

**SKRIPSI**

**RANCANG BANGUN MESIN PENDING SEPAJU BERBASIS  
*INTERNET OF THINGS (IoT) DENGAN WEBSITE***

**DISUSUN OLEH**

**ELDIAZ PRAMEL**

**2209020048**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

**MEDAN**

**2026**

**RANCANG BANGUN MESIN PENERING SEPATU BERBASIS  
*INTERNET OF THINGS (IoT) DENGAN WEBSITE***

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana  
Komputer (S.Kom) dalam Program Studi Teknologi Informasi pada Fakultas  
Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah  
Sumatera Utara**

**ELDIAZ PRAMEL  
NPM. 2209020048**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2026**

## LEMBAR PENGESAHAN

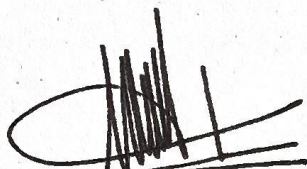
Judul Skripsi : Rancang Bangun Mesin Pengering Sepatu Berbasis  
Internet Of Things (Iot) Dengan Website

Nama Mahasiswa : Eldiaz Pramel

NPM : 2209020048

Program Studi : Teknologi Informasi

Menyetujui Komisi  
Pembimbing



(Martiano, S.Kom., M.Kom)

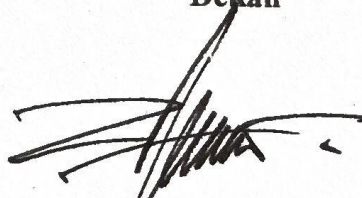
NIDN. 0128029302

Ketua Program Studi



(Fatma Sari Hutagalung, S.Kom., M.Kom)  
NIDN. 0117019301

Dekan



(Dr. Al-Khowarizmi, S.Kom., M.Kom.)  
NIDN. 0127099201

**PERNYATAAN ORISINALITAS**

**RANCANG BANGUN MESIN PENGERING SEPATU BERBASIS  
INTERNET OF THINGS (IoT) DENGAN WEBSITE**

**SKRIPSI**

Dengan ini saya menyatakan bahwa karya tulis ini disusun berdasarkan hasil kerja saya sendiri, kecuali kutipan dan rangkuman yang sumbernya telah disebutkan.

Medan, April 2026  
Yang membuat pernyataan



*Eldiaz Framel*  
Eldiaz Framel  
NPM. 2209020048

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN  
AKADEMIS**

Sebagai bagian dari sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

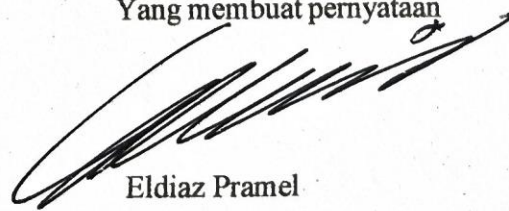
Nama : Eldiaz Pramel  
NPM : 2209020048  
Program Studi : Teknolog Informasi  
Karya Ilmiah : Skripsi

Dalam rangka mendukung perkembangan ilmu pengetahuan, saya memberikan kepada Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (Non-Exclusive Royalty-Free Right) atas karya ilmiah skripsi saya yang berjudul "Rancang Bangun Mesin Pengering Sepatu Berbasis Internet Of Things (Iot) Dengan Website", beserta perangkat pendukungnya apabila diperlukan. Dengan diberikannya Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara berwenang untuk menyimpan, mengalihkan media atau format, mengelola dalam bentuk pangkalan data, merawat, serta memublikasikan skripsi tersebut tanpa perlu meminta persetujuan kembali dari saya, dengan ketentuan bahwa nama saya tetap dicantumkan sebagai penulis serta sebagai pemegang atau pemilik hak cipta.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Medan, Maret 2026

Yang membuat pernyataan



Eldiaz Pramel

NPM.2209020048

## RIWAYAT HIDUP

### DATA PRIBADI

Nama Lengkap : Eldiaz Pramel  
Tempat dan Tanggal Lahir : Medan, 03 Oktober 2004  
Alamat Rumah : Dusun XIII Emplasment  
Telepon/Faks/HP : 0852 7715 0596  
E-mail : [eldiazpramel7@gmail.com](mailto:eldiazpramel7@gmail.com)  
Instansi Tempat Kerja : -  
Alamat Kantor : -

### DATA PENDIDIKAN

SD : SD NEGERI 101752 TAMAT: 2016  
SMP : SMP SWASTA PAB 9 KLAMBIR TAMAT: 2019  
SMA : SMA NEGERI 1 HAMPARAN PERAK TAMAT: 2022

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah rabbil ‘aalamiin, segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, karunia, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul:

**“RANCANG BANGUN MESIN PENGERING SEPATU BERBASIS  
INTERNET OF THINGS (IOT) DENGAN WEBSITE”**

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer (S.Kom) pada Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dukungan, doa, serta motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Agusani, M.AP., selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
2. Bapak Dr. Al-Khowarizmi, s.Kom., M.Kom. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi (FIKTI) UMSU.
3. Ibu Dr. Firahmi Rizky, S.Kom., M.Kom., selaku Wakil Dekan I Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi (FIKTI) UMSU.
4. Bapak Mhd Basri, S.Si., M.Kom., selaku Wakil Dekan III Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi (FIKTI) UMSU.
5. Ibu Fatma Sari Hutagalung, S.Kom., M.Kom., selaku Ketua Program Studi Teknologi Informasi
6. Bapak Martiano, S.Kom., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu, memberikan arahan, masukan, serta bimbingan dengan penuh kesabaran hingga skripsi ini dapat diselesaikan.
7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen dan Staf di Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi yang telah membantu penulis selama masa perkuliahan dan proses administrasi penyusunan proposal skripsi.

8. Kedua orang tua dan keluarga penulis yang selalu memberikan doa, dukungan moral maupun materi, serta menjadi sumber semangat penulis dalam menyelesaikan studi.
9. Saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada sahabat-sahabat saya, Haikal, Bayu, Nanda, dan Arya, yang telah memberikan dukungan, semangat, serta bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung selama proses penyusunan skripsi ini. Kebersamaan, motivasi, dan doa yang kalian berikan sangat berarti sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

Penulis menyadari bahwa proposal skripsi ini masih jauh dari sempurna, baik dari segi penyusunan maupun isi, karena keterbatasan pengetahuan dan pengalaman penulis. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan dan penyempurnaan di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat memberikan kontribusi untuk pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya pada bidang Internet of Things (IoT), pengeringan sepatu, serta monitoring pengeringan melalui Website.

# **RANCANG BANGUN MESIN PENGERING SEPATU BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) DENGAN WEBSITE**

## **ABSTRAK**

Pengeringan sepatu merupakan aktivitas yang sering dilakukan, namun metode konvensional yang bergantung pada sinar matahari dinilai kurang efektif karena dipengaruhi oleh kondisi cuaca. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem pengering sepatu yang mampu bekerja secara otomatis dengan mengatur kipas dan heater, cepat, dan dapat dipantau secara real-time. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun mesin pengering sepatu berbasis Internet of Things (IoT) dengan integrasi website sebagai media monitoring dan pengendalian. Sistem ini menggunakan sensor DHT22 untuk mendeteksi suhu dan kelembapan, serta mikrokontroler ESP32 untuk memproses dan mengirimkan data melalui jaringan Wi-Fi. Data yang diperoleh ditampilkan pada website sehingga pengguna dapat memantau kondisi pengeringan secara real-time. Sistem juga dilengkapi dengan mekanisme Pengamanan dilakukan dengan menggunakan switch untuk mengatur heater dan kipas, sekaligus mengontrol tingkat panas serta kecepatan kipas agar sirkulasi udara tetap optimal. serta tampilan ketika sepatu basah dan kering. Hasil penelitian ini diharapkan menghasilkan prototipe mesin pengering sepatu yang mampu meningkatkan efektivitas dan efisiensi proses pengeringan dibandingkan metode konvensional.

**Kata Kunci :** Internet of Things (IoT), Monitoring, pengering sepatu.

## ***Shoe Drying Machine Design Based On Internet Of Things (Iot) With Website***

### ***ABSTRACT***

*Shoe drying is a common activity; however, conventional methods that rely on sunlight are considered less effective due to their dependence on weather conditions. Therefore, a shoe drying system is needed that can operate automatically by regulating the fan and heater, work efficiently, and be monitored in real time. This study aims to design and develop an Internet of Things (IoT)-based shoe dryer integrated with a website for monitoring and control. The system uses a DHT22 sensor to detect temperature and humidity, as well as an ESP32 microcontroller to process and transmit data via a Wi-Fi network. The collected data is displayed on a website, allowing users to monitor the drying conditions in real time. The system is also equipped with a safety mechanism using switches to control the heater and fan, as well as to regulate heat levels and fan speed to maintain optimal air circulation. In addition, the system provides indicators to show whether the shoes are wet or dry. The results of this study are expected to produce a prototype of a shoe drying machine that improves the effectiveness and efficiency of the drying process compared to conventional methods.*

***Keywords :*** *Internet of Things (IoT), Monitoring, Shoe Drying System*

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN ORISINALITAS.....</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....</b>	<b>iv</b>
<b>RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. LATAR BELAKANG MASALAH.....	1
1.2. RUMUSAN MASALAH .....	3
1.3. BATASAN MASALAH .....	4
1.4. TUJUAN PENELITIAN .....	4
1.5. MANFAAT PENELITIAN .....	4
<b>BAB II. LANDASAN TEORI .....</b>	<b>6</b>
2.1. PENERING SEPATU .....	6
2.2. INTERNET OF THINGS .....	7
2.3. MIKROKONTROLER .....	7
2.3.1. Mikrokontroler ESP32 .....	8
2.4. REASERCH AND DEVELOPMENT.....	9
2.4.1. Analisis Kebutuhan Sistem .....	9
2.4.2. Perangkat Lunak yang Dibutuhkan.....	9
2.4.3. Pembuatan dan Perakitan Alat .....	10

2.4.4. Implementasi.....	11
2.4.5. Pengujian Sistem.....	11
2.4.6. Hasil dan Evaluasi.....	11
2.5. PENELITIAN TERDAHULU.....	12
<b>BAB III. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>17</b>
3.1. OBJEK PENELITIAN .....	17
3.2. JADWAL PENELITIAN .....	17
3.3. RESEARCH AND DEVELOPMENT .....	18
3.3.1. Kebutuhan Sistem.....	19
3.3.2. Perancangan Sistem.....	20
3.3.2.1. Spesifikasi Hardware.....	21
3.3.2.2. Spesifikasi Software .....	27
3.3.3. Desain Circuit.....	30
3.3.3.1. Desain Skematik.....	31
3.3.3.2. Rancangan Prototype.....	31
3.3.3.3. Flowchart Sistem .....	32
3.3.3.4. Perkabelan Sistem.....	33
3.3.3.5. Desain Dashboard Web .....	34
3.3.3.6. Use Case Diagram .....	36
3.3.4. Implementasi .....	37
3.3.4.1. Implementasi Perangkat Keras.....	37
3.3.4.2. Implementasi Perangkat Lunak .....	37
3.3.5. Analisis dan Evaluasi .....	37
3.3.5.1. Pengujian Sistem .....	38

3.3.5.2. Evaluasi Kinerja Pengeringan .....	41
<b>BAB IV HASIL PEMBAHASAN .....</b>	<b>42</b>
4.1. HASIL PEMBAHASAN SISTEM .....	42
4.1.1. Implementasi Perangkat Keras.....	43
4.1.2. Implementasi Perangkat Lunak.....	45
4.1.3. Implementasi Alur Kerja Sistem .....	46
4.1.4. Implementasi Tampilan Informasi Pada LCD .....	47
4.2. HASIL MONITORING PADA DASHBOARD WEB .....	48
4.3. KESIMPULAN PEMBAHASAN .....	49
4.4. PENGUJIAN MESIN PENGERING.....	50
4.5. EVALUASI.....	52
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>54</b>
5.1. KESIMPULAN .....	54
5.2. SARAN .....	55
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>56</b>

## DAFTAR TABEL

	<b>HALAMAN</b>
TABEL 2.1. Spesifikasi Mikrokontroler ESP32	8
TABEL 2.2. Ringkasan Peneliti Terdahulu	12
TABEL 3.1. Jadwal Kegiatan	18
TABEL 3.2. Spesifikasi Sensor DHT22	21
TABEL 3.3. Spesifikasi Kipas DC	22
TABEL 3.4. Spesifikasi Relay 4 Channel	23
TABEL 3.5. Spesifikasi LCD 16x2	24
TABEL 3.6. Spesifikasi Power Supply	25
TABEL 3.7. Spesifikasi Heater	26
TABEL 3.8. Spesifikasi Buck Converter	27
TABEL 3.9. Spesifikasi Arduino IDE	28
TABEL 3.10. Pengujian Suhu	38
TABEL 3.11. Waktu Pengeringan	39
TABEL 4.1. Pengujian Mesin Pengering	51

## DAFTAR GAMBAR

	<b>HALAMAN</b>
GAMBAR 2.1. Mikrokontroler ESP32	8
GAMBAR 3.1. Tahapan R&D	19
GAMBAR 3.2. Sensor DHT22	21
GAMBAR 3.3. Kipas DC	22
GAMBAR 3.4. Relay 4 Channel	23
GAMBAR 3.5. LCD 16x2	24
GAMBAR 3.6. Power Supply	25
GAMBAR 3.7. Heater	26
GAMBAR 3.8. Buck Converter	27
GAMBAR 3.9. Arduino IDE	28
GAMBAR 3.10. Skematik Keseluruhan Komponen	31
GAMBAR 3.11. Rancangan Prototype Mesin Pengering	31
GAMBAR 3.12. Flowchart Sistem	32
GAMBAR 3.13. Perkabelan Sistem	33
GAMBAR 3.14. Desain WEB	34
GAMBAR 3.15. UseCase Diagram	36
GAMBAR 4.1. Tampilan Kontrol ESP32	44
GAMBAR 4.2. Prototipe Rancangan Alat	45
GAMBAR 4.3. Tampilan LCD	48
GAMBAR 4.4. Tampilan Pada Dashboard	48
GAMBAR 4.5. Pengujian Mesin Pengering	50

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang Masalah**

Pengeringan sepatu merupakan kegiatan yang umum dilakukan, terutama ketika sepatu terkena air hujan, genangan air, atau keringat akibat penggunaan sehari-hari. Dalam kondisi basah, sepatu sangat rentan menimbulkan permasalahan seperti bau tidak sedap, pertumbuhan jamur, bakteri, hingga kerusakan material jika tidak segera dikeringkan. Metode pengeringan konvensional yang mengandalkan sinar matahari tidak selalu efektif karena sangat bergantung pada kondisi cuaca (Najib et al., 2023). Situasi ini semakin rumit karena perubahan cuaca yang kini sulit diprediksi, terutama pada musim hujan atau di wilayah dengan intensitas cahaya matahari rendah. Oleh sebab itu, dibutuhkan alat pengering sepatu yang mampu bekerja secara efektif, cepat, dan tidak bergantung pada kondisi lingkungan. Kebutuhan praktis inilah yang menjadi dampak bagi perkembangan teknologi di bidang pengeringan.

Perkembangan teknologi saat ini memberikan peluang besar, terutama dalam merancang alat pengering sepatu berbasis IoT untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi waktu. IoT memungkinkan perangkat terhubung ke internet sehingga dapat dipantau dan dikendalikan dari jarak jauh melalui Website, pengguna dapat melihat kondisi perangkat secara real-time, seperti suhu ruang pengering, tingkat kelembapan, status pengering, hingga mampu mengaktifkan dan menonaktifkan alat dari mana pun. Kemampuan pemantauan ini meningkatkan kenyamanan pengguna sekaligus meningkatkan efisiensi operasional perangkat.

(Murdianingsih & Aprianti, 2021) dalam jurnal yang berjudul “Sistem Monitoring Pengering Sepatu Berbasis *Internet of Things* Pada Platform Node Red” Penelitian ini bertujuan untuk membuat sistem pemeriksaan sepatu berdasarkan Internet of Things pada Platform Node-red. Tahap Node-red diperlukan sebagai bagian utama dalam pelaksanaan investigasi ini. Penelitian ini juga telah membuat alat monitoring sepatu yang dirancang untuk memantau kondisi pengeringan secara real time melalui teknologi Internet of Things (IoT). Sistem ini mampu membaca intensitas cahaya, suhu, dan kelembaban sepatu menggunakan sensor DHT11 dan LDR, kemudian mengirimkan data tersebut ke platform Node-RED untuk ditampilkan dalam bentuk informasi monitoring. Selain itu, sistem ini juga dilengkapi dengan notifikasi otomatis melalui Telegram, sehingga pengguna dapat mengetahui kondisi sepatu tanpa harus memeriksa secara manual. Alat ini memanfaatkan mikrokontroler Arduino Uno dan NodeMCU ESP8266, serta dilengkapi aktuator seperti lampu pijar, kipas, dan motor servo yang bekerja sesuai kondisi sepatu selama proses pengeringan.

Berdasarkan permasalahan pengeringan sepatu yang masih bergantung pada kondisi cuaca serta keterbatasan sistem monitoring pada penelitian terdahulu yang menggunakan mikrokontroler ESP8266 dan sensor DHT11, maka penulis akan mengembangkan dan mengimplementasikan alat pengering sepatu menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai alat utama. Usulan pada sistem ini menggunakan ESP32 karena memiliki keunggulan yang lebih baik dan juga ESP32 dilengkapi dengan modul Wifi dan juga dilengkapi dengan pin input ADC yang lebih banyak (I Putu Ardi Wahyu Widyatmika, Ni Putu Ayu Widyanata Indrawat, I Wayan Wahyu Adi Prastya, I Ketut Darminta, I Gde Nyoman Sangka, 2021). kemudian

stabilitas koneksi yang lebih tinggi sehingga mampu meningkatkan kinerja sistem monitoring dan otomasi pengering sepatu secara real-time. Perancangan sistem ini juga mengupgrade sensor dengan menggunakan sensor DHT22 yang mampu mengukur suhu dan kelembapan dengan tingkat akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan DHT11. Kemudian penulis menggunakan kotak berbahan aluminium sehingga panas nya dapat merata, menurut (Nonti et al., 2024) aluminium sebagai material logam memiliki nilai *konduktivitas termal* yang jauh lebih tinggi dibanding logam kabel atau baja, sehingga ideal untuk aplikasi perpindahan panas. Kemudian pada penelitian ini juga menerapkan keamanan pada mesin pengering dengan menggunakan tombol button heater dan kipas pada web sehingga jika sudah status kering maka bisa di hentikan melalui tombol on/off pada tampilan dashboard tanpa harus takut overheat dan jika sepatu sudah masuk ruang oven akan ditampilkan ke Website bahwa sepatu basah dan kering. Serta harapannya sistem ini memiliki kinerja yang lebih stabil dan efisien dibandingkan sistem sebelumnya.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Penelitian ini memiliki rumusan permasalahan yang dibahas agar dapat menyelesaikan permasalahan utama. Berikut ini rumusan masalah penelitian ini

1. Bagaimana menganalisis kebutuhan pada mesin pengering sepatu yang dapat bekerja secara efektif dan efisien?
2. Bagaimana mengimplentasikan kinerja mesin pengering sepatu berbasis IoT yang mampu memenuhi kebutuhan pengguna secara lebih efektif dibandingkan dengan pengering sepatu konvensional?

3. Bagaimana mengukur sensor dalam sistem pengering berbasis IoT menggunakan ESP32?

### **1.3. Batasan Masalah**

Penelitian ini memiliki batasan permasalahan yang dibahas agar dapat menyelesaikan permasalahan utama. Berikut ini batasan masalah penelitian ini

1. Pengujian sistem dilakukan pada skala kecil, pada kotak oven berbahan aluminium dengan ukuran (PxLxT) 45 cm × 36 cm × 46 cm.
2. Sistem yang dirancang hanya berfokus pada sepatu dengan jenis sneakers, sehingga perangkat ini tidak diperuntukkan untuk mengeringkan barang lain seperti pakaian, helm, atau perlengkapan lain di luar kategori sepatu sneakers.
3. Sistem menggunakan bahasa pemrograman Html dengan mikrokontroler ESP32 sebagai unit pemrosesan utama dengan komunikasi berbasis Wi-Fi, tanpa mempertimbangkan teknologi komunikasi lainnya.

### **1.4. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang ada, tujuan dari perancangan ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang mesin pengering sepatu yang efektif dan aman
2. Membangun prototipe mesin pengering sepatu yang mudah digunakan.
3. Mengukur kinerja prototipe mesin pengering yang dapat memenuhi kebutuhan pengguna secara lebih efektif dibandingkan dengan pengering sepatu konvensional.

### **1.5. Manfaat Penelitian**

1. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem pengering sepatu berbasis IoT menggunakan ESP32. Dengan adanya sistem ini, pengguna dapat lebih mudah dalam memantau sepatu untuk pengeringan secara

real-time memberikan upaya untuk mengatasi pengeringan lebih cepat dan efisien tanpa harus menggunakan cara konvensional dengan memanfaatkan panas matahari.

2. Penelitian ini juga bermanfaat dalam menentukan parameter operasional yang paling berpengaruh terhadap efektivitas proses pengeringan sepatu. Dengan memahami parameter seperti suhu pemanas, tingkat kelembapan, serta durasi pengeringan, pengembang dapat melakukan pengaturan dan penyesuaian sistem secara lebih tepat untuk menjaga kinerja alat tetap optimal. Informasi mengenai parameter tersebut memungkinkan proses pengeringan berlangsung lebih efisien, aman terhadap material sepatu, dan sesuai kebutuhan pengguna.
3. Dari sisi teknis, penelitian ini memberikan wawasan mengenai penerapan sensor serta sistem komunikasi data berbasis IoT menggunakan ESP32. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengembang perangkat IoT lainnya, khususnya di bidang otomasi rumah tangga, dalam merancang sistem pengendalian dan monitoring yang lebih efisien dan akurat melalui integrasi sensor dan Website.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1. PENGERING SEPATU**

Pengeringan sepatu di Indonesia jika mengalami kebasahan masih menggunakan cara konvensional yaitu dijemur dengan memanfaatkan sinar matahari. Dikarenakan cuaca terik matahari tidak dapat diprediksi terlebih saat musim hujan maka proses pengeringan dengan sinar matahari tidak dapat diandalkan. Pengeringan sepatu menggunakan panas matahari seringkali menemui kendala. Selain kendala cuaca yang tidak menentu, kita tidak mungkin selalu mengawasi pengeringan hingga sepatu benar-benar kering. Maka, perlu dibuatkan sebuah sistem untuk mengeringkan sepatu tanpa bergantung pada bantuan sinar matahari. Sehingga, sistem pengering sepatu tersebut bisa digunakan sewaktu-waktu, kapanpun dan dimanapun dengan waktu yang relatif lebih cepat (Ramdan et al., 2023). Untuk sistem pengeringan sepatu menggunakan daya listrik sebesar 314 Watt selama proses pengeringan berlangsung. Daya tersebut merupakan akumulasi konsumsi energi dari komponen utama sistem, yaitu satu buah PTC air heater sebagai sumber panas, kipas DC untuk sirkulasi udara, kipas peltier untuk proses pendinginan, serta mikrokontroler ESP32 dan sensor pendukung (Prof et al., 2024). Dalam penelitian terkait pengering sepatu berbasis Internet of Things (IoT), beberapa studi telah menguji berbagai desain sepatu yang berbeda untuk mengevaluasi efisiensi pengeringan. Misalnya, penelitian oleh (Renaldi et al., 2024). Menunjukkan bahwa sepatu sneakers diuji pada sistem pengering sepatu berbasis IoT dengan kontrol fuzzy logic, dengan hasil

pengeringan pada kondisi kelembapan dan suhu stabil tertentu selama proses berlangsung.

## **2.2. INTERNET OF THINGS**

Internet of Things (IoT) adalah ide melibatkan inovasi yang melibatkan internet sebagai medianya. Pemanfaatan internet yang sebenarnya, telah menjadi kebutuhan tersendiri di mata masyarakat, hampir semua kalangan telah memanfaatkannya. Alasan inilah yang menjadi landasan utama pemanfaatan IoT ini untuk di jalankan. Platform Android adalah salah satu aplikasi yang paling banyak digunakan di dunia. Karena penggunaanya tidak sulit dan hampir semua orang sudah memilikinya. Ini adalah sosok utama yang melibatkan aplikasi android untuk tujuan UI pada model dan bertujuan untuk mengendalikan suatu perangkat elektronik menggunakan media internet sebagai penghubung antara perangkat dan si pengguna. Internet of Things mengubah objek-objek ini yang awalnya tradisional menjadi perangkat pintar dengan memanfaatkan teknologi yang semakin lama semakin berkembang, perangkat yang ada, teknologi komunikasi, jaringan sensor, protokol dan tentu saja jaringan internet (Hidayatullah et al., 2022). Internet of Things (IoT) pada sistem monitoring dan otomasi. Misalnya, (Rangkuti & Martiano, 2025) merancang sistem monitoring parameter listrik berbasis NodeMCU sehingga data dapat dilihat real-time oleh pengguna melalui koneksi Wi-Fi.

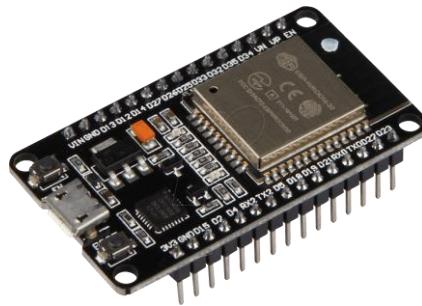
## **2.3. MIKROKONTROLER**

Mikrokontroler dapat didefinisikan sebagai sebuah sistem terpadu (*integrated circuit*) yang menggabungkan CPU, memori, dan periferal input/output dalam satu chip. Komponen ini dirancang untuk melakukan tugas-

tugas tertentu dengan efisiensi tinggi dan dapat diprogram untuk menjalankan berbagai fungsi sesuai dengan kebutuhan aplikasi. Dengan arsitektur yang ringkas dan biaya yang relatif rendah, mikrokontroler menjadi pilihan populer untuk berbagai proyek elektronik, dari perangkat sederhana hingga sistem yang lebih kompleks (Perangin-angin, 2024).

### 2.3.1. Mikrokontroler ESP32

Mikrokontroler ESP32 merupakan mikrokontroler SoCt (*System on Chip*) terpadu dengan dilengkapi WiFi 802.11 b/g/n, Bluetooth versi 4.2, dan berbagai peripheral. ESP32 adalah chip yang cukup lengkap, terdapat prosesor, penyimpanan dan akses pada GPIO (*General Purpose Input Output*).



Gambar 2.1 Mikrokontroler ESP32

Tabel 2.1 Spesifikasi Mikrokontroler ESP32

No	Spesifikasi	Keterangan
1	CPU	Tensilica Xtensa LX6 32bit Dual-Core di 160/240MHz
2	SRAM	520 KB
3	FLASH	2 MB (max 64MB)
4	Tegangan	2.2 V sampai 3.6 V
5	Arus Kerja	Rata-rata 80 mA
6	Dapat diprogram	Ya (C, C++, Python, Lua, dll.)

7	Open Source	Ya
---	-------------	----

## 2.4. RESEARCH AND DEVELOPMENT (R&D)

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Research and Development (R&D) dengan model waterfall yang sesuai dengan penelitian ini. Metode ini bertujuan untuk menghasilkan suatu produk berupa alat pengering sepatu berbasis Internet of Things (IoT) serta menguji kinerja dan efektivitas sistem yang dikembangkan. Tahapan R&D dalam penelitian ini meliputi analisis kebutuhan sistem, perancangan, pembuatan dan perakitan alat, pengujian sistem, serta evaluasi hasil.

### 2.4.1. Analisis Kebutuhan Sistem

Tahap analisis kebutuhan sistem dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak yang diperlukan dalam pengembangan alat pengering sepatu berbasis IoT. Pada tahap ini ditentukan fungsi utama sistem, yaitu mampu mengeringkan sepatu secara terkontrol, memantau suhu dan kelembapan, serta mengirimkan data secara real-time kepada pengguna.

Analisis kebutuhan sistem meliputi:

1. Kebutuhan monitoring suhu dan kelembapan di dalam ruang pengering
2. Kebutuhan sistem kontrol pengeringan
3. Kebutuhan komunikasi data berbasis IoT
4. Kebutuhan tampilan data yang mudah dipahami pengguna

### 2.4.2. Perangkat Lunak yang Dibutuhkan

Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Arduino IDE Digunakan sebagai lingkungan pengembangan untuk menulis, mengedit, dan mengunggah program ke NodeMCU ESP32 dan Library DHT22 Digunakan untuk mempermudah pembacaan data suhu dan kelembapan dari sensor DHT22.
2. NodeRed yang digunakan untuk menampilkan data monitoring suhu dan kelembapan serta status sepatu secara real-time serta sebagai media komunikasi antara pengguna dan sistem.

### **2.4.3. Pembuatan dan Perakitan Alat**

Tahap pembuatan dan perakitan alat dilakukan berdasarkan desain sistem yang telah dirancang sebelumnya. Perangkat keras yang digunakan antara lain:

1. NodeMCU ESP32
2. Sensor DHT22
3. Elemen pemanas (PTC Heater)
4. Kipas sirkulasi udara
5. Kotak pengering sepatu
6. Power Supply
7. Relay 4 Channel
8. Step Down

Perakitan dilakukan dengan menghubungkan sensor DHT22 ke ESP32 sebagai input, sedangkan elemen pemanas dan kipas dikendalikan melalui relay sebagai output. Seluruh komponen dipasang di dalam ruang pengering sepatu sesuai dengan desain yang telah ditentukan agar proses pengeringan berlangsung secara optimal dan aman.

#### **2.4.4. Implementasi**

Implementasi pada penelitian ini dilakukan setelah tahap perancangan, yaitu dengan merealisasikan desain sistem menjadi sebuah prototipe mesin pengering sepatu berbasis IoT. Implementasi mencakup pemasangan perangkat keras, pemrograman ESP32, integrasi sensor dan PTC, serta konektivitas ke Website, yang kemudian dilanjutkan dengan tahap pengujian dan evaluasi.

#### **2.4.5. Pengujian Sistem**

Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan bahwa alat pengering sepatu dapat bekerja sesuai dengan fungsi yang direncanakan. Pengujian meliputi:

1. Pengujian Sensor DHT22 Dilakukan untuk memastikan sensor mampu membaca suhu dan kelembapan secara akurat.
2. Pengujian Konektivitas IoT Dilakukan untuk memastikan NodeMCU ESP32 dapat terhubung ke jaringan WiFi dan mengirimkan data ke Website secara real-time.
3. Pengujian Proses pengeringan dilakukan dengan mengeringkan sepatu dalam kondisi basah dan mengamati perubahan suhu, kelembapan, serta waktu pengeringan.
4. Pengujian Sistem Kontrol dilakukan untuk memastikan elemen pemanas (heater) dan kipas dapat menyala dan mati sesuai dengan kondisi suhu dan kelembapan yang terdeteksi.

#### **2.4.6. Hasil Evaluasi**

Tahap evaluasi dilakukan berdasarkan hasil pengujian sistem yang telah dilakukan. Evaluasi bertujuan untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem dalam mengeringkan sepatu serta keandalan sistem monitoring berbasis IoT.

Hasil evaluasi digunakan untuk:

1. Menilai efektivitas alat dalam mengeringkan sepatu
2. Mengetahui kestabilan pembacaan sensor DHT22
3. Menilai performa komunikasi data IoT
4. Mengidentifikasi kekurangan sistem untuk selanjutnya.

## 2.5. PENELITIAN TERDAHULU

Tabel 2.2 Ringkasan Penelitian Terdahulu

No	Judul dan Peneliti	Pembahasan	Metode	Kelebihan dan Kekurangan
1.	Najib, E. A., Alawiy, M. T., & Badri, F. (2023) <i>“Rancang Bangun Alat Pengering Pakaian dan Sepatu Berbasis Internet of Things (IoT)”</i>	Penelitian ini membahas perancangan dan implementasi alat pengering pakaian dan sepatu berbasis IoT yang bertujuan mengatasi masalah pengeringan pada musim hujan. Sistem menggunakan sensor DHT22 untuk membaca suhu dan kelembaban, sensor load cell untuk mendeteksi berat pakaian atau sepatu, serta lampu pijar dan kipas sebagai sumber panas dan sirkulasi	Rancang bangun (engineering development) dengan pendekatan eksperimental.	<b>Kelebihan:</b> 1. Sistem dapat melakukan monitoring suhu, kelembaban, dan berat secara real-time melalui IoT 2. Cocok diterapkan pada usaha laundry atau penggunaan rumah tangga <b>Kekurangan:</b> 1. Konsumsi daya listrik

		<p>udara. Data hasil pembacaan sensor dikirimkan ke aplikasi Blynk untuk monitoring secara real-time. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengeringkan pakaian dan sepatu secara efektif dengan penurunan kelembaban hingga sekitar 40% dan waktu pengeringan yang relatif lebih singkat dibandingkan metode konvensional</p>		<p>relatif cukup besar</p> <p>2. Ukuran dan kapasitas alat masih terbatas untuk skala besar.</p>
2.	<p>Yuli Murdianingsih &amp; Lusi Aprianti (2021)  <i>“Sistem Monitoring Pengering Sepatu Berbasis Internet of Things pada Platform Node-RED”</i></p>	<p>Penelitian ini berfokus pada sistem monitoring, bukan pada pengeringan secara mekanik. Sensor suhu dan kelembaban digunakan untuk memantau kondisi sepatu selama proses pengeringan. Data sensor dikirimkan ke server dan</p>	<p>metode eksperimental dan rancang bangun sistem IoT</p>	<p><b>Kelebihan:</b></p> <p>1. Monitoring kondisi sepatu dapat dilakukan secara real-time</p> <p>2. Mengurangi pengawasan manual terhadap proses pengeringan.</p>

		<p>divisualisasikan menggunakan Node-RED sebagai dashboard monitoring. Sistem membantu pengguna mengetahui kondisi sepatu tanpa harus mengecek secara langsung.</p>		<p><b>Kekurangan:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistem belum mengendalikan proses pengeringan secara otomatis.</li> <li>2. Tidak membahas desain alat pengering secara fisik.</li> </ol>
3.	<p>Haris Hidayatullah, Ilmirrizki Imaduddin (2022) Ahmad Muhtadi “Prototype Alat Pengering Sepatu Menggunakan Sensor DHT22 Berbasis Internet of Things (IoT)”</p>	<p>Penelitian ini membahas perancangan dan pembuatan alat pengering sepatu berbasis IoT yang dikendalikan melalui smartphone menggunakan aplikasi Blynk. Sistem memanfaatkan sensor DHT22 untuk membaca suhu dan kelembapan di dalam box pengering. Pemanas berupa lampu pijar/heater dan kipas DC</p>	<p>Studi literatur</p>	<p><b>Kelebihan:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dapat dikontrol jarak jauh melalui smartphone (IoT)</li> <li>2. Monitoring suhu dan kelembapan secara real-time</li> </ol> <p><b>Kekurangan:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Belum ada pembeda perlakuan berdasarkan jenis sepatu</li> <li>2. Suhu pengeringan</li> </ol>

		<p>digunakan untuk mempercepat proses pengeringan. Alat bekerja dengan set point suhu 71°C, di mana exhaust fan akan aktif otomatis jika suhu tercapai. Hasil pengujian menunjukkan sepatu kering dalam waktu 65 menit dengan rata-rata kenaikan suhu 0,61°C per menit</p>		<p>cukup tinggi (71°C), berpotensi kurang aman untuk jenis sepatu tertentu</p>
4.	<p>Muh. Rais Ramdan, Taufik Akbar, Hadian Mandala Putra (2023) “Sistem Monitoring Pengering Sepatu Otomatis Berbasis Internet of Things (IoT)”</p>	<p>Penelitian ini membahas sistem pengering sepatu otomatis berbasis IoT yang dilengkapi fitur monitoring melalui website. Sistem menggunakan sensor ultrasonik untuk mendeteksi keberadaan sepatu dalam box dan sensor DHT22 untuk membaca suhu serta kelembapan. Pemanas (heater kaca dan bohlam) serta kipas dikontrol</p>	<p>Metode Research and Development (R&amp;D)</p>	<p><b>Kelebihan:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistem bekerja otomatis tanpa campur tangan pengguna</li> <li>2. Menggunakan sensor ultrasonik untuk efisiensi kerja alat</li> </ol> <p><b>Kekurangan:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Waktu pengeringan relatif lebih lama</li> </ol>

		otomatis oleh NodeMCU ESP8266. Suhu dibatasi maksimal 47,40°C demi menjaga keamanan sepatu.		2. Sistem lebih kompleks (butuh server, website, ThingSpeak)
--	--	---	--	--

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. OBJEK PENELITIAN**

Objek penelitian dalam penelitian ini adalah mesin pengering sepatu berbasis Internet of Things (IoT) yang dirancang sebagai solusi pengeringan sepatu secara otomatis. Sistem ini juga menggunakan hardware dan software yang saling terhubung melalui jaringan internet, dengan Website sebagai media pemantauan dan pengendalian. Penelitian meliputi perangkat mesin pengering sepatu, yang terdiri dari ruang pengering, elemen pemanas (heater), kipas sirkulasi udara, sensor DHT22, serta mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengendali sistem. Sensor berfungsi untuk mendeteksi kondisi suhu dan kelembapan di dalam ruang pengering, yang kemudian diproses oleh mikrokontroler untuk mengatur kinerja sistem pengeringan. Selain itu, sepatu yang di gunakan dalam pengujian merupakan sepatu dengan jenis sneakers karena memiliki karakteristik bahan yang mudah menyerap air dan membutuhkan proses pengeringan yang terkontrol.

#### **3.2. TAHAPAN PENELITIAN**

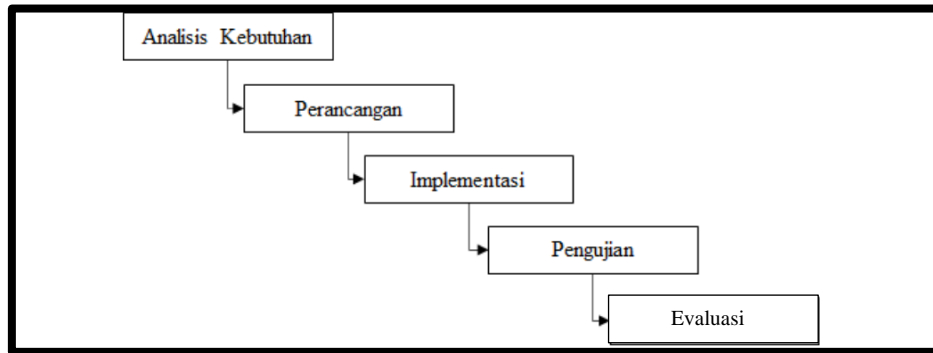
Terdapat 5 tahapan dalam penelitian ini yaitu analisis kebutuhan sistem, pembuatan alat (Perancangan perangkat keras, Perangkat lunak), pengujian dan implementasi sistem dengan menggunakan Website dan evaluasi hasil.

Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan

No	Kegiatan	Des				Jan				Apr			
		Minggu				Minggu				Minggu			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Penyusunan dan Bimbingan Proposal	■	■	■	■	■	■	■	■				
2	Seminar Proposal								■				
3	Riset								■				
4	Pembuatan Alat									■	■		
5	Penyusunan dan Bimbingan Skripsi											■	
6	Sidang											■	

### 3.3. RESEARCH AND DEVELOPMENT (R&D)

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Research and Development (R&D) dengan model waterfall. Metode ini bertujuan untuk mengembangkan suatu produk sekaligus menguji kinerjanya. Produk yang dikembangkan berupa mesin pengering sepatu berbasis Internet of Things (IoT) yang terintegrasi dengan Website, sehingga memungkinkan proses pengeringan serta pemantauan kondisi alat dilakukan secara lebih mudah dan terkontrol. Melalui metode ini, penelitian tidak hanya berfokus pada perancangan alat, tetapi juga pada pengujian fungsi dan manfaat produk yang dihasilkan.



Gambar 3.1 Tahapan R&D

### 3.3.1. ANALISIS KEBUTUHAN SISTEM

Tahap analisis kebutuhan sistem pada penelitian ini bertujuan untuk menentukan seluruh kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak yang diperlukan dalam pengembangan mesin pengering sepatu berbasis Internet of Things (IoT). Tahap ini juga menjadi dasar dalam perancangan sistem agar alat yang dikembangkan dapat bekerja sesuai dengan fungsi yang diharapkan, aman digunakan, serta mudah dioperasikan oleh pengguna.

Analisis kebutuhan sistem meliputi:

#### 1. Kebutuhan Suhu dan Kelembapan

Sistem harus mampu memantau suhu dan kelembapan udara di dalam ruang pengering. Untuk memenuhi kebutuhan ini digunakan sensor suhu dan kelembapan, yaitu sensor DHT22 yang berfungsi untuk mendeteksi perubahan kondisi di dalam mesin pengering.

#### 2. Kebutuhan Sistem Kontrol Pengeringan Otomatis

Sistem pengeringan bekerja menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengendali sistem. Mikrokontroler ini bertugas untuk memproses data dari sensor, mengendalikan elemen pemanas, kipas sirkulasi udara, serta relay sebagai saklar elektronik, sehingga proses pengeringan dapat berjalan secara stabil dan efisien.

### 3. **Kebutuhan Komunikasi Data Berbasis IoT**

Sistem harus mampu mengirimkan data suhu, kelembapan, dan status alat secara real-time kepada pengguna. Maka diperlukan aplikasi berbasis IoT menggunakan koneksi WiFi yang telah terintegrasi pada ESP32. Kemudian data tersebut dikirimkan ke Website, sehingga pengguna dapat memantau kondisi alat melalui perangkat smartphone.

### 4. **Kebutuhan Keamanan Sistem**

Sistem pengering sepatu juga harus memiliki batasan suhu maksimum dalam mesin pengering untuk mencegah kerusakan sepatu dan risiko keselamatan. Selain itu, dibutuhkan daya (power supply) yang stabil serta sistem pengamanan pada rangkaian elektronik agar alat dapat digunakan secara aman dan berkelanjutan.

### 5. **Kebutuhan Ruang Pengering**

Mesin pengering sepatu memerlukan ruang pengering yang mampu menahan panas dan mendukung sirkulasi udara secara merata. Oleh karena itu, diperlukan desain mekanik yang sesuai agar panas dari elemen pemanas dan aliran udara dari kipas dapat menyebar secara optimal ke seluruh bagian sepatu.

## 3.3.2. **PERANCANGAN SISTEM**

Pada tahapan ini, dilakukan perancangan sistem pengering sepatu dengan jenis sepatu (sneakers). Sistem ini akan memanfaatkan mikrokontroler ESP32 yang terhubung dengan berbagai sensor, seperti sensor suhu dan kelembapan. Data dari sensor-sensor ini akan dikirim dan ditampilkan pada Website, yang di program dengan bahasa pemrograman Html. Sehingga memungkinkan para pengguna untuk memantau sepatu yang di keringkan dalam kotak oven dan mengambil tindakan yang diperlukan jika terjadi perubahan yang signifikan.

### 3.3.2.1. Spesifikasi hardware

Penelitian ini menggunakan beberapa perangkat keras (hardware) untuk menunjang proses perancangan dan implementasi sistem. Adapun rincian hardware dan spesifikasi yang digunakan adalah sebagai berikut:

#### 1. Sensor DHT22

Sensor DHT22 berfungsi untuk mengukur suhu dan kelembapan udara secara digital. Sensor ini memiliki tingkat akurasi yang cukup baik serta rentang pengukuran yang lebih luas, sehingga cocok digunakan untuk memantau kondisi lingkungan udara



Gambar 3.2 Sensor DHT22

Tabel 3.2 Spesifikasi Sensor DHT 22

No.	Spesifikasi	Keterangan
1	Tegangan	3,3 – 6 V DC
2	Rentang Suhu	-40 °C sampai 80 °C
3	Akurasi Suhu	±0,5 °C
4	Akurasi Kelembapan	±2 %RH
5	Resolusi	16-bit
6	Jenis Output	Digital (Single-wire)
7	Waktu Sampling	±2 detik
8	Konsumsi Daya	Rendah

## 2. Kipas DC

Kipas arus searah atau kipas DC adalah perangkat pendingin yang banyak digunakan, pemasangan yang mudah, efek pembuangan panas yang baik, dan masa pakai yang lama. Mengonsumsi daya jauh lebih sedikit dibandingkan kipas AC. penelitian ini memanfaatkan kipas jenis DC yang berfungsi mengalirkan udara ke dalam alat pengering sepatu.



Gambar 3.3 Kipas DC

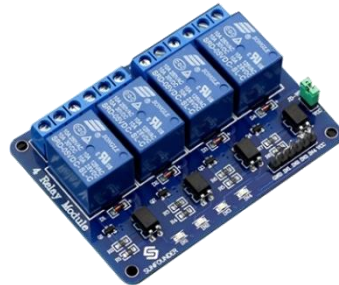
Tabel 3.3 Spesifikasi Kipas DC

No.	Spesifikasi	Keterangan
1	Tegangan	12 V DC
2	Arus Kerja	0,2 – 0,5 A
3	Daya	$\pm 2,4 - 6$ W
4	Kecepatan Putar	2000 – 3000 RPM
5	Ukuran	8 – 12 cm
6	Metode Kontrol	Relay

## 3. Modul Relay 4 Channel

Modul relay adalah komponen elektronik yang berfungsi untuk membuka atau menutup hubungan listrik, mirip dengan saklar pada lampu di rumah. Perbedaannya terletak pada penggunaan medan magnet berfungsi untuk

menggerakkan tuas di dalamnya, sehingga dapat membuka atau menutup sambungan. Pada penelitian ini modul relay 4 channel digunakan untuk mengatur hidup dan matinya kipas dan lampu pada sistem pengering sepatu.



Gambar 3.4 Modul Relay 4 Channel

Tabel 3.4 Spesifikasi Relay 4 Channel

No.	Spesifikasi	Keterangan
1	Tegangan	5 V DC
2	Tegangan Input Kontrol	3,3 – 5 V DC
3	Arus Maksimum	10 A
4	Tegangan Maksimum	250 V AC / 30 V DC
5	Tipe Kontak	NO, NC, COM
6	Metode Kendali	Sinyal Digital
7	Indikator	LED

#### 4. LCD 16x2

LCD 16×2 (*Liquid Crystal Display*) adalah modul tampilan elektrik yang memiliki beragam kegunaan. Layar LCD 16x2 adalah perangkat dasar yang sering disertakan ke dalam berbagai perangkat dan sirkuit. LCD 16×2 tidak mahal, mudah diprogram, dan tidak memiliki batasan untuk menampilkan karakter, animasi, dan

konten lainnya. Pada penelitian ini LCD 16×2 digunakan untuk menampilkan hasil pembacaan sensor dan kondisi yang terjadi pada alat pengering sepatu.



Gambar 3.5 LCD 16x2

Tabel 3.5 Spesifikasi LCD 16x2

No.	Spesifikasi	Keterangan
1	Jumlah baris	2 baris
2	Jumlah karakter	16 karakter per baris
3	Tegangan	5 V DC
4	Backlight	LED (biru/hijau)
5	Jumlah pin	16 pin (parallel), 4 pin (I2C)
6	Suhu operasi	-20 °C sampai +70 °C
7	Dimensi modul	±80 × 36 × 12 mm
8	Antarmuka	Parallel (4-bit/8-bit), I2C

## 5. Power Supply

Power supply merupakan perangkat penting dalam sistem elektronik yang berfungsi mengubah sumber tegangan listrik dari daya utama menjadi tegangan disesuaikan dengan kebutuhan perangkat, dengan kemampuan mentransformasikan energi listrik ke dalam berbagai bentuk energi yang diperlukan. Pada penelitian ini power supply memberikan daya ke alat pengering sepatu.



Gambar 3.6 Power Supply

Tabel 3.6 Spesifikasi Power Supply

No.	Spesifikasi	Keterangan
1	Jenis	Switching Mode Power Supply (SMPS) Open Frame
2	Tegangan Input	100–240 VAC
3	Frekuensi Input	50 / 60 Hz
4	Tegangan Output	12 V DC
5	Arus Output Maksimum	29 A
6	Daya Output Maksimum	348 W
7	Dimensi (P × L × T)	± 215 × 115 × 30 mm
8	Tipe Terminal Output	Screw Terminal (+V, -V)

## 6. PTC Heater

Heater sebagai pemanas yang dikontrol secara otomatis menggunakan sistem Internet of Things (IoT). Panas yang dihasilkan dari heater digunakan sebagai sumber pemanas untuk mesin pengering sepatu.



Gambar 3.7 PTC heater

Tabel 3.7 Spesifikasi Lampu Pijar

No.	Spesifikasi	Keterangan
1	Tegangan Operasi	12 V / 24 V / 110 V / 220 V AC atau DC (tergantung model)
2	Daya Power	5 W – 1000 W+
3	Rentang suhu operasi	0 °C sampai ±150 °C (beberapa sampai 200 °C)
4	Proteksi	Thermal cut-off / fuse (opsional tergantung aplikasi)

## 7. Buck Converter

Buck Converter sebagai penyedia tegangan 5V DC untuk komponen bertegangan rendah, sekaligus melindungi perangkat dari kerusakan akibat tegangan berlebih. Penggunaan buck converter memungkinkan sistem bekerja lebih

efisien, stabil, dan andal, terutama pada sistem yang menggunakan satu sumber daya utama 12V DC.



Gambar 3.8 Buck Converter

Tabel 3.8 Spesifikasi Buck Converter

No.	Spesifikasi	Keterangan
1	Tegangan Masukkan	4 – 40 V DC
2	Tegangan Keluaran	1,25 – 37 V DC (dapat diatur)
3	Arus Keluaran Maksimum	3 A
4	Proteksi	Pembatas arus dan proteksi termal
5	Frekuensi Switching	150 kHz

### 3.3.2.2. Spesifikasi software

Penelitian ini menggunakan beberapa perangkat lunak (software) untuk menunjang proses perancangan dan implementasi sistem. Adapun rincian software dan spesifikasi yang digunakan adalah sebagai berikut:

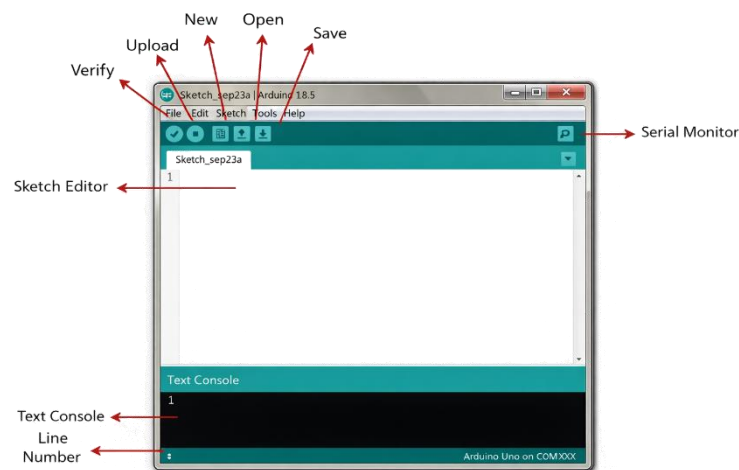
#### 1. Arduino IDE

Arduino adalah platform dengan sumber terbuka yang banyak digunakan untuk membuat prototipe elektronika dan aplikasi IoT. Arduino juga dapat

diprogram menggunakan bahasa khusus yang disebut Arduino IDE. Adapun maksud lain dari arduino adalah perangkat lunak yang digunakan untuk memprogram dan mengembangkan mikrokontroler. Karena arduino IDE bersifat sumber terbuka maka pengguna dapat dengan mudah mengubah atau mengembangkannya sesuai kebutuhan dan source code dapat diakses oleh publik.

Pada Software Arduino IDE

terdapat banyak tools dengan fungsi yang berbeda. Terdapat menu file, edit, sketch, tools dan help seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.9 Arduino IDE

Berikut adalah beberapa fitur dan komponen utama dari Arduino IDE:

1. Terdapat editor kode sederhana yang digunakan untuk menulis dan mengedit program.
2. Memiliki kompilator dan pemuat (loader) yang mengonversi kode program yang ditulis oleh pengguna menjadi bahasa pemrograman yang dapat dimengerti oleh mikrokontroler. Setelah dikompilasi, kode tersebut dapat diupload ke Board ESP32.

3. Terdapat fitur manajemen library yang memungkinkan pengguna untuk mengimpor dan menggunakan berbagai pustaka (libraries) tambahan.
4. Memiliki monitor serial yang memudahkan pengguna untuk memantau komunikasi serial antara board ESP32 dan komputer. Fitur ini sangat berguna untuk debugging dan pengujian program, serta untuk menganalisis output yang dihasilkan oleh board Arduino.
5. Terdapat berbagai alat dan pengaturan untuk konfigurasi papan Arduino, termasuk pemilihan jenis board, port serial yang terhubung, dan pengaturan lainnya digunakan untuk mengompilasi serta mengunggah kode program.

Tabel 3.9 Spesifikasi Arduino IDE

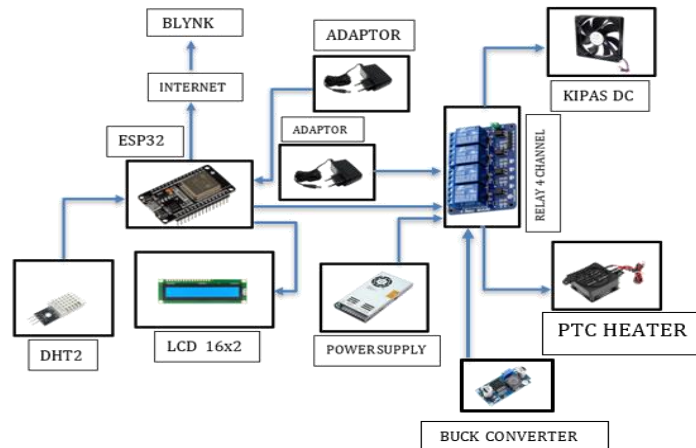
No.	Spesifikasi	Keterangan
1	Sistem Operasi	Windows 10 (64-bit), macOS 10.15, Linux 64-bit
2	Prosesor	1.0 GHz Dual Core
3	RAM	2 GB
4	Penyimpanan	500 MB (Hanya aplikasi)
5	Port	USB 2.0 / 3.0

### 3.3.3. DESAIN CIRCUIT (Mencakup Perkabelan/Jalur)

Desain circuit merupakan proses perencanaan dan penggambaran rangkaian listrik/elektronik yang bekerja pada sistem pengering sepatu yang di jelaskan sebagai berikut:

1. Power Supply yang digunakan merupakan jenis catu daya atau mengubah energi listrik menjadi arus yang mengubah AC ( $\pm 110-220$  V) menjadi tegangan DC yang stabil dengan memiliki tegangan keluaran 12 V DC dengan kapasitas daya hingga 350 watt, sehingga mampu menghasilkan maksimum sekitar 29 ampere. Namun untuk mesin pengering hanya perlu 10-12 ampere karena untuk daya pemanas dan agar pengoperasian tetap aman dan efisien.
2. ESP32 berfungsi sebagai pengendali utama.
3. Sensor DHT22 untuk membaca suhu dan kelembapan pada ruang pengering.
4. LCD 16x2 menampilkan data suhu, kelembapan, dan status sistem yang dihasilkan dari sensor DHT22.
5. Relay 4 Channel berfungsi sebagai saklar elektronik.
6. Kipas DC dikendalikan melalui relay untuk sirkulasi udara panas.
7. Buck Converter untuk menurunkan tegangan yang lebih rendah.
8. PTC Heater sebagai pemanas untuk proses pengeringan

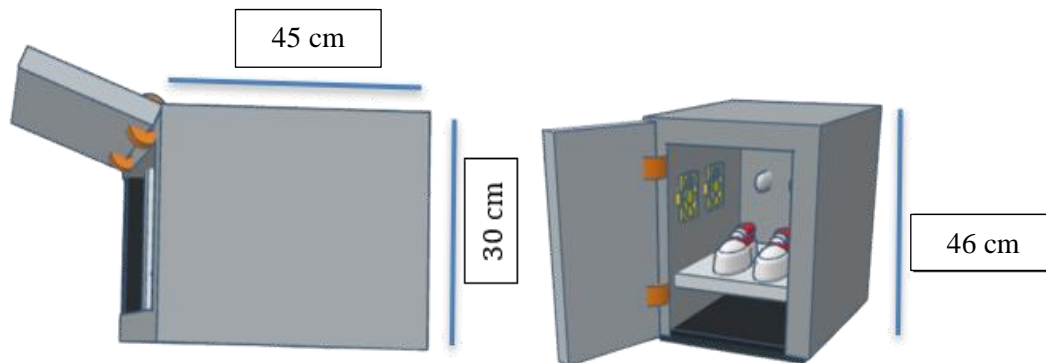
### 3.3.3.1. Desain Skematik



Gambar 3.11 Skematik Keseluruhan Komponen

Skematik IoT tersebut menggambarkan hubungan dan keterkaitan antar komponen perangkat keras yang berfungsi sebagai sistem dalam mesin pengering sepatu berbasis Internet of Things. Setiap komponen dirancang dan dihubungkan sesuai dengan fungsi serta kebutuhan sistem agar dapat bekerja secara optimal.

### 3.3.3.2. Rancangan prototype

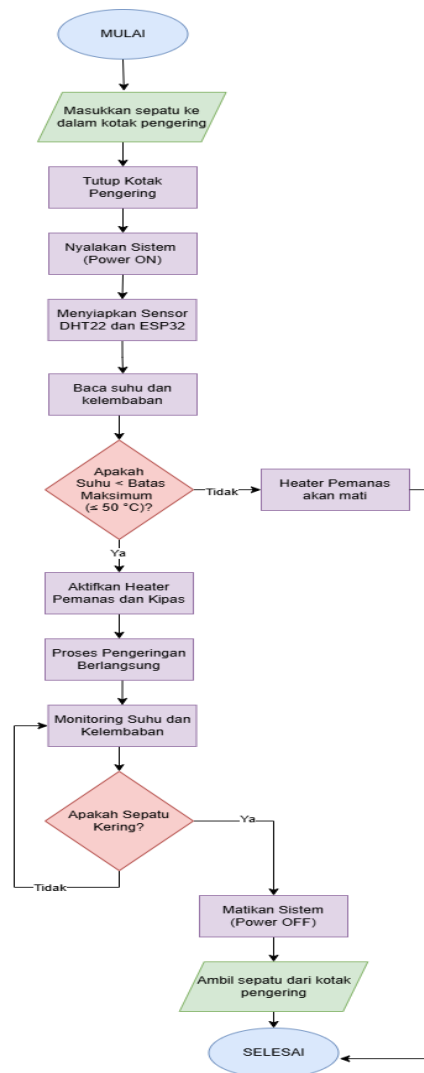


Gambar 3.12 Rancangan Prototype Mesin pengering

Pada desain prototype 3D kotak pengering sepatu yang dirancang dengan dimensi (PxLxT) 45 cm × 30 cm × 46 cm dan berbahan aluminium, Bahan aluminium digunakan karena panas yang dihasilkan oleh elemen pemanas dapat terdistribusi secara lebih merata di dalam ruang pengering. Kotak pengering sepatu ini dirancang untuk menampung satu pasang sepatu sneakers, yang disesuaikan

dengan kebutuhan penggunaan. Sehingga sepatu dapat ditempatkan dengan posisi yang optimal tanpa terjepit maupun terlalu longgar. Dari segi desain, prototype 3D kotak pengering sepatu dirancang dalam bentuk kubus persegi panjang tertutup, yang berfungsi untuk menjaga panas dan aliran udara tetap berada di dalam ruang pengering. Pada bagian dalam kotak disediakan ruang khusus untuk peletakan sepatu, sehingga sepatu tidak bersentuhan langsung dengan komponen pemanas atau kipas. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan aspek keamanan serta mencegah kerusakan pada sepatu akibat paparan panas secara langsung.

### 3.3.3.3. Flowchart Sistem

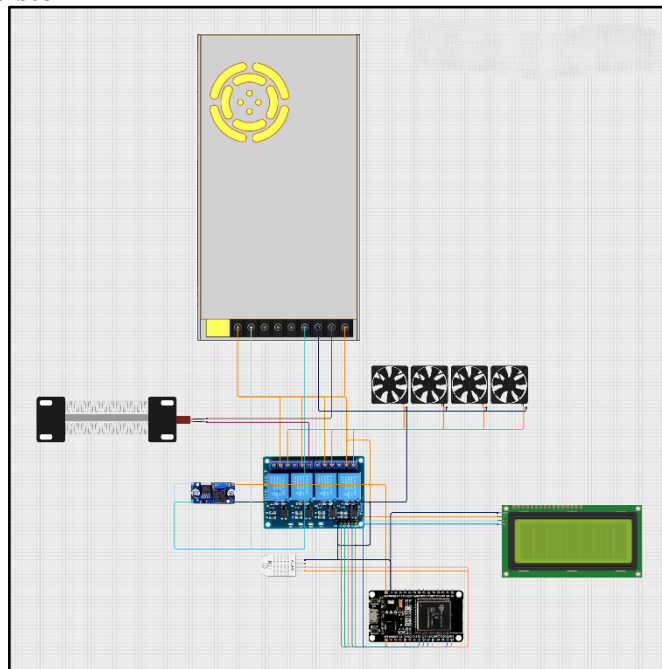


Gambar 3.12 Flowchart Sistem

Keterangan:

Alur sistem dimulai dari proses Mulai, kemudian pengguna memasukkan sepatu ke dalam kotak pengering dan menutup kotak pengering. Setelah itu, sistem dinyalakan dengan kondisi awal power ON, lalu sensor DHT22 menyiapkan dan membaca data suhu serta kelembaban di dalam kotak. Sistem kemudian mengecek apakah suhu di dalam kotak berada di bawah atau sama dengan 50°C. Jika suhu belum mencapai batas tersebut, maka lampu pemanas akan dimatikan. Jika suhu memenuhi kondisi, maka lampu pemanas akan di nyalakan dan proses pengeringan berlangsung. Selama proses pengeringan, sistem terus melakukan monitoring suhu dan kelembaban. Selanjutnya, sistem mengecek apakah sepatu sudah kering. Jika sepatu belum kering, maka sistem kembali menyalakan pemanas (power ON) dan melanjutkan proses pengeringan. Jika sepatu sudah kering, maka sistem mematikan pemanas (power OFF), pengguna mengambil sepatu dari kotak pengering, dan proses diakhiri pada tahap Selesai.

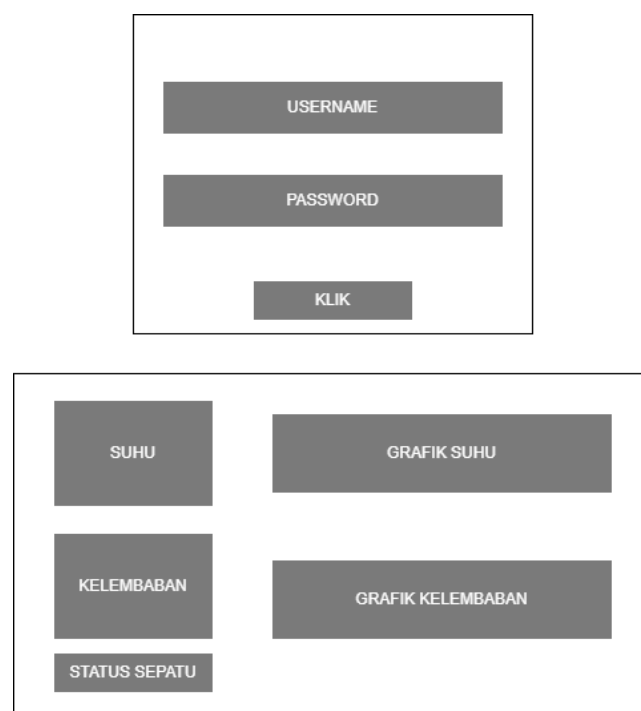
#### 3.3.3.4. Perkabelan Sistem



Gambar 3.13 Perkabelan Sistem

Sistem pengering sepatu ini menggunakan sumber tegangan AC 220 V sebagai input utama yang kemudian diturunkan oleh power supply menjadi tegangan DC 12 V dan 5 V untuk menyuplai kipas DC, mikrokontroler ESP32, modul relay, serta sensor pendukung. Daya terbesar pada sistem berasal dari PTC heater dengan kebutuhan daya sekitar 100–150 W, sehingga arus total yang ditarik dari jaringan listrik berada pada kisaran 0,8–1 A, yang dinilai aman dan sesuai untuk penggunaan rumah tangga. Untuk menjamin kestabilan tegangan dan memberikan margin keamanan, digunakan power supply dengan kapasitas arus yang lebih besar, yaitu 10–12 A, di mana nilai arus tersebut merupakan kapasitas maksimum yang disediakan pada sisi output DC power supply dan arus aktual yang digunakan tetap menyesuaikan dengan kebutuhan beban sistem.

### 3.3.3.5. Design Web

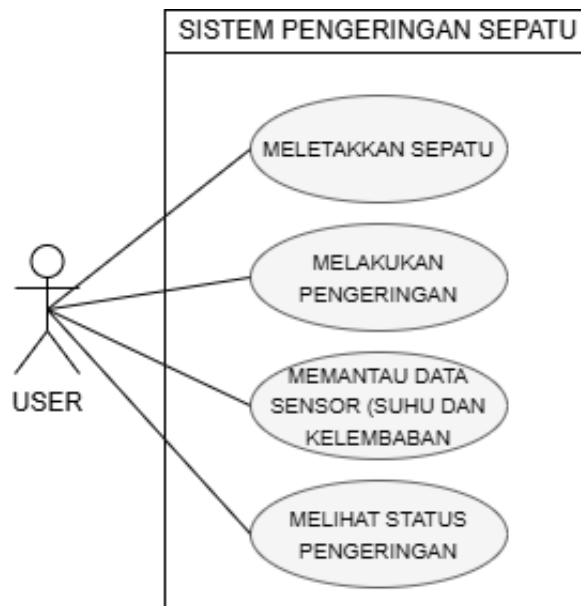


Gambar 3.14 Tampilan Dashboard web

Keterangan :

Desain web ini merupakan antarmuka sistem monitoring pengering sepatu berbasis IoT yang dirancang sederhana agar mudah digunakan. Tampilan diawali dengan halaman login yang berfungsi sebagai pengaman akses sistem. Pada halaman ini, pengguna diminta memasukkan username dan password, kemudian menekan tombol login untuk masuk ke sistem. Fitur ini memastikan hanya pengguna yang memiliki hak akses yang dapat memantau alat. Setelah berhasil masuk, pengguna diarahkan ke halaman menu utama. Pada halaman ini ditampilkan informasi kondisi ruang pengering secara real-time dalam tiga bagian utama, yaitu suhu, kelembaban, dan status sepatu. Informasi suhu menunjukkan tingkat panas di dalam kotak pengering, sedangkan kelembaban menampilkan kadar uap air di dalam ruang pengering. Data ini membantu pengguna mengetahui efektivitas proses pengeringan. Bagian status sepatu memberikan keterangan kondisi sepatu, apakah masih basah, sedang dikeringkan, atau sudah kering. Selain itu, terdapat tombol logout yang berfungsi untuk keluar dari sistem dan kembali ke halaman login. Secara keseluruhan, desain web ini menekankan kemudahan akses, kejelasan informasi, serta keamanan pengguna dalam memantau proses pengeringan sepatu secara jarak jauh.

### 3.3.3.6. Use Case Diagram



Gambar 3.15 UseCase Diagram

Keterangan :

Use case diagram tersebut menggambarkan interaksi antara pengguna dengan sistem monitoring pengering sepatu berbasis Internet of Things (IoT) melalui antarmuka website. Proses dimulai dari login sebagai bentuk autentikasi pengguna untuk memperoleh akses ke sistem, kemudian pengguna dapat melakukan monitoring suhu dan monitoring kelembaban guna mengetahui kondisi lingkungan di dalam mesin pengering secara real-time. Selanjutnya, fitur cek status sepatu digunakan untuk mengetahui tingkat kekeringan sepatu berdasarkan data sensor yang diolah sistem. Seluruh data tersebut disajikan melalui proses menampilkan informasi pada halaman utama website dalam bentuk yang mudah dipahami pengguna. Setelah selesai melakukan pemantauan, pengguna dapat mengakhiri sesi akses melalui fitur logout sebagai langkah pengamanan sistem.

### **3.3.4. IMPLEMENTASI**

Implementasi pada penelitian ini merupakan tahap dari hasil perancangan sistem menjadi sebuah prototipe mesin pengering sepatu berbasis Internet of Things (IoT). Tahap ini dilakukan setelah analisis kebutuhan dan perancangan sistem selesai, sesuai dengan metode Research and Development (R&D).

#### **3.3.4.1. Implementasi Perangkat Keras**

Mikrokontroler ESP32 digunakan sebagai pusat pengendali yang menerima data suhu dan kelembapan dari sensor DHT22, kemudian memproses data tersebut untuk mengendalikan elemen pemanas dan kipas DC melalui modul relay. Sistem catu daya menggunakan power supply dan buck converter untuk memastikan tegangan kerja setiap komponen tetap stabil dan aman.

#### **3.3.4.2. Implementasi perangkat Lunak**

perangkat lunak dilakukan menggunakan Arduino IDE untuk memprogram ESP32 agar dapat membaca sensor, menjalankan logika kontrol pengeringan, serta mengirimkan data suhu, kelembapan, dan status sistem ke website melalui koneksi Wi-Fi. Data tersebut ditampilkan secara real-time pada Nodered sehingga pengguna dapat memantau proses pengeringan.

### **3.3.5. ANALISIS DAN EVALUASI**

Analisis dan evaluasi dilakukan agar dapat mengetahui kinerja sistem pengering sepatu berbasis IoT serta memastikan sistem dengan pengujian suhu dan pengujian pengeringan yang bekerja sesuai dengan perancangan yang telah ditentukan.

### 3.3.5.1. Pengujian Sistem

Pengujian sistem merupakan pengujian yang dilakukan untuk mengetahui kinerja alat dapat bekerja dengan baik dalam proses pengeringan sepatu dan monitoring melalui aplikasi website dengan menggunakan bahasa pemrograman Html.

Adapun pengujian yang dilakukan sebagai berikut:

#### 1. Pengujian suhu

Hasil pengujian suhu menurut (Hidayatullah et al., 2022) dilakukan untuk mengetahui kinerja alat dapat bekerja dengan baik dalam proses pengeringan sepatu dan monitoring melalui website, dari Sensor DHT 22 (suhu dan kelembapan). pengujian ini dilakukan dari 1 menit pertama dengan suhu 28,70°C sampai menit ke 10 dengan suhu 39,10°C dan kelembapan 77,40 dari menit pertama sampai menit ke 10 dengan kelembapan 61,60.

Tabel 3.11 Pengujian Suhu

<b>Waktu</b>	<b>Suhu (°C)</b>	<b>Kelembaban (%)</b>
1 menit	28,70	77,40
2 menit	29,50	77,10
3 menit	30,90	76,30
4 menit	32,20	73,00
5 menit	33,80	71,60
6 menit	34,80	69,60
7 menit	36,10	67,60
8 menit	37,20	64,40
9 menit	38,10	63,10

10 menit	39,10	61,60
----------	-------	-------

Pada Tabel pengujian suhu diatas, waktu (menit) menunjukkan lama proses pengeringan yang sedang berlangsung, yang dimulai dari menit ke-1 hingga menit ke-10. Terlihat bahwa suhu mengalami peningkatan secara bertahap dari 28,70 °C pada menit pertama hingga mencapai 39,10 °C pada menit ke-10. Hal ini menunjukkan bahwa elemen pemanas dan sistem pengontrol suhu bekerja dengan baik dalam meningkatkan suhu ruang pengering secara stabil, nilai kelembaban juga menurun secara konsisten, dari 77,40% pada menit pertama menjadi 61,60% pada menit ke-10. Penurunan kelembaban ini menandakan bahwa uap air di dalam sepatu dan ruang pengering berhasil dikurangi seiring meningkatnya suhu.

## 2. Pengujian waktu pengeringan

Pada hasil pengujian waktu pengeringan untuk sepatu jenis sneakers menurut (Ramdan et al., 2023). Sepatu sneakers yang dalam keadaan basah menjadi kering hanya dalam waktu pengeringan 60 menit. Adapun suhunya untuk mencapai pengeringan untuk sepatu dengan jenis sneakers adalah 47.1°C dan kelembaban 34.40%.

Tabel 3.12 Waktu Pengeringan

Waktu (menit)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Keterangan
0	29.10	69.50	Sepatu basah
10	45.50	37.30	Sepatu basah
20	46.50	36.00	Sepatu basah
30	46.70	35.50	Sepatu basah

40	47.00	35.00	Sepatu kering
50	47.10	34.50	Sepatu kering
60	47.10	34.40	Sepatu kering

Pada Tabel pengujian waktu pengeringan menunjukkan hasil pengujian waktu pengeringan sepatu sneakers berdasarkan perubahan suhu, kelembaban, dan kondisi sepatu selama proses pengeringan berlangsung. Pengujian dilakukan selama 60 menit, dengan pengamatan yang dilakukan setiap 10 menit untuk memperoleh data perubahan suhu dan kelembaban. Pada awal pengujian dengan menit ke-0, suhu ruang pengering sebesar 29,10 °C dengan kelembaban 69,50%. Kondisi sepatu masih basah, menunjukkan sepatu belum mengalami proses pengeringan. kemudian pada menit ke 10-20, suhu meningkat signifikan hingga mencapai 45,50–46,50 °C, sementara kelembaban turun menjadi 36,00–37,30%. Meskipun terjadi penurunan kelembaban yang cukup besar, kondisi sepatu masih dikategorikan basah, karena kandungan air di dalam bahan sepatu masih relatif tinggi. Pada rentang waktu dengan menit ke 30-50, suhu relatif sama di kisaran 46,70–47,10 °C dan kelembaban menurun perlahan hingga 34,50%. Kondisi sepatu masih basah, menandakan sebagian besar kadar air telah berkurang namun belum sepenuhnya kering. Dilanjutkan pada menit ke-60 pengujian, suhu tercatat 47,10 °C dengan kelembaban 34,40%. Sepatu dinyatakan kering, menunjukkan bahwa sistem pengering sepatu berhasil mengeringkan sepatu secara optimal dalam waktu 60 menit. Sistem juga dirancang dengan pengamanan suhu untuk mencegah terjadinya overheating. Jika suhu di dalam ruang pengering melebihi 50 °C, maka sistem akan dihentikan seluruh proses operasi sebagai langkah perlindungan terhadap komponen dan sepatu yang dikeringkan. Sebaliknya, apabila suhu berada di bawah 47 °C dan kondisi sepatu telah terdeteksi kering, maka sistem akan dihentikan

dengan switch pada website dan memberi status bahwa sepatu sudah kering, menandakan bahwa proses pengeringan telah selesai.

#### **3.3.4.2. Evaluasi Kinerja Pengeringan**

Evaluasi sistem dilakukan untuk mengetahui kinerja mesin pengering sepatu, berdasarkan hasil uji suhu dan uji waktu pengeringan. Parameter evaluasi meliputi rentang dan kestabilan suhu, penurunan kelembaban, lama waktu pengeringan, serta kondisi akhir sepatu. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu meningkatkan suhu ruang pengering secara bertahap dan stabil hingga berada pada kisaran 46–47 °C, tanpa melebihi batas aman 50 °C. Kenaikan suhu tersebut diikuti dengan penurunan kelembaban secara konsisten, yang menandakan proses penguapan air berlangsung dengan baik. Pada pengujian waktu pengeringan, sepatu yang awalnya dalam kondisi basah dapat dikeringkan hingga mencapai kondisi kering dalam waktu 60 menit. Selama proses berlangsung, suhu tetap stabil dan kelembaban terus menurun, sehingga pengeringan dapat berlangsung secara efektif.

## **BAB IV**

### **HASIL PEMBAHASAN**

#### **4.1 Hasil Pembahasan Sistem**

Implementasi sistem pada penelitian ini merupakan tahap realisasi dari hasil perancangan mesin pengering sepatu berbasis Internet of Things (IoT) yang telah dijelaskan pada tahap sebelumnya. Implementasi dilakukan dengan mengintegrasikan perangkat keras dan perangkat lunak sehingga sistem dapat bekerja secara optimal dan sesuai dengan fungsi yang telah dirancang. Sistem yang dibangun menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengendali yang bertugas untuk menerima dan memproses data dari sensor DHT22. Sensor DHT22 digunakan untuk membaca suhu dan kelembapan di dalam ruang pengering secara real-time.

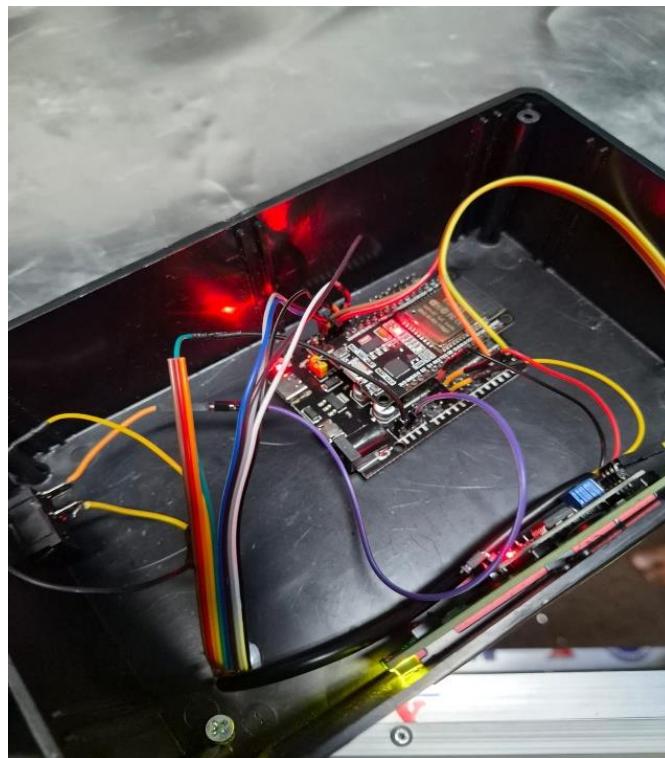
Data yang diperoleh kemudian dikirimkan melalui jaringan Wi-Fi dan ditampilkan pada website sebagai media monitoring. Selain itu, sistem juga mengendalikan komponen aktuator seperti elemen pemanas dan kipas melalui modul relay sesuai dengan kondisi suhu dan kelembapan yang terdeteksi. Implementasi sistem pada penelitian ini tidak hanya berfokus pada pembuatan prototipe alat, tetapi juga pada integrasi antar komponen agar seluruh proses kerja sistem dapat berjalan secara terstruktur. Sistem ini mencakup proses pembacaan data sensor, pengolahan data oleh mikrokontroler, pengiriman data ke website, serta penyajian informasi kepada pengguna dalam bentuk monitoring real-time. Tahap implementasi menjadi bagian penting dalam penelitian ini, karena pada tahap ini seluruh rancangan sistem seperti flowchart, dan desain prototipe diwujudkan menjadi sebuah alat yang dapat diuji secara langsung untuk mengetahui kinerja dan efektivitas sistem pengering sepatu berbasis IoT.

#### 4.1.1 Implementasi Perangkat Keras

Implementasi perangkat keras pada penelitian ini dilakukan dengan merangkai seluruh komponen utama yang telah ditentukan pada tahap perancangan, yaitu mikrokontroler ESP32, sensor DHT22, modul relay 4 channel, kipas DC, PTC heater, LCD 16x2, power supply, buck converter, serta kabel penghubung sebagai media koneksi antar komponen. ESP32 digunakan sebagai pusat kendali sistem yang bertugas membaca data dari sensor, mengolah data, serta mengendalikan seluruh proses pengeringan. Sensor DHT22 berfungsi untuk mendeteksi suhu dan kelembapan di dalam ruang pengering sebagai parameter utama dalam proses pengeringan sepatu. LCD 16x2 digunakan untuk menampilkan informasi suhu, kelembapan, dan status sistem secara langsung pada alat. Modul relay digunakan sebagai saklar elektronik untuk mengatur kerja PTC heater sebagai sumber panas dan kipas DC sebagai sirkulasi udara. Power supply berfungsi sebagai sumber tegangan utama, sedangkan buck converter digunakan untuk menstabilkan tegangan agar sesuai dengan kebutuhan masing-masing komponen sehingga sistem dapat bekerja dengan optimal.

Pada tahap perakitan, seluruh komponen dihubungkan sesuai dengan fungsi dan perancangan sistem yang telah dibuat. Sensor DHT22 dihubungkan ke ESP32 sebagai input untuk membaca kondisi suhu dan kelembapan. Modul relay dihubungkan ke pin output ESP32 untuk mengontrol kerja pemanas dan kipas secara otomatis. LCD 16x2 dihubungkan ke ESP32 untuk menampilkan informasi sistem secara real-time. Seluruh rangkaian dipasang pada kotak pengering berbahan aluminium yang dirancang agar panas dapat terdistribusi secara merata di dalam ruang pengering.

Hasil implementasi perangkat keras menunjukkan bahwa seluruh komponen dapat terintegrasi dengan baik dalam satu sistem. ESP32 mampu berfungsi sebagai pengendali utama, sensor DHT22 dapat membaca suhu dan kelembapan secara stabil, LCD dapat menampilkan informasi sistem, serta relay dapat mengendalikan pemanas dan kipas sesuai dengan kondisi yang terdeteksi. Dengan demikian, prototipe mesin pengering sepatu berbasis IoT telah berhasil direalisasikan sesuai dengan perancangan yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya.



Gambar 4.1 Tampilan Kontrol ESP32



Gambar 4.2 Prototipe rancangan alat

#### 4.1.2 Implementasi Perangkat Lunak

Implementasi perangkat lunak pada penelitian ini dilakukan menggunakan Arduino IDE untuk pemrograman mikrokontroler ESP32, Website sebagai media monitoring berbasis IoT. Program pada ESP32 dirancang untuk melakukan inisialisasi sistem, membaca data suhu dan kelembapan dari sensor DHT22, serta terhubung ke jaringan Wi-Fi. Data yang diperoleh kemudian dikirim secara real-time ke Dashboard Website sehingga dapat dipantau oleh pengguna. Selain itu, perangkat lunak juga mengatur logika kontrol sistem pengeringan, yaitu mengendalikan relay yang terhubung dengan PTC heater dan kipas DC berdasarkan kondisi yang terdeteksi. Sistem dilengkapi dengan pembatasan suhu maksimum dan notifikasi ketika sepatu telah kering, sehingga proses pengeringan dapat berjalan secara otomatis, aman, dan efisien.

### 4.1.3 Implementasi Alur Kerja Sistem

Sistem pengering sepatu berbasis Internet of Things (IoT) yang telah diimplementasikan bekerja melalui beberapa tahapan. Tahap pertama dimulai ketika perangkat dinyalakan. Pada kondisi ini, ESP32 akan melakukan inisialisasi seluruh komponen yang terhubung, yaitu sensor DHT22, LCD, modul relay, serta perangkat pendukung lainnya. Setelah itu, sistem melakukan pengecekan koneksi Wi-Fi. Apabila koneksi belum berhasil, maka ESP32 akan terus melakukan percobaan koneksi hingga jaringan tersedia, karena sistem memerlukan akses internet untuk proses monitoring berbasis website. Setelah koneksi berhasil, sensor DHT22 mulai membaca data suhu dan kelembapan di dalam ruang pengering secara real-time. Data yang diperoleh kemudian diproses oleh ESP32 sebagai dasar dalam menentukan kondisi pengeringan sepatu.

Berdasarkan nilai suhu dan kelembapan tersebut, sistem menjalankan logika kontrol untuk mengaktifkan atau menonaktifkan PTC heater dan kipas DC melalui modul relay. Selama proses pengeringan berlangsung, sistem terus melakukan pemantauan secara berkala terhadap perubahan suhu dan kelembapan. Data hasil pembacaan sensor dikirimkan melalui jaringan Wi-Fi dan ditampilkan pada website serta platform monitoring sebagai informasi real-time kepada pengguna.

Hal ini memungkinkan pengguna untuk mengetahui kondisi pengeringan tanpa harus memeriksa alat secara langsung. Selain itu, sistem juga dilengkapi dengan mekanisme keamanan berupa tombol button heater dan kipas sebagai pembatasan suhu maksimum untuk mencegah terjadinya overheating. Apabila

suhu melebihi batas yang ditentukan, maka sistem akan secara otomatis mematikan pemanas dan kipas. Sebaliknya, apabila kondisi sepatu telah mencapai tingkat kekeringan yang ditentukan berdasarkan parameter suhu dan kelembapan, maka sistem akan menghentikan proses pengeringan dan memberikan notifikasi kepada pengguna. Dengan mekanisme tersebut, sistem tidak hanya berfungsi sebagai alat pengering, tetapi juga sebagai sistem monitoring dan kontrol yang mampu bekerja secara efisien, aman,

#### **4.1.4 Implementasi Tampilan Informasi pada LCD**

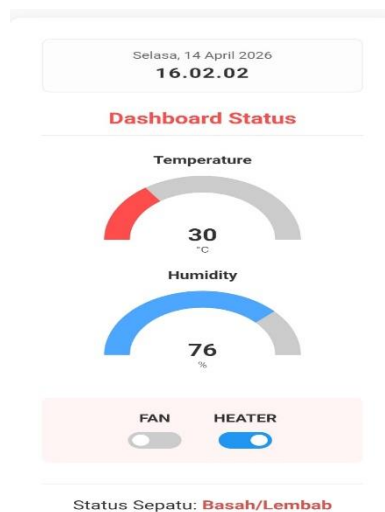
Pada implementasi sistem ini, informasi kondisi pengeringan ditampilkan melalui dua media utama, yaitu LCD 16x2 pada perangkat dan website sebagai media monitoring bagi pengguna. LCD berfungsi sebagai tampilan lokal yang dapat dibaca secara langsung pada alat. Melalui LCD, pengguna dapat mengetahui informasi seperti suhu, kelembapan, serta status proses pengeringan secara real-time. Keberadaan LCD sangat membantu karena memungkinkan sistem tetap memberikan informasi meskipun pengguna tidak mengakses website. Selain itu, website digunakan sebagai media monitoring jarak jauh yang menampilkan data secara lebih lengkap dan terintegrasi, sehingga pengguna dapat memantau kondisi pengeringan kapan saja dan di mana saja. Dengan adanya kedua media ini, sistem menjadi lebih informatif, fleksibel, dan mudah digunakan.



Gambar 4.3 Tampilan LCD saat berjalan

#### 4.2 Hasil Monitoring Pada Dashboard Web

Pada penelitian ini, dashboard website diimplementasikan sebagai media monitoring jarak jauh yang berfungsi untuk menampilkan data hasil pembacaan sensor suhu dan kelembapan, status kondisi pengeringan sepatu, serta informasi pendukung lainnya yang diperoleh dari proses pengolahan data pada sistem.



Gambar 4.4 Tampilan pada dashboard web monitoring

Keberadaan dashboard berbasis web merupakan bagian penting dalam sistem yang dikembangkan, karena penelitian ini tidak hanya berfokus pada pembacaan sensor dan pengendalian alat secara langsung, tetapi juga pada penyajian informasi yang dapat diakses oleh pengguna melalui jaringan internet. Dalam sistem yang telah dirancang, data suhu dan kelembapan dari sensor DHT22 dibaca oleh mikrokontroler ESP32, kemudian dikirim melalui Wi-Fi ke server untuk diproses dan ditampilkan kembali dalam bentuk informasi yang mudah dipahami, baik melalui LCD maupun dashboard Website. Dengan demikian, dashboard web berfungsi sebagai media utama bagi pengguna untuk memantau kondisi alat secara real-time tanpa harus berada di dekat perangkat.

Secara konsep, dashboard berperan sebagai tampilan visual dari seluruh proses monitoring yang terjadi pada sistem pengering sepatu. Jika LCD hanya dapat menampilkan informasi secara lokal di perangkat, maka dashboard web memberikan kemudahan akses yang lebih luas karena dapat dibuka melalui berbagai perangkat selama terhubung ke internet. Hal ini sesuai dengan konsep Internet of Things (IoT), di mana perangkat dapat saling terhubung dan bertukar data secara real-time. Dalam penelitian ini, penggunaan dashboard Node-RED membuat sistem tidak hanya mampu mengeringkan sepatu, tetapi juga memberikan informasi kondisi suhu, kelembapan, dan status pengeringan secara jelas kepada pengguna.

### **4.3 Kesimpulan Pembahasan**

Berdasarkan keseluruhan hasil yang diperoleh, dapat dinyatakan bahwa penelitian ini berhasil menunjukkan kelayakan pendekatan sistem mesin pengering sepatu berbasis Internet of Things (IoT) dengan mekanisme monitoring dan kontrol

berbasis website. Mulai dari sensor DHT22, mikrokontroler ESP32, server, dashboard web, LCD, relay, hingga aktuator berupa PTC heater dan kipas DC. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa data suhu dan kelembapan dapat ditampilkan di dashboard melalui proses pembacaan sensor dan pengendalian sistem untuk menghasilkan kondisi pengeringan yang optimal dan terkontrol. Dari sisi implementasi, sistem yang dibangun mampu mendukung proses pengeringan secara real-time serta memberikan informasi yang mudah dipahami oleh pengguna melalui tampilan website dan LCD. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi dalam bentuk prototipe mesin pengering sepatu yang lebih adaptif dan efisien dibandingkan metode konvensional.

#### **4.4 Pengujian Mesin Pengering**

Setelah proses pembacaan sensor dan pengiriman status sepatu berhasil dilakukan, tahap selanjutnya adalah pengujian pada bagian keluaran sistem. Pengujian ini difokuskan pada media output berupa LCD. LCD digunakan sebagai media tampilan lokal untuk menampilkan informasi kondisi sistem secara langsung. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa keluaran yang dihasilkan sistem telah sesuai dengan kontrol dan keputusan yang telah dirancang dalam proses pengeringan.



Gambar 4.5 Pengujian Mesin Pengering

Tabel 4.1 Pengujian Mesin Pengering Sepatu

<b>Waktu</b>	<b>Suhu (°C)</b>	<b>Kelembaban (%)</b>	<b>Status Sepatu</b>
1 menit	28,7	77	Basah
2 menit	29,5	77	Basah
3 menit	30,9	76	Basah
4 menit	32,2	73	Basah
5 menit	33,8	71	Basah
6 menit	34,8	69	Basah
7 menit	36,1	67	Basah
8 menit	37,2	64	Basah
9 menit	38,1	63	Basah
10 menit	39,1	61	Basah
11 menit	40,2	59	Basah
12 menit	42,1	58	Basah
13 menit	44,2	55	Basah
14 menit	45,7	53	Kering
15 menit	50,2	49	kering

Berdasarkan tabel tersebut, dapat dijelaskan bahwa sistem pengering sepatu menunjukkan kinerja yang baik, di mana terjadi peningkatan suhu secara bertahap yang diikuti dengan penurunan nilai kelembapan selama proses pengeringan berlangsung. Perubahan tersebut berbanding lurus dengan perubahan status sepatu dari kondisi basah hingga kering. Hal ini menunjukkan bahwa keluaran sistem telah

sesuai dengan kondisi yang terdeteksi oleh sensor, sehingga dapat disimpulkan bahwa integrasi antara sensor, proses pengolahan data, dalam sistem pengering sepatu telah berjalan secara optimal dan sinkron dan lebih cepat.

#### **4.5 Evaluasi**

Berdasarkan hasil implementasi, pengujian, dan pengolahan data yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem yang dibangun sudah mampu bekerja sesuai dengan tujuan penelitian. Sistem dapat membaca data suhu dan kelembapan menggunakan sensor DHT22, kemudian data tersebut diproses oleh ESP32 dan dikirim ke server. Selanjutnya, data ditampilkan secara real-time melalui dashboard website, sehingga pengguna dapat memantau kondisi pengeringan dengan mudah. Selain itu, sistem juga mampu mengontrol komponen seperti heater dan kipas melalui relay secara otomatis sesuai kondisi yang terdeteksi. Dari sisi kinerja, sistem menunjukkan hasil yang cukup baik dalam proses pengeringan.

Berdasarkan pengujian, suhu dalam ruang pengering dapat meningkat secara bertahap hingga mencapai kisaran optimal sekitar 46–47°C, dan kelembapan menurun secara stabil. Proses ini membuat sepatu yang awalnya basah dapat menjadi kering dalam waktu kurang lebih 60 menit. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pengering sepatu berbasis IoT yang dibuat sudah cukup efektif dan lebih praktis dibandingkan cara konvensional. Secara keseluruhan, hasil pada BAB IV menunjukkan bahwa prototipe mesin pengering sepatu berbasis IoT sudah berjalan dengan baik dan sesuai dengan tujuan penelitian. Namun, sistem ini masih memiliki beberapa kekurangan, seperti ketergantungan pada koneksi internet, penggunaan parameter yang masih terbatas, serta pengujian yang hanya dilakukan pada jenis

seperti tertentu. Oleh karena itu, sistem ini masih dapat dikembangkan lebih lanjut agar menjadi lebih optimal dan dapat digunakan dalam skala yang lebih luas.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa sistem yang dikembangkan telah berjalan sesuai dengan perancangan dan mampu memberikan informasi kondisi secara real-time. Hasil ini menunjukkan bahwa pendekatan yang digunakan dalam penelitian efektif dalam mendukung tujuan sistem. Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini berhasil merancang dan membangun sistem mesin pengering sepatu berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan sensor DHT22 dan mikrokontroler ESP32 untuk membaca serta mengirimkan data suhu dan kelembapan secara real-time.
2. Data suhu dan kelembapan yang diperoleh dari sensor dapat digunakan sebagai parameter utama dalam proses pengeringan sepatu, sehingga sistem mampu mengontrol kondisi ruang pengering secara optimal.
3. Sistem yang dibangun mampu mengendalikan proses pengeringan melalui pengaturan suhu dan kelembapan, serta dilengkapi dengan fitur keamanan berupa tombol button suhu dan heater untuk mencegah overheating.
4. Berdasarkan hasil pengujian, sistem menunjukkan kinerja yang baik dengan peningkatan suhu yang stabil serta penurunan kelembapan secara bertahap, sehingga sepatu dapat dikeringkan secara optimal dalam waktu  $\pm 60$  menit.
5. Sistem yang dibangun telah mampu menampilkan hasil monitoring melalui LCD dan dashboard website secara real-time, serta memberikan tampilan

ketika sepatu basah dan kering, sehingga dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi dalam proses pengeringan sepatu.

## **5.2 Saran**

Berdasarkan hasil penelitian, pembahasan, serta keterbatasan sistem yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka terdapat beberapa saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya agar sistem dapat menjadi lebih optimal pada kondisi nyata, yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya disarankan menambahkan parameter lain, seperti sensor berat atau tingkat kadar air pada sepatu, agar proses penentuan kondisi kering dapat dilakukan dengan lebih akurat.
2. Sistem dapat dikembangkan dengan menambahkan fitur kontrol otomatis berbasis algoritma cerdas, seperti fuzzy logic atau machine learning, untuk meningkatkan efisiensi pengeringan.
3. Pengembangan selanjutnya dapat membandingkan metode kontrol yang digunakan dengan metode lain untuk mengetahui sistem yang paling optimal dalam proses pengeringan sepatu.
4. Perangkat keras yang masih berupa prototipe perlu dikembangkan menjadi sistem yang lebih kokoh, tahan panas, dan siap digunakan dalam skala industri atau penggunaan jangka panjang.
5. Pengujian sistem perlu dilakukan dalam skala yang lebih luas dengan berbagai jenis sepatu dan kondisi lingkungan yang berbeda, sehingga keandalan dan performa sistem dapat diuji secara lebih mendalam.

## DAFTAR PUSTAKA

- Hidayatullah, H., Imaduddin, I., & Muhtadi, A. (2022). Prototype Alat Pengering Sepatu Menggunakan Sensor DHT 22 Berbasis Internet Of Things (IoT). *Jurnal Teknologi Elektro*, 13(3), 166. <https://doi.org/10.22441/jte.2022.v13i3.007>
- I Putu Ardi Wahyu Widyatmika, Ni Putu Ayu Widyanata Indrawat, I Wayan Wahyu Adi Prastya, I Ketut Darminta, I Gde Nyoman Sangka, A. A. N. G. S. \*). (2021). 15729-File Utama Naskah-48381-1-10-20210424. *Jurnal Otomasi, Kontrol & Instrumentasi Vol 13 (1), 2021, 13(1)*, 1–9.
- Murdianingsih, Y., & Aprianti, L. (2021). Sistem Monitoring Pengering Sepatu Berbasis Internet of Things Pada Platform Node-Red. *Jurnal Teknologi Dan Komunikasi STMIK Subang*, 14(1), 33–39. <https://doi.org/10.47561/a.v14i1.204>
- Najib, E. A., Alawiy, M. T., & Badri, F. (2023). Rancang Bangun Alat Pengering Pakaian dan Baju Berbasis Internet Of Things (IOT). *Science Electro*, 16(3), 1–9. <https://jim.unisma.ac.id/index.php/jte/article/view/21550>
- Nonti, E. F. R., Mursalin, M., & Latief, M. F. (2024). Transfer Kalor Konduksi Pada Pelat Alumunium 2 Dimensi Dengan Menggunakan Metode Forward Time Central Space (Ftcs). *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(2), 382–391. <https://doi.org/10.37478/optika.v8i2.4871>
- Perangin-angin, R. O. Y. H. (2024). Mengenal Mikrokontroler : Komponen Kunci dalam Pengembangan Proyek Elektronik. *Circle Archive, Vol. 1 No.(1)*, 1–6. <http://circle-archive.com/index.php/carc/article/view/329>
- Prof, J., Hadari, H., & Pontianak, N. (2024). *Coding : Jurnal Komputer dan Aplikasi Sistem Pemantauan dan Pengeringan Sepatu Otomatis Berbasis Internet of Things (IoT) [1] Rakha Daffa Pratama, [2] Suhardi, [3] Rahmi Hidayati [1][2][3] Jurusan Rekayasa Sistem Komputer, Fakultas MIPA Universitas Tanjun. 12(3)*, 228–239.
- Ramdan, M. R., Akbar, T., & Putra, H. M. (2023). *Sistem Monitoring Pengering Sepatu Otomatis Berbasis Internet of Things ( IoT ) Perkembangan teknologi berkembang*

*dengan sangat pesat , dibuktikan dengan banyaknya inovasi-inovasi sampai saat ini membantu pekerjaan manusia menjadi lebih mudah , efektif da. 1(1).*

Rangkuti, T. H., & Martiano, M. (2025). Design of IoT Based Electrical Parameter Monitoring System using NodemCu V3 and PZEM-004T V3 Sensor. *Tsabit Journal of Computer Science*, 2(1), 1–8. <https://doi.org/10.56211/tsabit42>

Renaldi, A., Dewata, P., & Diptya Widayaka, P. (2024). Pengerian Sepatu Menggunakan Fuzzy Logic Controller dengan Monitoring Berbasis Internet of Things Shoe Dryer Using Fuzzy Logic Controller with Internet of Things-Based Monitoring. *Jurnal Bumigora Information Technology (BITe)*, 6(1), 15–30. <https://doi.org/10.30812/bite/v6i1.xxxxxx>