

Rancang Bangun Sistem Pengendalian Suhu Pada Ruang Produksi Roti Menggunakan Metode Fuzzy Logic Berbasis Mikrokontroler

Nursarina Siagian¹, Afdal Alhafiz², Yopi Hendro Syahputra³

¹ Sistem Komputer, STMIK Triguna Dharma

^{2,3} Sistem informasi, STMIK Triguna Dharma

Email: ¹nursarinasiagiannursarina@gmail.com, ²afdal.alhafiz@gmail.com, ³yopihendro@gmail.com.

Email Penulis Korespondensi: nursarinasiagiannursarina@gmail.com

Abstrak

Produksi roti sangat bergantung pada kestabilan suhu dan kelembapan untuk menghasilkan produk yang berkualitas. Suhu yang terlalu rendah akan memperlambat fermentasi ragi, sedangkan suhu yang terlalu tinggi dapat merusakinya. Begitu pula kelembapan yang tidak sesuai akan memengaruhi tekstur dan elastisitas adonan. Untuk mengatasi hal tersebut, penelitian ini merancang sistem pengendalian suhu dan kelembapan secara otomatis menggunakan metode Fuzzy Logic berbasis mikrokontroler Arduino Uno. Sistem ini menggunakan sensor DHT11 untuk membaca suhu dan kelembapan ruangan. Data yang diperoleh diproses melalui algoritma fuzzy yang mengkategorikan input menjadi kondisi seperti “dingin”, “normal”, dan “panas”. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menjaga suhu dalam rentang 27°C–45°C dan kelembapan antara 70%–90. Berdasarkan hasil inferensi, sistem akan mengaktifkan aktuator berupa kipas DC (pelan, sedang, cepat) dan heater (lampu pijar) akan menunjukkan respon menyala atau padam agar tetap menjaga suhu dalam rentang optimal. Output pengendalian ditampilkan secara real-time melalui LCD 16x2, sehingga operator dapat memantau kondisi suhu dan kelembapan pada ruang produksi roti secara langsung.

Kata Kunci Fuzzy Logic, Arduino Uno, Suhu, Kelembapan, Produksi Roti

Abstract

Bread production relies heavily on temperature and humidity stability to produce a quality product. Too low a temperature will slow down yeast fermentation, while too high a temperature can damage it. Similarly, inappropriate humidity will affect the texture and elasticity of the dough. To overcome this problem, this research designs an automatic temperature and humidity control system using the Fuzzy Logic method based on the Arduino Uno microcontroller. This system uses a DHT11 sensor to read the room temperature and humidity. The data obtained is processed through a fuzzy algorithm that categorizes the input into conditions such as “cold”, “normal”, and “hot”. The test results show that the system is able to maintain the temperature within the range of 27°C–45°C and humidity between 70%–90. Based on the inference results, the system will activate the actuator in the form of a DC fan (slow, medium, fast) and the heater (incandescent lamp) will show the response of turning on or off in order to keep the temperature within the optimal range. The control output is displayed in real-time through a 16x2 LCD, so that the operator can monitor the temperature and humidity conditions in the bread production room directly.

Keywords Fuzzy Logic, Arduino Uno, Temperature, Humidity, Bread Production

1. PENDAHULUAN

Dalam industri pangan, terutama pembuatan roti, kualitas produk akhir sangat dipengaruhi oleh suhu dan kelembapan. Kontrol yang tepat terhadap kedua parameter ini sangat penting untuk menghasilkan roti yang berkualitas, konsisten, dan aman untuk dikonsumsi.

Suhu memainkan peran kunci dalam setiap tahap pembuatan roti, mulai dari fermentasi hingga pemanggangan. Pada tahap fermentasi, ragi yang menjadi agen pengembang utama memerlukan suhu optimal untuk berfungsi dengan baik. Suhu ideal untuk fermentasi berkisar antara 27°C hingga 45°C [1]. Pada suhu ini, ragi akan aktif dan memproduksi gas karbon dioksida, yang membuat adonan mengembang. Suhu yang terlalu rendah akan memperlambat aktivitas ragi, menyebabkan adonan kurang mengembang dan menghasilkan roti yang padat. Sebaliknya, suhu yang terlalu tinggi dapat membunuh ragi, menyebabkan kegagalan dalam proses fermentasi.

Kelembapan merupakan faktor vital lainnya dalam pembuatan roti. Kelembapan yang tepat diperlukan untuk menjaga elastisitas dan kekenyalan adonan. Kelembapan yang terlalu rendah dapat membuat adonan menjadi kering dan sulit dibentuk, sedangkan kelembapan yang berlebihan dapat mengakibatkan adonan lengket dan sulit untuk diolah. Kelembapan yang ideal untuk adonan biasanya berkisar antara 70% hingga 90%.

Untuk mencapai hal tersebut pengaturan suhu ruangan dapat dilakukan dengan cara manual maupun otomatis menggunakan mikrokontroler. Pengaturan suhu dan kelembapan memerlukan beberapa perangkat yang terdiri dari sensor DHT11, Heater, Kontroler dan Arduino. Penelitian ini sebelumnya sudah pernah diteliti oleh Khozainuz Zuhri [2]. Penelitian ini berfokus pada perancangan dan implementasi sistem monitoring suhu dan kelembapan di ruang penyimpanan roti. Sistem tersebut menggunakan teknologi Internet of Things (IoT) untuk memungkinkan pemantauan suhu dan kelembapan secara real-time melalui perangkat berbasis web dan aplikasi Android.

Penelitian saat ini mengembangkan sistem untuk mengendalikan suhu serta kelembapan ruang fermentasi roti yang lebih baik dibandingkan dengan penelitian terdahulu. Berbeda dengan penelitian terdahulu yang hanya berfokus pada

monitoring, penelitian ini menambahkan kemampuan pengendalian aktif dengan integrasi aktuator, seperti kipas dan pemanas, yang dikendalikan secara real-time.

Metode yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan metode *fuzzy Logic*. *Fuzzy Logic* merupakan pendekatan matematika dengan bantuan komputer untuk membuat model dalam pengambilan keputusan berdasarkan masukan atau input yang tidak pasti atau samar. Implikasinya mampu memberikan keputusan yang tepat sesuai kondisi yang samar tersebut. Penggunaan sistem kontrol berbasis *fuzzy Logic* dalam Produksi Roti menjadi sangat relevan dan penting[3]. *Fuzzy Logic* memungkinkan pengendalian suhu yang lebih adaptif, intuitif, dan dapat menyesuaikan sehingga dapat meningkatkan kualitas produk, efisiensi proses, dan mengurangi risiko kerusakan produk.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem pengendalian suhu dan kelembapan pada ruang produksi roti berbasis mikrokontroler. Tujuan spesifik dari penelitian ini mencakup pengembangan sistem kontrol otomatis yang dapat secara efisien memantau dan mengontrol suhu serta kelembapan di ruang produksi roti, sehingga memastikan kondisi optimal selama proses pembuatan. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas produk dengan menyusun prosedur dan algoritma yang menjamin suhu dan kelembapan tetap dalam rentang ideal, sehingga menghasilkan roti dengan kualitas yang konsisten dalam tekstur, rasa, dan aroma.

Penelitian saat ini mengembangkan sistem untuk mengendalikan suhu serta kelembapan ruang fermentasi roti yang lebih baik dibandingkan dengan penelitian terdahulu. Berbeda dengan penelitian terdahulu yang hanya berfokus pada monitoring, penelitian ini menambahkan kemampuan pengendalian aktif dengan integrasi aktuator, seperti kipas dan pemanas, yang dikendalikan secara real-time.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian atau kerangka kerja dari penelitian yang dilakukan sesuai pada gambar 1 berikut :



Gambar 1. Karangka kerja

Berdasarkan gambar 1 diatas maka dapat diuraikan langkah – langkah kerangka kerja penelitian sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi Masalah.
Memahami kendala utama dalam pengendalian suhu di ruang produksi roti serta merancang solusi menggunakan metode fuzzy berbasis mikrokontroler yang dapat meningkatkan efisiensi dan kualitas produksi..
2. Menganalisa Masalah.
Menguraikan permasalahan pengendalian perubahan suhu dan kelembapan yang fluktuatif sepanjang hari hari.
3. Mempelajari Literatur
Mencari referensi sebanyak mungkin yang digunakan sebagai penelitian ini, Literatur yang dipakai adalah jurnal tentang metode fuzzy, artikel, datasheet Arduino Uno, datasheet sensor DHT11, dan Heater dan Kipas DC.
4. Pengumpulan Data
Pengumpulan data mencakup kondisi suhu dan kelembapan ruangan produksi roti seperti dingin, hangat, panas, pada kondisi kelembapan, kering, lembab, sangat lembab, yang didapat berdasarkan dari kondisi yang ada.
5. Mendesain Sistem.
Mendesain sistem yang dirancang dalam bentuk 3D menggunakan sketchup dan proteus.
6. Implementasi Metode *Fuzzy Logic*
proses yang dilakukan dengan penerapan fuzzy logic sebagai penghubung antara sistem kendali untuk memaksimalkan data sensor yang diolah agar dapat memonitoring suhu dan kelembapan pada ruang produksi roti agar terjaga dengan baik dan dapat bekerja secara normal.
7. Pengujian Sistem.
Pengujian sistem perangkat keras memakai Arduino IDE dengan aplikasi lainnya yang terfokus pada Sensor suhu dan kelembapan .
8. Analisa Hasil
Hasil yang diperoleh dari pengujian kemudian dianalisa kembali agar hasil yang dituju lebih akurat dan sesuai dengan yang diharapkan. Keakuratan dalam mengukur suhu kelembapan.
9. Pengambilan Keputusan
Setelah pengujian dan analisis, langkah terakhir adalah menentukan apakah sistem dapat diimplementasikan. Hal ini melibatkan penentuan apakah sistem dapat bekerja sebagaimana mestinya.

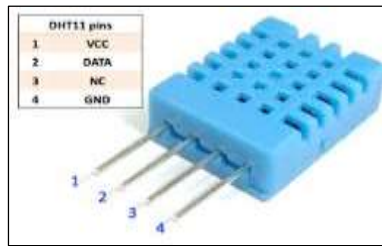
2.2 Metode Perancangan Sistem

Perancangan sistem merupakan salah satu unsur penting dalam penelitian. Perancangan sistem pada penelitian ini terdapat beberapa tahapan, diantaranya yaitu:

1. Perencanaan
Pada tahap ini dilakukan sebuah perencanaan bagaimana mempersiapkan semua kebutuhan baik *hardware* maupun *software*.
2. Analisa
Proses memahami sistem secara detail bagaimana menerapkan metode *fuzzy* sebagai pengujian dengan mengolah data sensor suhu dan alat dari modul sensor DHT11 yang diharapkan dapat memiliki keakuratan dalam mengontrol suhu pada ruang produksi roti secara maksimal sesuai dengan rancangan.
3. Desain
Menggunakan aplikasi proteus untuk merancang sistem kendali dan sketchup untuk mendesain tampilan 3 dimensi pada sistem.
4. Implementasi
Menerjemahkan desain menjadi prototipe nyata, dengan memprogram mikrokontroler dan menghubungkan komponen perangkat keras, serta membangun aplikasi IoT untuk pengendalian dan pemantauan sistem.
5. Pengujian
Setelah semua prosedur sebelumnya selesai dan berfungsi dengan baik, pengujian dilakukan dengan mengaktifkan sistem secara keseluruhan.
6. Perawatan
Melakukan pemantauan terhadap sistem secara berkala atau berjangka waktu, apakah sistem masih berjalan sesuai tujuan. Perawatan juga meliputi seluruh komponen pendukung sistem.

2.3 Sensor DHT11

Sensor DHT merupakan paket sensor yang berfungsi untuk mengukur suhu dan kelembapan udara sekaligus yang di dalamnya terdapat termistor tipe NTC (Negative Temperature Coefficient) untuk mengukur suhu, sebuah sensor kelembapan dengan karakteristik resistif terhadap perubahan kadar air di udara serta terdapat chip yang di dalamnya melakukan beberapa konversi analog ke digital dan mengeluarkan output dengan format single-wire bi-directional (kabel tunggal dua arah) [4].



Gambar 2. Sensor DHT11

2.4 Arduino Uno

Arduino Uno adalah papan mikrokontroler berbasis ATmega328P yang dirancang untuk memudahkan pengembangan proyek elektronika dan sistem kendali otomatis. Dalam sistem pengendalian suhu berbasis mikrokontroler untuk produksi roti, Arduino Uno berfungsi sebagai pusat pengolahan data dan pengendali utama. Keunggulannya yang berupa kemudahan penggunaan, harga terjangkau, dan komunitas yang luas menjadikan Arduino Uno sangat populer di berbagai aplikasi, termasuk di bidang otomasi industry [5].



Gambar 3 Arduino Uno

2.5 Fan DC

Fan DC (Direct Current Fan) adalah kipas yang menggunakan sumber arus searah (DC) untuk menghasilkan aliran udara. Fan DC biasanya digunakan dalam berbagai aplikasi yang memerlukan pendinginan atau sirkulasi udara, termasuk sistem elektronik, alat pendingin, dan sistem kendali suhu [6].



Gambar 4 Fan DC

2.6 Heater

Heater adalah perangkat yang dirancang untuk mengubah energi listrik menjadi panas melalui elemen pemanas. Elemen ini biasanya terbuat dari bahan dengan resistansi tinggi, seperti kawat nichrome, yang menghasilkan panas ketika dialiri arus listrik [7].



Gambar 5 Heater

2.7 Relay

Relay adalah saklar elektromekanis yang dikendalikan secara elektrik untuk membuka atau menutup sirkuit listrik. Komponen ini terdiri dari elektromagnet, kontak saklar, dan mekanisme penggerak yang bekerja ketika arus listrik kecil mengalir melalui kumparan elektromagnetnya [8].



Gambar 6 Relay

2.8 Fuzzy Logic

Fuzzy logic merupakan sebuah metode untuk berhitung menggunakan variabel kata kata (linguistic variabel) digunakan untuk mengganti berhitung dengan bilangan [9]. Fungsi metode ini dalam berbagai aplikasi adalah memberikan pendekatan yang fleksibel untuk menangani sistem atau data yang tidak pasti, ambigu, atau tidak memiliki batasan tegas. Dalam pemanfaatan *fuzzy logic*, ada menjadi keluaran melalui sistem inferensi fuzzy.

2.9 LCD (Liquid Cristal Display)

LCD (Liquid Crystal Display) adalah perangkat tampilan elektronik yang menggunakan teknologi kristal cair untuk menampilkan informasi berupa teks, angka, atau grafik. Salah satu jenis LCD yang umum digunakan adalah LCD 16x2, yang dapat menampilkan dua baris teks dengan masing-masing baris terdiri dari 16 karakter[10].



Gambar 7 LCD (Liquid Cristal Display)

2.10 Mosfet

Mosfet (Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor) adalah jenis transistor yang berfungsi sebagai sakelar elektronik atau penguat sinyal dalam rangkaian listrik. MOSFET memiliki tiga terminal utama, yaitu Gate (G), Drain (D), dan Source (S), yang bekerja dengan prinsip efek medan listrik untuk mengontrol aliran arus[11].



Gambar 8 Mosfet

2.11 Arduino IDE

Arduino IDE (Integrated Development Environment) adalah perangkat lunak yang digunakan untuk menulis, mengedit, dan mengunggah kode program ke mikrokontroler pada papan Arduino. Arduino IDE didasarkan pada C/C++ dengan tambahan pustaka yang mempermudah pengendalian perangkat keras seperti sensor dan aktuator[12].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Algoritma Sistem

Algoritma sistem adalah serangkaian langkah logis dan sistematis yang dirancang untuk mengolah data, membuat keputusan, dan mengontrol suatu sistem agar dapat beroperasi secara optimal dan efisien. Dalam sistem kendali, algoritma berfungsi untuk mengatur proses berdasarkan input yang diterima, sehingga menghasilkan output yang sesuai dengan tujuan yang diinginkan.

Untuk lebih jelas dengan keseluruhan sistem terkait tahapan-tahapan kerja sistem dapat dilihat pada blok diagram berikut :



Gambar 9. Algoritma Sistem

Adapun penjelasan dari algoritma sistem diatas adalah sebagai berikut:

1. **Inisialisasi Sistem**
Pada tahap ini, perangkat keras dan perangkat lunak dikonfigurasi agar dapat bekerja secara optimal. Mikrokontroler (Arduino R3) dihubungkan dengan sensor DHT11 sebagai alat pengukur suhu dan kelembapan, serta heater dan fan DC sebagai aktuator.
2. **Identifikasi Sensor**
Dalam sistem ini, sensor DHT11 berperan sebagai input utama untuk menentukan kapan heater atau fan harus diaktifkan.
3. **Proses Pengolahan Data Sensor**
Hasil dari pengolahan data ini digunakan dalam tahap berikutnya, yaitu implementasi metode fuzzy untuk menentukan aksi pengendalian suhu yang sesuai.
4. **Implementasi Metode Fuzzy**
Prosesnya dimulai dengan tahap fuzzifikasi, di mana data suhu yang diperoleh dikonversi menjadi variabel linguistik seperti "Dingin," "Normal," dan "Panas." Selanjutnya, pada tahap inferensi fuzzy, sistem menggunakan aturan fuzzy yang telah ditentukan untuk menentukan tindakan yang diperlukan. Misalnya, jika suhu terlalu rendah, maka heater akan diaktifkan, sedangkan jika suhu terlalu tinggi, fan DC akan dinyalakan.
5. **Proses Pengendalian Suhu Produksi Roti**
Tahap akhir dari sistem ini adalah pengendalian suhu secara otomatis berdasarkan hasil pemrosesan metode *fuzzy*. Sistem akan terus memantau suhu dan kelembapan ruangan, serta menyesuaikan kerja heater dan fan DC sesuai dengan kondisi yang terdeteksi.

3.2 Fuzzy Logic

Pada penelitian ini, digunakan beberapa variabel sebagai berikut

Tabel 1. Variabel Fuzzy

Fungsi	Nama Variabel	Himpunan Fuzzy	Semesta Pembicaraan (unit)	Domain
Input	Suhu	Dingin	[27..45]	[27..34]
		Normal		[30..42]
		Panas		[39..45]
	Kelembapan	Kering	[70..90]	[70..78]
		Lembab		[76..84]
		Sangat Lembab		[81..90]
Output	Kipas	Pelan	[50..250]	[50..110]
		Sedang		[100..175]
		Cepat		[155..250]

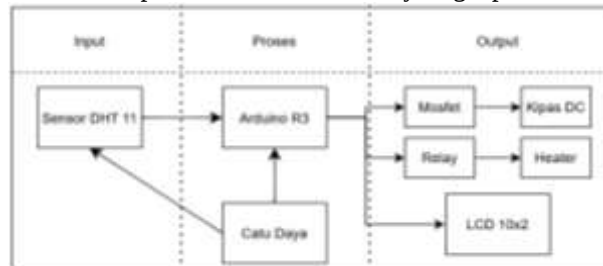
Dari Tabel diatas maka terdapat 9 aturan *fuzzy* yaitu:

- a. If (suhu is dingin) and (kelembaban kering) then (kipas pelan)
- b. If (suhu is normal) and (kelembaban kering) then (kipas sedang)
- c. If (suhu is panas) and (kelembaban kering) then (kipas cepat)

- d. If (suhu is dingin) and (kelembaban lembab) then (kipas pelan)
- e. If (suhu is normal) and (kelembaban lembab) then (kipas sedang)
- f. If (suhu is panas) and (kelembaban lembab) Then (kipas cepat)
- g. If (suhu is dingin) and (kelembaban sangat lembab) then (kipas sedang)
- h. If (suhu is normal) and (kelembaban sangat lembab) then (kipas sedang)
- i. if (suhu panas) and (kelembaban sangat lembab) then (kipas cepat)

3.3 Blok Diagram Sistem

Berikut ini adalah blok diagram sistem implementasi Metode Fuzzy Logic pada sistem

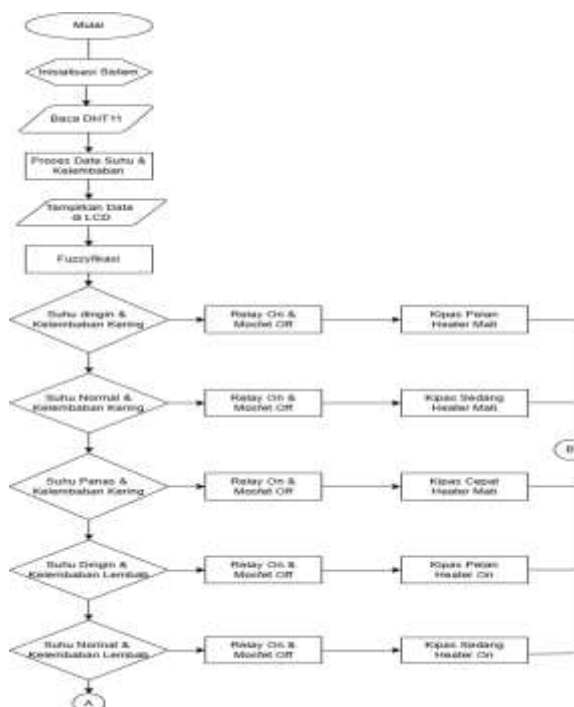


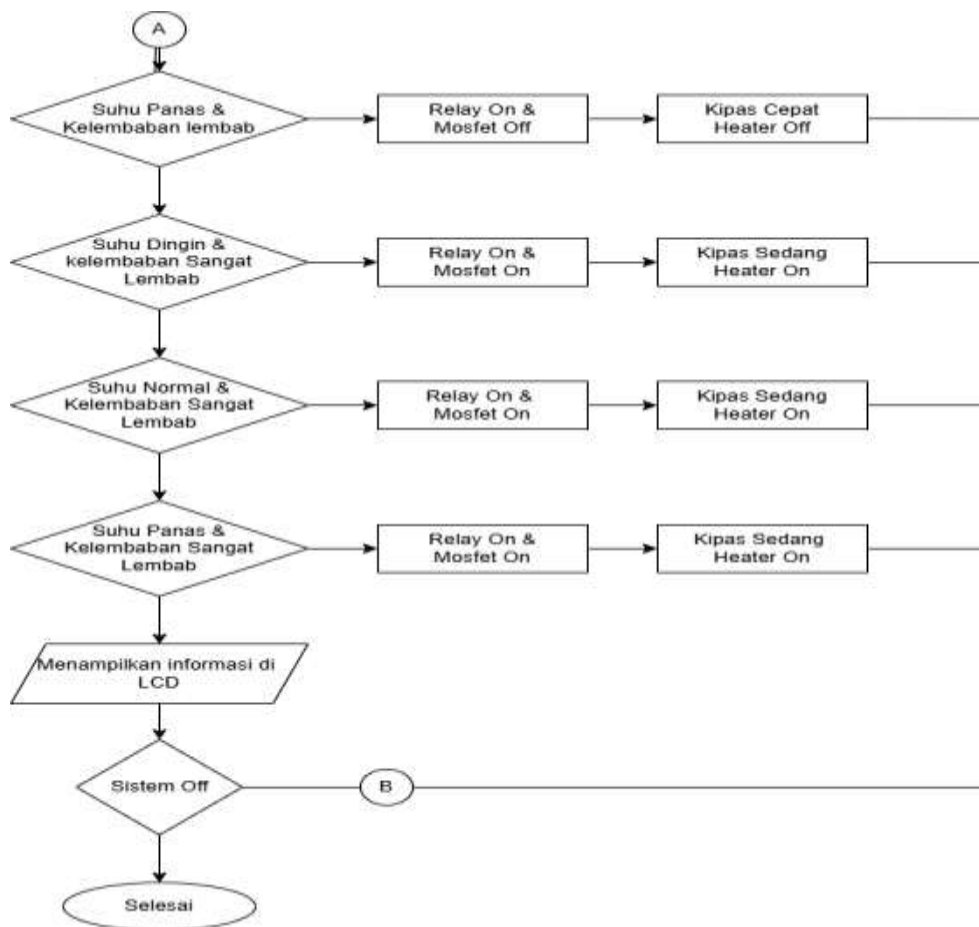
Gambar 10 Blok Diagram Sistem

1. Blok *Input*
Bertugas mengukur suhu dan kelembapan udara di dalam sistem. Data yang diperoleh akan dikirimkan ke Arduino R3 untuk diproses.
2. Blok *Proses*
Pada blok proses yaitu mikrokontroler Arduino R3 akan memproses input dari sensor untuk menghasilkan sebuah *output*, sedangkan catu daya Menyediakan energi listrik untuk sistem, termasuk Arduino R3 dan komponen lainnya.
3. Blok *Output*
 - a. Mosfet → Kipas DC: Arduino mengontrol kipas DC melalui MOSFET. Jika suhu terlalu tinggi, kipas akan diaktifkan untuk menurunkan suhu.
 - b. Relay → Heater: Arduino mengontrol pemanas (heater) melalui relay. Jika suhu terlalu rendah, relay akan mengaktifkan pemanas untuk meningkatkan suhu.
 - c. LCD 16x2: Digunakan untuk menampilkan informasi suhu dan kelembapan secara real-time.

3.4 Flowchart Sistem

Flowchart digunakan untuk memvisualisasikan urutan langkah-langkah dalam suatu sistem atau prosedur, sehingga memudahkan pemahaman, analisis, dan perbaikan proses. Adapun Flowchart yang digunakan seperti pada gambar berikut ini :





Gambar 11. Flowchart Sistem

3.5 Pengujian Kondisi Suhu dingin (27 - 33) dan lembab (78 – 84)

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan tissue basah untuk mencapai kelembaban dan solder untuk mencapai suhu sesuai dengan yang diinginkan. Berikut ini tampilan hasil pengujian suhu dingin dan lembab

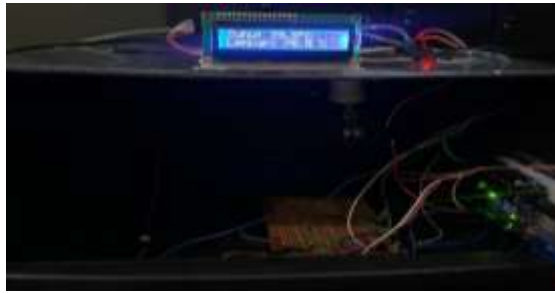


Gambar 12. Suhu dingin (27 - 33) dan lembab (78 – 84)

Pada gambar diatas sensor DHT11 mendeteksi suhu dan kelembapan, kemudian data tersebut ditampilkan secara real-time pada LCD. Ketika suhu sudah berada di dingin dan kelembabannya berada di lembab maka sistem secara otomatis mengaktifkan kipas sedang dan lampu menyala.

3.6 Kondisi Suhu Panas (27 - 33) dan Kering (70 - 78)

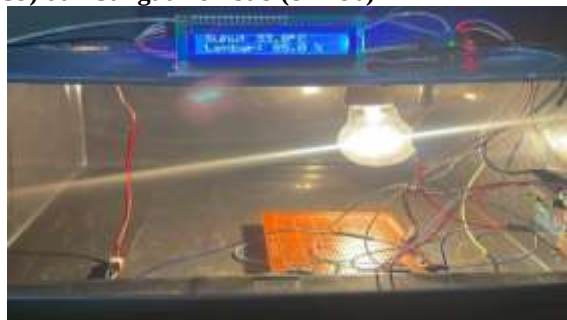
Berikut ini hasil pengujian kondisi suhu Panas dan Kering :



Gambar 13. Suhu Panas (27 - 33) dan Kering (70 - 78)

Sensor DHT11 mendeteksi suhu dan kelembapan, kemudian data tersebut ditampilkan secara real-time pada LCD. Ketika suhu sudah berada di panas dan kelembabannya berada di kering maka sistem secara otomatis mengaktifkan kipas Cepat dan lampu padam.

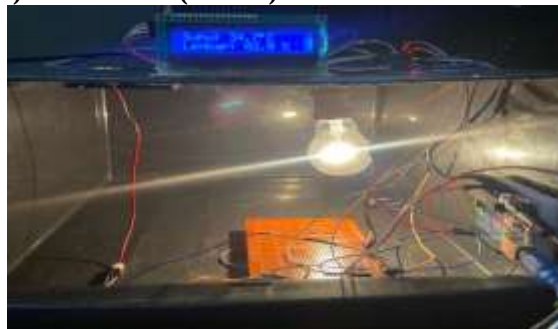
3.7 Kondisi Suhu Normal (33- 39) dan Sangat Lembab (84 - 90)



Gambar 14. Suhu Normal (33- 39) dan Sangat Lembab (84 - 90)

Ketika suhu sudah berada di normal dan kelembabannya berada di sangat lembab maka sistem secara otomatis mengaktifkan kipas sedang dan lampu menyala.

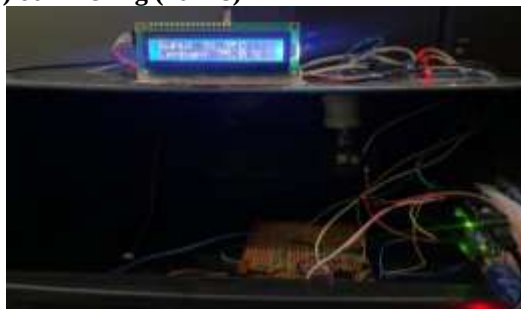
3.8 Kondisi Suhu Panas (39 - 45) dan Lembab (78 – 84)



Gambar 15. Suhu Panas (39 - 45) dan Lembab (78 – 84)

Ketika suhu sudah berada di panas dan kelembabannya berada di lembab maka sistem secara otomatis mengaktifkan kipas cepat dan lampu menyala.

3.9 Kondisi Suhu Dingin (27 - 33) dan Kering (70 -78)



Gambar 16. Suhu Dingin (27 - 33) dan Kering (70 -78)

Ketika suhu sudah berada di dingin dan kelembabannya berada di kering maka sistem secara otomatis mengaktifkan kipas pelan dan lampu padam.

3.8 Tabel Pengujian

Berikut ini adalah hasil dari tabel pengujian sistem :

Tabel 2. Hasil Pengujian

Kondisi	Suhu	Kelembaban	Hasil Kipas	Hasil Lampu
Inference Rule 1	Dingin (27 - 33)	Kering (70 -78)	Kipas Pelan (80)	Lampu Padam (High)
Inference Rule 2	Normal (33 - 39)	Kering (70 -78)	Kipas Sedang (137)	Lampu Padam (High)
Inference Rule 3	Panas (39 - 45)	Kering (70 -78)	Kipas Cepat (202)	Lampu Padam (High)
Inference Rule 4	Dingin (27 - 33)	Lembab (78 – 84)	Kipas Pelan (80)	Lampu Nyala (Low)
Inference Rule 5	Normal (33 - 39)	Lembab (78 – 84)	Kipas Sedang (137)	Lampu Nyala (low)
Inference Rule 6	Panas (39 - 45)	Lembab (78 – 84)	Kipas Cepat (202)	Lampu Nyala (low)
Inference Rule 7	Dingin (27 - 33)	Sangat Lembab (84 – 90)	Kipas Sedang (137)	Lampu Nyala (low)
Inference Rule 8	Normal (33 - 39)	Sangat Lembab (84 – 90)	Kipas Sedang (137)	Lampu Nyala(low)
Inference Rule 9	Panas (39 - 45)	Sangat Lembab (84 – 90)	Kipas sedang (137)	Lampu Nyala (low)

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang sudah dibuat pengendalian suhu pada ruang produksi roti menggunakan metode *fuzzy Logic* berbasis mikrokontroller, hasil yang didapatkan yaitu Arduino Uno berhasil menjalankan seluruh komponen yang terhubung pada sistem dengan program yang telah diatur dengan baik. penerapan *fuzzy logic yang telah di implementasikan* atau telah diuji mendeteksi suhu dan kelembaban pada ruang produksi roti bahwasanya metode sudah cukup baik dalam menjalankannya.

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan anugerah perkenaanannya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul Rancang Bangun Sistem Pengendalian Suhu Pada Ruang Produksi Roti Menggunakan Metode Fuzzy logic Berbasis Mikrokontroller. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) di Sistem Komputer di kampus STMIK TRIGUNA DHARMA.

Dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari sempurna. Keterbatasan pengetahuan, waktu, dan pengalaman tentu menjadi tantangan tersendiri dalam menyelesaikan karya ini. Namun demikian, segala upaya dan kemampuan telah dicurahkan untuk menghasilkan skripsi ini sebaik mungkin.

Dengan segala kerendahan hati menyampaikan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu, membimbing, dan memberikan arahan, antara lain:

1. Bapak Puji Sari Ramadhan, S.Kom., M.Kom selaku Ketua STMIK Triguna Dharma Medan.
2. Bapak Mhd.Gilang Suryanata, S.Kom, M.Kom selaku Wakil Ketua I (WAKA I) Bidang Akademik STMIK Triguna Dharma Medan.
3. Bapak Feri Setiawan, S.Kom, M.Kom selaku Ketua Program Studi S1 Sistem Komputer STMIK Triguna Dharma Medan.
4. Bapak Afdal Alhafiz, S.Kom.,M.Kom selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan waktu, bimbingan, arahan, serta masukan yang sangat berharga selama proses penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Yopi Hendro Syahputra, S.T., M.kom selaku Dosen Pembimbing II yang juga telah dengan sabar membimbing dan memberikan saran demi kesempurnaan skripsi ini.
6. Bapak/Ibu Dosen STMIK Triguna Dharma Medan yang telah membagikan ilmu dan pengajaran selama masa perkuliahan.
7. Kepada kedua orang tua saya yang telah memberikan doa, dukungan, cinta dan pengorbanan yang tak ternilai. Terimakasih atas segala nasehat dan kasih sayang yang tiada hentinya diberikan kepada saya. Terimakasih buat perjuangan yang sangat tangguh meskipun tidak pernah duduk dibangku kuliah namun mereka berhasil membuat anak terakhirnya menempuh pendidikan sampai sarjana.
8. Kepada abang dan kakak saya, Nico Arif swandy Siagian, Renaldo Siagian dan Iyusriyanti Siagian. Saya ucapkan terima kasih telah membantu, memberikan dukungan dan doa yang luar biasa.

9. Kepada Chornelius Aneba Moza Ikratama yang selalu menemani, mendengarkan keluh kesah saya serta memberikan, dukungan, semangat dan bantuan kepada saya selama ini. Saya berharap kita tetap bertumbuh dan sukses bersama dengan apa yang kita impikan.
10. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada rekan-rekan seperjuangan dan sahabat-sahabat yang telah memberikan semangat, bantuan, serta menjadi tempat bertukar pikiran selama proses pengerjaan skripsi ini. Terakhir, kepada diri saya sendiri, Nursarina Siagian. Terima kasih sudah tetap kuat dan bertahan sampai sejauh ini. Terima kasih sudah melibatkan Tuhan Yesus Kristus dalam setiap perjalananmu

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Z. Akbar, S. W. Sidehabi, T. Aulani, O. S. Permesinan, and P. Ati Makassar, "Temperature and Humidity Monitoring System on Bread Proofer Using Arduino IoT Cloud," 2023.
- [2] S. Monitoring Suhu dan Kelembapan Pada Ruang Penyimpanan Roti Berbasis IOT Khozainuz Zuhri, A. Ihkwan, F. Fahurian, and K. Zuhri, "Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan Pada Ruang Penyimpanan Roti Berbasis Internet Of Thing (IOT)," 2021.
- [3] Z. A. Shah, H. F. Sindi, A. Ul-Haq, and M. A. Ali, "Fuzzy Logic-Based Direct Load Control Scheme for Air Conditioning Load to Reduce Energy Consumption," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 117413–117427, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3005054.
- [4] MUSBIKHIN, "Apa itu sensor DHT11 dan DHT22 serta perbedaannya," mushibikin.com.
- [5] I. P, "Pengertian Arduino Uno Mikrokontroler Atmega328," 2015.
- [6] T. Adzdziqri, Rozzaq, Y. Pranoto, Agus, and D. Rudhistiar, "Pengatur Suhu Dan Kelembaban Otomatis Pada Budidaya Jamur Tiram Berbasis Internetof Things(Iot)," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 5, no. 1, 2021.
- [7] R. Ramdani, S. P. Sutisna, and E. Sutoyo, "RANCANG BANGUN PROTOTIPE KONTROL SUHU DAN KIPAS PADA BOX DRYER PENGERINGAN BIJI JAGUNG BERBASIS ARDUINO UNO AT328," *J. ALMIKANIK*, vol. 2, no. 2, 2020.
- [8] T. R. Adzdziqri, Y. A. Pranoto, and D. Rudhistiar, "IMPLEMENTASI IOT (INTERNET OF THINGS) PADA RUMAH BUDIDAYA JAMUR TIRAM PUTIH," 2021.
- [9] Tiya Adita Oktavia, "Rancang Bangun Alat Pengering Pakaian Menggunakan Metode Fuzzy Logic," *Electrician*, vol. 16, no. 3, 2022, doi: 10.23960/elc.v16n3.2385.
- [10] "EFEKTIVITAS PENGGUNAAN METODE DISKUSI DENGAN LCD (LIQUID CRYSTAL DISPLAY) SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARANNYA PADA PEMBELAJARAN SEJARAH KEBUDAYAAN ISLAM KELAS VII DI MTs MUHAMMADIYAH SUKARAME Skripsi."
- [11] D. P. Mulyono, "MODIFIKASI RANGKAIAN MEKANIK BOOTSTRAP UNTUK MENINGKATKAN KINERJA GATE DRIVER MOSFET TUGAS AKHIR Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Elektro," 1352.
- [12] Suparyanto dan Rosad, "Arduino IDE," *Electrices*, vol. 5, no. 3, 2020.