



UNIVERSITAS  
**Dinamika**

**RANCANG BANGUN PENGENDALIAN DAN PEMANTAUAN SUHU PADA  
PENGERING REMPAH-REMPAH**



**TUGAS AKHIR**

Program Studi  
S1 Teknik Komputer

UNIVERSITAS  
**Dinamika**

**Oleh:**

**Mashud Rizki Sanjaya**

**19410200035**

---

**FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA**

**UNIVERSITAS DINAMIKA**

**2024**

**RANCANG BANGUN PENGENDALIAN DAN PEMANTAUAN SUHU PADA  
PENGERING REMPAH-REMPAH**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan  
Program Sarjana Teknik**



**UNIVERSITAS**  
**Dinamika**

**Disusun Oleh:**  
**Nama : Mashud Rizki Sanjaya**  
**NIM : 19410200035**  
**Program : S1 (Strata Satu)**  
**Jurusan : Teknik Komputer**

**FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA**

**UNIVERSITAS DINAMIKA**

**2024**

## TUGAS AKHIR

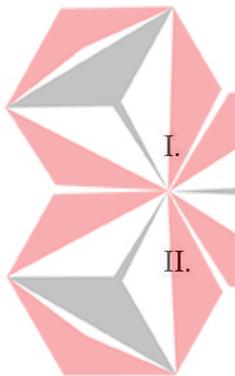
### RANCANG BANGUN PENGENDALIAN DAN PEMANTAUAN SUHU PADA PENGERING REMPAH-REMPAH

Dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : Mashud Rizki Sanjaya  
NIM : 19410200035  
Program : S1 (Strata Satu)  
Jurusan : Teknik Komputer

Surabaya, 19 Agustus 2024

Disetujui,



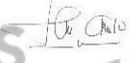
Pembimbing

I. **Hariato, S.Kom., M.Eng.**  
NIDN 0722087701

II. **Weny Indah Kusumawati, S.Kom., M.MT.**  
NIDN 0721047201

Pembahas

III. **Musayyanah, S.ST., M.T.**  
NIDN 0730069102

  
cn=Hariato-Hariato,  
o=Universitas Dinamika,  
ou=Prodi S1 Teknik Komputer,  
email=hari@dinamika.ac.id, c=ID  
2024.08.20 10:30:01 +07'00'

  
cn=Weny Indah Kusumawati,  
o=Undika, ou=Prodi S1 TK-  
FTI,  
email=weny@dinamika.ac.id,  
c=ID  
2024.08.20 10:26:07 +07'00'

  
Digitally signed by Musayyanah  
DN: cn=Musayyanah,  
o=Universitas Dinamika, ou=S1  
Teknik Komputer,  
email=musayyanah@dinamika.ac  
id, c=ID  
Date: 2024.08.20 10:33:06 +07'00'

Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan

untuk memperoleh gelar sarjana

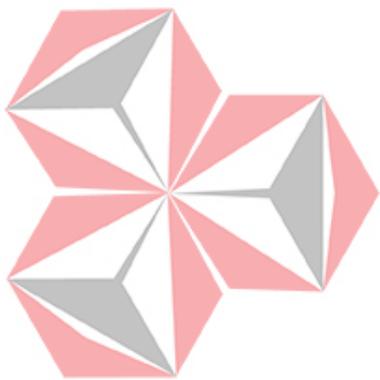


**Dr. Anjik Sukmaaji, S.Kom., M.Eng.**  
NIDN. 0731057301

Dekan Fakultas Teknologi dan Informatika  
UNIVERSITAS DINAMIKA

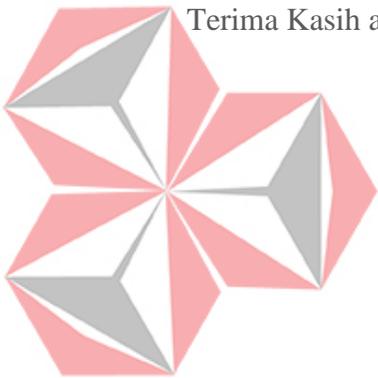
*“Keberhasilan adalah hasil dari usaha yang tak kenal lelah”*

*-Mashud Rizki Sanjaya -*



UNIVERSITAS  
**Dinamika**

Saya persembahkan kepada keluarga saya atas bantuannya selama ini dan doa yang terus diberikan. Bersama dengan teman-teman Teknik Komputer Angkatan 2019. Terima Kasih atas bantuan doa, dukungan yang membuat saya lebih semangat dan terus belajar menjadi pribadi yang lebih baik lagi.



UNIVERSITAS  
**Dinamika**

**PERNYATAAN**  
**PERSETUJUAN PUBLIKASI DAN KEASLIAN KARYA ILMIAH**

Sebagai mahasiswa **Universitas Dinamika**, Saya :

Nama : **Mashud Rizki Sanjaya**  
NIM : **19410200035**  
Program Studi : **S1 Sistem Komputer**  
Fakultas : **Fakultas Teknologi dan Informatika**  
Jenis Karya : **Laporan Tugas Akhir**  
Judul Karya : **RANCANG BANGUN PENGENDALIAN DAN PEMANTAUAN SUHU PADA PENGERING REMPAH-REMPAH**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

1. Demi pengembangan Ilmu Pengetahuan, Teknologi dan Seni, Saya menyetujui memberikan kepada **Universitas Dinamika** Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty Free Right*) atas seluruh isi/sebagian karya ilmiah Saya tersebut diatas untuk disimpan, dialihmediakan, dan dikelola dalam bentuk pangkalan data (*database*) untuk selanjutnya didistribusikan atau dipublikasikan demi kepentingan akademis dengan tetap mencantumkan nama Saya sebagai penulis atau pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.
2. Karya tersebut diatas adalah hasil karya asli Saya, bukan plagiat baik sebagian maupun keseluruhan. Kutipan, karya, atau pendapat orang lain yang ada dalam karya ilmiah ini semata-mata hanya sebagai rujukan yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka Saya.
3. Apabila dikemudian hari ditemukan dan terbukti terdapat tindakan plagiasi pada karya ilmiah ini, maka Saya bersedia untuk menerima pencabutan terhadap gelar keserjanaan yang telah diberikan kepada Saya.

Surabaya, 11 Juli 2024

  
METER TEMPEL  
8A942AMX160668025

**Mashud Rizki Sanjaya**  
NIM : 19410200035

## ABSTRAK

Pengeringan merupakan metode pengawetan yang penting untuk mengurangi kadar air pada buah, sayur, atau rempah-rempah, seperti jahe merah (*Zingiber officinale* Roscoe). Metode tradisional menggunakan sinar matahari memiliki kelemahan, seperti risiko kontaminasi dan ketergantungan pada kondisi cuaca. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pengering rempah-rempah yang menggunakan panas dari kompor yang dikombinasikan dengan panas matahari, serta dilengkapi dengan pemantauan otomatis menggunakan sensor DHT22. Sistem ini dirancang untuk mendeteksi dan mengendalikan suhu dengan mikrokontroler yang menggerakkan servo pada kompor gas dan mengatur kipas untuk mendistribusikan udara panas ke sampel. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa sensor suhu DHT22 yang telah dilakukannya perbandingan nilai sensor DHT22 dengan termometer digital diperoleh nilai error sebesar 1.22% dari rata-rata keseluruhan data pengujian perbandingan data antara sensor DHT22 dengan termometer digital. Suhu optimal untuk pengeringan jahe merah berkisar antara 40°C hingga 60°C, sesuai dengan standar SNI. Sistem kendali otomatis terbukti efektif dalam mempertahankan suhu yang diinginkan, sehingga dapat mempercepat proses pengeringan dan mengurangi risiko kontaminasi. Kesimpulannya, sistem pengering ini mampu membantu meningkatkan batasan suhu dari pengeringan rempah-rempah yang menggunakan metode tradisional.



**Kata Kunci:** Pengeringan rempah-rempah, Sistem pengering otomatis, Sensor DHT22, Mikrokontroler, Suhu optimal

UNIVERSITAS  
Dinamika

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan pada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat yang telah diberikan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Rancang Bangun Pengendalian dan Pemantauan Suhu Pada Pengering Rempah-Rempah”. Dalam perjalanan menyelesaikan pengerjaan laporan Tugas Akhir ini penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

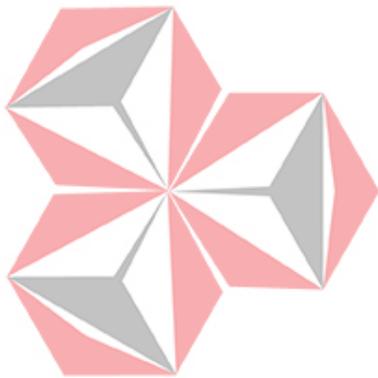
1. Allah SWT, karena dengan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
2. Orang tua dan seluruh keluarga yang telah memberikan dorongan dan dukungan baik secara moril maupun materiil, sehingga penulis dapat menempuh dan menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Anjik Sukmaaji, S.Kom., M.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknologi dan Informatika (FTI) Universitas Dinamika.
4. Bapak Pauladie Susanto, S.Kom., M.T., selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Komputer Universitas Dinamika.
5. Ibu Musayyanah, S.ST., M.T., selaku dosen pembahas. Penulis mengucapkan terimakasih atas bimbingan yang diberikan dan kesempatan serta tuntunan baik secara lisan maupun tertulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir.
6. Bapak Harianto, S.Kom., M.Eng., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan dukungan berupa motivasi, wawasan, dan saran bagi penulis selama pelaksanaan pengerjaan Tugas Akhir dan dalam pembuatan laporan Tugas Akhir.
7. Ibu Weny Indah Kusumawati, S.Kom., M.MT., selaku dosen pembimbing yang banyak memberikan masukan dan solusi agar Tugas Akhir ini menjadi lebih baik dan penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Seluruh rekan–rekan S1 Teknik Komputer angkatan 2019 yang telah memberikan dukungan dan semangatnya untuk membantu penulis menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.

9. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan dukungan serta bantuan dalam segala bentuk yang akhirnya terselesaikannya laporan Tugas Akhir ini.

Penulis berharap semoga laporan ini dapat berguna dan bermanfaat untuk menambah wawasan bagi pembacanya. Penulis juga menyadari dalam penulisan laporan ini banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik untuk memperbaiki kekurangan dan berusaha untuk lebih baik lagi.

Surabaya, 19 Agustus 2024

Penulis

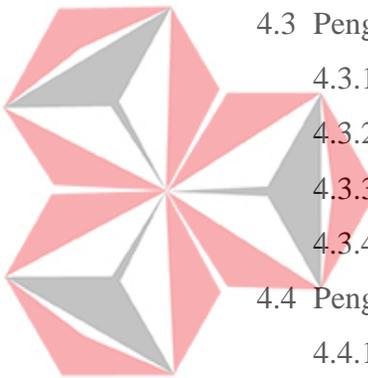


UNIVERSITAS  
**Dinamika**

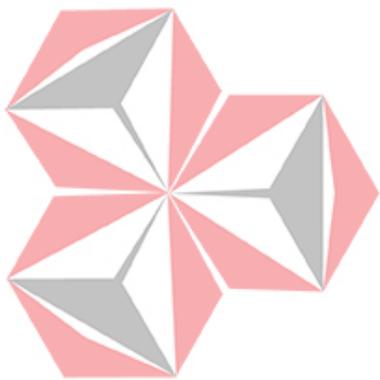
## DAFTAR ISI

|   | Halaman |
|---|---------|
| ABSTRAK .....                           | vii     |
| KATA PENGANTAR .....                    | viii    |
| DAFTAR ISI.....                         | x       |
| DAFTAR GAMBAR .....                     | xiii    |
| DAFTAR TABEL .....                      | xiv     |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                   | xv      |
| BAB I PENDAHULUAN.....                  | 1       |
| 1.1 Latar Belakang.....                 | 1       |
| 1.2 Rumusan Masalah .....               | 2       |
| 1.3 Batasan Masalah .....               | 2       |
| 1.4 Tujuan.....                         | 3       |
| 1.5 Manfaat.....                        | 3       |
| BAB II LANDASAN TEORI.....              | 4       |
| 2.1 Tanaman Jahe .....                  | 4       |
| 2.2 Pengeringan .....                   | 5       |
| 2.3 NodeMCU ESP8266 .....               | 6       |
| 2.4 Sensor DHT22.....                   | 7       |
| 2.5 Relay.....                          | 8       |
| 2.6 Kompor Portabel .....               | 9       |
| 2.7 Fan DC.....                         | 9       |
| 2.8 Arduino IDE.....                    | 10      |
| 2.9 Motor Servo.....                    | 11      |
| 2.10Pemantik Elektrik .....             | 12      |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....      | 13      |
| 3.1 Perancangan Perangkat Lunak.....    | 14      |
| 3.2 Perancangan Mekanik.....            | 16      |
| 3.3 Perancangan Rangkaian Skematik..... | 17      |

|                                  |  |    |
|----------------------------------|--|----|
| 3.4                              | Prioritas Sensor.....                                      | 18 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN..... |  | 19 |
| 4.1                              | Pengujian Sensor Suhu DHT22.....                           | 19 |
| 4.1.1                            | Pengujian Sensor Suhu DHT22 .....                          | 19 |
| 4.1.2                            | Peralatan Yang Digunakan Pengujian.....                    | 19 |
| 4.1.3                            | Cara Pengujian Sensor DHT 22 .....                         | 19 |
| 4.1.1                            | Analisis Pengujian Sensor DHT 22.....                      | 20 |
| 4.2                              | Pengujian Aksi Sensor Suhu pada Alat Pengering.....        | 21 |
| 4.2.1                            | Tujuan dari Pengujian Aksi pada Alat Pengering.....        | 21 |
| 4.2.2                            | Alat yang digunakan untuk Pengujian pada Pengering.....    | 21 |
| 4.2.3                            | Cara Pengujian Aksi pada Alat Pengering.....               | 21 |
| 4.2.4                            | Analisis Data Sensor pada Alat Pengering.....              | 22 |
| 4.3                              | Pengujian Motor Servo.....                                 | 24 |
| 4.3.1                            | Tujuan Pengujian Motor Servo .....                         | 24 |
| 4.3.2                            | Alat yang digunakan untuk Pengujian Motor Servo.....       | 24 |
| 4.3.3                            | Cara Pengujian Aksi Motor Servo .....                      | 25 |
| 4.3.4                            | Analisis Data Pengujian Motor Servo.....                   | 25 |
| 4.4                              | Pengujian Relay.....                                       | 26 |
| 4.4.1                            | Tujuan Pengujian .....                                     | 26 |
| 4.4.2                            | Peralatan yang Digunakan.....                              | 26 |
| 4.4.3                            | Cara Pengujian Relay .....                                 | 26 |
| 4.4.4                            | Analisis Data Pengujian Relay.....                         | 27 |
| 4.5                              | Pengujian Aksi Kompor .....                                | 28 |
| 4.5.1                            | Tujuan Pengujian Aksi pada Kompor.....                     | 28 |
| 4.5.2                            | Alat yang Digunakan untuk Aksi Kompor .....                | 28 |
| 4.5.3                            | Cara Pengujian Aksi pada Kompor.....                       | 28 |
| 4.5.4                            | Analisis Data Pengujian Aksi pada Kompor.....              | 29 |
| 4.6                              | Pengujian Seluruh Alat.....                                | 30 |
| 4.6.1                            | Tujuan pengujian Keseluruhan Alat.....                     | 30 |
| 4.6.2                            | Alat yang Digunakan untuk Pengujian Keseluruhan Alat ..... | 30 |



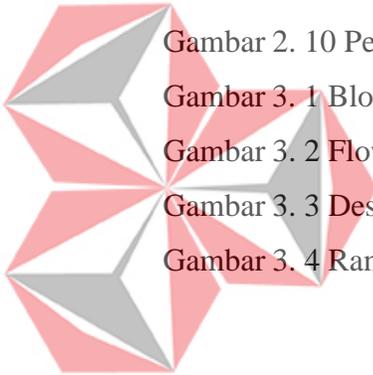
|   |    |
|---|----|
| 4.6.3 Cara Pengujian Aksi Keseluruhan Alat.....     | 30 |
| 4.6.4 Analisis Data Pengujian Keseluruhan Alat..... | 31 |
| BAB V PENUTUP .....                                 | 33 |
| 5.1 Kesimpulan.....                                 | 33 |
| 5.2 Saran.....                                      | 33 |
| DAFTAR PUSTAKA .....                                | 34 |
| DAFTAR RIWAYAT HIDUP .....                          | 37 |
| LAMPIRAN .....                                      | 38 |



UNIVERSITAS  
**Dinamika**

## DAFTAR GAMBAR

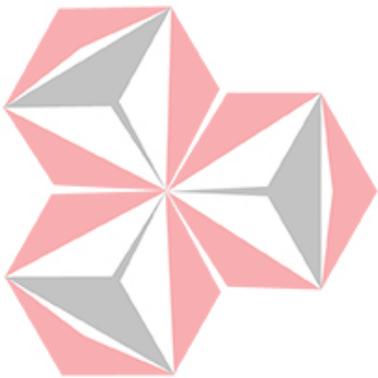
|   | Halaman |
|---|---------|
| Gambar 2. 1 Tanaman Jahe .....          | 5       |
| Gambar 2. 2 Pengering Jahe .....        | 6       |
| Gambar 2. 3 ESP8266 .....               | 7       |
| Gambar 2. 4 DHT22 .....                 | 8       |
| Gambar 2. 5 Relay .....                 | 9       |
| Gambar 2. 6 Kompor portabel.....        | 9       |
| Gambar 2. 7 Fan DC.....                 | 10      |
| Gambar 2. 8 Arduino Uno .....           | 11      |
| Gambar 2. 9 Motor Servo.....            | 11      |
| Gambar 2. 10 Pemantik elektrik.....     | 12      |
| Gambar 3. 1 Blok diagram sistem .....   | 13      |
| Gambar 3. 2 Flowchart sistem.....       | 15      |
| Gambar 3. 3 Desain alat pengering ..... | 16      |
| Gambar 3. 4 Rangkaian skematik.....     | 18      |



UNIVERSITAS  
Dinamika

## DAFTAR TABEL

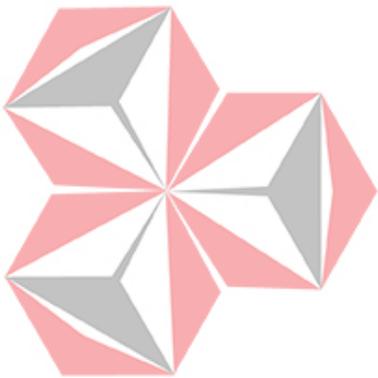
|  | Halaman |
|--|---------|
| Tabel 4. 1 Pengujian Sensor DHT 22.....                        | 20      |
| Tabel 4. 2 Analisis data sensor pada saat sore hari .....      | 22      |
| Tabel 4. 3 Analisis data sensor pada alat saat siang hari..... | 23      |
| Tabel 4. 4 Analisis data pengujian motor servo .....           | 25      |
| Tabel 4. 5 Analisis data pengujian relay.....                  | 27      |
| Tabel 4. 6 Analisis data pengujian kompor .....                | 29      |
| Tabel 4. 7 Analisis data pengujian keseluruhan alat.....       | 31      |



UNIVERSITAS  
**Dinamika**

## DAFTAR LAMPIRAN

|  | Halaman |
|--|---------|
| Lampiran 1 Program Pengujian DHT 22.....           | 38      |
| Lampiran 2 Program Pengujian Servo.....            | 39      |
| Lampiran 3 Program Pengujian Relay.....            | 40      |
| Lampiran 4 Program Pengujian Kompor.....           | 41      |
| Lampiran 5 Program Pengujian Keseluruhan Alat..... | 43      |
| Lampiran 6 Form Bimbingan Tugas Akhir.....         | 46      |
| Lampiran 7 Bukti Originalitas Tugas Akhir.....     | 47      |



UNIVERSITAS  
**Dinamika**

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pengering merupakan salah satu dari metode pengawetan dengan cara mengurangi kadar air pada buah, sayur, atau rempah-rempah yang memiliki beberapa metode diantaranya menggunakan sinar matahari metode pengeringan menggunakan sinar matahari sendiri merupakan metode pengeringan makanan tradisional yang sudah lama ada karena menggunakan matahari langsung sebagai media yang digunakan. bahwa pengeringan menggunakan sinar matahari memiliki kemungkinan untuk bahan atau sampel untuk terkontaminasi oleh kondisi lingkungan yang kurang mendukung, menyebabkan kualitas dari bahan atau sampel yang digunakan mengalami penurunan kualitas. Selain penurunan kualitas pengeringan menggunakan metode tradisional (sinar matahari) bergantung pada kondisi cuaca yang membuat sinar matahari kurang maksimal yang menyebabkan proses dari pengeringan itu sendiri menjadi lebih lama.

Jahe merupakan salah satu jenis dari rempah-rempah yang mudah dijumpai di Indonesia Seperti bahan makanan yang sering kita jumpai yaitu jahe, khususnya jahe merah (*Zingiber officinale* Roscoe) dan jahe sering kali digunakan dalam metode pengobatan tradisional. Jahe memiliki banyak manfaat, seperti sifat anti-inflamasi, pencegahan masalah kulit, pencegahan kanker, peningkatan sistem kekebalan tubuh, pengobatan masuk angin, membantu penurunan berat badan, mengurangi rasa mual, mengurangi rasa sakit, mengeluarkan racun dari dalam tubuh. Di Cina, jahe dikeringkan, diolah menjadi tanaman obat dan diminum sebagai ramuan. Cara ini banyak digunakan masyarakat Indonesia untuk mengolah jahe sebagai obat. Jahe juga bisa dikeringkan, dihaluskan dan dimasukkan ke dalam kapsul sebagai alternatif untuk mendapatkan manfaat jahe bagi kesehatan tanpa rasa pedas dari jahe (Syaputri, Selaras, & Farma, 2021). Selama penyimpanan jangka panjang, kadar air harus dikurangi untuk menghindari serangan mikroba yang biasanya menyebabkan pembusukan. Pada umumnya suhu pengeringan jahe antara 40°C dan 60°C, suhu terbaik untuk mencapai derajat kekeringan menurut SNI 01-7084-2005 adalah 50°C. Kadar air maksimal pada

jahe adalah 10%. Selain itu perlu diperhatikan tempat yang steril dan tertutup untuk mengeringkan jahe agar kotoran dan benda asing tidak bercampur dengan sampel yang diujikan (El'Kariem & Imas, 2022).

Oleh Karena itu diperlukan alat pengering rempah-rempah yang dapat memaksimalkan metode tradisional sehingga mengurangi waktu proses pengeringan dan juga dapat membantu mencegah terjadinya kontaminasi dari kondisi lingkungan yang kurang mendukung dalam metode pengeringan tersebut. Dan dapat memudahkan dalam pemantauan.

Penelitian ini berbeda dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Saril, Nurjannah, & Muhammad, 2023) lebih berfokus pada satu metode pengeringan perpindahan panas (oven) yang dimana proses untuk mengendalikan suhunya menggunakan timer. Dan pada penelitian yang telah dilakukan oleh (Sanubary, Syahrizal, & Junaidi, 2023) lebih berfokus pada pengeringan pada satu metode yaitu pengeringan menggunakan tenaga surya yang dimana proses untuk pengendaliannya menggunakan timer.

Pada penelitian ini penulis membuat dan menambahkan kekurangan yang ada pada penelitian sebelumnya dengan menambahkan pengendalian dan pemantauan suhu menggunakan mikrokontroler nodemcu ESP8266.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan masalah pada Tugas Akhir ini sebagai berikut: Bagaimana membuat sistem pengering rempah-rempah dengan menggunakan tenaga panas dari panas matahari dan kompor gas.

## **1.3 Batasan Masalah**

Dalam pembuatan Tugas Akhir ini, terdapat batasan masalah, yaitu:

1. Tidak dapat mengendalikan perputaran baling-baling kipas.
2. Hanya dapat digunakan pada jahe merah (objek utama yang dikeringkan).

#### 1.4 Tujuan

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah diatas, tujuan dari Tugas Akhir ini sebagai berikut: Membuat sebuah sistem pengering rempah-rempah dengan menggunakan tenaga panas dari panas matahari dan kompor gas.

#### 1.5 Manfaat

Adapun dari Tugas Akhir ini dapat diperoleh manfaat adalah:

1. Menambah pengetahuan tentang penerapan metode pengeringan.
2. Membuat sistem pengering rempah-rempah yang lebih efisien dan higienis.
3. Mengurangi ketergantungan pada kondisi cuaca untuk proses pengeringan
4. Mengurangi biaya operasional dengan mengoptimalkan penggunaan energi dari sinar matahari dan gas
5. Mengurangi dampak lingkungan dengan memanfaatkan sumber daya alam yang terbarukan (sinar matahari).



UNIVERSITAS  
**Dinamika**

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Tanaman Jahe**

Tanaman jahe (*Zingiber officinale* Rosc.), yang telah lama dibudidayakan di Indonesia, memiliki sejarah panjang sebagai rempah-rempah dan obat tradisional. Kandungan senyawa bioaktifnya yang beragam memberikan berbagai manfaat kesehatan. Potensi ekonomi jahe juga sangat menjanjikan, terbukti dari tingginya permintaan pasar global terhadap produk olahan jahe seperti bubuk, minyak atsiri, dan makanan fungsional. Indonesia, sebagai salah satu negara penghasil jahe terbesar, memiliki peluang emas untuk mengembangkan industri pengolahan jahe yang bernilai tambah tinggi (Dewi & Anas, 2021).

Jahe memiliki beragam manfaat bagi kesehatan. Kandungan antioksidan di dalamnya berperan penting dalam melawan radikal bebas yang dapat merusak sel dan menyebabkan berbagai penyakit. Sifat anti-inflamasinya juga membantu mengurangi peradangan dalam tubuh, yang sering menjadi akar masalah berbagai penyakit. Selain itu, jahe memiliki efek analgesik yang dapat meredakan nyeri dan mampu meningkatkan sistem kekebalan tubuh. Tidak hanya itu, jahe juga bermanfaat bagi pencernaan dengan membantu mengatasi masalah seperti mual, kembung, dan sakit perut.

Jahe yang belum melalui proses pengeringan memiliki masa simpan selama 3 hingga 4 minggu di suhu ruang. Dan jika jahe sudah melalui proses pengeringan memiliki masa simpan selama 6 bulan hingga 1 tahun.



Gambar 2. 1 Tanaman Jahe  
(Sumber: Kompas.com, 2021)

## 2.2 Pengeringan

Pengeringan merupakan teknik yang digunakan untuk mengurangi kadar air dalam suatu bahan dengan cara menguapkan air yang terkandung di dalamnya melalui pemberian panas. Tujuan utama dari proses ini adalah untuk memperpanjang masa simpan bahan dengan cara menghambat pertumbuhan mikroorganisme yang membutuhkan air untuk berkembang biak. Proses pengeringan memiliki banyak keuntungan. Dengan mengurangi kadar air, bahan menjadi lebih tahan lama karena pertumbuhan bakteri, jamur, dan reaksi kimia terhambat (Kusuma & Candra, 2021). Selain itu, volume bahan yang lebih kecil membuat penyimpanan dan transportasi lebih efisien. Berkurangnya berat juga berkontribusi pada pengurangan biaya produksi dan pengiriman.

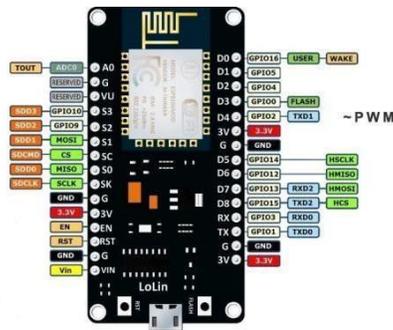


Gambar 2. 2 Pengering Jahe  
(Sumber: agroherbalkaranganyar, 2022)

### 2.3 NodeMCU ESP8266

NodeMCU adalah papan elektronik berdasarkan chip ESP8266 mampu menjalankan fungsi mikrokontroler dan terhubung ke Internet melalui Wi-Fi. NodeMCU dapat dikembangkan menjadi aplikasi monitoring dan mengontrol proyek IoT. NodeMCU ESP8266 memiliki port USB, ini membuat proses pemrograman lebih mudah. NodeMCU ESP8266 dapat ditenagai oleh soket micro USB dan VIN (pin catu daya eksternal).

NodeMCU ESP8266 beroperasi pada frekuensi clock tertentu Dapat disesuaikan dari 80 MHz hingga 160 MHz. NodeMCU memiliki RAM 128 KB dan Flash 4 MB Memori untuk menyimpan data dan program. Kekuatan pemrosesannya yang tinggi dengan Wi-Fi/Bluetooth.



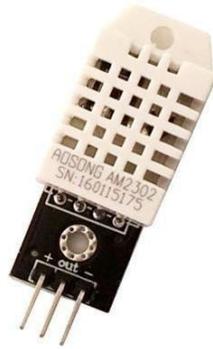
Gambar 2. 3 ESP8266  
Sumber: (Hidayat, 2021)

## 2.4 Sensor DHT22

DHT22 merupakan sensor yang mampu mengukur suhu, kelembaban, Sensor berikut memiliki keluaran berupa sinyal digital. Sensor DHT22 ini mampu membuat penyesuaian yang sangat tepat tetapi dengan mengorbankan penyesuaian suhu sekitar dengan nilai yang disimpan dalam memori OTP internal (Perdana, 2023). Sensor DHT22 memiliki rentang pembacaan suhu dan kelembaban yang layak sangat luas, setidaknya sensor DHT22 dapat memberikan sinyal keluaran melalui kabel yang panjangnya mencapai 20 meter, oleh karena itu cocok dan memungkinkan sampai di sana meskipun jauh. Contoh yang sering digunakan sensor ini dapat membaca suhu dan kelembaban ruangan seperti gudang dan ruangan dalam ruangan rumah, gudang, dll. Selain bisa membaca suhu dan kelembaban ruangan sensor ini juga dapat mengukur suhu dan kelembaban udara luar.

Pada sensor DHT22 terdapat spesifikasi sebagai berikut. Sensor ini didukung oleh catu daya antara 3.3 hingga 6V DC. Sinyal keluarannya adalah sinyal digital melalui bus tunggal. Elemen sensornya menggunakan kapasitor polimer. Rentang operasi sensor ini mencakup kelembaban dari 0 hingga 100% RH dan suhu dari -40 hingga 80 derajat Celsius. Akurasi pengukurannya adalah kelembaban  $\pm 2\%$  RH (maksimal  $\pm 5\%$  RH) dan suhu dengan toleransi kurang dari  $\pm 0.5$  derajat Celsius. Resolusi atau sensitivitasnya adalah 0.1% RH untuk kelembaban dan 0.1 derajat Celsius untuk suhu. Repetabilitas pengukurannya adalah  $\pm 1\%$  RH untuk kelembaban dan  $\pm 0.2$  derajat Celsius untuk suhu. Histeresis kelembabannya adalah  $\pm 0.3\%$  RH, dan

stabilitas jangka panjangnya adalah  $\pm 0.5\%$  RH per tahun. Sensor ini memiliki periode pengukuran rata-rata 2 detik dan dapat dipertukarkan sepenuhnya. Dimensi sensor tersedia dalam dua ukuran, yaitu ukuran kecil 14 x 18 x 5.5 mm dan ukuran besar 22 x 28 x 5 mm.



Gambar 2. 4 DHT22  
(Sumber: Components101, 2018)

## 2.5 Relay

Relay merupakan suatu komponen elektronika berupa saklar listrik yang dikendalikan dan terdiri dari dua bagian utama yaitu elektromagnet (kumparan) dan mekanik (kontak saklar). Komponen elektronika ini menggunakan prinsip elektromagnetisme untuk menggerakkan saklar sehingga dengan arus yang rendah (low power) dapat menghantarkan listrik pada tegangan yang lebih tinggi (Nasution, 2019).

Modul relay satu kanal ini memiliki enam pin dengan fungsi spesifik. Pin nomor 1 adalah "*Relay Trigger*," yang berfungsi sebagai input untuk mengaktifkan relay. Pin nomor 2 adalah "*Ground*," yang berfungsi sebagai referensi tegangan 0V. Pin nomor 3 adalah "*VCC*," yang merupakan input suplai untuk menghidupkan kumparan relay. Pin nomor 4 adalah "*Normally Open*," yang merupakan terminal yang biasanya terbuka pada relay. Pin nomor 5 adalah "*Common*," yang merupakan terminal umum dari relay. Pin nomor 6 adalah "*Normally Closed*," yang merupakan kontak yang biasanya tertutup pada relay. Modul ini beroperasi dengan tegangan suplai antara 3.75V hingga 6V, memiliki arus diam sebesar 2mA, dan arus sekitar 70mA saat relay aktif. Relay ini

mampu menangani tegangan kontak maksimum sebesar 250VAC atau 30VDC dan arus maksimum sebesar 10A. Cara kerja yang dimiliki relay memiliki beberapa hal ada tipe relay yang perlu input high atau tegangan 5V pada pin trigger, ada tipe relay yang perlu input low atau tegangan 0V pada pin trigger.



Gambar 2. 5 Relay  
(Sumber: zanoor, 2020)

## 2.6 Kompor Portabel

Kompor portabel adalah istilah yang digunakan untuk menyebut kompor berukuran mini dan mudah dipindah-pindahkan. Kompor seperti ini biasanya sangat ringan dan menggunakan berbagai jenis bahan bakar. Dengan adanya kompor portable proses heater menjadi lebih cepat (Puswadi, 2021).



Gambar 2. 6 Kompor portabel  
(Sumber: merdeka, 2021)

## 2.7 Fan DC

Kipas angin adalah perangkat mekanikal yang dirancang untuk menciptakan aliran udara dengan tujuan memberikan pendinginan atau sirkulasi udara dalam ruangan atau area tertentu. Kipas angin dapat beroperasi dengan berbagai cara, baik menggunakan motor listrik (seperti kipas AC atau kipas DC. Kipas DC adalah jenis

kipas (kipas angin) yang menggunakan motor DC (Direct Current) untuk menghasilkan aliran udara (Kusuma, 2021).



Gambar 2. 7 Fan DC  
(Sumber: Heko elektronik , 2017)

## 2.8 Arduino IDE

Arduino IDE merupakan perangkat lunak yang membuat program pada mikrokontroler seperti Arduino, dengan kata lain Arduino IDE merupakan perangkat lunak yang dapat digunakan dalam pemrograman pada papan Arduino (Musyaha, 2019). Arduino IDE mampu memprogram modul-modul yang bekerja dengan mikrokontroler Arduino seperti modul LCD, reader, dll. Arduino IDE juga dapat digunakan untuk menjalankan program yang tersimpan di mikrokontroler, misalnya mikrokontroler Arduino. Mikrokontroler Arduino merupakan perangkat open source yang dirancang khusus untuk memudahkan setiap pengguna dalam mengembangkan modul elektronik yang dapat berinteraksi dengan berbagai jenis modul sensor dan pengontrol.



Gambar 2. 8 Arduino Uno  
(Sumber: Arduino.com)

## 2.9 Motor Servo

Motor servo merupakan suatu alat kendali putar (motor) yang dirancang dengan sistem kendali umpan balik tertutup sehingga dapat memberikan dan menentukan posisi sudut poros keluaran motor. Kekuatan motor servo bervariasi dari beberapa watt hingga ratusan watt. Motor servo digunakan untuk berbagai keperluan seperti sistem pengukuran, mesin dan lain sebagainya. Motor servo dibagi menjadi dua yaitu motor servo AC dan DC.

Motor servo DC paling cocok untuk digunakan dalam aplikasi yang lebih kecil, sedangkan motor servo AC cocok untuk berbagai mesin industri. Hal ini karena motor servo AC mampu menangani arus yang lebih tinggi atau beban yang berat. Motor servo AC terbagi menjadi dua jenis yaitu dua fasa (untuk konsumsi daya rendah) dan tiga fasa (untuk konsumsi daya tinggi). Motor servo dibuat dengan presisi dan akurasi untuk memberikan kebebasan kepada pengguna dalam mengendalikannya, menjadikan motor servo sangat mudah dikontrol.



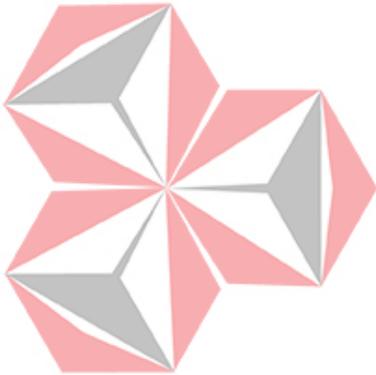
Gambar 2. 9 Motor Servo  
(Sumber: Arduinoindonesia, 2022)

### 2.10 Pemantik Elektrik

Pemantik adalah alat untuk memantik yang berguna untuk memicu nyala api pada objek yang mudah terbakar, yang biasanya terjadi pada gesekan antara batang logam atau menggunakan percikan listrik. Pemantik elektrik berfungsi untuk memicu nyala api pada kompor yang memanfaatkan percikan listrik dari arus listrik yang dialirkan dari relay.



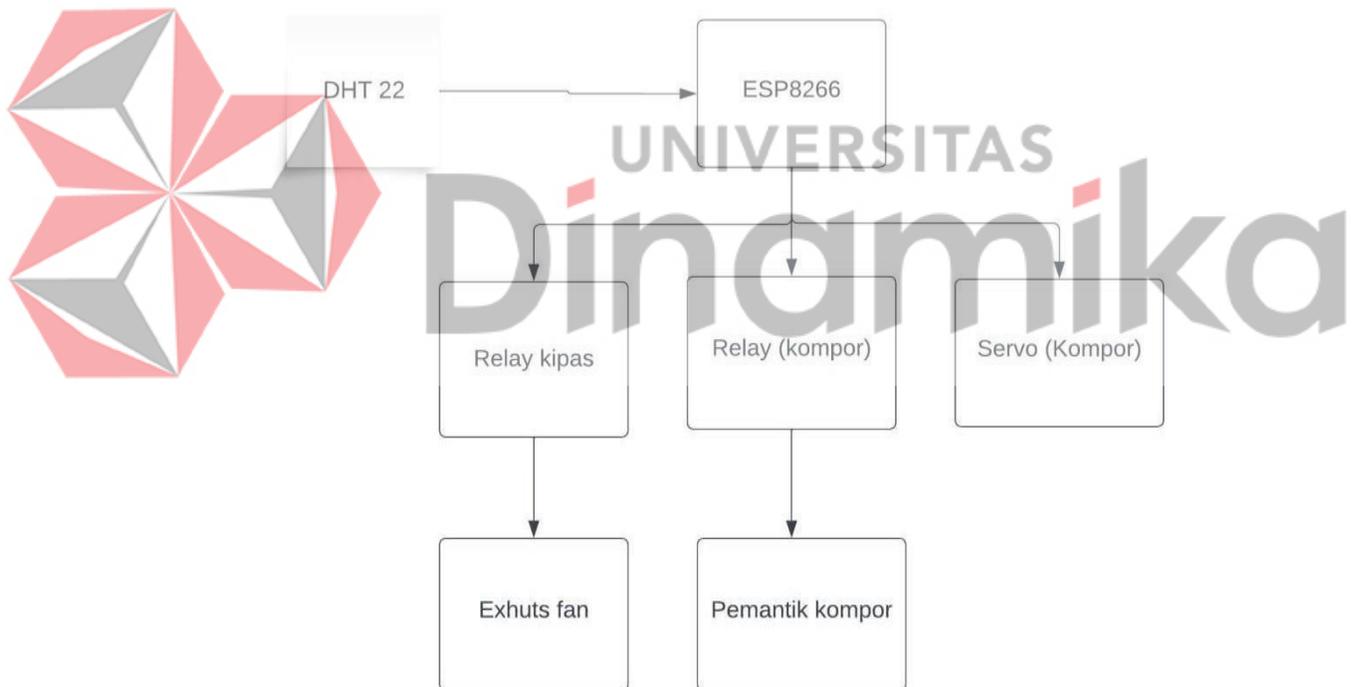
Gambar 2. 10 Pemantik elektrik  
(Sumber : Wikipedia, 2021)



### BAB III

#### METODOLOGI PENELITIAN

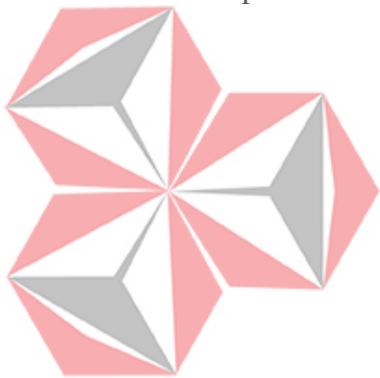
Gambar 3.1 merupakan perancangan yang dilakukan dengan input berasal dari sensor DHT22 untuk mendeteksi dan mengendalikan pengaruh suhu di dalam ruangan, input yang telah diterima dan diproses oleh mikrokontroler digunakan untuk menggerakkan servo pada kompor yang mengeluarkan gas dan kemudian menyalakan relay pada kompor untuk memicu terjadi api, sehingga meningkatkan suhu sehingga sensor DHT22 dapat mencapai titik yang telah diatur, dengan bantuan dari kipas untuk menyalurkan udara ke sempel yang diujikan.



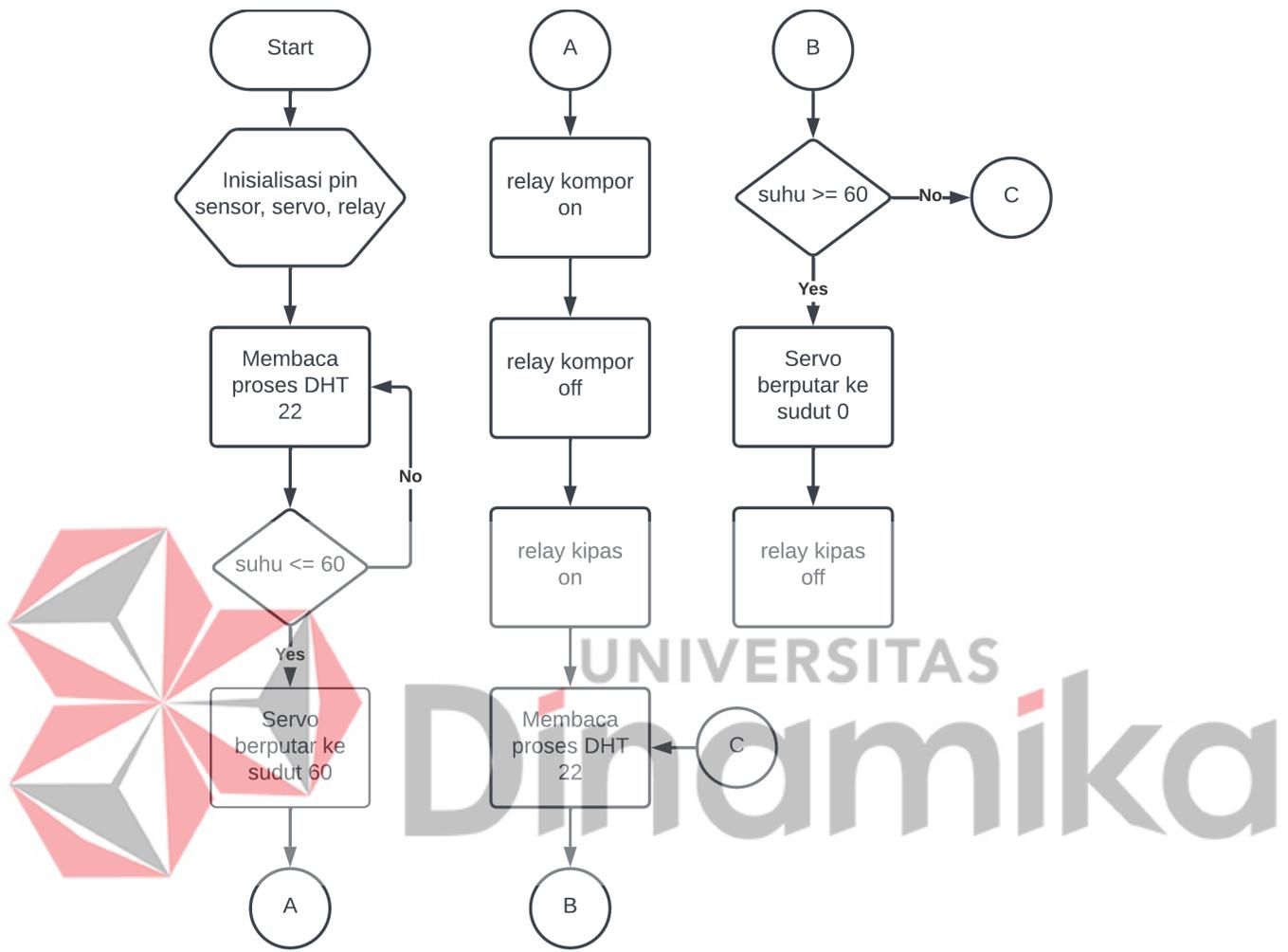
Gambar 3. 1 Blok diagram sistem

### 3.1 Perancangan Perangkat Lunak

Untuk gambar 3.2 merupakan proses kerja sistem pengontrol suhu yang jika dijelaskan program mulai berjalan saat sensor DHT22 mendeteksi suhu ruangan. Jika seandainya suhu ruangan kurang dari  $60^{\circ}\text{C}$ , maka proses selanjutnya mikrokontroler melakukan aksi yaitu menggerakkan servo sebesar  $60^{\circ}$  dari sudut posisi awal untuk membuka jalur gas pada kompor, kemudian menyalakan relay untuk memantik nyala api pada kompor sehingga suhu udara di sekitar meningkat sampai  $60^{\circ}\text{C}$  dari suhu ruangan. Kemudian relay pada pemantik dimatikan setelah menyala 5 detik karena kompor sudah menyala dilanjutkan dengan menyalakan relay untuk menyalakan kipas sehingga bisa mendorong udara panas yang dihasilkan dari kompor untuk masuk ke dalam alat pengering. Saat suhu sudah mencapai  $60^{\circ}\text{C}$  servo pada kompor bergerak ke sudut posisi awal yaitu  $0^{\circ}$  dan relay kipas mati.



UNIVERSITAS  
**Dinamika**



Gambar 3. 2 Flowchart sistem

### 3.2 Perancangan Mekanik

Berdasarkan gambar 3.3, menunjukkan bahwa desain sistem untuk pengering rempah-rempah yang direncanakan ini memiliki panjang 150 cm dan lebar 101 cm dengan diameter untuk setengah lingkaran 90 cm dengan tinggi 45 cm. Dalam perancangan, penempatan sensor DHT22 yang berperan penting dalam menjalankan sistem ini. Sensor DHT22 ditempatkan pada bagian dalam alat pengering dan untuk mikrokontroler ditempatkan diluar samping kanan dari alat pengering. Untuk kompor dan kipas ditempatkan pada diluar bagian belakang tabung.

Peletakan lokasi sensor, kompor, dan kipas bertujuan untuk memastikan pengoprasian sistem alat pengering berjalan secara efektif. Sensor DHT22 yang ditempatkan di dalam memungkinkan untuk memantau suhu secara akurat sementara kompor dan kipas diletakkan diluar untuk mendukung pengendalian suhu pada alat pengering.



Gambar 3. 3 Desain alat pengering

### 3.3 Perancangan Rangkaian Skematik

Pada ilustrasi gambar 3.4 rangkaian skematik terlihat bahwa koneksi kabel diperlukan untuk mengintegrasikan berbagai komponen dalam proyek ini menggunakan mikrokontroler ESP8266. Proyek ini bertujuan untuk memantau dan mengendalikan suhu pada alat pengering melalui ESP8266 menggunakan pengaturan koneksi kabel yang terinci dibawah ini:

1. Sensor DHT 22:

- a. Kaki VCC terhubung ke pin 5V pada mikrokontroler ESP8266 untuk memberikan suplai daya.
- b. Kaki GND terhubung ke pin GND pada mikrokontroler ESP8266 untuk ground.
- c. Kaki IN terhubung ke pin D3 pada mikrokontroler ESP8266 untuk mengirimkan data dari sensor ke ESP8266.

2. Motor Servo:

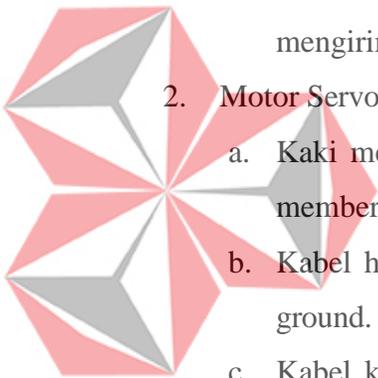
- a. Kaki merah terhubung ke pin 5V pada mikrokontroler ESP8266 untuk memberikan suplai daya.
- b. Kabel hitam terhubung ke pin GND pada mikrokontroler ESP8266 untuk ground.
- c. Kabel kuning terhubung ke pin D5 pada mikrokontroler ESP8266 untuk mengendalikan servo.

3. Relay 1:

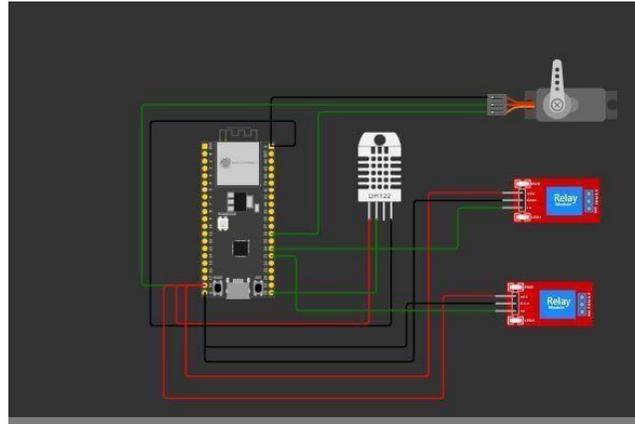
- a. Kaki VCC terhubung ke pin 5V pada mikrokontroler ESP8266 untuk memberikan suplai daya.
- b. Kaki GND terhubung ke pin GND pada mikrokontroler ESP8266 untuk ground.
- c. Kaki IN terhubung ke pin D1 pada mikrokontroler ESP8266 untuk mengendalikan relay 1.

4. Relay 2:

- a. Kaki VCC terhubung ke pin 5V pada mikrokontroler ESP8266 untuk memberikan suplai daya.



- b. Kaki GND terhubung ke pin GND pada mikrokontroler ESP8266 untuk ground.
- c. Kaki IN terhubung ke pin D2 pada mikrokontroler ESP8266 untuk mengendalikan relay 2.



Gambar 3. 4 Rangkaian skematik

### 3.4 Prioritas Sensor

Pada penelitian ini menggunakan 1 sensor dan 3 aksi yaitu sensor suhu untuk mendeteksi suhu, dimana aksinya adalah menyalakan dan mematikan kompor dengan menggunakan servo dan relay. Ketika suhu pada ruangan kurang dari  $60^{\circ}\text{C}$ , maka aksi untuk menyalakan kompor dimulai dan ketika suhu mencapai  $60^{\circ}\text{C}$ , maka aksi untuk mematikan kompor dimulai, kedua aksi tersebut berjalan secara bergantian dengan teratur.

Supaya kedua aksi bisa berjalan dengan baik, maka aksi yang dijalankan terlebih dahulu adalah pendeteksian dari sensor suhu, ketika sensor suhu mendeteksi suhu pada alat kurang dari  $60^{\circ}\text{C}$ , maka ada aksi menyalakan kompor dan menyalakan kipas untuk meningkatkan suhu pada ruang pengering jahe, dan jika suhu pada alat lebih dari  $60^{\circ}\text{C}$ , maka ada aksi mematikan kompor dan mematikan kipas untuk menurunkan suhu pada ruang pengering jahe. Prioritas sensornya adalah sensor suhu terlebih dahulu membaca suhu ruang pengering jahe karena tingkat panas pada ruang pengering jahe lebih penting bagi proses pengeringan rempah-rempah.

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Pengujian Sensor Suhu DHT22**

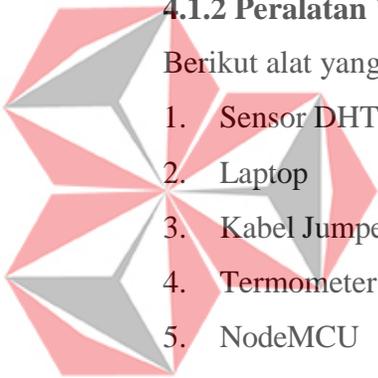
##### **4.1.1 Pengujian Sensor Suhu DHT22**

Pengujian ini dilakukan dengan menghubungkan Sensor DHT22 dengan Mikrokontroler untuk mendapatkan nilai dari sensor. Metode pengujian dilakukan dengan dibandingkan dengan termometer digital yang mempunyai tujuan untuk mengetahui sensor DHT22 bekerja dengan baik dan mengetahui tingkat akurasi yang dibaca oleh sensor.

##### **4.1.2 Peralatan Yang Digunakan Pengujian**

Berikut alat yang dipakai untuk melakukan pengujian data di sensor suhu:

1. Sensor DHT 22
2. Laptop
3. Kabel Jumper
4. Termometer Digital
5. NodeMCU



UNIVERSITAS  
**Dinamika**

##### **4.1.3 Cara Pengujian Sensor DHT 22**

Berikut adalah langkah-langkah pengujian Sensor DHT 22:

1. Menghidupkan laptop dan menjalankan aplikasi Arduino IDE.
2. Menghubungkan Sensor DHT22 ke NodeMCU menggunakan kabel jumper.
3. Menghubungkan NodeMCU dengan Laptop.
4. Menjalankan aplikasi Arduino IDE pada Laptop.
5. Mengupload program yang berada di lampiran 1 ke NodeMCU.
6. Membuka serial monitor pada aplikasi.
7. Mengambil data dari pembacaan sensor DHT22 pada serial monitor.



| No              | Sensor Suhu (°C) | Termometer Suhu (°C) | Selisih | Error |
|-----------------|------------------|----------------------|---------|-------|
| 30              | 31.00            | 30.80                | 0.20    | 0.65% |
| Rata-rata error |                  |                      |         | 1.22% |

Pada Tabel 4.1 mencakup hasil eksperimen menggunakan sensor DHT 22. pengujian menunjukkan bahwa terdapat rata-rata error sebesar 1.22%, dimana hal ini error tersebut masih dibawah batas toleransi kerja DHT22. Berdasarkan studi literatur dan pengalaman praktis, rentang suhu yang optimal dalam proses pengering bahan rempah jahe merah ditemukan berkisar 40°C sampai 60°C. sehingga penggunaan sensor DHT22 masih bisa dilakukan karena memiliki rentang pengukuran -40°C sampai 80°C.

## 4.2 Pengujian Aksi Sensor Suhu pada Alat Pengering

### 4.2.1 Tujuan dari Pengujian Aksi pada Alat Pengering

Pengujian dilakukan untuk mengetahui suhu pada alat pengering. Pengujian ini dilakukan pada saat alat dijemur dibawah panas matahari, yang bertujuan untuk mendapatkan nilai dari sensor DHT 22.

### 4.2.2 Alat yang digunakan untuk Pengujian pada Pengering

Alat yang digunakan untuk memperoleh data dari pengujian sensor DHT22:

1. Sensor DHT 22
2. Laptop
3. NodeMCU esp8266
4. Relay
5. Pemantik Elektrik

### 4.2.3 Cara Pengujian Aksi pada Alat Pengering

Berikut adalah prosedur aksi pengujian:

1. Menyalakan Laptop dan menjalankan aplikasi Arduino IDE.
2. Menguji pada waktu siang pada pukul 13.00 WIB dan sore hari pada pukul 16.00 WIB.
3. Menghubungkan Sensor DHT22 ke NodeMCU.

4. Menghubungkan Relay ke NodeMCU.
5. Menghubungkan Pemantik elektrik ke relay.
6. Menghubungkan Motor Servo ke NodeMCU.
7. Mengupload program yang berada di lampiran 1 ke NodeMCU.
8. Membuka serial monitor.
9. Mengambil hasil dari aksi keluaran sensor DHT 22.

#### 4.2.4 Analisis Data Sensor pada Alat Pengering

Pada Tabel 4.2 telah dilakukan pengujian dua kali dengan waktu 13.00 WIB dan 16.00 WIB yang bertujuan untuk mengetahui perbedaan suhu ketika siang hari dan malam hari pada pengujian ini, masing-masing dilakukan sebanyak 30 kali dengan delay pengujian 11 detik. Pengujian ini dimaksud apakah sensor mampu bekerja dengan baik pada alat.

Tabel 4. 2 Analisis data sensor pada saat sore hari

| No | Waktu    | Sensor (°C) | Termometer(°C) | Selisih | Error |
|----|----------|-------------|----------------|---------|-------|
| 1  | 16:04:53 | 33.30       | 33.10          | 0.20    | 0.60% |
| 2  | 16:05:04 | 33.30       | 33.10          | 0.20    | 0.60% |
| 3  | 16:05:15 | 33.30       | 33.10          | 0.20    | 0.60% |
| 4  | 16:05:26 | 33.30       | 33.10          | 0.20    | 0.60% |
| 5  | 16:05:37 | 33.30       | 33.10          | 0.20    | 0.60% |
| 6  | 16:05:48 | 33.40       | 33.10          | 0.30    | 0.91% |
| 7  | 16:05:59 | 33.40       | 33.10          | 0.30    | 0.91% |
| 8  | 16:06:10 | 33.50       | 33.10          | 0.40    | 1.21% |
| 9  | 16:06:21 | 33.50       | 33.10          | 0.40    | 1.21% |
| 10 | 16:06:32 | 33.50       | 33.10          | 0.40    | 1.21% |
| 11 | 16:06:43 | 33.50       | 33.10          | 0.40    | 1.21% |
| 12 | 16:06:54 | 33.50       | 33.10          | 0.40    | 1.21% |
| 13 | 16:07:05 | 33.50       | 33.10          | 0.40    | 1.21% |
| 14 | 16:07:16 | 33.60       | 33.10          | 0.50    | 1.51% |
| 15 | 16:07:27 | 33.60       | 33.10          | 0.50    | 1.51% |
| 16 | 16:07:38 | 33.50       | 33.10          | 0.40    | 1.21% |
| 17 | 16:07:49 | 33.50       | 33.10          | 0.40    | 1.21% |
| 18 | 16:08:00 | 33.60       | 33.10          | 0.50    | 1.51% |
| 19 | 16:08:11 | 33.60       | 33.10          | 0.50    | 1.51% |
| 20 | 16:08:22 | 33.60       | 33.10          | 0.50    | 1.51% |
| 21 | 16:08:33 | 33.60       | 33.10          | 0.50    | 1.51% |

| No              | Waktu    | Sensor (°C) | Termometer(°C) | Selisih | Error |
|-----------------|----------|-------------|----------------|---------|-------|
| 22              | 16:08:44 | 33.70       | 33.10          | 0.60    | 1.81% |
| 23              | 16:08:55 | 33.70       | 33.10          | 0.60    | 1.81% |
| 24              | 16:09:06 | 33.70       | 33.10          | 0.60    | 1.81% |
| 25              | 16:09:17 | 33.70       | 33.10          | 0.60    | 1.81% |
| 26              | 16:09:28 | 33.70       | 33.10          | 0.60    | 1.81% |
| 27              | 16:09:39 | 33.70       | 33.10          | 0.60    | 1.81% |
| 28              | 16:09:50 | 33.70       | 33.10          | 0.60    | 1.81% |
| 29              | 16:10:01 | 33.70       | 33.10          | 0.60    | 1.81% |
| 30              | 16:10:12 | 33.80       | 33.10          | 0.70    | 2.11% |
| Rata-rata Error |          |             |                |         | 1.77% |

Tabel 4. 3 Analisis data sensor pada alat saat siang hari

| No | Waktu   | Sensor (°C) | Termometer (°C) | Selisih | Error |
|----|---------|-------------|-----------------|---------|-------|
| 1  | 1:40:36 | 32.80       | 32.00           | 0.80    | 2.50% |
| 2  | 1:40:47 | 32.80       | 32.00           | 0.80    | 2.50% |
| 3  | 1:40:58 | 32.80       | 32.00           | 0.80    | 2.50% |
| 4  | 1:41:09 | 32.80       | 32.00           | 0.80    | 2.50% |
| 5  | 1:41:20 | 32.80       | 32.00           | 0.80    | 2.50% |
| 6  | 1:41:31 | 32.90       | 32.00           | 0.90    | 2.81% |
| 7  | 1:41:42 | 32.90       | 32.00           | 0.90    | 2.81% |
| 8  | 1:41:53 | 32.80       | 32.00           | 0.80    | 2.50% |
| 9  | 1:42:04 | 32.80       | 32.00           | 0.80    | 2.50% |
| 10 | 1:42:15 | 32.80       | 32.00           | 0.80    | 2.50% |
| 11 | 1:42:26 | 32.80       | 32.00           | 0.80    | 2.50% |
| 12 | 1:42:37 | 32.70       | 32.00           | 0.70    | 2.19% |
| 13 | 1:42:48 | 32.70       | 32.00           | 0.70    | 2.19% |
| 14 | 1:42:59 | 32.90       | 32.00           | 0.90    | 2.81% |
| 15 | 1:43:00 | 32.90       | 32.00           | 0.90    | 2.81% |
| 16 | 1:43:11 | 32.90       | 32.00           | 0.90    | 2.81% |
| 17 | 1:43:22 | 32.90       | 32.00           | 0.90    | 2.81% |
| 18 | 1:43:33 | 32.80       | 32.00           | 0.80    | 2.50% |
| 19 | 1:43:44 | 32.80       | 32.00           | 0.80    | 2.50% |
| 20 | 1:43:55 | 32.80       | 32.00           | 0.80    | 2.50% |
| 21 | 1:44:06 | 32.80       | 32.00           | 0.80    | 2.50% |
| 22 | 1:44:17 | 32.80       | 32.00           | 0.80    | 2.50% |
| 23 | 1:44:28 | 32.80       | 32.00           | 0.80    | 2.50% |
| 24 | 1:44:39 | 32.80       | 32.00           | 0.80    | 2.50% |
| 25 | 1:44:50 | 32.80       | 32.00           | 0.80    | 2.50% |
| 26 | 1:45:01 | 32.80       | 32.00           | 0.80    | 2.50% |
| 27 | 1:45:12 | 32.80       | 32.00           | 0.80    | 2.50% |

| No              | Waktu   | Sensor (°C) | Termometer (°C) | Selisih | Error |
|-----------------|---------|-------------|-----------------|---------|-------|
| 28              | 1:45:23 | 32.80       | 32.00           | 0.80    | 2.50% |
| 29              | 1:45:34 | 32.80       | 32.00           | 0.80    | 2.50% |
| 30              | 1:45:45 | 32.90       | 32.00           | 0.90    | 2.81% |
| Rata-rata error |         |             |                 |         | 2.62% |

Pada tabel 4.2 dan tabel 4.3 mencakup hasil eksperimen menggunakan sensor DHT22 pada alat pengering yang ditempatkan pada waktu yang telah ditentukan menunjukkan bahwa nilai Suhu pada alat saat siang hari memiliki value antara 33.30°C-33.80°C. Ketika suhu pada alat saat sore hari memiliki value dari sensor 32.70°C-32.90°C. hasil dari pengujian ini menunjukkan bahwa alat mampu bekerja dengan baik.

### 4.3 Pengujian Motor Servo

#### 4.3.1 Tujuan Pengujian Motor Servo

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah kerja servo sesuai dengan yang ada dalam pengujian dengan membuka 60° dengan menghubungkan servo dengan ESP8266.

#### 4.3.2 Alat yang digunakan untuk Pengujian Motor Servo

Alat yang digunakan untuk melakukan pengujian motor servo:

1. Motor Servo tipe MG995
2. Kabel Jumper
3. Laptop
4. NodeMCU ESP8266

### 4.3.3 Cara Pengujian Aksi Motor Servo

Berikut ini adalah prosedur pengujian aksi motor servo:

1. Menyalakan laptop lalu menjalankan aplikasi Arduino IDE.
2. Menghubungkan servo dan NodeMCU
3. Mengunggah program yang berada di lampiran 2
4. Membuka serial monitor
5. Mengambil hasil dari aksi keluaran servo.

### 4.3.4 Analisis Data Pengujian Motor Servo

Pada tabel 4.4 pengujian ini dilakukan 30 kali pengujian dan servo berputar dari  $0^{\circ}$  sampai  $60^{\circ}$  lalu nilai dari rotasi servo keluar pada serial monitor yang dibandingkan dengan nilai rotasi servo yang diukur menggunakan busur.

$$\frac{\text{□□□□□} - \text{□□□□□}}{\text{□□□□□}} = \frac{\text{□□□□□}}{\text{□□□□□}} \quad \text{100\%} \quad (2)$$

Tabel 4. 4 Analisis data pengujian motor servo

| No | Servo ( $^{\circ}$ ) | Busur ( $^{\circ}$ ) | Selisih | Error |
|----|----------------------|----------------------|---------|-------|
| 1  | 60                   | 58                   | 2       | 3.45% |
| 2  | 60                   | 58                   | 2       | 3.45% |
| 3  | 60                   | 58                   | 2       | 3.45% |
| 4  | 60                   | 58                   | 2       | 3.45% |
| 5  | 60                   | 58                   | 2       | 3.45% |
| 6  | 60                   | 58                   | 2       | 3.45% |
| 7  | 60                   | 58                   | 2       | 3.45% |
| 8  | 60                   | 58                   | 2       | 3.45% |
| 9  | 60                   | 58                   | 2       | 3.45% |
| 10 | 60                   | 58                   | 2       | 3.45% |
| 11 | 60                   | 58                   | 2       | 3.45% |
| 12 | 60                   | 58                   | 2       | 3.45% |
| 13 | 60                   | 58                   | 2       | 3.45% |
| 14 | 60                   | 58                   | 2       | 3.45% |
| 15 | 60                   | 58                   | 2       | 3.45% |
| 16 | 60                   | 58                   | 2       | 3.45% |
| 17 | 60                   | 58                   | 2       | 3.45% |
| 18 | 60                   | 58                   | 2       | 3.45% |
| 19 | 60                   | 58                   | 2       | 3.45% |
| 20 | 60                   | 58                   | 2       | 3.45% |
| 21 | 60                   | 58                   | 2       | 3.45% |
| 22 | 60                   | 58                   | 2       | 3.45% |

| No              | Servo (°) | Busur (°) | Selisih | Error |
|-----------------|-----------|-----------|---------|-------|
| 23              | 60        | 58        | 2       | 3.45% |
| 24              | 60        | 58        | 2       | 3.45% |
| 25              | 60        | 58        | 2       | 3.45% |
| 26              | 60        | 58        | 2       | 3.45% |
| 27              | 60        | 58        | 2       | 3.45% |
| 28              | 60        | 58        | 2       | 3.45% |
| 29              | 60        | 58        | 2       | 3.45% |
| 30              | 60        | 58        | 2       | 3.45% |
| Rata-rata Error |           |           |         | 3.45% |

Pada Tabel 4.4 mencakup hasil eksperimen menggunakan Motor Servo tipe MG995. Hasil pengujian menunjukkan bahwa terdapat rata-rata error sebesar 3.45%, yang diperoleh dari membandingkan nilai pada serial monitor dengan nilai yang ada pada busur.

## 4.4 Pengujian Relay

### 4.4.1 Tujuan Pengujian

Pengujian ini dilakukan terhadap 2 buah *Relay 1 Channel*. Untuk mengetahui apakah kinerja dan performa relay sudah sesuai dengan menghubungkan relay dan NodeMCU.

### 4.4.2 Peralatan yang Digunakan

Berikut adalah peralatan yang digunakan dalam rangka pengujian ini:

1. Laptop
2. dua Buah Relay 1 Channel
3. NodeMCU 8266
4. Kabel Jumper

### 4.4.3 Cara Pengujian Relay

Berikut adalah prosedur pengujian relay:

1. Menyalakan laptop lalu menjalankan aplikasi Arduino IDE.
2. Menghubungkan relay dengan NodeMCU.
3. Membuka program yang sudah dibuat.



| No | Status Kontrol |             | Kondisi | Keterangan |
|----|----------------|-------------|---------|------------|
|    | Relay Kompor   | Relay Kipas |         |            |
| 26 | On             | On          | Menyala | Sesuai     |
| 27 | Off            | Off         | Mati    | Sesuai     |
| 28 | On             | On          | Menyala | Sesuai     |
| 29 | Off            | Off         | Mati    | Sesuai     |
| 30 | On             | On          | Menyala | Sesuai     |

Pada Tabel 4.5 mencakup hasil eksperimen dari dua buah relay satu channel. Hasil pengujian menunjukkan bahwa keberhasilan yang didapat dari pengujian relay sebesar 100%. Menunjukkan bahwa pengujian pada relay telah berhasil sepenuhnya berjalan dengan baik.

## 4.5 Pengujian Aksi Kompor

### 4.5.1 Tujuan Pengujian Aksi pada Kompor

Pengujian ini dilakukan terhadap *Relay* dan servo yang sudah terhubung dengan kompor. Untuk mengetahui apakah kinerja dan performa relay dan servo sudah sesuai dengan menghubungkan melalui NodeMCU.

### 4.5.2 Alat yang Digunakan untuk Aksi Kompor

Berikut adalah peralatan yang digunakan dalam rangka pengujian ini:

1. Motor Servo
2. Relay
3. Kabel Jumper
4. Laptop
5. NodeMCU

### 4.5.3 Cara Pengujian Aksi pada Kompor

Berikut ini adalah prosedur pengujian aksi pada kompor:

1. Menyalakan laptop lalu menjalankan aplikasi Arduino IDE.
2. Menghubungkan servo, relay dan kompor menjadi satu bagian.
3. Menghubungkan servo, relay dan NodeMCU.

4. Membuka program yang sudah dibuat.
5. Mengunggah program yang berada di lampiran 4.
6. Membuka serial monitor.
7. Mengambil hasil dari aksi keluaran servo dan relay.

#### 4.5.4 Analisis Data Pengujian Aksi pada Kompor

Pada Tabel 4.6 pengujian ini dilakukan sebanyak 30 kali, untuk mengetahui kondisi servo dan relay pada kompor yang membantu untuk menyalakan dan mematikan kompor.

Tabel 4. 6 Analisis data pengujian kompor

| No | Suhu Sensor<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) | Servo                |         | Relay Kompor | Kondisi kompor |
|----|---------------------------------------|----------------------|---------|--------------|----------------|
|    |                                       | Rotasi( $^{\circ}$ ) | Kondisi |              |                |
| 1  | 30.90                                 | 60                   | Menyala | Menyala      | Kompor Nyala   |
| 2  | 60.10                                 | 0                    | Mati    | Mati         | Kompor Mati    |
| 3  | 33.10                                 | 60                   | Menyala | Menyala      | Kompor Nyala   |
| 4  | 60.20                                 | 0                    | Mati    | Mati         | Kompor Mati    |
| 5  | 35.40                                 | 60                   | Menyala | Menyala      | Kompor Nyala   |
| 6  | 60.40                                 | 0                    | Mati    | Mati         | Kompor Mati    |
| 7  | 36.40                                 | 60                   | Menyala | Menyala      | Kompor Nyala   |
| 8  | 60.50                                 | 0                    | Mati    | Mati         | Kompor Mati    |
| 9  | 37.40                                 | 60                   | Menyala | Menyala      | Kompor Nyala   |
| 10 | 60.60                                 | 0                    | Mati    | Mati         | Kompor Mati    |
| 11 | 38.40                                 | 60                   | Menyala | Menyala      | Kompor Nyala   |
| 12 | 60.70                                 | 0                    | Mati    | Mati         | Kompor Mati    |
| 13 | 39.40                                 | 60                   | Menyala | Menyala      | Kompor Nyala   |
| 14 | 60.90                                 | 0                    | Mati    | Mati         | Kompor Mati    |
| 15 | 40.40                                 | 60                   | Menyala | Menyala      | Kompor Nyala   |
| 16 | 61.10                                 | 0                    | Mati    | Mati         | Kompor Mati    |
| 17 | 42.40                                 | 60                   | Menyala | Menyala      | Kompor Nyala   |
| 18 | 61.30                                 | 0                    | Mati    | Mati         | Kompor Mati    |
| 19 | 43.40                                 | 60                   | Menyala | Menyala      | Kompor Nyala   |
| 20 | 61.60                                 | 0                    | Mati    | Mati         | Kompor Mati    |
| 21 | 45.40                                 | 60                   | Menyala | Menyala      | Kompor Nyala   |
| 22 | 61.70                                 | 0                    | Mati    | Mati         | Kompor Mati    |
| 23 | 46.40                                 | 60                   | Menyala | Menyala      | Kompor Nyala   |
| 24 | 61.90                                 | 0                    | Mati    | Mati         | Kompor Mati    |
| 25 | 48.70                                 | 60                   | Menyala | Menyala      | Kompor Nyala   |
| 26 | 62.20                                 | 0                    | Mati    | Mati         | Kompor Mati    |
| 27 | 49.70                                 | 60                   | Menyala | Menyala      | Kompor Nyala   |
| 28 | 62.40                                 | 0                    | Mati    | Mati         | Kompor Mati    |
| 29 | 50.80                                 | 60                   | Menyala | Menyala      | Kompor Nyala   |
| 30 | 63.30                                 | 0                    | Mati    | Mati         | Kompor Mati    |

Pada Tabel 4.6 mencakup hasil eksperimen dari pengujian kompor yang telah dipasangkan dengan komponen yang berupa servo dan relay yang membutuhkan sensor DHT22 sebagai bentuk untuk membatasi waktu menyala dan matinya kompor yang memiliki keberhasilan dari pengujian tersebut sebesar 100%.

## **4.6 Pengujian Seluruh Alat**

### **4.6.1 Tujuan pengujian Keseluruhan Alat**

Pengujian dilakukan untuk mengetahui keseluruhan sistem yang isinya penggabungan semua komponen bekerja dengan tepat sebagaimana setiap aksi berjalan berurutan.

### **4.6.2 Alat yang Digunakan untuk Pengujian Keseluruhan Alat**

Berikut alat yang digunakan untuk melakukan pengambilan data pada bagian pengujian alat:

1. Sensor DHT22
2. Motor Servo
3. Dua Buah Relay Satu Channel
4. Laptop
5. NodeMCU
6. Kabel Jumper
7. Pemantik Elektrik
8. Kipas DC
9. Adaptor Power suplai
10. Termometer Digital

### **4.6.3 Cara Pengujian Aksi Keseluruhan Alat**

Berikut adalah prosedur pengujian keseluruhan alat:

1. Menyalakan laptop dan menjalankan aplikasi Arduino IDE.
2. Menyiapkan alat pengering lalu memasang kompor pada jalur udara.

3. Mengupload program yang ada lampiran 5 ke NodeMCU.
4. Menghubungkan sensor DHT22 ke NodeMCU.
5. Menghubungkan pin relay pertama ke NodeMCU.
6. Menghubungkan pemantik elektrik ke relay pertama.
7. Menghubungkan pin relay kedua ke NodeMCU.
8. Menghubungkan kipas DC ke relay kedua.
9. Menghubungkan servo ke NodeMCU.
10. Menghubungkan servo ke kompor.

#### 4.6.4 Analisis Data Pengujian Keseluruhan Alat

Perhitungan Keberhasilan dalam pengujian keseluruhan alat dilakukan dengan menggunakan rumus berikut :

Tabel 4. 7 Analisis data pengujian keseluruhan alat

| No | Sensor Suhu (°C) | Servo      |         | Relay Kompor | Relay kipas | Keterangan |
|----|------------------|------------|---------|--------------|-------------|------------|
|    |                  | Rotasi (°) | Kondisi |              |             |            |
| 1  | 30.90            | 60         | Menyala | Menyala      | Menyala     | Sesuai     |
| 2  | 60.10            | 0          | Mati    | Mati         | Mati        | Sesuai     |
| 3  | 31.80            | 60         | Menyala | Menyala      | Menyala     | Sesuai     |
| 4  | 60.20            | 0          | Mati    | Mati         | Mati        | Sesuai     |
| 5  | 32.70            | 60         | Menyala | Menyala      | Menyala     | Sesuai     |
| 6  | 60.30            | 0          | Mati    | Mati         | Mati        | Sesuai     |
| 7  | 33.70            | 60         | Menyala | Menyala      | Menyala     | Sesuai     |
| 8  | 60.40            | 0          | Mati    | Mati         | Mati        | Sesuai     |
| 9  | 34.70            | 60         | Menyala | Menyala      | Menyala     | Sesuai     |
| 10 | 60.50            | 0          | Mati    | Mati         | Mati        | Sesuai     |
| 11 | 35.80            | 60         | Menyala | Menyala      | Menyala     | Sesuai     |
| 12 | 60.60            | 0          | Mati    | Mati         | Mati        | Sesuai     |
| 13 | 37.00            | 60         | Menyala | Menyala      | Menyala     | Sesuai     |
| 14 | 60.70            | 0          | Mati    | Mati         | Mati        | Sesuai     |
| 15 | 38.10            | 60         | Menyala | Menyala      | Menyala     | Sesuai     |
| 16 | 60.70            | 0          | Mati    | Mati         | Mati        | Sesuai     |
| 17 | 39.30            | 60         | Menyala | Menyala      | Menyala     | Sesuai     |
| 18 | 60.90            | 0          | Mati    | Mati         | Mati        | Sesuai     |
| 19 | 40.50            | 60         | Menyala | Menyala      | Menyala     | Sesuai     |
| 20 | 61.10            | 0          | Mati    | Mati         | Mati        | Sesuai     |
| 21 | 41.70            | 60         | Menyala | Menyala      | Menyala     | Sesuai     |
| 22 | 61.10            | 0          | Mati    | Mati         | Mati        | Sesuai     |
| 23 | 42.90            | 60         | Menyala | Menyala      | Menyala     | Sesuai     |

| No | Sensor Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ ) | Servo                 |         | Relay Kompor | Relay kipas | Keterangan |
|----|------------------------------------|-----------------------|---------|--------------|-------------|------------|
|    |                                    | Rotasi ( $^{\circ}$ ) | Kondisi |              |             |            |
| 24 | 61.20                              | 0                     | Mati    | Mati         | Mati        | Sesuai     |
| 25 | 44.30                              | 60                    | Menyala | Menyala      | Menyala     | Sesuai     |
| 26 | 61.20                              | 0                     | Mati    | Mati         | Mati        | Sesuai     |
| 27 | 45.70                              | 60                    | Menyala | Menyala      | Menyala     | Sesuai     |
| 28 | 61.20                              | 0                     | Mati    | Mati         | Mati        | Sesuai     |
| 29 | 47.10                              | 60                    | Menyala | Menyala      | Menyala     | Sesuai     |
| 30 | 61.30                              | 0                     | Mati    | Mati         | Mati        | Sesuai     |

Pada Tabel 4.7 mencakup hasil eksperimen pada keseluruhan alat pengering yang menunjukkan hasil bahwa keberhasilan yang didapatkan dari pengujian sebesar 100%. Kondisi untuk menyalakan keseluruhan sistem bergantung pada kondisi suhu yang dimana jika suhu berawal dari suhu kurang dari  $60^{\circ}\text{C}$ , maka keseluruhan sistem menyala dengan contoh jika suhu  $40^{\circ}\text{C}$  dengan kondisi belum mencapai suhu  $60^{\circ}\text{C}$ , maka sistem pada keseluruhan alat menyala dan jika suhu sudah mencapai lebih dari  $60^{\circ}\text{C}$ , maka keseluruhan sistem mati dengan contoh jika suhu  $40^{\circ}\text{C}$  dengan kondisi suhu sudah mencapai  $60^{\circ}\text{C}$ , maka sistem pada keseluruhan alat mati.



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian menyeluruh dan pengujian terhadap kinerja rancang bangun pemantauan dan pengendalian pada alat pengering bahan rempah rempah, didapat beberapa kesimpulan yang perlu diperhatikan:

1. Sensor suhu DHT22 perlu dilakukannya perbandingan nilai sensor DHT22 dengan termometer digital diperoleh nilai error sebesar 1.22% dari rata-rata keseluruhan data pengujian perbandingan data antara sensor DHT22 dengan termometer digital, dimana hal ini error tersebut masih dibawah batas toleransi kerja DHT22.
2. Pada sistem kendali otomatis untuk kompor dapat dipastikan berhasil 100% dengan kerja relay, servo, sensor DHT22 , dan pemantik bekerja dengan sesuai toleransi untuk mempertahankan suhu yang terjadi pada alat pengering dalam rentang yang diinginkan dengan bantuan servo, sensor, dan relay sehingga bisa.dapat mencapai tujuan ini untuk mempertahankan nilai suhu 40°C sampai 60°C.

#### **5.2 Saran**

Dalam konteks untuk pengembangan penelitian ini, terdapat beberapa saran yang mungkin dapat meningkatkan penelitian yaitu:

1. Penambahan Aplikasi pemantauan android guna untuk meningkatkan efisiensi sistem.
2. Penambahan aksi pengangkatan dan penjemuran secara otomatis untuk meningkatkan efisiensi proses penjemuran.
3. Penambahan aksi penggantian gas pada kompor untuk memastikan penjemuran secara berkelanjutan.
4. Desain mekanik disesuaikan dengan kebutuhan pengeringan jahe

## DAFTAR PUSTAKA

agroherbalkaranganyar. (2022, september 1). *SENTRA PENGERINGAN DAN BUBUK JAHE EMPRIT, JAHE MERAH, KENCUR, TEMULAWAK, KUNIR, LENGKUAS, SEREH*. Retrieved from Sentra Tanaman Obat Herbal | Rempah-Rempah:  
<https://agroherbalkaranganyar.wordpress.com/2012/09/01/hello-world/>

*Modul Pemantik*. (2021). Retrieved from Wikipedia:  
<https://www.tokopedia.com/teknindoelectric/modul-pemantik-elektrik-kompor-gas-quantum-kompor-tanam-2-kabel>

El'Kariem, V., & I. M. (2022). STANDARISASI MUTU SIMPLISIA JAHE (*Zingiber officinale Roscoe*) DENGAN PENGERINGAN SINAR MATAHARI DAN OVEN. *Journal of Herb Pharmacological HERBAPHARMA*, 1-10.

Guntara, V. C., Supriyono, & Sumardiono, A. (2021). RANCANG BANGUN ALAT PENGGILING DAN PENGERING CABAI MENGGUNAKAN ATMEGA 328. *JOURNAL OF ENERGY AND ELECTRICAL ENGINEERING (JEEE)*, Vol. 3, No. 01, pp 39-45.

Hidayat, P. I. (2021, Januari 7). *NodeMCU*. Retrieved from Robotics & Embedded System Laboratory Teknik komputer:  
[http://reslab.sk.fti.unand.ac.id/index.php?option=com\\_k2&view=item&id=246:nodemcu&Itemid=342](http://reslab.sk.fti.unand.ac.id/index.php?option=com_k2&view=item&id=246:nodemcu&Itemid=342)

Kompas.com. (2021, april 2). *Kenali Hama dan Penyakit yang Sering Menyerang Tanaman Jahe*. Retrieved from kompas.com:  
[https://www.kompas.com/homey/read/2021/04/02/143200876/kenali-hama-dan-penyakit-yang-sering-menyerang-tanaman-jahe?page=all#google\\_vignette](https://www.kompas.com/homey/read/2021/04/02/143200876/kenali-hama-dan-penyakit-yang-sering-menyerang-tanaman-jahe?page=all#google_vignette)

Kusuma, Y. P., & Candra, O. (2021). Rancang Bangun Alat Pengering Pisang Sale Berbasis Mikrokontroler dan Internet of Things. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, Vol 2, No 2, pp 210-216.

Musyahar, G., Veriyanto, E., & aj, s. b. (2019). RANCANG BANGUN ALAT PENGERING MAKANAN ELEKTRIK BERBASIS ARDUINO UNO DENGAN SENSOR DHT11. *JURNAL CAHAYA BAGASKARA*, VOL. 4, NO. 1, pp 18-30.

Nasution, M., Edidas, & Almasri. (2019). RANCANG BANGUN LEMARI PENGERING BIJI KAKAO BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO 328P. *Jurnal Vokasional Teknik Elektronika dan Informatika*, Vol. 7, No. 2, pp 157-161.

Perdana, A. A., Islami, S., Pulungan, A. B., & Hamdani. (2023). Rancang Bangun Alat Kendali Penjemur Ikan Asin Bagi Para Nelayan Pesisir Selatan Tarusan Berbasis. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, Vol. 4, No. 1, pp. 256-264.

Puswadi, H. A., & Sunyoto. (2021). RANCANG BANGUN ALAT PENERING BAHAN MAKANAN BERBASIS WINGS DRYING SYSTEM. *Jurnal Ilmiah Teknosains*, Vol. 7, No. 2, pp 36-43.

Sumber: Arduino. (n.d.). *Arduino Community Logo*. Retrieved from <https://www.arduino.cc/en/trademark/community-logo>

Sumber: Arduinoindonesia. (2022, Oktober 24). *Pengertian dan Prinsip Kerja Motor Servo*. Retrieved from <https://www.arduinoindonesia.id/2022/10/pengertian-dan-prinsip-kerja-motor-servo.html>

Sumber: Components101. (2018, April 19). *DHT22 – Temperature and Humidity Sensor*. Retrieved from Components101: <https://components101.com/sensors/dht22-pinout-specs-datasheet>

Sumber: Heko elektronik . (2017, September 4). *Keuntungan Dan Kerugian Perbandingan Fans DC Dan Fans AC*. Retrieved from <http://id.heko-electronic.org/news/advantages-and-disadvantages-comparison-of-dc-11168016.html>

Sumber: merdeka. (2021, Oktober 5). *Jenis-Jenis Kompor Portable*. Retrieved from <https://www.merdeka.com/gaya/jenis-jenis-kompor-portable-untuk-berbagai-kebutuhan-memasak.html>

Sumber: zanoor. (2020, Juli 20). *PENGERTIAN RELAY: Fungsi, Cara Kerja, Jenis-jenis dan Gambar*. Retrieved from <https://www.zanoor.com/pengertian-relay/>

Syaputri, E. R., Selaras, G. H., & Farma, S. A. (2021). Manfaat Tanaman Jahe (*Zingiber officinale*) Sebagai Obat-obatan Tradisional (Traditional Medicine). *Prosiding SEMNAS BIO 2021*, Volume 01 2021, hal 579-586.