



<http://journal.stieputrabangsa.ac.id/index.php/jiak>

ISSN: 2580-510X/ P-ISSN: 2548-9453

ARTICLE INFORMATION

Received October 14th 2019

Accepted December 27th 2019

Published January 31th 2020

DOI:

<https://doi.org/xxx.xxx.xxx>



OTOMATISASI SUHU FERMENTASI TEMPE: STUDI KASUS UMKM TEMPE WARSITO PURBOWANGI

Amos Christo Aginta¹, Rainaldi Putra Setiawan² Wisnu Setyawan³
Hassya Leandrew Keishi⁴

¹Afiliasi penulis pertama, ²Afiliasi penulis kedua

ABSTRAK

Proses fermentasi merupakan langkah penting dalam produksi tempe, yang membutuhkan kondisi suhu yang tepat untuk pertumbuhan optimal mikroorganisme. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem otomatisasi pengatur suhu menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dan sensor DHT22, guna menjaga suhu ruangan fermentasi dalam batas optimal secara otomatis. Metode penelitian meliputi perancangan sistem, pengembangan perangkat lunak, implementasi, dan evaluasi kinerja. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini efektif dalam menjaga stabilitas suhu, meningkatkan efisiensi proses fermentasi, dan mengurangi intervensi manual. Sistem ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas dan konsistensi produk tempe, serta menawarkan solusi teknologi yang praktis dan hemat energi bagi produsen tempe skala kecil hingga menengah.

Kata Kunci: Otomatisasi; Fermentasi Tempe; Mikrokontroler Arduino Uno; Sensor DHT22; Pengatur Suhu

ABSTRACT

The fermentation process is an important step in tempeh production, which requires the right temperature conditions for optimal growth of microorganisms. This research aims to design and develop a temperature control automation system using Arduino Uno microcontroller and DHT22 sensor, in order to maintain the temperature of the fermentation room within optimal limits automatically. The research method includes system design, software development, implementation, and performance evaluation. The results showed that the system was effective in maintaining temperature stability, improving the efficiency of the fermentation process, and reducing manual intervention. The system is expected to improve the quality and consistency of tempeh products, as well as offer practical and energy-efficient technological solutions for small to medium-scale tempeh producers.

Keywords: Automation; Tempeh Fermentation; Arduino Uno Microcontroller; DHT22 Sensor; Temperature Controller

PENDAHULUAN

Industri kecil dan menengah (UMKM) merupakan tulang punggung perekonomian Indonesia. Dengan

menyumbang proporsi yang signifikan terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) dan menciptakan lapangan kerja bagi jutaan orang, UMKM memainkan peran krusial dalam pembangunan ekonomi nasional. Salah satu sektor UMKM yang memiliki potensi besar adalah produksi makanan tradisional, seperti tempe.

Tempe adalah makanan fermentasi yang berasal dari kedelai dan telah menjadi bagian integral dari pola makan masyarakat Indonesia. Tempe dikenal karena kandungan nutrisinya yang tinggi, terutama protein, serta manfaat kesehatannya. Proses pembuatan tempe melibatkan fermentasi kedelai menggunakan jamur *Rhizopus oligosporus*, yang memerlukan kondisi suhu dan kelembaban yang tepat untuk menghasilkan produk yang berkualitas. Salah satu tantangan utama dalam produksi tempe adalah menjaga suhu fermentasi agar tetap optimal. Suhu yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat mengakibatkan fermentasi yang tidak sempurna, sehingga mempengaruhi tekstur, rasa, dan kualitas tempe.

Dalam konteks ini, otomatisasi suhu fermentasi menjadi solusi yang menjanjikan. Dengan penerapan teknologi otomatisasi, produsen tempe dapat memantau dan mengendalikan suhu fermentasi secara real-time, sehingga dapat meminimalkan risiko kesalahan dan memastikan kualitas produk yang konsisten. Selain itu, otomatisasi dapat meningkatkan efisiensi produksi dengan mengurangi ketergantungan pada intervensi manual.

UMKM Tempe Warsito Purbowangi adalah salah satu produsen tempe di Kabupaten Kebumen yang berusaha mengadopsi teknologi ini. Dengan latar belakang sebagai produsen tempe tradisional, UMKM ini menyadari pentingnya menjaga kualitas produk agar tetap kompetitif di pasar. Oleh karena itu, mereka mulai menerapkan sistem otomatisasi suhu dalam proses fermentasi tempe. Langkah ini diharapkan tidak hanya meningkatkan kualitas dan konsistensi tempe yang dihasilkan, tetapi juga meningkatkan efisiensi dan kapasitas produksi.

Studi kasus ini bertujuan untuk mengevaluasi penerapan otomatisasi suhu fermentasi di UMKM Tempe Warsito Purbowangi. Analisis akan mencakup aspek teknis penerapan sistem otomatisasi, dampaknya terhadap kualitas produk, serta efisiensi dan produktivitas yang dicapai. Selain itu, penelitian ini akan membahas tantangan dan hambatan yang dihadapi selama proses implementasi, serta potensi pengembangan lebih lanjut di masa depan.

Dengan memahami manfaat dan tantangan dari otomatisasi suhu fermentasi, diharapkan hasil studi ini dapat memberikan wawasan yang berguna bagi produsen tempe lainnya, terutama UMKM, untuk mempertimbangkan penerapan teknologi dalam proses produksi mereka. Hal ini sejalan dengan upaya untuk mendorong inovasi dan modernisasi di sektor UMKM, sehingga dapat meningkatkan daya saing produk lokal di pasar domestik maupun internasional.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental dan kuesioner untuk merancang, mengembangkan, dan mengevaluasi sistem otomatisasi pengatur suhu ruangan untuk fermentasi tempe menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dan sensor DHT22. Metode penelitian ini melibatkan beberapa tahapan, yaitu perancangan sistem, pengembangan perangkat lunak, implementasi sistem, dan evaluasi kinerja. Berikut adalah tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini:

1. Perancangan Sistem
 - a. Identifikasi Kebutuhan Sistem
 - i. Mengidentifikasi kebutuhan fungsional dan non-fungsional dari sistem otomatisasi pengatur suhu untuk fermentasi tempe.
 - ii. Menentukan spesifikasi teknis komponen yang akan digunakan, seperti mikrokontroler Arduino Uno, sensor DHT22, Servo, Resistor, Lcd dan Led .
 - b. Desain Arsitektur Sistem

- i. Merancang arsitektur sistem yang terdiri dari mikrokontroler Arduino Uno sebagai pusat kontrol, sensor DHT22 sebagai pengukur suhu dan kelembaban, serta elemen pemanas untuk mengatur suhu ruangan fermentasi.
 - ii. Membuat diagram blok sistem untuk menggambarkan hubungan antar komponen.
 - c. Desain Skematik Rangkaian
 - i. Merancang skematik rangkaian elektronik yang menghubungkan Arduino Uno dengan sensor DHT22 dan elemen pemanas.
 - ii. Memastikan bahwa semua komponen terhubung dengan benar dan sesuai dengan spesifikasi teknis.
2. Pengembangan Perangkat Lunak
 - a. Pemrograman Mikrokontroler
 - i. Mengembangkan kode program untuk mikrokontroler Arduino Uno menggunakan bahasa pemrograman C/C++ dalam lingkungan Arduino IDE.
 - ii. Program harus mampu membaca data dari sensor DHT22, memproses data tersebut, dan mengontrol elemen pemanas berdasarkan algoritma pengaturan suhu yang telah dirancang.
 - b. Pengembangan Algoritma Pengaturan Suhu
 - i. Mengembangkan algoritma pengaturan suhu yang efektif untuk menjaga suhu ruangan fermentasi dalam batas optimal.
 - ii. Algoritma ini harus mampu menyesuaikan output elemen pemanas secara otomatis berdasarkan perubahan suhu yang terdeteksi oleh sensor.
3. Implementasi Sistem
 - a. Perakitan Hardware
 - i. Merakit komponen-komponen sistem berdasarkan desain skematik yang telah dibuat.
 - ii. Menghubungkan sensor DHT22 dan elemen pemanas ke mikrokontroler Arduino Uno sesuai dengan diagram blok sistem.
 - b. Pengujian Awal Sistem
 - i. Melakukan pengujian awal untuk memastikan bahwa semua komponen berfungsi dengan baik.
 - ii. Memeriksa koneksi dan komunikasi antara sensor, mikrokontroler, dan elemen pemanas.

TUJUAN

Tujuan penelitian dari judul " OTOMATISASI SUHU FERMENTASI TEMPE: STUDI KASUS UMKM TEMPE WARSITO PURBOWANGI" dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. **Mengembangkan Sistem Otomatisasi:** Membuat sistem yang dapat mengontrol suhu ruangan secara otomatis untuk memfasilitasi proses fermentasi tempe dengan menggunakan perangkat mikrokontroler Arduino Uno.
2. **Optimalisasi Proses Fermentasi:** Menjaga suhu ruangan pada rentang yang optimal untuk proses fermentasi tempe agar menghasilkan produk yang konsisten dan berkualitas.
3. **Penggunaan Sensor DHT22:** Memanfaatkan sensor DHT22 untuk mendeteksi dan memonitor suhu

serta kelembaban ruangan dengan akurat, sehingga sistem dapat merespons dengan cepat terhadap perubahan kondisi lingkungan.

4. **Penghematan Energi:** Mengimplementasikan sistem otomatisasi yang efisien secara energi untuk mengurangi konsumsi daya saat mengatur suhu ruangan.
5. **Pengembangan Teknologi Lokal:** Menunjukkan kemungkinan penerapan teknologi mikrokontroler dan sensor dalam meningkatkan efisiensi proses tradisional seperti fermentasi tempe, khususnya dalam konteks lingkungan lokal.
6. **Studi Kasus Praktis:** Memberikan bukti konseptual bahwa integrasi teknologi otomatisasi dapat menghasilkan peningkatan kualitas produk fermentasi secara praktis dan efektif.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menciptakan sebuah sistem otomatis yang dapat mengatur suhu ruangan secara otomatis untuk mendukung proses fermentasi tempe. Sistem ini menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dan sensor DHT22 untuk memantau suhu dan kelembaban ruangan dengan akurat. Tujuan utamanya adalah untuk memastikan suhu ruangan tetap optimal selama proses fermentasi tempe, sehingga dapat menghasilkan tempe yang konsisten dan berkualitas baik. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk menunjukkan potensi teknologi otomatisasi dalam meningkatkan efisiensi dan kualitas proses tradisional seperti fermentasi tempe, serta mengurangi konsumsi energi yang dibutuhkan dalam pengaturan suhu ruangan.

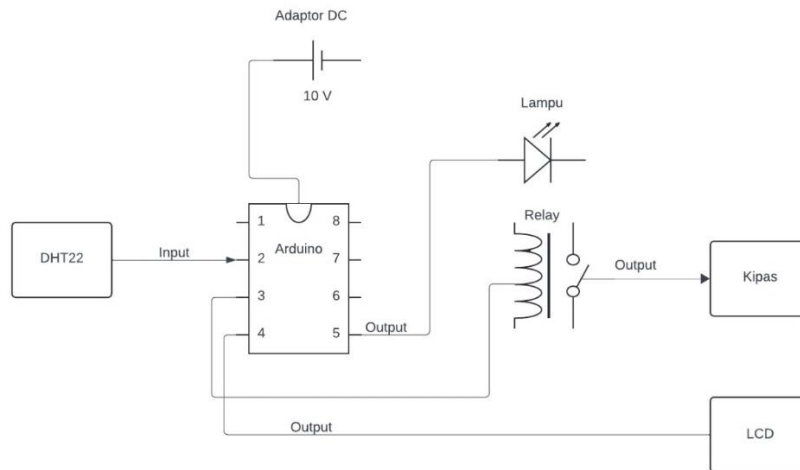
Alat dan Bahan

1. Mikrokontroler Arduino Uno
2. Sensor DHT22 merupakan sensor yang berfungsi untuk mengirim data suhu dan kelembaban ke arduino
3. Servo merupakan sensor yang berfungsi untuk mengubah sinyal kendali pengontrol menjadi perpindahan sudut putar
4. Komponen elektronik tambahan (relay, kabel jumper)
5. Power supply
6. Perangkat lunak Arduino IDE
7. Komputer untuk pemrograman dan pemantauan sistem

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil perancangan sistem kami ini, merupakan hasil dan pembahasan kami sebelum kami membuat sistem ini, seperti blok diagram, flowchart sistem, desain sirkuit, dan tabel pin, serta pengkodean untuk membuat program ini berjalan sebagaimana mestinya akan dijelaskan dibawah ini:

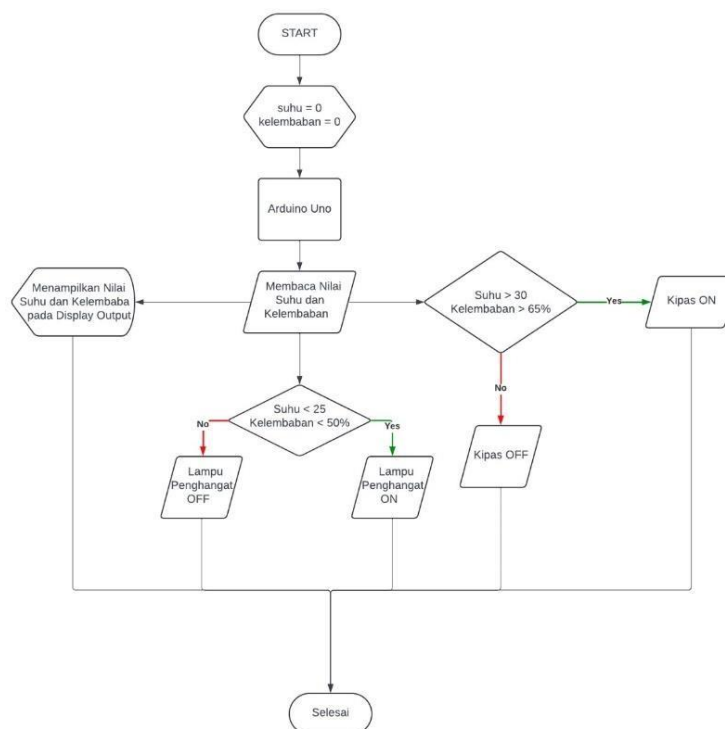
Blok Diagram



Gambar 1. Blok Diagram System

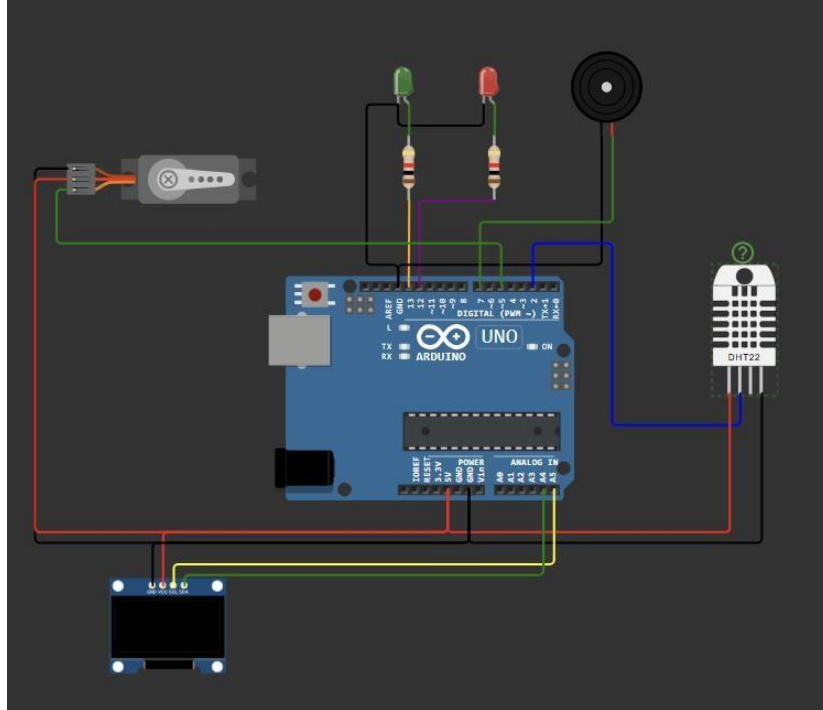
Flowchart Sistem

Flowchart diawali dengan membaca nilai awal, dimulai dengan suhu bernilai nol (0) dan kelembaban bernilai nol (0), kemudian arduino membaca data suhu dan kelembaban. Pada bagian sebelah kiri setelah arduino membaca nilai suhu dan kelembaban selanjutnya akan menampilkan nilai dari dua sensor tersebut ke display output dan proses dihentikan. Selanjutnya pada bagian sebelah kanan, terdapat sebuah kondisi, yaitu jika nilai suhu diatas 30 dan nilai kelembaban diatas 65% maka kipas akan menyala, tetapi sebaliknya jika ke dua kondisi tersebut tidak terpenuhi, maka kipas akan mati dan proses dihentikan. Jika dilihat dari gambar flowchart terdapat sebuah kondissi dimana jika nilai suhu kurang dari 25 dan nilai kelembaban kurang dari 50% maka lampu penghangat menjadi on, sebaliknya jika ke dua kondisi tersebut tidak terpenuhi, maka lampu penghangat akan off dan proses dihentikan. Gambar flowchart dapat dilihat dibawah ini, pada gambar 2.



Gambar 2. Flowchart Sistem

Desain Sirkuit



Gambar 3. Desain Sirkuit System

Pengalamatan Pin

Tujuan dari pengalamatan pin pada *IOT* ini adalah untuk memudahkan identifikasi dan kontrol terhadap berbagai komponen elektronik yang terhubung dalam sebuah jaringan. Dengan pengalamatan yang jelas, dapat menentukan fungsi spesifik dari setiap pin, seperti input atau output, dan memprogram perangkat dengan lebih efisien, berikut tabel pengalamatan pin dari setiap sensor dan alat yang digunakan, sebagai berikut :

Tabel 1.1 Sensor DHT22

DHT22	Arduino
VCC	5V
SDA	D2
NC	
DGND	GND

Tabel 1.2 Servo

SERVO	Arduino
PWM	D5
V+	5V
DGND	GND

Tabel 1. 3 Led

LED	RESISTOR
C	GND
A	RESISTOR UJUNG A

Tabel 1. 4Resistor 1

RESISTOR	Arduino
UJUNG B	D13

Tabel 1.5 Resistor 2

RESISTOR	Arduino
UJUNG B	D12

Tabel 1.6 Buzzer

BUZZER	Arduino
BZR 1	GND
BZR 2	D7

Tabel 1.7 Lcd

LCD	Arduino
GND	GND
VCC	5V
VCL	A5
SDA	A4

Setelah dilakukan pengalamatan pin sesuai pada tabel diatas, selanjutnya dilakukan pengkodean, tujuan dari pengkodean adalah untuk memungkinkan perangkat berkomunikasi dan berinteraksi satu sama lain serta dengan pengguna, secara otomatis dan biasanya melalui internet. Coding memungkinkan perangkat *IoT* untuk mengumpulkan, mengirim, dan memproses data, menjalankan tugas-tugas tertentu, membuat keputusan, dan merespons terhadap perubahan lingkungan atau input lainnya, gambar berikut ini merupakan baris kode:

```
1  #include <DHT.h>
2  #include <Adafruit_SSD1306.h>
3  #include <Adafruit_GFX.h>
4  #include <Fonts/FreeSerif9pt7b.h>
5  #include <Servo.h>
6
7
8  #define dht_pin 2
9  #define led_kipas 12
10 #define led_lampu 13
11 #define buzzer 7
12 #define SCREEN_WIDTH 128
13 #define SCREEN_HEIGHT 64
14 #define DHTTYPE DHT22
15 #define SERVOPIN 5
16 Servo myservo;
17 Adafruit_SSD1306 display(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT, &Wire, -1);
18 DHT dht(dht_pin, DHTTYPE);
19
20 void setup(){
21   Serial.begin(115200);
22   dht.begin();
23   display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3c);
24   display.clearDisplay();
25   pinMode(buzzer, OUTPUT);
26   pinMode(led_lampu, OUTPUT);
27   pinMode(led_kipas, OUTPUT);
28   myservo.attach(SERVOPIN);
29 }
30
31 void loop() {
32   delay(2000);
33   display.setFont(&FreeSerif9pt7b);
34   display.clearDisplay();
```

Gambar 4. Baris Code dengan Bahasa C/C++

```
35   display.setTextSize(1);
36   display.setTextColor(WHITE);
37   display.setCursor(0, 40);
38
39   float h = dht.readHumidity();
40   float suhu = dht.readTemperature();
41   float f = dht.readTemperature(true);
42
43   if (isnan(h) || isnan(suhu) || isnan(f)) {
44     return;
45   }
46
47   float hif = dht.computeHeatIndex(f,h);
48   float hic = dht.computeHeatIndex(suhu,h, false);
49
50   if (suhu <29) {
51     digitalWrite(led_lampu, HIGH);
52     digitalWrite(led_kipas, LOW);
53     display.println("SUHU RENDAH");
54     display.display();
55     tone(buzzer, LOW);
56     myservo.write(90);
57   }
58
59   else if (suhu <=35 and suhu >=29){
60     display.println("SUHU CUKUP");
61     digitalWrite(led_kipas, LOW);
62     digitalWrite(led_lampu, LOW);
63     display.display();
64     myservo.write(0);
65   }
66 }
```

Gambar 5. Baris Code dengan Bahasa C/C++


```
67 else if (suhu >35){
68     digitalWrite(led_kipas, HIGH);
69     digitalWrite(led_lampu, LOW);
70     display.println("SUHU PANAS");
71     display.display();
72     tone(buzzer, 1000);
73     delay(100);
74     tone(buzzer, 500);
75     delay(100);
76     myservo.write(0);
77     delay(1000);
78     myservo.write(180);
79     delay(1000);
80     myservo.write(0);
81     delay(1000);
82 }
83
84
85 else {
86     digitalWrite(led_kipas, LOW);
87     digitalWrite(led_lampu, LOW);
88     display.println(" ");
89     display.display();
90     tone(buzzer, 0);
91 }
92 }
```

Gambar 6. Baris Code dengan Bahasa C/C++

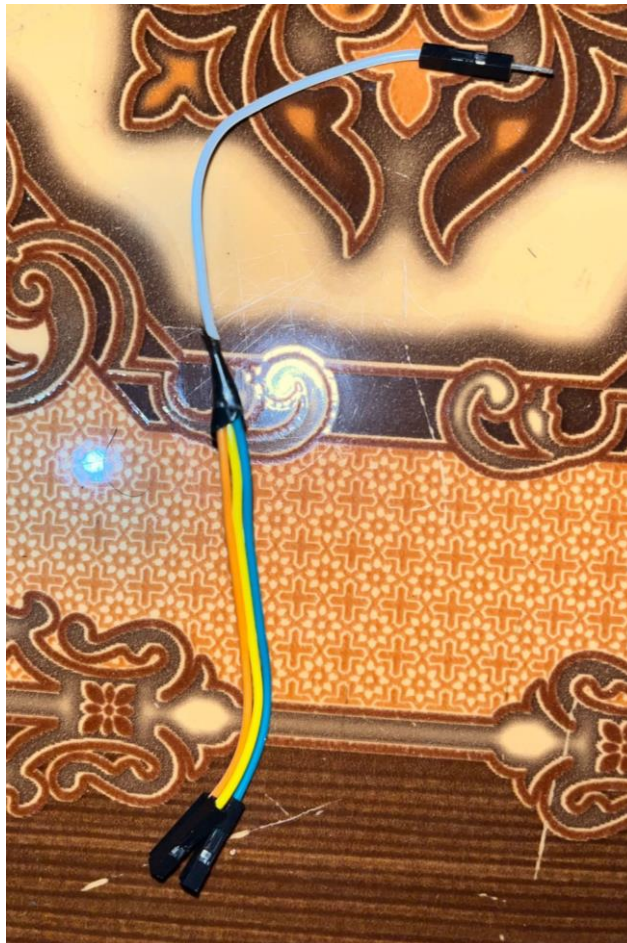
Foto Alat dan Sensor yang Digunakan



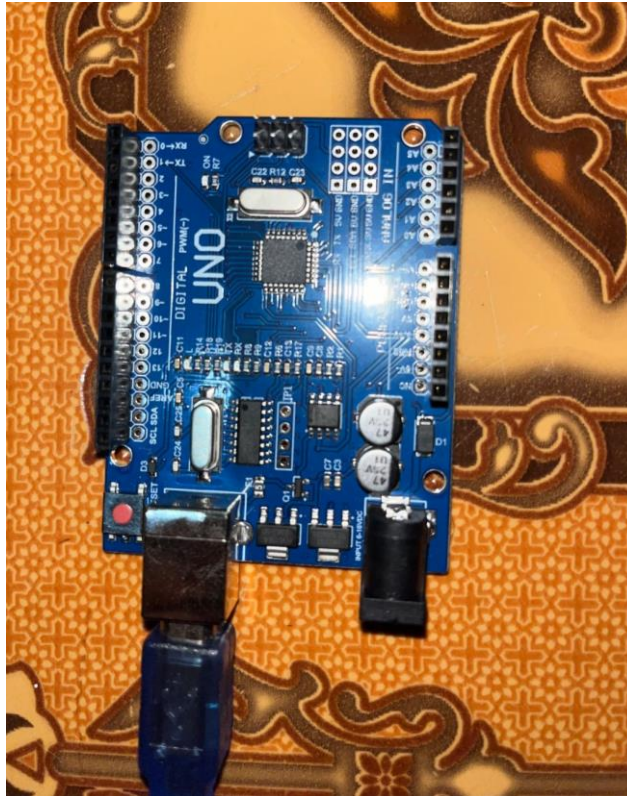
Gambar 7. Sensor DHT22



Gambar 8. Motor Servo



Gambar 9. Kabel Jumper



Gambar 10. Papan Arduino Uno



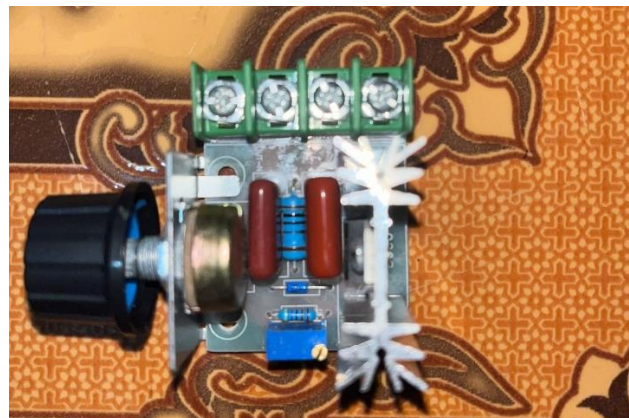
Gambar 11. Kipas Mini



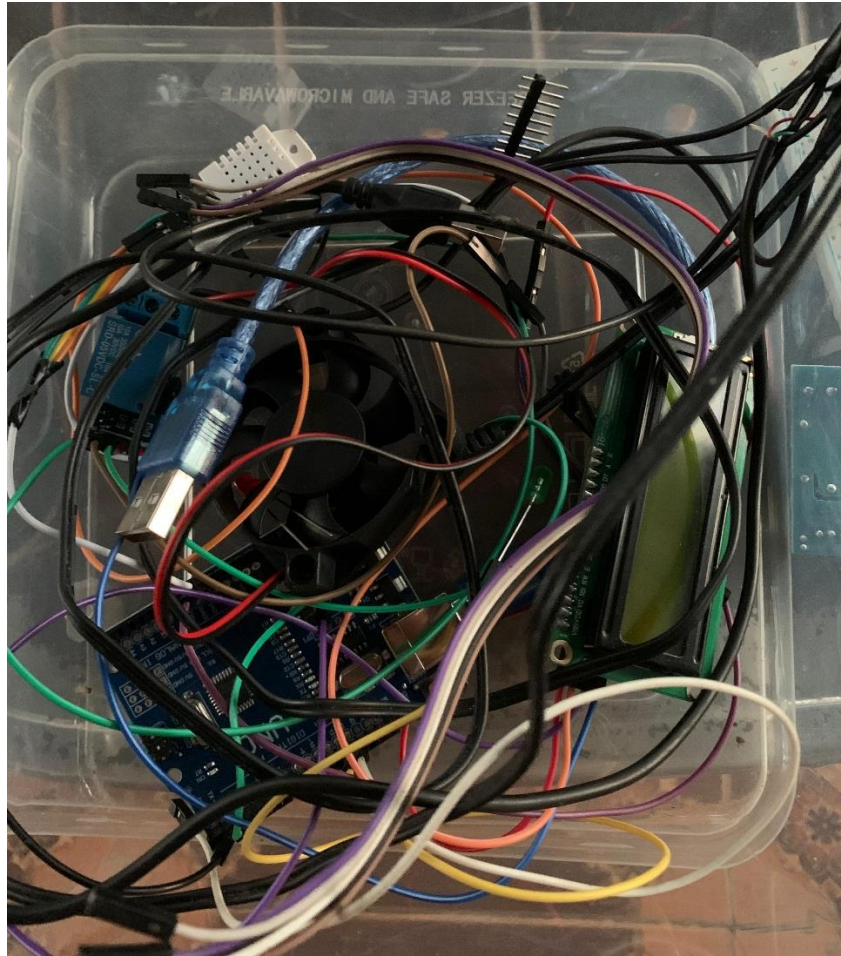
Gambar 12. Lcd I2C



Gambar 13. Relay



Gambar 14. Potensiometer



Gambar 15. Hasil akhir dari seluruh rangkaian

Pertanyaan Kuesioner

Bagian ini merupakan bagian beberapa pertanyaan yang diajukan kepada pemilik usaha tempe, dalam studi kasus ini pemilik tempe bernama Bp. Warsito dengan nama usaha Tempe Warsito yang bertempat tinggal di Desa Purbowangi RT 02 RW 05, Dukuh Legok Lor, Kecamatan Buayan, Kabupaten Kebumen. Berikut daftar pertanyaan serta jawaban dari responden :

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Jenis Produk yang Dihasilkan:	Tempe
2	Seberapa sering Anda memproduksi tempe dalam seminggu?	Setiap Hari
3	Berapa banyak tempe yang Anda produksi setiap kali?	50-100 kg
4	Apakah Anda pernah menghadapi masalah dalam proses fermentasi tempe?	Ya
5	Jika ya, masalah apa yang paling sering Anda temui?	Penjamuran terkadang tidak maksimal jika kondisi suhu rendah / sering hujan
6	Apakah Anda sudah menggunakan sistem otomatisasi suhu dalam proses fermentasi tempe?	Tidak
7	Jika ya, sejak kapan Anda mulai menggunakan sistem tersebut?	
8	Apa alasan utama Anda menggunakan sistem otomatisasi suhu?	
9	Bagaimana sistem otomatisasi suhu mempengaruhi proses fermentasi tempe Anda?	

10	Apakah Anda mengalami peningkatan kualitas tempe setelah menggunakan sistem otomatisasi suhu?	
11	Apakah ada penurunan dalam jumlah kegagalan fermentasi setelah menggunakan sistem otomatisasi suhu?	
12	Seberapa puas Anda dengan sistem otomatisasi suhu yang digunakan?	
13	Apakah sistem otomatisasi suhu membantu meningkatkan efisiensi produksi tempe?	Tidak yakin
14	Apakah Anda melihat adanya peningkatan dalam jumlah produksi tempe setelah menggunakan sistem otomatisasi suhu?	Tidak yakin
15	Apakah sistem otomatisasi suhu membantu mengurangi biaya produksi?	Tidak yakin
16	Apakah Anda berencana untuk terus menggunakan dan mengembangkan sistem otomatisasi suhu di masa mendatang?	Tidak yakin
17	Apakah ada saran atau masukan untuk pengembangan lebih lanjut sistem otomatisasi suhu?	
18	Apakah ada teknologi lain yang menurut Anda bisa membantu meningkatkan produksi tempe di UMKM Anda?	Lebih kepada modernisasi alat alat yang digunakan. sehingga owner lebih fokus ke sisi bisnisnya.

KESIMPULAN

Metode penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan sistem otomatisasi pengatur suhu yang efektif dan efisien untuk mendukung proses fermentasi tempe. Dengan langkah-langkah yang sistematis, mulai dari perancangan hingga evaluasi kinerja, penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan solusi teknologi yang praktis dan dapat diimplementasikan dalam skala industri kecil hingga menengah.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem otomatisasi yang diimplementasikan efektif dalam menjaga stabilitas suhu ruangan, yang merupakan faktor krusial untuk keberhasilan proses fermentasi tempe. Penggunaan mikrokontroler Arduino Uno sebagai otak sistem, bersama dengan sensor DHT22 yang akurat dalam pengukuran suhu dan kelembaban, memberikan respons yang cepat dan tepat terhadap perubahan kondisi lingkungan.

Dalam konteks aplikasi industri, penggunaan teknologi otomatisasi seperti ini tidak hanya meningkatkan kualitas produk tempe dengan memastikan kondisi fermentasi yang optimal, tetapi juga mengurangi intervensi manual dan potensial untuk mengurangi biaya operasional jangka panjang. Implementasi teknologi ini juga menggambarkan potensi untuk meningkatkan efisiensi energi melalui pengaturan suhu yang lebih terkontrol dan efisien.

Secara keseluruhan, pengembangan sistem otomatisasi pengatur suhu ruangan untuk fermentasi tempe menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dan sensor DHT22 menunjukkan manfaat signifikan dalam meningkatkan konsistensi dan efisiensi proses produksi tempe secara teknis, serta berpotensi menghadirkan inovasi dalam industri makanan berbasis lokal dengan penerapan teknologi yang relevan dan berkelanjutan.