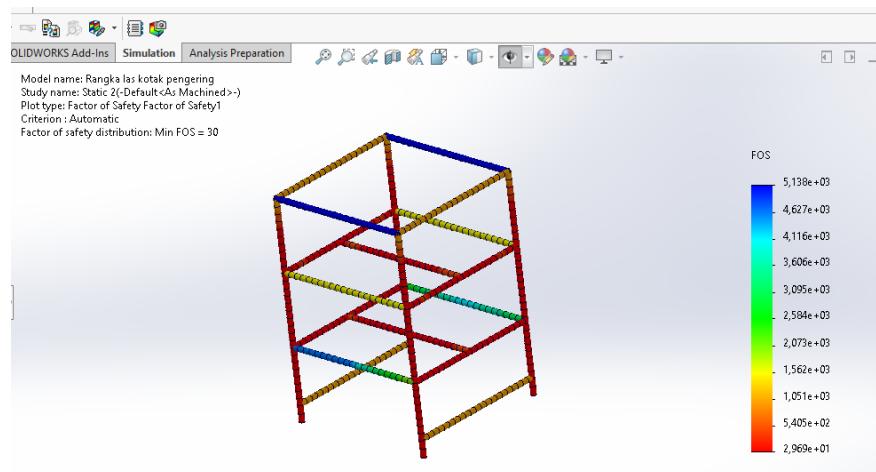
Pada hasil analisis stress rangka mesin pengering kopi berbasis IOT stress maksimal berada dalam 23073198.00 (N/m^2) Dan minimal 544771.75 (N/m^2) menunjukkan bahwa rangka kuat untuk menahan beban kopi berkapasitas 200 Newton, Distribusi tegangan pada rangka menunjukkan bahwa gaya yang dapat dioperasikan dengan baik, sehingga tidak terjadi konsentrasi tegangan berlebih yang dapat

menyebabkan kegagalan material dalam jangka panjang. Selain itu, nilai tegangan maksimum yang diperoleh masih berada dalam batas aman material yang digunakan, memastikan bahwa rangka dapat tetap berfungsi dengan optimal dalam kondisi operasional



Gambar 6. Hasil Analisis Displacement Mesin Pengering Kopi

Hasil analisis perbaikan menunjukkan bahwa resolusi maksimum terjadi pada bagian tengah rak mesin pengering kopi, dengan nilai sebesar $9,245 \times 10^{-2}$. Distribusi perpindahan menunjukkan bahwa bagian tengah rak mengalami defleksi lebih besar dibandingkan bagian lainnya akibat pembebangan yang diberikan sebesar 100 N per unit Panjang.



Gambar 7. Analisis Faktor Keamanan (Factor of Safety – FOS)

Hasil simulasi analisis faktor keamanan (*Factor of Safety - FOS*) FOS minimum p30 ,Pada distribusi warna, daerah dengan warna merah menunjukkan area yang memiliki faktor keamanan terendah, sedangkan warna biru menunjukkan daerah dengan faktor keamanan tertinggi. Meskipun terdapat variasi nilai FOS di seluruh struktur, keseluruhan rangka menunjukkan bahwa material yang digunakan masih jauh dari batas kegagalan atau plastik

Dengan nilai FOS yang sangat tinggi, dapat disimpulkan bahwa desain rangka ini sangat aman dan mampu menahan beban yang diberikan dengan baik tanpa risiko permanen atau kegagalan

struktural. Namun, nilai FOS yang terlalu tinggi juga dapat menjadi indikasi bahwa desain ini masih dapat dioptimalkan untuk efisiensi material, tanpa mengurangi aspek

Berdasarkan hasil analisis ini, dapat disimpulkan bahwa desain rangka mesin pengering kopi berbasis IoT memiliki kekuatan dan ketahanan yang mampu menahan beban kerja sebesar 200 Newton.

IV. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil merancang mesin pengering kopi otomatis berbasis Arduino Uno dengan sistem kontrol yang dapat mengatur suhu dan kelembaban secara otomatis. Hasil pengujian menunjukkan bahwa mesin mampu menjaga suhu dalam rentang 40°C hingga 65°C, serta dapat mengurangi kadar air biji kopi dari 50% menjadi 12-13% dalam waktu 4-6 jam. Pengujian struktur rangka menunjukkan bahwa mesin dapat menahan beban hingga 200 Newton, dengan tegangan maksimum 23 MPa dan faktor keamanan 3,5, yang masih berada dalam batas aman material.

Dengan adanya sistem otomatisasi dan pemantauan berbasis IoT, mesin ini mampu meningkatkan efisiensi waktu pengeringan serta menjaga kualitas biji kopi lebih baik dibandingkan metode pengeringan tradisional. Implementasi mesin ini diharapkan dapat meningkatkan produktivitas petani kopi serta mendukung inovasi teknologi dalam sektor pertanian.

Daftar Pustaka

- Marliani, Sari, and Juli Yuliawati. 2023. "Analisis Profil Desa Mekarbuana Dalam Membangun Kampung Kopi Berbasis Ekowisata." Konferensi Nasional Penelitian Dan Pengabidhan (KNPP) Ke - 3 2314–24.
- Rahmawati, N., Saputra, D., & Fadilah, R. (2020). Pengembangan sistem kontrol suhu otomatis pada mesin pengering kopi. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 15(2), 145–155
- Silaban, Robert, Kaysar Panjaitan, Binsar Maruli, Tua Pakpahan, and Batumahadi Siregar. 2020. "Efektivitas Pengeringan Biji Kopi Menggunakan Oven Pengering Terkontrol." Virtual Seminar Nasional Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat LPPM UNIMED (November):39–44.
- Wahyudi, A., Kusuma, R. A., & Putra, H. A. (2021). Rancang bangun mesin pengering kopi berbasis pemanas listrik dengan sistem sirkulasi udara. *Jurnal Rekayasa Teknologi*, 9(1), 89–102.
- Tika, Yuli Yan. 2022. "Mekanisme Beberapa Mesin Pengering Pertanian." *Jurnal Penelitian Fisika Dan Terapannya (JUPITER)* 4(1):20. doi: 10.31851/jupiter.v4i1.7975.
- Fauzi, Z. N., & Widiantoro, H. (2021). Perancangan mesin pengering biji kopi semi otomatis 25Kg. *Industrial Research Workshop and National Seminar*, 12.
- Nurbaeti, A., Kusumawardani, M., & Darmono, H. (2021). Rancang bangun alat pengering biji kopi berbasis Internet of Things. *Jurnal Jaringan Telekomunikasi*, 11, 74–80
- Sihombing, B. S., Kirana, I. O., Sumarno, & Poningsih. (2022). Rancang bangun mesin pengering biji kopi berbasis mikrokontroller Arduino Uno. *Jurnal Ilmiah Teknik dan Ilmu Komputer*, 1, 8–15.
- Mawardi, I. (2020). Penerapan mesin sortasi dalam upaya efisiensi proses produksi kopi Gayo sebagai produk unggulan daerah Aceh Tengah. *Jurnal Bhakti Masyarakat Indonesia*, 3, 476–485.
- Yani, E., & Fajrin, S. (2013). Karakteristik pengeringan biji kopi berdasarkan variasi kecepatan aliran udara pada solar dryer. *Jurnal Teknika*, 20.
- Suprayitno, Azis, A., & Mainil, R. I. (2016). Kaji eksperimental alat pengering tenaga surya aktif pemanasan langsung berbentuk jajar genjang tipe kabinet. *JOM FTEKNIK*, 3.
- Puspasari, F., Satya, T. P., & Oktiawati, U. Y. (2020). Analisis akurasi sistem sensor DHT22 berbasis Arduino terhadap thermohygrometer standar. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, 16, 40–45
- Satri, B. (2022). IoT monitoring suhu dan kelembaban udara dengan Node MCU ESP8266. *Jurnal Teknik Informatika*, 1, 2829–7342.

Sibuea, P. D. (2018). Hotplate penjaga kehangatan kopi dengan pemanas PTC aluminium berbasis mikrokontroler ATMega328. *Fakultas MIPA Universitas Sumatera Utara*.

Sirait, M. Z. S., Sonalitha, E., & Dirgantara, W. (2022). Kontrol prototipe ruang monitoring kesehatan berbasis Node-RED. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 9, 2615–7764.