



Design and Construction of an Automatic Umbrella Dryer Based on a Microcontroller and Capacitive Soil Moisture Sensor

Rancang Bangun Alat Pengering Payung Otomatis Berbasis Mikrokontroler Dan Sensor Soil Moisture Capacitive

Ditha Calistha^{1*}, Herlambang Saputra², Hartati Deviana³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Komputer, Politeknik Negeri Sriwijaya, Indonesia

E-Mail: ¹dithacalistaa@gmail.com, ²herlambang@polsri.ac.id, ³hartatiplg7@gmail.com

Makalah: Diterima 25 Agustus 2025; Diperbaiki 10 September 2025 ; Disetujui 16 September 2025
Corresponding Author: Ditha Calistha

Abstrak

Permasalahan yang sering terjadi setelah penggunaan payung adalah kondisi payung yang basah, yang dapat menyebabkan lantai menjadi licin dan membasahi area sekitarnya. Untuk mengatasi masalah tersebut, penelitian ini bertujuan merancang dan membangun alat pengering payung otomatis berbasis Arduino dengan menggunakan sensor soil moisture capacitive. Sensor ini digunakan untuk mendeteksi kelembaban pada permukaan payung. Sistem akan mengaktifkan heater dan kipas DC secara otomatis apabila sensor mendeteksi kondisi lembab atau basah. Proses perancangan dilakukan melalui tahapan identifikasi kebutuhan, perakitan komponen perangkat keras, dan pemrograman Arduino sebagai pengendali utama. Pengujian dilakukan terhadap payung berbahan kain dan plastik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat bekerja secara optimal pada payung berbahan kain, dengan waktu pengeringan rata-rata selama 15 menit. Namun, pada payung berbahan plastik, alat belum menunjukkan kinerja optimal. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa alat mampu mengidentifikasi tingkat kelembaban dan merespons secara otomatis untuk mengaktifkan sistem pengering, meskipun efektivitasnya masih dipengaruhi oleh jenis bahan payung.

Keyword: pengering payung otomatis, Arduino, soil moisture sensor, sensor kelembaban, heater, kipas DC.

Abstract

A common problem after using an umbrella is that it becomes wet, which can cause the floor to become slippery and wet the surrounding area. To address this issue, this research aims to design and build an Arduino-based automatic umbrella dryer using a capacitive soil moisture sensor. This sensor is used to detect moisture on the umbrella's surface. The system will automatically activate the heater and DC fan if the sensor detects moisture or wetness. The design process involved identifying needs, assembling hardware components, and programming the Arduino as the main controller. Tests were conducted on fabric and plastic umbrellas. The results showed that the device performed optimally on fabric umbrellas, with an average drying time of 15 minutes. However, on plastic umbrellas, the device did not perform optimally. The conclusion of this study is that the device is capable of identifying humidity levels and responding automatically to activate the drying system, although its effectiveness is still influenced by the type of umbrella material.

Keyword: automatic umbrella dryer, Arduino, soil moisture sensor, humidity sensor, heater, DC fan.

1. PENDAHULUAN

Setelah digunakan saat hujan, payung biasanya basah dan sering dibawa masuk ke dalam ruangan tanpa dikeringkan terlebih dahulu. Kondisi ini dapat menyebabkan lantai licin, meningkatkan risiko kecelakaan, serta memicu pertumbuhan jamur dan bau tidak sedap pada kain payung[1]. Oleh karena itu, diperlukan sebuah sistem otomatis yang mampu mendeteksi kelembaban dan mengeringkan payung secara cepat serta praktis.

Penelitian ini bertujuan merancang alat pengering payung otomatis menggunakan Arduino Nano yang merupakan board microcontroller yang berukuran kecil, lengkap, dan salah satu board yang menggunakan IC ATmega328P (Arduino Nano V3). Ini memiliki fungsi yang kurang lebih sama dengan Arduino UNO, tetapi dalam packaging yang berbeda. Arduino Nano ini bekerja dengan kabel USB Mini-B sebagai pusat kendali, Arduino Nano dipilih karena ukurannya yang kecil, konsumsi daya rendah, serta mudah diprogram menggunakan Arduino IDE[2]. dan sensor soil moisture kapasitif merupakan sensor yang dapat mendeteksi kelembaban yang dimana kemampuannya dapat mendeteksi dari 4%-100%. Sensor ini merupakan sensor yang bekerja dengan mendeteksi kelembaban karena terdiri dari dua probe untuk melewatkan arus, kemudian membaca resistansi untuk mendapatkan nilai tingkat kelembaban. Semakin banyak air membuat lebih mudah menghantarkan listrik atau resistansi kecil, sedangkan yang kering sangat sulit menghantarkan listrik atau resistansi besar. Pada saat sensor mendeteksi kelembaban payung dalam keadaan lembab maka heater secara otomatis akan mengeringkan payung tersebut. untuk mendeteksi kelembaban pada permukaan payung. Sensor soil moisture kapasitif dipilih meskipun objek bukan tanah, karena prinsip kerjanya mendeteksi perubahan dielektrik akibat kadar air, sehingga tetap efektif digunakan pada kain atau plastik[3]. Sensor jenis ini lebih tahan korosi dan memiliki umur pakai lebih lama dibanding sensor resistif[4]. Sistem ini juga dilengkapi heater dan kipas DC, heater menghasilkan udara panas untuk mempercepat penguapan air, sedangkan kipas DC meniupkan udara tersebut agar merata ke seluruh permukaan payung[5]. Dengan kata lain, heater berfungsi sebagai penghasil panas dan kipas sebagai penyebar aliran udara, sehingga proses pengeringan lebih cepat dan merata.

Beberapa penelitian sebelumnya mengembangkan sistem otomasi berbasis Arduino dengan sensor kelembaban, misalnya Baskaran, dkk(2021) mengembangkan Rancang Bangun Sistem Pengering Sepatu Otomatis Menggunakan Sensor Kelembaban Suhu Berbasis Arduino untuk mengeringkan sepatu yang basah [6]. Suleman, dkk(2022) mengembangkan Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kelembaban Tanah dan Penyiram Otomatis Berbasis Arduino Uno, untuk mendeteksi kelembaban pada tanaman dan penyiraman secara otomatis[7] sedangkan Pranita elka, dkk(2023) merancang Rancang Bangun Sistem Pengering Gabah Otomatis Menggunakan Metode Fuzzy Berbasis Arduino[8] Persamaan dengan penelitian ini ada pada penggunaan mikrokontroler dan sensor kelembaban, sedangkan perbedaannya terletak pada objek, metode pengolahan data sensor, serta jenis aktuator yang digunakan.

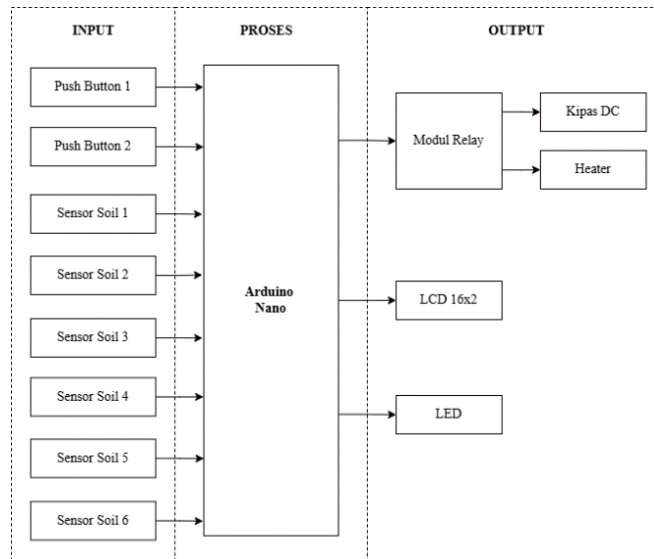
Pengujian dilakukan pada dua jenis payung, yaitu kain (parasut hitam dan merah) serta plastik bening. Hasil menunjukkan bahwa alat bekerja optimal pada payung berbahan kain: Payung kain (parasut hitam): rata-rata waktu pengeringan 1,46 menit. Payung kain (parasut merah): rata-rata waktu pengeringan 1,16 menit. Pada kedua jenis kain, sensor mampu mendeteksi kelembaban dengan baik, dan hasil pengeringan cukup merata meskipun masih ada sedikit percikan air di lipatan. Sementara itu, pada payung plastik, hasil pengujian kurang konsisten. Dari tiga percobaan, hanya satu yang berhasil (waktu 56 detik), sedangkan dua lainnya gagal karena sensor kesulitan mendeteksi kelembaban. Hal ini disebabkan bahan plastik tidak menyerap air, melainkan hanya menahan air di permukaan, sehingga nilai kelembaban yang terbaca lebih rendah. Selain itu, plastik lebih sensitif terhadap panas langsung dari heater, berisiko menyusut jika suhu terlalu tinggi. Perbedaan kinerja ini menunjukkan bahwa jenis bahan payung sangat memengaruhi efektivitas pengeringan. Kain lebih mudah dideteksi kelembabannya karena menyerap air, sedangkan plastik memerlukan penyesuaian metode sensor dan pengaturan suhu agar hasil optimal.

Diharapkan alat ini mampu memberikan solusi praktis untuk mengeringkan payung dengan cepat, mengurangi risiko lantai licin, mencegah bau dan jamur, serta memperpanjang umur pakai payung. Selain itu, pengembangan lebih lanjut dapat diarahkan pada peningkatan akurasi sensor untuk material non-penyeras seperti plastik, serta desain yang aman digunakan di ruang publik[9][10].

2. METODE DAN BAHAN

2.1 Blok Diagram

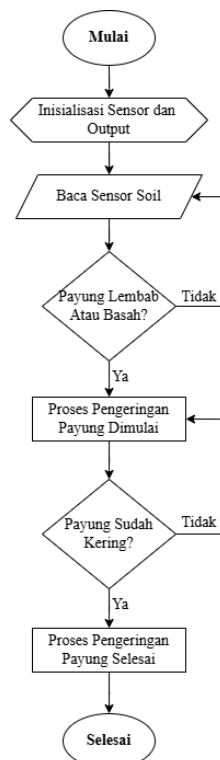
Blok Diagram merupakan salah satu bagian terpenting dalam perancangan peralatan elektronika, karena dari diagram blok dapat diketahui prinsip kerja keseluruhan dari rangkaian elektronika yang dibuat. Sehingga keseluruhan blok dari alat yang dibuat dapat membentuk suatu sistem yang dapat difungsikan atau sistem yang bekerja sesuai dengan perencanaan [11]. Perancangan alat dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Blok Diagram

2.2 Flowchart

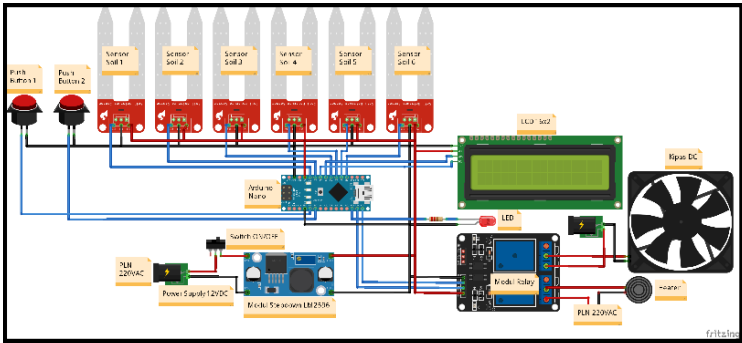
Flowchart merupakan penggambaran dari Langkah-langkah dan urutan prosedur dari suatu program. Flowchart dapat membantu menganalisa proses dalam pembuatan alat [12]. Flowchart perancangan alat dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Flowchart

2.3 Skema Rangkaian Keseluruhan

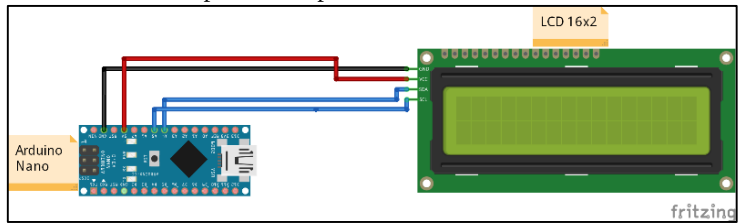
Pada tahap awal perancangan alat diperlukan skema rangkaian keseluruhan untuk merangkai tata letak komponen yang berfungsi untuk menunjukkan posisi dari berbagai komponen dan menunjukkan bagaimana komponen-komponen tersebut saling terhubung sehingga memudahkan dalam perancangan. Pembuatan rangkaian dan layout pada tugas akhir ini menggunakan aplikasi fritzing. Berikut merupakan skema rangkaian alat dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Skema Rangkaian Keseluruhan

2.4 Skema Rangkaian Arduino dan LCD

Skema rangkaian Arduino dan LCD dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Skema Rangkaian Arduino dan LCD

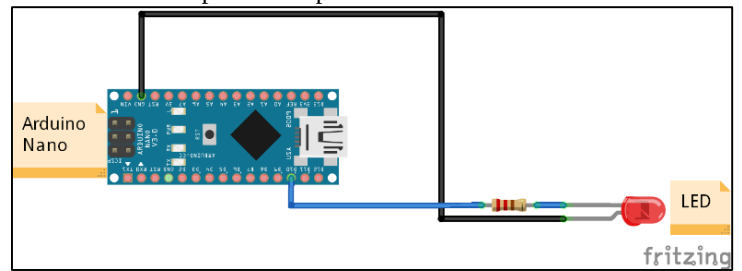
Berikut Tabel koneksi penghubung antara Arduino dan LCD.

Tabel 1. Tabel Koneksi Arduino dan LCD

Pin Arduino	Pin Lcd
GND	GND
Pin 5V	VCC
Pin A4	SDA
Pin A5	SCL

2.5 Skema Rangkaian Arduino dan LED

Skema rangkaian Arduino dan LED dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Skema Rangkaian Arduino dan LED

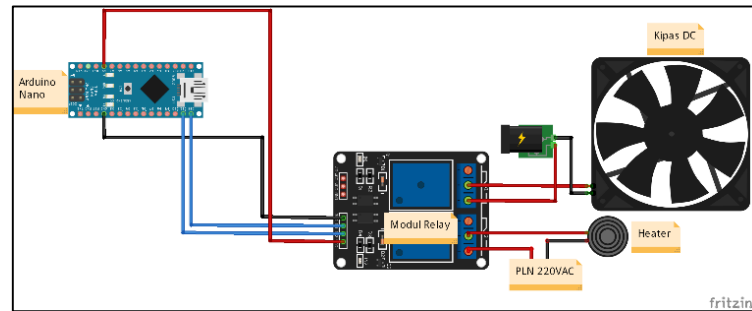
Berikut tabel koneksi penghubung antara Arduino dan LED.

Tabel 2. Tabel Koneksi Arduino dan LED

Pin Arduino	Pin Led
D10	KATODA
GND	ANODA

2.6 Skema Rangkaian Arduino dan Modul Relay

Skema rangkaian Arduino dan Modul Relay dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6.Skema Rangkaian Arduino dan Modul Relay

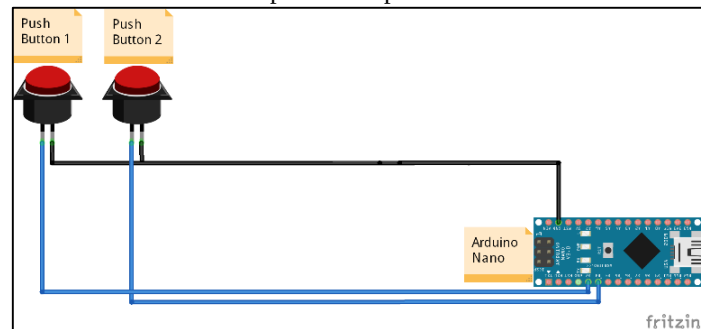
Berikut tabel koneksi penghubung antara Arduino dan Modul Relay.

Tabel 3. Tabel Koneksi Arduino dan Modul Relay

Pin Arduino	Pin Modul Relay
GND	GND
Pin D12	IN 1
Pin D11	IN 2
Pin 5V	VCC

2.7 Skema Rangkaian Arduino dan Push Button

Skema rangkaian Arduino dan Push Button dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7.Skema Rangkaian Arduino dan Push Button

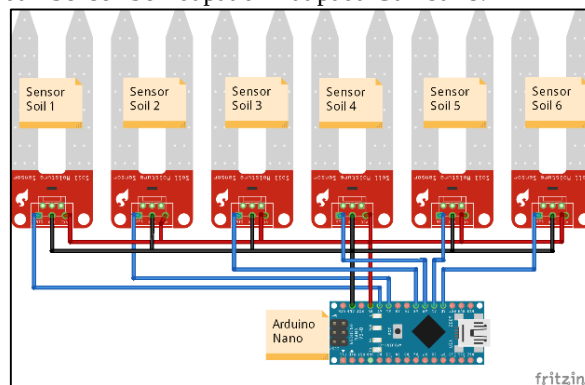
Berikut tabel koneksi penghubung antara Arduino dan Push Button.

Tabel 4. Tabel Koneksi Arduino dan Push Buton

Pin Arduino	Pin Push Button
GND	GND
Pin D3	Button 1
Pin D4	Button 2

2.8 Skema Rangkaian Arduino dan Sensor Soil

Skema rangkaian Arduino dan Sensor Soil dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8.Skema Rangkaian Arduino dan Sensor Soil M

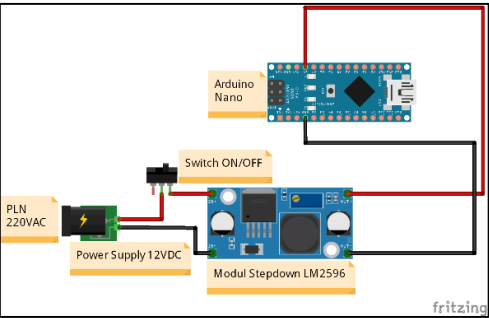
Berikut tabel koneksi penghubung antara Arduino dan Sensor Soil.

Tabel 5.Tabel Koneksi Arduino dan Sensor Soil

Pin Arduino	Pin Sensor Soil
Pin A7	Sensor 1
Pin A6	Sensor 2
Pin A3	Sensor 3
Pin A2	Sensor 4
Pin A1	Sensor 5
Pin A0	Sensor 6

2.9 Skema Rangkaian Arduino , Power Supply dan Modul Stepdown

Skema rangkaian Arduino, Power Supply dan Modul Stepdown dapat dilihat pada Gambar 9.



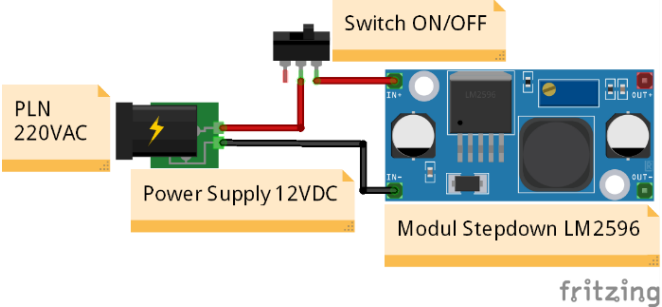
Gambar 9. Skema Rangkaian Arduino, Power Supply dan Modul Stepdown
Berikut tabel koneksi penghubung antara Arduino, Power Supply dan Modul Stepdown.

Tabel 6.Tabel Koneksi Arduino, Power Supply dan Modul Stepdown.

Pin Arduino	Pin PowerSupply	Pin Modul Stepdown
Pin 5V	VCC	Pin In(+)
GND	GND	Pin In (-)

2.10 Skema Rangkaian Power Supply dan Modul Stepdown

Skema rangkaian Power Supply dan Modul Stepdown dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10.Skema Rangkaian Power Supply dan Modul Stepdown.

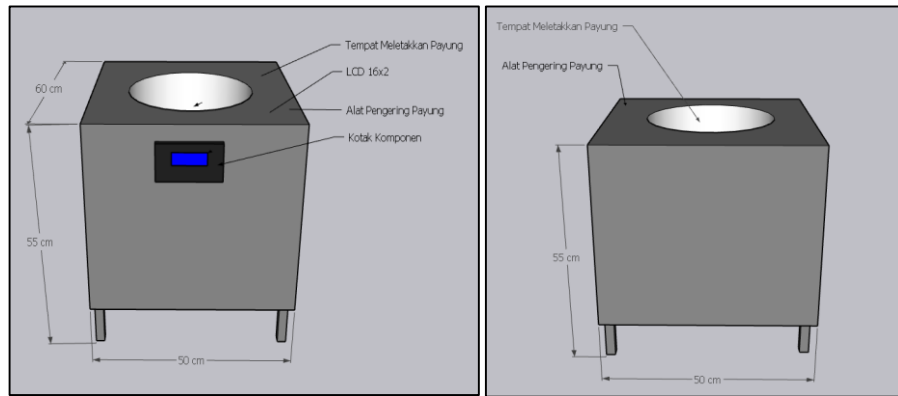
Berikut tabel koneksi penghubung antara Power Supply dan Modul Stepdown.

Tabel 7.Koneksi PowerSupply dan Modul Stepdown

Pin PowerSupply	Pin Modul Stepdown
PowerSupply (+)	Pin IN+ Modul Stepdown
PowerSupply (-)	Pin IN- Modul Stepdown

2.11 Skema Rangkaian Alat

Sketsa perancangan alat ini dibuat sebagaimana bentuk alat yang akan dibuat, sketsa dapat dilihat pada Gambar 11 sebagai berikut.



Gambar 11. Skema Rangkaian Alat

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Objek Pengujian

Tujuan dari perancangan dan pembangunan alat ini adalah untuk mendeteksi kelembapan pada payung. Payung yang terdeteksi lembab atau basah akan dikeringkan menggunakan heater dan kipas DC sebagai alat pengering. Kipas Dc merupakan merupakan sebuah perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk menggerakkan fan atau blower[13]. Pada pengujian ini digunakan tiga objek payung dengan dua jenis bahan standar, yaitu parasut dan plastik.



Gambar 12. Objek Pengujian

3.2 Hasil Perancangan Alat

Pada tahap ini ditampilkan hasil dari perancangan alat pengering payung otomatis berbasis Arduino dengan sensor soil moisture capacitive yang telah dibuat, dimana seluruh komponen berhasil dirangkai dan bekerja sesuai fungsi yang telah direncanakan.



Gambar 13. Hasil Perancangan Alat

3.3 Hasil Pengujian Tegangan Komponen

Pengujian merupakan tahapan penting dalam proses perancangan alat untuk memastikan bahwa sistem yang dibangun dapat bekerja sesuai dengan fungsi yang diharapkan. Pada tahap ini, dilakukan serangkaian pengujian terhadap komponen input, proses, dan output guna mengevaluasi kinerja sistem secara keseluruhan[14]. Pengujian juga bertujuan untuk mengetahui tingkat keakuratan sensor, responsivitas mikrokontroler, serta efektivitas alat dalam mengeringkan payung secara otomatis. Hasil dari pengujian ini akan digunakan sebagai dasar untuk perbaikan, penyempurnaan, dan validasi kinerja alat sebelum tahap implementasi akhir.

Tabel 8. Tabel Hasil Pengujian Tegangan Komponen

Komponen	Tegangan Standby	Tegangan Aktif
Arduino Nano	5.01 V	5.00 V
Sensor Soil Moisture	4.93 V	4.91 V
Modul Relay	5.00 V	4.98 V
Heater	0.00 V	220 V AC
Kipas DC	0.00 V	11.96 V
LCD 16x2	4.97 V	4.96 V

3.4 Hasil Pengujian Kinerja Alat

Pada tabel pengujian kinerja alat, pengujian dilakukan untuk memastikan apakah sistem pengering payung otomatis bekerja sesuai dengan rancangan yang telah ditentukan. Pengujian ini dilakukan dalam beberapa skenario untuk melihat bagaimana alat merespons kondisi lingkungan yang berbeda, mulai dari permukaan payung yang kering hingga sangat basah, serta respons terhadap perintah manual melalui tombol. Keberhasilan pengujian ditentukan berdasarkan kemampuan sensor dalam mendeteksi tingkat kelembaban secara akurat, sistem dalam menampilkan informasi status pada LCD yang merupakan salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari back-lit[15], serta aktif tidaknya aktuator (kipas dan pemanas) sesuai logika pemrograman. Selain itu, alat juga diuji dalam mode manual untuk memastikan bahwa sistem override bekerja sebagaimana mestinya. Hasil lengkap dari pengujian kinerja alat dapat dilihat pada Tabel 9 berikut ini.

Tabel 9.Hasil Pengujian Kinerja Alat

No	Kondisi Pengujian	Respon Sensor	Status Output led			Heater dan Kipas	Keterangan
			Led Merah Stanby	Led Biru Proses Pengeringan			
1.	Permukaan payung benar benar kering	Nilai tinggi (>900)	✓			OFF	Sistem dalam keadaan standby
2.	Permukaan payung basah ringan	Nilai sedang (700– 800)		✓		ON	Proses pengering berjalan
3.	Permukaan payung sangat basah	Nilai rendah (<700)		✓		ON	Respon cepat dan otomatis
4.	Tekan Push Button 1 (manual ON)	Tidak terbaca sensor		✓		ON	Override sensor aktif
5.	Tekan Push Button 2 (manual OFF)	Tidak terbaca sensor	✓			OFF	Semua output off

3.5 Hasil Pengujian Payung Keseluruhan

Pengujian alat yang bertujuan untuk mengetahui apakah alat berkerja sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Keberhasilan atau kegagalan pengujian ditentukan berdasarkan kinerja alat dalam memproses sesuai kelembapan. Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali dengan 3 payung dan 2 jenis payung berbeda.

1. Pengujian Pertama

Pada tabel 10 dilakukan pengujian pada payung basah jenis parasut berwarna hitam.

Tabel 10.Tabel Hasil Pengujian Payung Basah Parasut Hitam

Kasus Uji	Berhasil/Tidak	Waktu	Ket	Hasil
Percobaan 1	Berhasil	1,39 menit	Terdeteksi Air dan Kelembapan Berhasil dikeringkan	Payung Kering tersisa percikan air sedikit

Percobaan 2	Berhasil	1,27 menit	Terdeteksi Air dan Kelembapan Berhasil dikeringkan	Payung Kering tersisa percikan air sedikit
Percobaan 3	Berhasil	2 menit	Terdeteksi Air dan Kelembapan Berhasil dikeringkan	Payung Kering tersisa percikan air sedikit
Rata-Rata Waktu Percobaan			1,46 menit	

2. Pengujian Kedua

Pada tabel 11 dilakukan pengujian pada payung basah jenis parasut berwarna merah.

Tabel 11. Tabel Hasil Pengujian Payung Basah Parasut Merah

Kasus Uji	Berhasil/Tidak	Waktu	Ket	Hasil
Percobaan 1	Berhasil	1,34 menit	Terdeteksi Air dan Kelembapan Berhasil dikeringkan	Payung Kering tersisa percikan air sedikit
Percobaan 2	Berhasil	1,58 menit	Terdeteksi Air dan Kelembapan Berhasil dikeringkan	Payung Kering tersisa percikan air sedikit
Percobaan 3	Berhasil	57,07 detik	Terdeteksi Air dan Kelembapan Berhasil dikeringkan	Payung Kering tersisa percikan air sedikit
Rata-Rata Waktu Percobaan			1,16 menit	

3. Pengujian Ketiga

Pada tabel 12 dilakukan pengujian pada payung basah jenis plastik bening.

Tabel 12. Tabel Hasil Pengujian Payung Basah Plastik

Kasus Uji	Berhasil/Tidak	Waktu	Ket	Hasil
Percobaan 1	Tidak	-	Tidak Terdeteksi air dan kelembapan	Payung Tidak dapat dikeringkan
Percobaan 2	Berhasil	56 detik	Terdeteksi Air dan Kelembapan Berhasil dikeringkan	Payung Kering tersisa percikan air sedikit
Percobaan 3	Tidak	-	Tidak Terdeteksi air dan kelembapan	Payung Tidak dapat dikeringkan
Rata-Rata Waktu Percobaan			56 detik	

Hasil pengujian alat pengering payung otomatis berbasis Arduino dengan sensor soil moisture capacitive menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja otomatis dalam mendeteksi kelembapan dan mengaktifkan proses

pengeringan. Alat ini dirancang untuk mempermudah pengguna mengeringkan payung secara praktis, terutama saat musim hujan. Sensor soil moisture capacitive berfungsi mendeteksi kondisi basah atau kering pada permukaan payung, lalu mengirim data ke Arduino untuk diproses. Jika terdeteksi basah, hairdryer otomatis menyala hingga sensor membaca kondisi kering, kemudian mati kembali. Pengujian efektivitas dilakukan tiga kali untuk mengukur waktu pengeringan hingga payung kering.

Pada payung berbahan parasut hitam dan merah (Tabel 10 dan 11), hasil pengujian menunjukkan alat bekerja dengan baik. Payung kering secara umum, meski masih ada sisa tetesan air di lipatan atau pinggiran karena sifat bahan parasut yang licin. Sedangkan pada payung berbahan plastik (Tabel 12), alat belum optimal. Dari tiga percobaan, hanya percobaan kedua yang berjalan baik dengan waktu 2 menit. Saat digunakan tiga hairdryer sekaligus, permukaan plastik mengalami penyusutan karena panas berlebih. Namun, dengan satu hairdryer, struktur tetap aman meski waktu pengeringan lebih lama. Hal ini menunjukkan bahan plastik lebih sensitif terhadap panas dan memerlukan pengaturan suhu khusus. Secara keseluruhan, alat mampu mengeringkan payung secara efektif dan efisien sesuai tujuan perancangan. Integrasi perangkat keras dan perangkat lunak berjalan baik, meski masih ada kendala kecil seperti arah tiupan kipas yang perlu disesuaikan serta perlunya perbaikan desain fisik dan proteksi agar lebih aman digunakan di ruang publik.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dari rancang bangun alat pengering payung otomatis berbasis Arduino dengan sensor soil moisture, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Pengujian pada payung berbahan plastik menunjukkan bahwa alat belum bekerja secara optimal. Dari tiga percobaan, hanya satu yang berhasil. Sensor kesulitan mendeteksi kelembapan pada permukaan plastik karena bahan tersebut tidak menyerap air, sehingga proses pengeringan tidak dapat berlangsung secara otomatis.
2. Hasil pengujian pada tiga jenis payung dengan material berbeda menunjukkan bahwa alat dapat mengeringkan payung jenis parasut hitam dan merah dengan rata-rata waktu masing-masing 1,46 menit dan 1,16 menit. Namun, pada payung berbahan plastik, sistem tidak dapat bekerja secara optimal karena permukaan plastik tidak menyerap air sehingga sensor tidak membaca kelembapan dengan baik.
3. Rata-rata waktu pengeringan dari seluruh percobaan adalah 1,06 menit, yang menunjukkan bahwa alat ini bekerja efektif dan efisien, terutama pada payung dengan bahan parasut.
4. Proses pengeringan berlangsung dengan baik, diawali dengan pendeteksian kondisi kelembapan pada permukaan payung melalui sensor soil moisture. Ketika sensor mendeteksi kelembapan tinggi, sistem secara otomatis mengaktifkan heater dan kipas untuk mempercepat proses pengeringan. Nilai tegangan pada saat standby dan aktif terukur stabil, yaitu 4.93–5.02 V untuk sensor dan Arduino, serta 11.96–11.98 V untuk kipas DC. Stabilitas tegangan ini menjadi indikator bahwa komponen bekerja dengan baik.

REFERENSI

- [1] Zainurdin, A. et al. (2023). *Perancangan payung hujan taman penghasil energi listrik*. Jurnal Serina Sains, Teknik dan Kedokteran, 1(2), 337–348.
- [2] Prastyo, E. A. (2019). *Pengaruh induktor heater menggunakan thermal sensor berbasis mikrokontroler Arduino Nano dalam mengolah logam*. Jurnal NOE, 4(2), 169–176.
- [3] Hardiwiguna, A., & Nugraha, A. R. (2024). *Penentuan kelembaban tanah menggunakan metode fuzzy logic dengan capacitive soil moisture sensor dan Arduino Uno R3*. JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan), 12(3), 7–15.
- [4] Chowdhury, S. et al. (2022). *Comparative Analysis and Calibration of Low Cost Resistive and Capacitive Soil Moisture Sensor*. arXiv preprint.
- [5] Supegina, F., & Setiawan, E. J. (2017). *Rancang bangun IoT temperature controller untuk enclosure BTS berbasis microcontroller Wemos dan Android*. Jurnal Teknologi Elektro, 8(2).
- [6] Baskaran, A. et al. (2021). *Rancang bangun sistem pengering sepatu otomatis menggunakan sensor kelembaban suhu berbasis Arduino*. Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan, 12(3), 22–12.
- [7] Suleman, S. et al. (2022). *Rancang bangun alat pendeteksi kelembaban tanah dan penyiram otomatis berbasis Arduino Uno*. Indonesian Journal on Software Engineering (IJSE), 6(2), 240–249.

- [8] Pranita, E. et al. (2023). *Rancang bangun sistem pengering gabah otomatis menggunakan metode fuzzy berbasis Arduino*. Jurnal Ilmiah Teknologi Elektro, 23(1), 169–176.
- [9] Gunawan, I. K. W. et al. (2020). *Sistem monitoring kelembaban gabah padi berbasis Arduino*. Jurnal Teknik dan Sistem Komputer, 1(1), 1–7.
- [10] Sofyan, et al. (2023). *Rancang Bangun Model Alat Pengering Indoor Otomatis Hasil Pertanian Berbasis Arduino Uno*. Jurnal Teknik Elektro dan Elektronika, 12(1), 45–52.
- [11] Arifudin, A. (2021). *Rancang bangun sistem keamanan pintu rumah menggunakan metode segitiga wajah (Triangle Face) berbasis Raspberry Pi*. Jurnal Teknologi Elektro, 12(1), 29–34. Universitas Mercu Buana.
- [12] Tominanto, & Subinarto. (2018). *Algoritma dan Pemograman*. Jakarta: Kementerian Kesehatan.
- [13] Supegina, F., & Setiawan, E. J. (2017). *Rancang bangun IoT temperature controller untuk enclosure BTS berbasis microcontroller Wemos dan Android*. Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercu Buana, 8(2).
- [14] Pohan, A. B. (2018). *Modul pembelajaran: Pengujian dan implementasi sistem*. Jakarta: Universitas Bina Sarana Informatika.
- [15] Sadad, S. (2016). *Rancang bangun sistem pengendalian temperatur heater pada miniplant heat exchanger berbasis mikrokontroler*. Jurnal Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.