

Rancang Bangun Alat Pengering Biji Kopi Otomatis Berbasis Arduino

Reka Sonia Somantri¹, Akhmad Fauzi Ikhsan², Irman Nurichsan³

^{1, 2, 3} Fakultas Teknik Universitas Garut, Jln. Jati No. 42 B, Tarogong Kaler Garut,
44151, Indonesia

Korespondensi: rekasomantri69@gmail.com

ARTICLE HISTORY

Received: 26-12-2024

Revised: 28-06-2025

Accepted: 28-06-2025

Abstrak

Pengeringan biji kopi secara tradisional yang mengandalkan sinar matahari sering menghadapi kendala seperti waktu pengeringan yang tidak konsisten dan ketergantungan cuaca, yang berisiko menurunkan kualitas rasa serta memicu pertumbuhan jamur jika kadar air tidak optimal (target 10-13%). Untuk mengatasi masalah ini, penelitian ini merancang alat pengering biji kopi otomatis berbasis mikrokontroler Arduino. Sistem menggunakan Arduino Mega sebagai kontrol utama, dilengkapi sensor warna TCS3200 untuk mendeteksi kematangan biji kopi, serta sensor DHT22 untuk memantau suhu dan kelembapan, guna menjaga kondisi pengeringan yang stabil. Alat ini bertujuan untuk mengotomatisasi dan mengontrol proses pengeringan biji kopi (khususnya kopi arabika) secara presisi, sehingga meningkatkan efisiensi, kualitas, dan konsistensi produk akhir. Implementasi teknologi ini diharapkan menjadi solusi praktis bagi petani, meningkatkan daya saing produk kopi di pasar.

Kata kunci: Arabika, Biji Kopi, Kadar Air, Pengeringan.

Design and Building of an Automatic Coffee Bean Dryer Equipment Based on Arduino

Abstract

Traditional coffee bean drying, relying on sunlight, often faces challenges such as inconsistent drying times and weather dependency, risking flavor quality degradation and fungal growth if moisture content is not optimal (target 10-13%). To address these issues, this research designs an automated coffee bean dryer based on an Arduino microcontroller. The system utilizes Arduino Mega as the main controller, equipped with a TCS3200 color sensor to detect coffee bean ripeness, and a DHT22 sensor to monitor temperature and humidity, ensuring stable drying conditions. This device aims to automate and precisely control the coffee bean drying process (specifically for Arabica coffee), thereby improving the efficiency, quality, and consistency of the final product. The implementation of this technology is expected to provide a practical solution for farmers, enhancing the competitiveness of coffee products in the market.

Key words: Arabica, Coffee Beans, Moisture, Drying

1. Pendahuluan

Dalam pertanian kopi, banyak petani masih menggunakan metode pengeringan tradisional dengan sinar matahari [1]. Meskipun metode ini umum digunakan, kelemahannya mencakup waktu pengeringan yang lama, kebutuhan tenaga besar, dan ketergantungan pada cuaca yang tidak menentu, terutama saat musim hujan [2]. Kondisi tersebut dapat membuat biji kopi terlalu basah, memicu aroma tak diinginkan serta pertumbuhan bakteri dan jamur, atau terlalu kering, sehingga kehilangan citarasa dan rentan pecah [3]. Proses pengeringan bertujuan untuk mengurangi kadar air hingga mencapai standar mutu optimal, yaitu 11-13%. Kadar air di atas 13% meningkatkan risiko serangan jamur, sementara kadar di bawah 11% membuat biji kopi rapuh [4]. Selain itu, penurunan kadar air juga mengurangi bobot biji kopi sekitar 12,5% [5]. Pengendalian yang kurang baik dalam proses pengeringan dapat menghasilkan variasi kualitas antar batch, sehingga menurunkan daya saing produk di pasar [6].

Berbagai penelitian sebelumnya telah mencoba mengatasi tantangan pengeringan kopi ini. Misalnya, [10] mengembangkan sistem pengering kopi tenaga surya dengan kontrol sederhana, namun masih terbatas pada ketersediaan sinar matahari. Penelitian lain oleh [11] mengimplementasikan sistem pengering otomatis berbasis mikrokontroler untuk komoditas pertanian, namun belum secara spesifik membahas optimasi untuk biji kopi dengan parameter kualitas seperti warna. Selain itu, [12] meneliti penggunaan sensor warna untuk sortasi biji kopi pasca-pengeringan, bukan sebagai bagian dari kontrol proses pengeringan itu sendiri. Penelitian-penelitian ini telah memberikan fondasi, namun masih menyisakan ruang untuk sistem yang lebih terintegrasi dan cerdas dalam mengontrol kualitas biji kopi secara real-time selama pengeringan.

Teknologi berbasis mikrokontroler menawarkan solusi efisien untuk mengotomatisasi pengeringan dengan memantau parameter penting seperti suhu dan kelembapan [7]. Sensor TCS3200 mendeteksi tingkat kematangan biji kopi berdasarkan perubahan warna, sehingga memungkinkan kontrol yang lebih presisi terhadap kualitas biji kopi [8]. Sementara itu, sensor DHT22 memantau suhu dan kelembapan untuk menjaga kondisi pengeringan yang optimal [9]. Integrasi teknologi ini bertujuan meningkatkan efisiensi dan konsistensi kualitas produk kopi, memberikan solusi modern atas kendala metode pengeringan tradisional. Berdasarkan permasalahan dan peluang teknologi yang ada, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat pengering biji kopi otomatis berbasis Arduino, dengan fokus pada pengeringan biji kopi Arabika, yang mampu mengontrol proses pengeringan berdasarkan suhu, kelembapan, dan perubahan warna biji kopi hingga mencapai kadar air optimal [6].

2. Metode

Metodologi yang digunakan adalah Ekesperimen Rancang Bangun Alat.

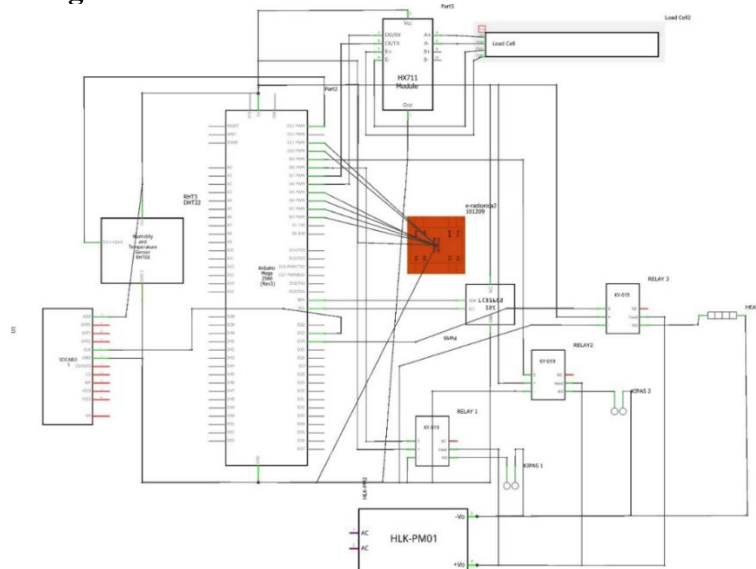
2.1 Alat dan Bahan

Tabel 1. Alat dan Bahan

No	Perangkat Keras	Kegunaan
1.	ARDUINO MEGA2560	Pengendali utama sistem, mendukung pemrograman dengan Arduino IDE, dan mampu mengendalikan perangkat keras eksternal seperti sensor dan aktuator
2.	Sensor DHT22	Memantau suhu dan kelembapan di sekitar ruang alat.
3.	Sensor DHT22	Mengukur berat biji kopi di dalam ruang alat

4.	LCD I2C	Menampilkan pesan
5.	Sensor TCS3200	Mendeteksi warna dan tingkat kematangan pada biji kopi.
6.	Buzzer	Notifikasi bahwa biji kopi telah matang
7.	microSD	Menyimpan data hasil pengukuran atau proses sistem secara langsung ke dalam kartu memori.
8.	Relay 2 channel	Mengontrol perangkat listrik eksternal, seperti kipas atau pemanas, secara otomatis melalui sistem.
	Perangkat Lunak	
1.	Arduino IDE	Membuat kode program yang akan digunakan pada system.

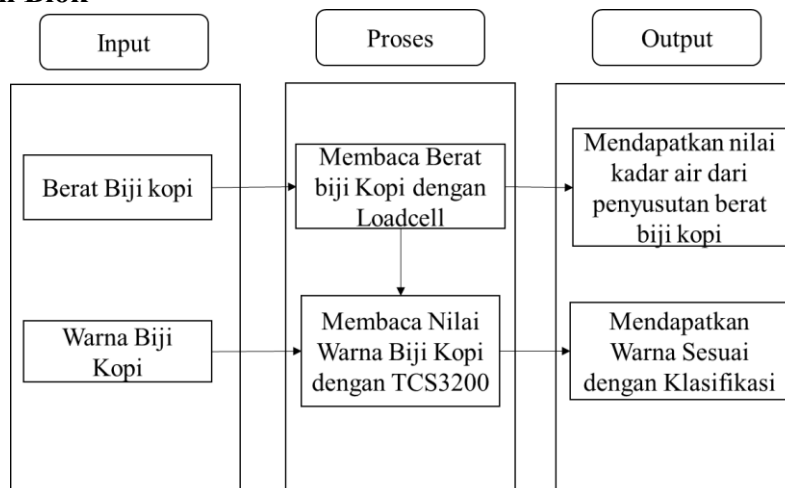
2.2 Skematik Rangkaian



Gambar 3. Skematik Rangkaian

Skematik pada Gambar 3 menggambarkan sistem kerja alat pengering biji kopi otomatis berbasis Arduino Mega2560. Loadcell membaca perubahan berat untuk memantau kadar air, sedangkan sensor TCS3200 mendeteksi perubahan warna sebagai indikator kekeringan. LCD menampilkan data suhu dan berat, dan buzzer berbunyi saat proses pengeringan telah selesai.

2.3 Diagram Blok

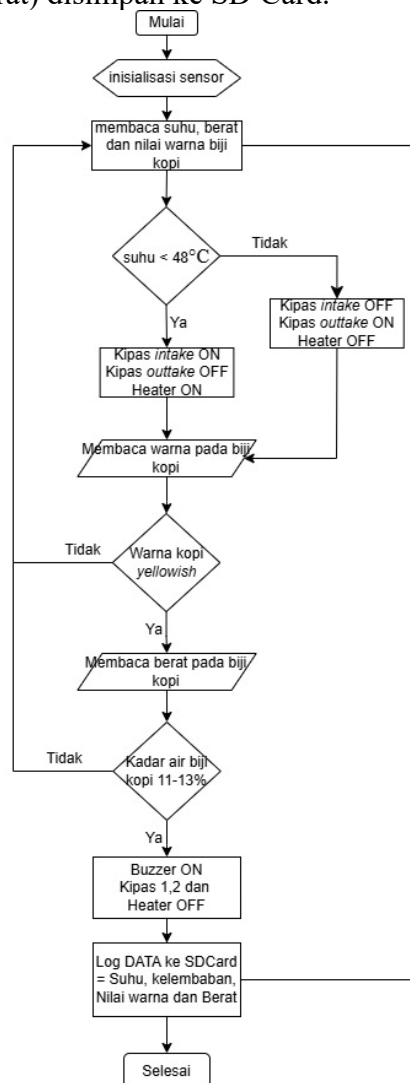


Gambar 1. Diagram Blok

Diagram blok alat ini terdiri dari tiga bagian utama: Input, Proses, dan Output, yang saling terintegrasi untuk menjalankan sistem pengering biji kopi secara efisien. Pada tahap Input, sistem menerima data awal berupa berat biji kopi dan nilai warna. Tahap Proses dikendalikan oleh Arduino Mega yang mengelola sensor DHT22 (suhu dan kelembapan), TCS3200 (warna), dan loadcell (berat). Sensor-sensor ini bekerja bersama untuk memantau kondisi biji kopi, termasuk perubahan warna dan penurunan berat akibat pengurangan kadar air. Pada tahap Output, sistem menghasilkan biji kopi kering dengan kadar air 11–13% dan warna hijau kekuningan, dilengkapi dengan buzzer sebagai penanda bahwa proses telah selesai, memastikan hasil pengeringan sesuai standar kualitas.

2.3 Flowchart Sistem

Proses pengeringan biji kopi diawali dengan inialisasi komponen dan pembacaan sensor suhu, berat, dan warna. Suhu dijaga otomatis pada 48°C menggunakan heater dan kipas. Pengeringan berlangsung hingga warna biji kopi berubah dari greenish ke yellowish. Berat akhir kemudian diukur untuk menghitung kadar air. Jika kadar air belum mencapai 11–13%, pengeringan dilanjutkan; jika sudah, proses dihentikan. Data akhir (suhu, kelembapan, warna, dan berat) disimpan ke SD Card.



Gambar 2. Flowchart Sistem

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Data Hasil Pengujian Sensor DHT22

Sebelum pengujian, sensor DHT22 dikalibrasi dengan membandingkan hasil bacaannya dengan alat referensi berupa Hygrometer Thermometer LCD. Nilai DHT22 kemudian disesuaikan agar mendekati hasil hygrometer. Berikut adalah tabel perbandingan suhu antara Hygrometer dan DHT22.

Tabel 2. Pengujian Sensor Loadcell

Perangkat	Suhu	Kelembaban
Hygrometer Thermometer	27,7 °C	81.4 %
DHT-22	27°C	82%
Deviasi	0,7°C	0.6 %

Setelah kalibrasi, dilakukan pengujian sensor DHT22 dengan membandingkan hasil pengukuran suhu dari DHT22 dan termometer digital sebagai acuan, baik di dalam maupun di luar ruangan. Hasil perbandingan ditampilkan pada Tabel 3. Rata-rata selisih suhu sebesar 0,63% menunjukkan bahwa sensor DHT22 memiliki akurasi yang cukup baik dengan perbedaan yang kecil dibandingkan alat referensi.

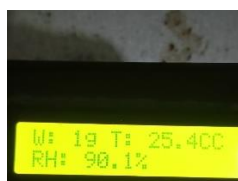
Tabel 3. Pengujian Sensor DHT22 di dalam alat pengering

Percobaan	Sensor DHT-22 (°C)	Hygrometer Thermometer (°C)	Error (%)
1	25	25,4	0,4
2	26,4	27,2	0,8
3	28,5	28,8	0,3
4	30,8	31	0,2
5	34,6	34,9	0,2
6	34,5	35,2	0,7
7	35,9	37	1,1
8	37,1	37,8	0,7
9	37,3	38,2	0,9
10	38	38,7	0,7

Tabel 4 menampilkan hasil pengujian sensor kelembaban DHT22 dibandingkan dengan hygrometer thermometer. Rata-rata selisih sebesar 0,71% menunjukkan sensor DHT22 memiliki akurasi yang cukup baik, dengan perbedaan yang kecil terhadap alat referensi.

Tabel 4. Hasil Pengujian sensor DHT22

Percobaan	Sensor DHT-22 (°C)	Hygrometer Thermometer (°C)	Error (%)
1	90,1	91	0,9
2	85,5	86	0,5
3	64,7	63,9	0,8
4	40,5	40	0,5
5	28,6	28,9	0,2
6	26,1	26,8	0,7
7	24	23,5	0,5
8	22,3	21,6	0,7
9	20,3	18,7	1,3
10	18,5	17	1,5



(a)



(b)

Gambar 4. (a) hasil pembacaan pada sensor DHT (b) Hasil Pembacaan pada HTC

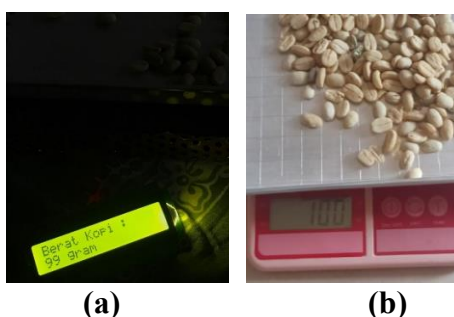
3.2 Data Hasil Pengujian Sensor Loadcell

Pengujian ini dilakukan untuk memperoleh nilai berat menggunakan sensor load cell, yang dibandingkan dengan timbangan digital sebagai acuan. Pengujian menggunakan sampel biji kopi. Berikut adalah tabel hasil pengujian sensor berat.

Tabel 5. Pengujian Sensor Loadcell

Percobaan	Loadcell (gram)	Timbangan Digital (gram)	Error (%)
1	99.	100	1
2	199,6	120	0,4
3	149,8	150	0,2
4	170	170	0
5	199,5	200	0,5
6	239,7	240	0,3
7	259,9	260	0,1
8	299,9	300	0,1
9	249,2	350	0,8
10	379,8	380	0,2

Rata-rata selisih 0,36% antara hasil pengukuran loadcell dan timbangan digital menunjukkan bahwa loadcell memiliki akurasi yang baik dengan perbedaan kecil dibandingkan alat acuan.



Gambar 5. (a) Pembacaan sensor Loadcell (b) Pembacaan timbangan digital

3.3 Data Hasil Pengujian Sensor TCS3200

Pengujian sensor TCS3200 memerlukan kalibrasi untuk menentukan nilai warna pada tiga kondisi biji kopi: basah, kering, dan terlalu kering. Berikut adalah hasil nilai warna masing-masing kondisi.

Tabel 6. Hasil kalibrasi pada sensor TCS3200 pada Biji kopi

Biji Kopi	Nilai warna pada biji kopi	Kondisi
	R=120 – 125, G = 155–160, B = 181-186	Keadaan basah (<i>Greenish</i>)
	R=80 – 85, G= 110-115, B=120-125	Keadaan Kering (<i>Yellowish</i>)
	R=180 – 185, G=100 – 105, B= 80 – 85	Keadaan terlalu kering (<i>Brownish</i>)

Setelah kalibrasi, sensor TCS3200 diuji untuk menentukan jarak optimal pembacaan warna. Pengujian dilakukan di ruang pengering dengan pencahayaan redup. Berdasarkan nilai dasar $R = 255$, $G = 255$, $B = 255$, Tabel 7 menunjukkan bahwa sensor membutuhkan jarak sangat dekat agar akurat. Pada jarak lebih jauh, sensor kesulitan mengenali warna dengan tepat sehingga menghasilkan data yang tidak sesuai.

Tabel 7. Pengujian Jarak Sensor TCS3200

Pengujian	Jarak ukur	Nilai Warna			Keterangan
		R	G	B	
1	7 cm	255	255	255	Tidak terdeteksi
2	6 cm	255	255	255	Tidak terdeteksi
3	5 cm	182	199	205	Terdeteksi
4	4 cm	155	132	180	Terdeteksi
5	3 cm	255	255	255	Tidak terdeteksi



Gambar 6. Pengujian jarak pada sensor TCS3200 dengan biji Kopi.

Setelah jarak optimal diperoleh, tahap berikutnya adalah pengujian sensor TCS3200 pada biji kopi. Hasil pengujiannya disajikan dalam Tabel 8.

Tabel 8. Pengujian sensor warna

Percobaan	Red	Green	Blue	Keterrangan
1	83	110	122	<i>Yellowish</i>
2	80	112	125	<i>Yellowish</i>
3	85	115	125	<i>Yellowish</i>
4	85	110	124	<i>Yellowish</i>
5	125	155	181	<i>Greenish</i>
6	123	158	184	<i>Greenish</i>
7	125	157	184	<i>Greenish</i>
8	120	158	182	<i>Greenish</i>
9	120	155	181	<i>Greenish</i>
10	125	155	181	<i>Greenish</i>

3.4 Data Hasil Pengujian Keseluruhan Alat

Pengujian dilakukan untuk memastikan fungsi ruang pengering dan memantau proses pengeringan secara menyeluruh menggunakan sensor DHT22, Loadcell, dan TCS320.

1. Pengujian Alat tanpa Biji Kopi

Pengujian alat tanpa biji kopi dilakukan untuk mengevaluasi kinerja heater 300watt dalam mencapai suhu dan kelembaban target selama 60 menit. Hasil pada Tabel 9 menunjukkan ruang pengering bekerja optimal dengan kelembaban akhir rendah, sehingga layak digunakan untuk mengeringkan biji kopi basah.

Tabel 9. Hasil Pengujian Alat tanpa Biji Kopi

No	Percobaan	Kondisi Awal		Kondisi Akhir	
		Suhu	Kelembaban	Suhu	Kelembaban
1	21/11/2024 (19.34)	25.1°C	69%	49.3°C	26,4%
2	22/11/2024 (07.20)	24,6°C	70,2%	57.6°C	24%
3	22/11/2024 (08.25)	24.4°C	70,3%	57.6°C	19,4%
4	22/11/2024 (09.10)	24.7°C	81,3%	58.8°C	19,8%
5	22/11/2024 (10.15)	24.8°C	80,7%	58.4°C	19,5%

6	22/11/2024 (13.10)	24.8°C	80,7%	58.5°C	19,3%
7	22/11/2024 (14.15)	24.9°C	76%	58.6°C	19,9%

2. Pengujian Alat Menggunakan Biji Kopi Tanpa Kipas *Outttake*

Pengujian alat dengan 200gram biji kopi dilakukan untuk memantau perubahan berat, suhu, dan kelembaban hingga biji kopi mencapai kondisi kering (yellowish), tanpa kipas 2 (outtake) aktif. Hasil pada Tabel 10 menunjukkan alat berfungsi baik, ditandai penurunan berat dan perubahan warna. Tahap berikutnya menguji pengaruh aktivasi kipas 2 terhadap efisiensi pengeringan.

Tabel 10. Hasil pengujian alat menggunakan biji kopi tanpa kipas *outtake*

No	Percobaan	Warna RGB			Berat	Kondisi	
		R	G	B		Suhu	Kelembaban
1	1 Jam Pertama	121	155	182	186 g	47.3 C	34%
	40 Menit	80	110	126	174 g	48 C	34%
2	1 Jam Pertama	120	160	185	192 g	47,5 C	34%
	41 Menit	81	113	120	176,6 g	49 C	30%
3	1 Jam Pertama	120	160	185	191,6 g	47 C	36%
	53 Menit	83	114	126	177 g	49.2 C	31%
4	1 Jam Pertama	124	155	183	191,5 g	46.8 C	36%
	52 Menit	80	112	126	178,8 g	49.3 C	29%
5	1 Jam Pertama	126	160	185	192,3 g	48.2 C	33%
	58 Menit	83	110	127	175 g	50.2 C	31%
6	1 Jam Pertama	122	158	181	188 g	46.8 C	33%
	44 Menit	81	111	128	175,8	49.1 C	31%
7	1 Jam Pertama	121	156	182	185 g	46.9 C	34%
	48 menit	80	110	126	176,1 g	48.8 C	29%

3. Pengujian Keseluruhan menggunakan Biji Kopi

Pengujian akhir dilakukan setelah suhu stabil 48°C tercapai, dengan kipas 2 (outtake) menyala otomatis saat suhu melebihi batas tersebut. Hasil pada Tabel 11 menunjukkan penurunan kelembaban akibat penguapan yang dikeluarkan oleh kipas, sehingga kelembaban ruang berkurang.

Tabel 11. Pengujian keseluruhan pada alat pengering biji kopi

No	Percobaan	Warna RGB			Berat	Kondisi	
		R	G	B		Suhu	Kelembaban
1	1 Jam Pertama	121	155	181	183 g	48.3 C	28%
	30 menit	80	112	128	175 g	49.5 C	25%
2	1 Jam Pertama	120	155	181	184 g	47.8 C	30%
	30 Menit	81	114	126	176.1 g	48.9 C	27%
3	1 Jam Pertama	122	156	183	183.9 g	46.5 C	28%
	33 Menit	83	111	127	177.2 g	48.7 C	27%
4	1 Jam Pertama	120	157	185	184.2 g	47.7 C	29%
	35 Menit	82	110	125	177.8 g	49.5 C	26%
5	1 Jam Pertama	121	156	181	188 g	48.2 C	29%
	28 menit	80	110	127	175 g	48.8 C	27%
6	1 Jam Pertama	125	156	182	185.8 g	49.4 C	28%
	28 Menit	80	111	125	174.8 g	47.4 C	25%
7	1 Jam Pertama	122	158	181	183.2 g	46 C	26%

Setelah pengujian alat selesai, tahap berikutnya adalah menghitung kadar air dan laju pengeringan. Kadar air dihitung dengan Persamaan 2.1, dan laju pengeringan dengan Persamaan 2.2. Berikut hasil kadar air setelah proses pengeringan.

$$1) \text{ Pengujian ke-1; } MC_{wb} = \frac{200 - 175}{200} = 0,125 \times 100\% = 12,5\%$$

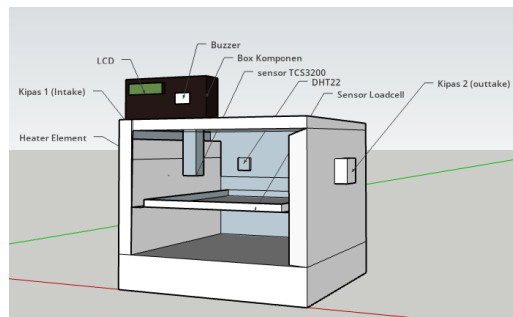
$$2) \text{ Pengujian ke-2; } MC_{wb} = \frac{200 - 176,1}{200} = 0,1195 \times 100\% = 11,9\%$$

- 3) Pengujian ke-3; $MC_{wb} = \frac{200 - 177,2}{200} = 0,114 \times 100\% = 11,4\%$
- 4) Pengujian ke-4; $MC_{wb} = \frac{200 - 177,2}{200} = 0,111 \times 100\% = 11,1\%$
- 5) Pengujian ke-5; $MC_{wb} = \frac{200 - 175}{200} = 0,125 \times 100\% = 12,5\%$
- 6) Pengujian ke-6; $MC_{wb} = \frac{200 - 174,8}{200} = 0,126 \times 100\% = 12,6\%$
- 7) Pengujian ke-7; $MC_{wb} = \frac{200 - 176,2}{200} = 0,119 \times 100\% = 11,9\%$

Setelah mendapatkan nilai kadar air pada setiap pengujian. Untuk selanjutnya menghitung laju pengeringan biji kopi sebagai berikut :

- 1) Pengujian ke-1; $Laju\ Pengeringan = \frac{200 - 175}{90} = 0,27\ gram/menit$
- 2) Pengujian ke-2; $Laju\ Pengeringan = \frac{200 - 176,1}{90} = 0,26\ gram/menit$
- 3) Pengujian ke-3; $Laju\ Pengeringan = \frac{200 - 177,2}{93} = 0,24\ gram/menit$
- 4) Pengujian ke-4; $Laju\ Pengeringan = \frac{200 - 177,8}{95} = 0,23\ gram/menit$
- 5) Pengujian ke-5; $Laju\ Pengeringan = \frac{200 - 175}{88} = 0,28\ gram/menit$
- 6) Pengujian ke-6; $Laju\ Pengeringan = \frac{200 - 174,8}{88} = 0,28\ gram/menit$
- 7) Pengujian ke-7; $Laju\ Pengeringan = \frac{200 - 176,2}{93} = 0,27\ gram/menit$

4 Alat Keseluruhan



Gambar 7. Desain alat keseluruhan

Gambar 7 menunjukkan diagram skematik 3D alat pengering biji kopi otomatis, yang menggambarkan penempatan komponen utama seperti elemen pemanas dan Kipas 1 (intake) untuk mengatur suhu dan aliran udara masuk, sensor DHT22 untuk suhu dan kelembaban, loadcell untuk pengukuran berat, serta sensor TCS3200 untuk deteksi warna biji kopi. Kipas 2 (outtake) digunakan untuk mengeluarkan udara, sementara LCD dan buzzer di Box Komponen berfungsi sebagai antarmuka pengguna dan indikator proses.

4. Kesimpulan

Alat pengering biji kopi otomatis berbasis mikrokontroler berhasil diimplementasikan dengan integrasi sensor DHT22, Loadcell, dan TCS3200 untuk kontrol presisi. Sistem mampu menjaga suhu stabil di 48°C dan menurunkan kelembaban secara efisien. Hasil pengujian menunjukkan kadar air akhir biji kopi berada pada 11,1–12,6%, sesuai standar ideal 11–13%. Keberhasilan ini membuktikan efektivitas alat dalam mengotomatisasi proses pengeringan dan menjaga mutu biji kopi. Ke depan, sistem dapat dikembangkan dengan kecerdasan buatan dan peningkatan kapasitas untuk skala komersial.

Ucapan Terima Kasih

Penulis bersyukur kepada Allah SWT atas terselesaikannya penelitian ini dan mengucapkan terima kasih kepada Prodi Teknik Elektro Universitas Garut serta semua pihak yang telah mendukung.

Daftar Pustaka

- [1] Amiruddin, H. L. Wijayanto, Kadriadi and K. W. Wirakusuma, "Perbandingan Panas dalam Implementasi Sistem Efek Rumah Kaca dan Sistem Tradisional pada Pengeringan Biji Kopi," *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, vol. 22, no. 1, pp. 349-353, 2022.
- [2] K. Studio, "Pengaruh Kadar Air dalam Biji Kopi Terhadap Kualitas Biji Kopi," Berto Coffee Roaster, 2021. [Online]. Available: <https://berto-online.com/pengaruh-kadar-air-dalam-biji-kopi-terhadap-kualitas/>. [Accessed 28 Januari 2024].
- [3] S. A. Saleh, R. Ulfa and B. Setyawan, "Identifikasi Kadar Air, Tingkat Kecerahan Dan Citarasa Kopi Robusta Dengan Variasi Lama Perendaman," *Jurnal Teknologi Pangan Dan Ilmu Pertanian*, vol. 2, no. 5, pp. 41-48, 2020.
- [4] E. Yani and S. Fajrin, "Karakteristik Pengeringan Biji Kopi Berdasarkan Variasi Kecepatan Aliran Udara Pada Solar Dryer," *Teknika*, vol. 20, no. 1, pp. 17-22, 2013.
- [5] X. Cao, H. Wu, C. G. Viejo, F. R. Dunshea and H. A. R. Suleria, "Effect Of Postharvest Processing On Aroma Formation Cofee: A Review," *International Journal of Food Science & Technology*, vol. 58, no. 3, pp. 1007-1027, 2023.
- [6] P. Ghosh and N. Venkatachalapathy, "Processing and Drying of Coffee – A Review," *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, vol. 3, no. 12, pp. 784-794, 2014.
- [7] D. d. C. Lopes and A. J. S. Neto, "Modelling Dry Matter Loss Of Coffee Beans Under Different Conditions," *Journal of Stored Products Research*, vol. 88, 2020.
- [8] R. Agustian, A. Bintoro, Rosdiana, M. Jannah, Salahuddin and W. K. A. Al-Ani, "Design of Automatic Coffee Bean Roaster Based on Arduino Uno Microcontroller," *International Journal of Advances in Data and Information Systems*, vol. 3, no. 2, pp. 49-57, 2022.
- [9] M. R. I. and D. Avalos-Gonzalez, "Precision and Versatility in Color Sensing: A Comprehensive Characterization of the TCS3200 Using Time Domain Analysis," *2024 International Conference on Electrical, Computer and Energy Technologies (ICECET)*, Sydney, Australia, 2024, pp. 1-6, doi: 10.1109/ICECET61485.2024.10698668.
- [10] I. N. Syamsiana, N. Nafisah, W. Kusuma, R. N. Amalia, A. D. Wahyudi Sumari and G. P. Citra Handani, "Temperature Control in Coffee Bean Dryer Using Fuzzy Logic Control with Multiple Input and Multiple Output," *2024 IEEE 2nd International Conference on Electrical Engineering, Computer and Information Technology (ICEECIT)*, Jember, Indonesia, 2024, pp. 60-65, doi: 10.1109/ICEECIT63698.2024.10859713