

Alat Pengering Biji Kopi dengan Memanfaatkan Sensor *Soil Moisture* Berbasis Mikrokontroler

Lilik Hari Santoso¹, Achmad Anwari², Mohammad Abdul Hamid³

¹²³Program Studi Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknologi Texmaco, Indonesia
Email : lilik.hs@yahoo.com, arsawimax@gmail.com, abdulhd36@gmail.com

Received 28 Februari 2025 | Revised 7 Maret 2025 | Accepted 21 Maret 2025

ABSTRAK

Tahapan pengeringan proses pengolahan kopi berpengaruh terhadap kualitas dan citarasa kopi. Mengandalkan sinar matahari adalah metode tradisional dalam pengeringan ada kendala cuaca. Maka pembuatan alat pengering biji kopi otomatis dengan memanfaatkan sensor soil moisture dan DHT11 adalah solusi. Sensor soil moisture digunakan untuk memantau kadar air biji kopi, sementara sensor DHT11 mengukur dan menjaga suhu dalam ruang pengering pada batas optimal 55°C. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat ini mampu mengurangi kadar air biji kopi dari 59% menjadi 12% dalam waktu 320 menit dengan kapasitas 500 gram biji kopi. Alat bekerja dengan baik, elemen pemanas akan aktif ketika suhu berada pada set point 55°C, dan kipas pun berputar. Proses pengeringan berlangsung efisien tanpa mengurangi kualitas biji kopi, dengan selisih rata-rata suhu stabil pada angka 54°C – 55°C. Ini memberikan solusi yang efektif dan efisien untuk mengatasi keterbatasan cara tradisional. Dengan otomatisasi dan pemantauan real-time, alat ini dapat membantu petani dan pelaku usaha kopi dalam menghasilkan biji kopi berkualitas tinggi secara konsisten, tanpa bergantung pada kondisi cuaca.

Kata Kunci: pengeringan biji kopi, sensor soil moisture, DHT11, mikrokontroler Arduino Uno, otomatisasi

ABSTRACT

The drying stages of the coffee processing process affect the quality and taste of the coffee. Relying on sunlight is a traditional method of drying, but there are weather constraints. So making an automatic coffee bean dryer using soil moisture and DHT11 sensors is the solution. The soil moisture sensor is used to monitor the water content of coffee beans, while the DHT11 sensor measures and maintains the temperature in the drying chamber at an optimal limit of 55°C. The test results show that this tool is able to reduce the water content of coffee beans from 59% to 12% in 320 minutes with a capacity of 500 grams of coffee beans. The tool works well, the heating element will activate when the temperature is at the set point of 55°C, and the fan will rotate. The drying process takes place efficiently without reducing the quality of the coffee beans, with an average temperature difference stable at 54°C - 55°C. This provides an effective and efficient solution to overcome the limitations of traditional methods. With automation and real-time monitoring, this tool can help farmers and coffee business actors produce high-quality coffee beans consistently, without relying on weather conditions.

Keywords: coffee bean drying, soil moisture sensor, DHT11, Arduino Uno microcontroller, automation

1. PENDAHULUAN

Salah satu negara yang banyak menghasilkan sumber daya alam adalah Indonesia., salah satunya yaitu menjadi negara dengan menduduki peringkat ke tiga dalam pengeksport kopi terbesar di dunia [1]. Selain itu Indonesia memiliki cara tradisional dalam mengolah kopi. Namun, masih memiliki banyak sekali kendala salah satunya yaitu iklim yang tidak menentu. Musim panen kopi biasanya selalu diiringi dengan musim hujan, sehingga menyulitkan para petani kopi dalam memproses kopi untuk dikeringkan. Proses pengeringan kopi biasanya dilakukan dengan mengandalkan sinar matahari. Namun pengeringan ini memiliki kekurangan yaitu dengan sulitnya memprediksi cuaca. Kadar air awal dari biji kopi yang baru di cuci dan siap di jemur memiliki sekitar $\pm 80-90\%$ kadar air. Sedangkan buah kopi yang sudah melalui proses pengeringan dengan cara dijemur sekitar 1-2 Minggu (tergantung pada cahaya matahari), biasanya petani mengakhiri penjemuran biji kopi ketika kadar air yang tersisa 12% - 13% kadar air agar tetap terjaga dari jamur serta menjaga cita rasa kopi agar lebih enak [2]. Suhu ideal untuk mengeringkan biji kopi bervariasi tergantung pada metode yang digunakan, tetapi secara umum, suhu antara 50°C dan 60°C efektif untuk mempertahankan rasa sekaligus mencapai pengeringan yang efisien. Melebihi suhu ini dapat mengakibatkan hilangnya senyawa rasa yang lembut [3].

Untuk mengatasi masalah-masalah tersebut diperlukan alat pengering kopi yang dapat memudahkan dalam proses pengeringan kopi. Alat tersebut juga dapat menarik para konsumen untuk melihat secara langsung proses pengolahan kopi yang transparan. Mikrokontroler Arduino Uno dipilih sebagai pusat pengendalian utama dalam proyek ini. Teknologi ini memiliki fleksibilitas yang tinggi dan memungkinkan integrasi dengan berbagai sensor dan alat lain yang diperlukan untuk mencapai tujuan otomatisasi. Penggunaan mikrokontroler ini juga memungkinkan pemantauan dan pengaturan secara real-time, yang dapat meningkatkan kualitas dan konsistensi produksi.

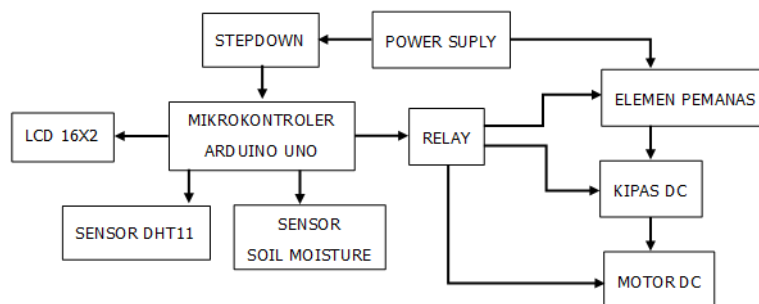
Keunggulan utama dari proyek ini terletak pada konsep pengeringan yang inovatif dan otomatis sehingga tidak terlalu bergantung pada cuaca. Tentu saja dengan penggunaan teknologi Arduino serta sistem sensorik yang tepat, alat ini dapat lebih efektif dan lebih hemat waktu. Alat ini juga memberikan manfaat bagi para pemilik *café* dan juga petani dalam proses mengeringkan kopi.

2. METODE

2.1 Perancangan Sistem

Perancangan sistem dalam Alat pengering Biji Kopi mencakup perancangan sistem *software* dan perancangan sistem *hardware*. Komponen yang digunakan antara lain:

Blok diagram perancangan sistem dibuat berdasarkan cara kerja rangkaian alat secara keseluruhan. Berdasarkan blok diagram diatas ini dapat diketahui komponen input dan output. Power supply menjadi input tegangan, selanjutnya tegangan akan diturunkan menggunakan step down untuk tegangan Arduino memberikan output ke lcd 16x2, relay 4 channel, sensor dht11, dan sensor Soil Moisture. Relay menghasilkan output elemen pemanas dan kipas DC sebagai pengatur suhu di dalam pengering serta motor sebagai pengaduk.



Gambar 2. 1 Diagram Blok Sistem

- a. Mikrokontroler Arduino UNO sebagai pengendali utama. Tipe yang digunakan ATmega 328 dengan osilator kristal 16 MHz, port USB, jack daya, header ICSP, tombol reset, dan 14 pin input dari output digital, enam di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM, papan ini juga dilengkapi enam pin input analog. Cukup hubungkan Papan Arduino Uno ke komputer dengan kabel USB, atau nyalakan dengan adaptor AC-ke-DC atau baterai agar mikrokontroler dapat digunakan [7].



Gambar 2.2. Arduino AT 328 board

Sumber : https://en.wikipedia.org/wiki/Arduino_Uno#/media/File:Arduino_Uno_-_R3.jpg

- b. Sensor DHT11 untuk mengukur suhu di dalam pengering sekaligus set point untuk menyalakan *Fan* DC. Sensor DHT11 berfungsi untuk mengukur suhu dan tingkat kelembapan di sekitar. Melalui pemanfaatan sinyal digital, sensor ini mampu memberikan detail suhu dalam rentang -20°C hingga 50°C, dengan presisi sekitar $\pm 2^\circ\text{C}$. Selain itu, dapat memberikan informasi tentang kelembapan dalam kisaran 20% hingga 90%, dengan akurasi sekitar $\pm 5\%$. Sensor DHT11 umumnya digunakan dalam banyak upaya elektronik, memungkinkan pemantauan kondisi lingkungan secara real-time dengan biaya yang wajar dan dengan desain yang sederhana [8].



Gambar 2.3. sensor DHT11

Sumber: <https://id.szks-kuongshun.com/uno/uno-sensor/dht11-temperature-and-humidity-sensor-module-with.html>

- c. *Sensor Soil Moisture* untuk mengukur kadar air dalam biji kopi. Sensor ini dapat digunakan untuk mendeteksi tinggi atau rendahnya kadar air dalam suatu objek. Sensor ini bekerja berdasarkan prinsip kemampuan material dielektrik untuk mengubah kapasitansi saat berinteraksi dengan air. Ketika tanah mengandung air, konduktivitas listrik tanah meningkat. Sensor ini mengukur perubahan kapasitansi atau konduktivitas listrik untuk menentukan kelembaban. Di sini sensor ini digunakan sebagai pengukur kadar air biji kopi yang sedang di keringkan [9].



Gambar 2.4. sensor soil moisture

- d. Elemen Pemanas/*Heater* untuk menjaga suhu di dalam pengering. Alat ini yang menghasilkan panas dengan mengubah energi listrik menjadi energi panas. Biasanya digunakan untuk meningkatkan suhu suatu ruangan atau untuk tujuan tertentu seperti memanaskan air atau permukaan. Heater yang digunakan menggunakan suplai tegangan AC.



Gambar 2.5. Heater

- e. Motor DC sebagai elemen Pengaduk dalam proses pengeringan. Jenis motor listrik yang menggunakan arus searah untuk menghasilkan gerakan mekanis. Dalam pengeringan biji kopi otomatis, motor DC menggerakkan komponen penting seperti pengaduk atau pengocok untuk memastikan biji kopi dikeringkan secara merata dan efisien. Motor yang digunakan menggunakan spesifikasi tegangan 12V DC.



Gambar 2.6. Motor DC

- f. *Fan* DC menurunkan dan menstabilkan suhu di dalam pengering agar sesuai dengan set point.



Gambar 2.7 Fan DC

Sumber : <https://products.sanyodenki.com/en/sanace/dc/dc-fan/>

- g. LCD (*Liquid Crystal Display*) merupakan teknologi tampilan yang menggunakan kristal cair untuk menampilkan informasi secara visual. Layar LCD terbuat dari beberapa lapisan bahan yang mengubah cahaya menjadi gambar atau teks. LCD menampilkan data dalam bentuk karakter, huruf, angka atau grafik [10]. Pada sistem ini LCD 16 x 2 menampilkan kondisi proses pengeringan secara Real Time.



Gambar 2.8. LCD 16 x 2

Sumber: <https://www.sinauprogramming.com/2020/10/menampilkan-text-pada-lcd-16x2-arduino.html>

- h. Relay
Relay digunakan untuk mengontrol sirkuit listrik yang lebih besar dengan sinyal listrik atau magnetik eksternal. Pada sistem ini bekerja sebagai pengatur peralatan output



Gambar 2.9. Relay 4 chanel

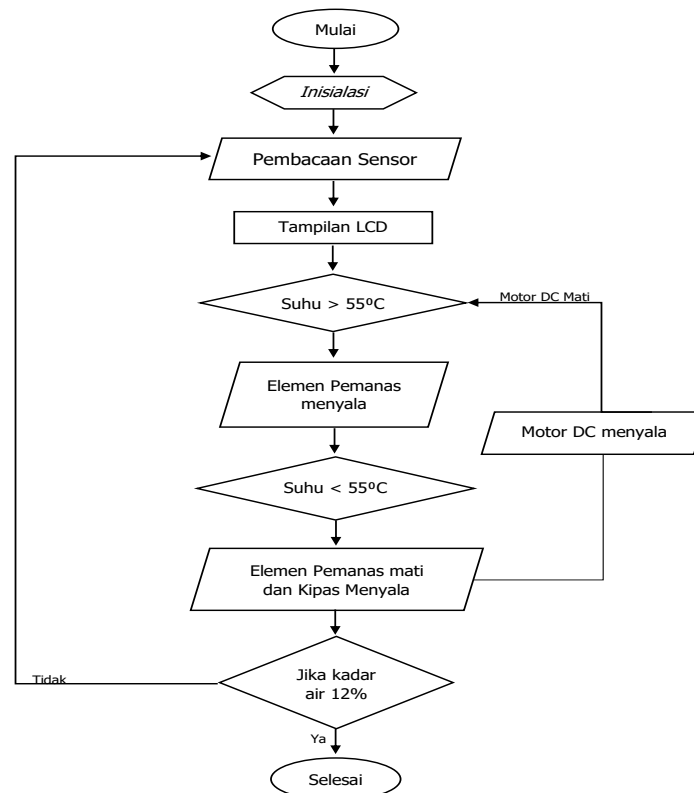
Sumber : <https://id.szks-kuongshun.com/uno/uno-board-shield/4-channel-relay-module-with-light-coupling-5v.html>

2.2 Perancangan Sistem *Software*

Sistem pengering biji kopi dimulai dengan inialisasi komponen utama, seperti Arduino Uno, motor DC, elemen pemanas, sensor DHT11 untuk mengukur suhu, sensor *soil moisture* untuk mendeteksi kadar air, dan tampilan LCD. Setelah sistem diaktifkan, sensor DHT11 akan memantau suhu di ruang pengeringan, sedangkan sensor *soil moisture* membaca tingkat kelembaban biji kopi. Ketika suhu di bawah 60°C, elemen pemanas akan menyala untuk

menaikkan suhu hingga mencapai batas yang diinginkan. Begitu suhu melebihi 60°C, motor DC akan berhenti, dan layar LCD menampilkan status sistem. Sementara itu, sensor soil moisture terus memantau kadar air biji kopi. Jika kadar air biji kopi telah turun hingga 12%, elemen pemanas akan dimatikan, dan kipas akan menyala untuk membantu proses pendinginan.

Seperti yang diperlihatkan pada gambar 2.2. proses pengeringan dirancang untuk bekerja otomatis hingga biji kopi mencapai tingkat kekeringan yang diinginkan. Proses berlanjut hingga sumber daya sistem dimatikan menggunakan saklar, memberikan efisiensi dalam pengendalian suhu dan kelembaban secara otomatis. Finalisasi rancangan software ini dengan dibuatnya koding pada program IDE arduino



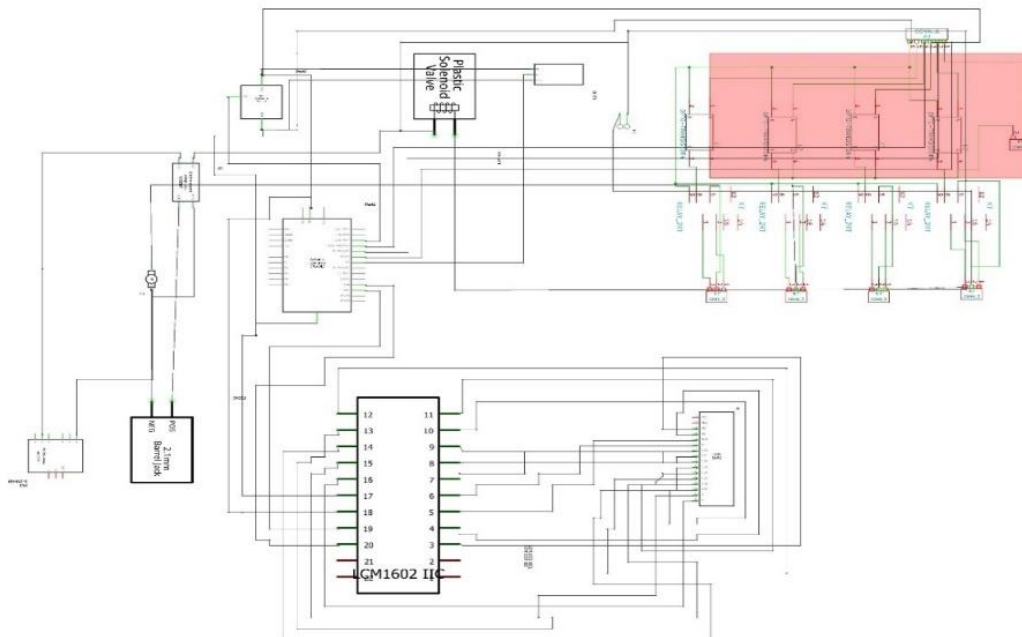
Gambar 2. 10. Flowchart Proses Pengeringan

2.3 Perancangan Sistem *Hardware*

Pada perancangan perangkat keras/*Hardware* dibuat 3 tahapan perancangan seperti berikut ini :

1. Perancangan Skematik Pengkabelan

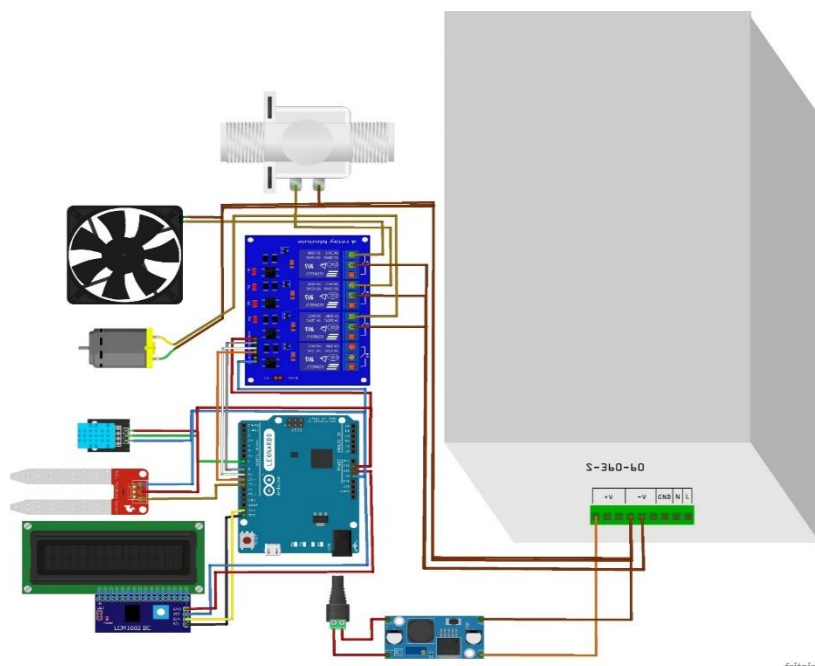
Rancangan skematik pengkabelan mengikuti rancangan desain blok diagram sistem pada gambar 2.2.



Gambar 2.11. Pengkabelan Skematik

2. Desain Akhir Alat Pengering

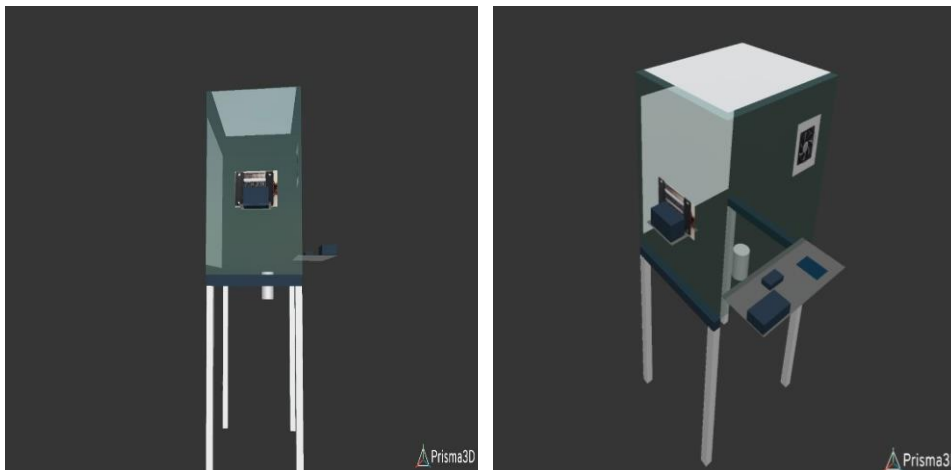
Desain akhir keseluruhan alat/sistem menggambarkan rangkain pengkabelan skematik dari komponen-komponen yang akan dirancang menjadi alat. Langkah ini penting sebagai gambaran sistem kerja alat yang kompleks.



Gambar 2.12. Desain Komponen Sistem

3. Perancangan Mekanik

Seperti yang diperlihatkan pada gambar 2.5 Proses perakitan alat dilakukan dengan membuat kotak pengeringan sebagai *casing* dengan menggunakan papan kayu dengan ukuran 30 x 30 mm dilengkapi lapisan dalam berupa *aluminium* sebagai penghantar panas di dalam pengering. Sensor DHT11 ditempatkan di dalam kotak pengeringan untuk mengukur suhu dan kelembaban di dalam pengering. Sensor DHT11 diprogram untuk mematikan elemen pemanas jika suhu di dalam pengering sudah menunjukkan angka 55°C dan memutarakan Kipas/Fan DC secara otomatis untuk menurunkan suhu panas sampai suhu sesuai set poin yaitu > 55°C. Motor DC digunakan sebagai *driver* pengaduk dalam proses pengeringan dan diletakan di bagian bawah pengering, agar pengeringan dapat merata. Sensor soil diletakan di alas pengering untuk membaca kadar air dalam biji kopi. Proses pengeringan akan ini akan berhenti secara otomatis jika kadar air yang dibaca oleh sensor *soil moisture* menunjukkan 12% -13% kadar air.



Gambar 2.13. Desain Alat

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam proses awal pengujian Alat, kondisi awal dalam keadaan *OFF*. Kemudian alat pengering dinyalakan sekaligus menyiapkan Biji Kopi yang akan dikeringkan. Sensor DHT11 mulai membaca suhu di dalam pengering dan elemen pemanas mulai menyala. Proses pengujian ini dimulai dari pukul 14:23 WIB.

Dalam proses awal pengeringan Biji Kopi dimasukkan ke dalam pengering dan sensor *soil moisture* membaca kadar air dalam biji kopi. Setelah sensor *soil moisture* membaca nilai kadar air dalam biji kopi otomatis Pengaduk menyala dan proses pengeringan pun dimulai.

Dalam 20 menit awal proses pengeringan belum terjadi perubahan di dalam biji kopi yang mana kadar air terbaca masih seperti awal saat sensor membaca kadar air biji kopi. Namun terjadi kenaikan suhu di dalam pengering stabil dan mendekati set point. Setelah 30 menit proses awal pengeringan berjalan kadar air mulai turun secara perlahan. Proses ini dimulai dari pukul 14:24 – 14:53 WIB.

Dalam proses pengujian selanjutnya, peneliti menguji selama 120 menit dan didapatkan penurunan kadar air yang stabil seiring berjalannya waktu. Namun pada menit ke 70 pengujian berlangsung suhu melebihi set point yang membuat elemen pemanas otomatis *OFF* dan

exhaust ON. Setelah beberapa saat suhu kembali normal dan elemen pemanas kembali ON dan *exhaust OFF*. Pada menit ke 90 pengujian Sensor soil moisture mendeteksi tidak adanya penurunan kadar air. Tetapi pada menit berikutnya kadar air terdeteksi kembali stabil turun. Proses ini dimulai dari pukul 14.53 -16:23 WIB. Peneliti melanjutkan pengujian dari 120-250 menit dan didapatkan penurunan kadar air yang stabil. Tetapi dalam menit ke 175 suhu kembali melewati batas set point dan elemen pemanas otomatis *OFF* dan *exhaust ON*. Dan setelah itu suhu berjalan stabil. Proses inidilakukan pada pukul 16:23 – 18:33 WIB.

Dalam tahap akhir proses pengeringan peneliti melanjutkan proses pengeringan dari 250-317 menit. Penurunan kadar air biji kopi berjalan stabil serta suhu terdeteksi stabil naik turun namun tidak melewati batas set point. Proses pengeringan berakhir di menit ke 317 yang mana sensor soil moisture membaca kadar air sudah mencapai target. Secara otomatis proses pengeringan pun berhenti, elemen pemanas dalam kondisi *OFF*, elemen pengaduk dalam kondisi *OFF*, dan exhaust dalam kondisi *OFF* menandakan proses pengeringan selesai. Proses ini dilakukan pada pukul 18:33 – 19:40 WIB.

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian

Waktu (Menit)	Suhu (°C)	Moisture (%)	Pemanas	Pengaduk	Exhaust	Keterangan Kondisi
0	0	0	OFF	OFF	OFF	Kondisi Awal dari proses Pengeringan, Kondisi Alat dalam Kondisi OFF.
1	32	0	ON	OFF	OFF	Saat alat dinyalakan, Sensor DHT11 membaca suhu di dalam pengering dan elemen pemanas dalam kondisi ON. Siapkan Biji Kopi yang akan dikeringkan
1-2	35	0	ON	OFF	OFF	Masukan Biji Kopi sesuai kapasitas Pengering(500gr).
3	37	59%	ON	ON	OFF	<i>Soil Moisture</i> mulai membaca Kadar air dalam biji kopi dan Pengaduk dan pemanas dalam kondisi ON.
15	55	59%	ON	ON	ON	Suhu sudah mencapai set point dan exhaust dalam kondisi ON sesuai set point dari Sensor DHT11.
20	54	59%	ON	ON	OFF	Suhu turun dan exhaust dalam kondisi OFF.
70	56	49%	OFF	ON	ON	Suhu melebihi set point dan Pemanas OFF sedangkan Exhaust ON.
80	54	48%	ON	ON	OFF	Suhu kembali turun dan elemen pemanas kembali ON dan exhaust OFF.
120	55	43%	ON	ON	ON	Kadar air turun seiring dengan suhu yang stabil.
230	55	26%	ON	ON	ON	Proses pengeringan berjalan stabil dengan suhu stabil sesuai set point

Waktu (Menit)	Suhu (°C)	Moisture (%)	Pemanas	Pengaduk	Exhaust	Keterangan Kondisi
290	54	16%	ON	ON	OFF	Kadar air hampir mencapai batas akhir pengeringan.
317	54	12%	OFF	OFF	OFF	Kadar air sudah mencapai set point dan komponen pengering otomatis OFF.
318	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	Alat Pengering Dimatikan.
319-320	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	Biji kopi dikeluarkan dari Alat Pengering.

Dari hasil pengujian yang dilakukan penggunaan suhu maksimal 55°C memberikan hasil pengeringan yang cepat tanpa menurunkan kualitas standar pada biji kopi. Karena dari data yang diperoleh oleh peneliti suhu 55°C merupakan batas standar pengeringan biji kopi dengan menggunakan bantuan alat. Kualitas biji kopi yang dihasilkan kurang lebih hampir sama dengan biji kopi yang dikeringkan dengan cara penjemuran dengan sinar matahari, yang membedakan dari proses pengeringan ini adalah jangka waktu. Pengeringan dengan cara penjemuran di bawah sinar matahari biasanya memakan waktu 1-2 minggu tergantung pada cuaca sedangkan pengeringan dengan menggunakan bantuan alat hanya memakan waktu 320menit. Dengan ini dapat ditarik kesimpulan bahwa jika pemakaian alat pengering dapat difungsikan sebagaimana mestinya namun dalam skala pengeringan yang terbatas.

4. KESIMPULAN

Berikut adalah kesimpulan dari perancangan ini bahwa alat pengering biji kopi dengan memanfaatkan sensor *soil moisture* berbasis mikrokontroler:

1. Mempermudah dan mempercepat proses pengeringan dengan tanpa ketergantungan pada cuaca yang sulit diprediksi.
2. Menghasilkan kualitas dan hasil biji kopi yang tidak jauh berbeda dengan proses pengeringan dengan cara menjemur di bawah sinar matahari.
3. Membantu dalam hal distribusi di *café* dengan meminimalisir pembelian bubuk kopi siap seduh yang tentunya lebih mahal dibandingkan dengan membeli biji kopi mentah dan diolah sendiri.

5. DAFTAR RUJUKAN

- [1] Y. Nurhanisah, "Negara Penghasil Kopi Terbesar," Indonesiabaik.id. Accessed: May 01, 2024. [Online]. Available: <https://indonesiabaik.id/infografis/negara-penghasil-kopi-terbesar>
- [2] P. E. Wicaksono, "Penentuan Kadar Kandungan Air Pada Biji Kopi Arabika Dengan Teknik Laser-Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS)," *Skripsi ITS Fak. Tek. Jur. Tek. Fis.*, p. 90, 2018.
- [3] F. M. Borém and E. T. De Andrade, "Processing and drying of coffee," *Dry. Roasting Cocoa Coffee*, vol. 3, no. 12, pp. 141–170, 2019, doi: 10.1201/9781315113104-6.
- [4] R. Sary, "Kaji eksperimental pengeringan biji kopi dengan menggunakan sistem

- konveksi paksa," *J. POLIMESIN*, vol. 14, no. 2, p. 13, 2017, doi: 10.30811/jpl.v14i2.337.
- [5] Yoga A. Musika, "ANATOMI KOPI DAN JENIS BIJI KOPI INDONESIA," ottencoffee. Accessed: May 20, 2024. [Online]. Available: <https://ottencoffee.co.id/majalah/kopi>
- [6] BITKA, "Mengenal Biji Kopi: Pengertian, Asal, dan Jenis-jenisnya," bitkaorigin. Accessed: May 20, 2024. [Online]. Available: <https://www.bitkaorigin.com/detail/mengenal-biji-kopi-pengertian-asal-dan-jenis-jenisnya>
- [7] Z. Lubis *et al.*, "Kontrol Mesin Air Otomatis Berbasis Arduino Dengan Smartphone," *Cetak) Bul. Utama Tek.*, vol. 14, no. 3, pp. 1410–4520, 2019.
- [8] A. Anwari and M. Syaefullah, "Rancang Bangun Alat Pengerih Cabai Merah Menggunakan Sistem Rotary Dryer Berbasis Mikrokontroler," vol. 3, no. 1, 2024.
- [9] A. Anwari, L. H. Santoso, and I. Mustopa, "Rancang Bangun Alat Siram Bibit Kopi Berbasis IoT Menggunakan Mikrokontroler," vol. 3, no. 1, pp. 62–72, 2024.
- [10] A. Anwari, L. H. Santoso, and ..., "Rancang Bangun Alat Penetas Berbasis Mikrokontroler Arduino Dengan Sistem Backup Tegangan Listrik Menggunakan Aki Di Kurnia Farm," *INFOTEX J. Ilm. ...*, vol. 2, no. 2, pp. 98–107, 2024, [Online]. Available: <https://ojs.stttxmaco.ac.id/index.php/infotex/article/download/83/50>
- [11] L. H. Santoso, A. Anwari, and F. Adhiel, "Miniatur Alat Angkut Barang Finish Good Berbasis Line Follower untuk Teaching Factory," vol. 3, no. 1, pp. 49–61, 2024.