

IMPLEMENTASI FUZZY MAMDANI PADA SISTEM AUTOMASI DAN MONITORING AYAM BROILER BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)

Nur Aeni Fahila, Suryo Adi Wibowo, Franciscus Xaverius Ariwibisono

Teknik Informatika, Institut Teknologi Nasional Malang

Jalan Raya Karanglo km 2 Malang, Indonesia

2018102@scholar.itn.ac.id

ABSTRAK

Ayam broiler adalah jenis unggas superior yang memenuhi kebutuhan protein hewani masyarakat. Keunggulan ayam Broiler ini dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan, termasuk aspek-aspek seperti pola makan, suhu lingkungan, dan perawatan. mengimplementasikan sistem automasi dan monitoring secara *real-time* pada ayam broiler dapat meningkatkan efisiensi dalam pemeliharaan ayam broiler. Memastikan kondisi yang baik bagi ayam sehingga meningkatkan kesejahteraan ayam, mengurangi stress, memastikan bahwa ayam memiliki kondisi hidup dan nyaman agar bisa menghasilkan daging ayam yang lebih berkualitas. Metode Fuzzy mamdani untuk menentukan output dari heater. Apabila sistem mengidentifikasi suhu dingin (0°C - 25°C) dan kelembapan kering (0% - 65%) maka heater nyala, apabila suhu normal (25°C - 30°C) dan kelembapan lembab (61%-70%) maka heater nyala dan apabila suhu panas (32°C - 40°C) dan kelembapan basah (71% - 100%) maka heater mati. Hasil pengujian yang diperoleh adalah sensor DHT11 menunjukkan tingkat rata-rata 95.85% dengan rata-rata error 3.49% untuk mendekteksi suhu dan nilai akurat 82.528% dengan rata-rata error 17.47% untuk mendeksi kelembapan.

Kata kunci : Fuzzy mamdani, Sistem Automasi, Monitoring, Ayam Broiler, Internet of Things

1. PENDAHULUAN

Ayam Broiler adalah jenis unggas superior yang memenuhi kebutuhan protein hewani masyarakat. Kualitas ayam ini dapat dilihat dari pertumbuhan yang cepat, bulu berwarna putih, tanpa keberadaan warna gelap pada karkas, serta kesesuaian ukuran tubuh. Keunggulan ayam Broiler ini dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan, termasuk aspek-aspek seperti pola makan, suhu lingkungan, dan perawatan. Pemeliharaan yang baik dan benar bagi ayam Broiler menjadi sangat penting, karena kesalahan kecil pun dapat berdampak fatal pada pertumbuhan mereka. Pemeliharaan melibatkan upaya tata kelola peternakan secara menyeluruh untuk mencapai hasil optimal[1].

Pemanasan global yang mengakibatkan fluktuasi cuaca ekstrem menekankan perlunya manajemen hewan yang ketat dan intensif untuk menjaga suhu dan kelembaban di kandang. Hal ini bertujuan untuk memastikan produksi ternak dengan kualitas optimal. Keberhasilan pertumbuhan ayam Broiler sangat dipengaruhi oleh suhu kandang yang optimal, yang berperan dalam merangsang metabolisme tubuh mereka dan mengakselerasi pertumbuhan. Oleh karena itu, pengembangan sistem otomatisasi menjadi suatu kebutuhan esensial, agar sistem tersebut bisa memberikan informasi terkait kualitas udara dan menjaga suhu di kandang dengan konsisten. Selain itu, hal ini memungkinkan akses yang mudah melalui perangkat Android kapan saja dan di mana saja[2].

Pemanfaatan Internet of Things (IoT) dalam usaha peternakan ayam memiliki tujuan untuk memberikan dukungan kepada para peternak dalam pemantauan dan pengendalian kondisi di peternakan mereka. Peran *Internet of Things* menjadi aspek kunci dalam proyek yang dilakukan, yang diharapkan dapat

meningkatkan efektivitas aktivitas beternak, terutama dalam pengendalian dan pemantauan jarak jauh dengan menggunakan fitur bot Telegram berbasis internet. Implementasi IoT dianggap sebagai anugerah karena memberikan kontribusi signifikan pada kemajuan peternakan unggas modern. Manfaat yang diperoleh dari konsep IoT itu sendiri melibatkan peningkatan kecepatan, kemudahan, dan efisiensi dalam menjalankan pekerjaan[3].

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Peneliti Terdahulu

Pada penelitian "Rancang Bangun Monitoring Suhu Dan Kelembaban Kandang Guna Mempermudah Kinerja Peternak Berbasis Arduino", pendekatan yang digunakan untuk mempermudah peternak dalam memantau kandang adalah melalui akses ke situs web yang telah disediakan, baik Melalui perangkat komputer maupun telepon seluler, sistem pemantauan suhu yang secara otomatis dirancang memiliki kemampuan untuk mengendalikan suhu dan kelembaban dalam kandang. Pengendali utamanya adalah mikrokontroler Arduino UNO. Sensor DHT11 difungsikan untuk mengukur suhu dan kelembaban di dalam kandang, sementara Exhaustfan berfungsi sebagai pengendali kipas untuk mengatur suhu. Lampu bolam berperan sebagai pemanas, dan mikrokontroler memberikan instruksi kepada Exhaustfan untuk beroperasi jika suhu yang terukur melampaui batas yang telah ditetapkan. Tambahan lagi, mikrokontroler menginstruksikan relay agar menghidupkan atau mematikan bola lampu sesuai dengan batasan suhu yang telah ditetapkan[4].

Mengembangkan suatu sistem monitoring dan pengendalian kualitas air menggunakan website.

Perangkat ini dilengkapi dengan sensor suhu air, sensor pH air, dan tambahan sensor DHT11. Data dari sensor-sensor tersebut dapat dipantau melalui suatu situs web, dan sistem kontrol menggunakan sensor untuk menggerakkan aktuator. Selain itu, perangkat ini memiliki fitur pemberian pakan otomatis, pompa air otomatis, dan pemanas air yang dapat diaktifkan secara otomatis. Mikrokontroler yang digunakan adalah NodeMCU ESP-8266 yang berfungsi juga sebagai modul wifi[5].

Solusi IoT untuk memonitor suhu dan kelembaban di kandang ayam broiler. Alat ini menggunakan sensor DHT11, solid state relay, dan modul NodeMCU ESP32 sebagai mikrokontroler. Data dari sensor dikirimkan ke server web melalui jaringan internet, dengan antarmuka pemantauan di halaman website. Tujuan utamanya adalah menjaga suhu antara 29-30°C dan kelembaban sekitar 60% pada usia ayam 7-14 hari. Dengan sistem ini, peternak dapat mengakses dan mengontrol kondisi kandang ayam secara efisien melalui internet, meningkatkan kualitas pemeliharaan dan kesejahteraan hewan[6].

2.2. Fuzzy Mamdani

Fuzzy Mamdani merupakan metodologi pada logika fuzzy dan dirumuskan tahun 1975 oleh Ebrahim Mamdani. Pada Fuzzy Mamdani diungkapkan dalam format "IF-THEN", dengan variabel input dan output bersama dengan himpunan-himpunan fuzzy. Sebagai contoh, sebuah aturan bisa dirumuskan sebagai "IF massa rendah THEN gaya kecil. Dalam bentuk ini, aturan-aturan mencerminkan keterkaitan linguistik antara variabel input dan output, dengan menggambarkan hubungan fuzzy antara kondisi input dan hasil output yang diinginkan. Aturan-aturan ini membantu dalam proses pengambilan keputusan berbasis logika fuzzy, di mana variasi dan ketidakpastian dapat diakomodasi dengan cara yang lebih fleksibel daripada logika klasik[7].

2.3. Sistem Automasi

Sistem automasi merujuk pada sistem yang menggunakan komputer untuk mengendalikan dan memonitor proses, mesin, atau perangkat. Sistem automasi beroperasi secara terus menerus untuk menjaga kualitas udara tetap optimal dan melibatkan penggunaan sistem pakan dan minum otomatis. Sistem pakan otomatis diatur berdasarkan waktu yang akurat dengan memanfaatkan modul Real-Time Clock (RTC). Tujuan utama dari sistem otomasi ini adalah untuk mendukung aktivitas peternak dalam mengawasi dan memantau kesejahteraan ternak[3].

2.4. Sistem Monitoring

Sistem pemantauan, atau monitoring, merupakan suatu pendekatan terstruktur dalam menetapkan standar kinerja selama proses perencanaan. Tujuan dari sistem ini adalah mengembangkan mekanisme memberikan tanggapan informasi dengan membandingkan kinerja yang sebenarnya dengan

standar yang telah ditentukan mengenali deviasi, dan mengambil langkah-langkah perbaikan yang diperlukan[8].

2.5. Ayam Broiler

Ini adalah jenis ayam yang dibiakkan melalui seleksi sistematis untuk mencapai pertumbuhan dan berat badan yang optimal dalam periode waktu yang relatif singkat. Ayam ini tergolong dalam kategori ayam pedaging, dengan tujuan utama pembibitan adalah untuk memproduksi daging sebagai sumber protein hewani, bukan untuk produksi telur[9].

Di Indonesia, terdapat berbagai jenis ayam pedaging seperti Hubbard, Cobb, Ross, Lohman, dan Hybro. Dalam konteks peternakan, umur ayam pedaging dibagi menjadi tiga fase, yakni fase starter, fase grower, dan fase finisher. Kebutuhan nutrisi pada periode starter dan grower menunjukkan perbedaan yang cukup signifikan. Perbedaan ini dalam komposisi nutrisi menyebabkan variasi dalam jumlah nutrisi yang diberikan. Pada fase starter, pemberian nutrisi lebih tinggi dengan tujuan untuk merangsang pertumbuhan ayam yang relatif cepat dibandingkan dengan fase finisher yang cenderung mengalami pertumbuhan yang lebih lambat[9].

2.6. IoT (Internet of Things)

Internet of Things (IoT) merupakan konsep yang mempunyai kelebihan mengirim data dengan jaringan tanpa memerlukan keterlibatan langsung manusia atau interaksi antara manusia dan computer. Tujuannya adalah mengumpulkan dan mengelola data sendiri, memungkinkan kerjasama mesin, dan bahkan mengambil tindakan berdasarkan informasi baru yang diperoleh secara otomatis. Tujuannya adalah mengumpulkan dan mengelola data sendiri, memungkinkan kerjasama mesin, dan bahkan mengambil tindakan sesuai informasi baru yang diperoleh secara otomatis[10].

2.7. Rest API

REST (Representational State Transfer) suatu konsep yang diperkenalkan oleh Roy Fielding melalui disertasinya. REST adalah sebuah arsitektur yang telah didefinisikan untuk membantu pembuatan sistem yang terorganisir dan terdistribusi. Di sisi lain, REST API adalah sebuah antarmuka pemrograman aplikasi (API) yang mengimplementasikan pola arsitektur REST. Pada REST API, operasi-operasi seperti CRUD (*Create, Read, Update, Delete*) dilakukan dengan memetakan HTTP Verbs seperti GET, POST, PUT, DELETE ke setiap endpoint sesuai dengan deskripsi tugas yang terkait dengan masing-masing endpoint[11].

2.8. Website

Menurut Waryanto dari Niagahoster, sebuah situs web adalah sekumpulan halaman yang terkait dalam suatu domain internet, diciptakan dengan tujuan khusus, dan bisa diakses melalui browser dengan

memasukkan URL situs web tersebut. Sebuah situs web memiliki elemen-elemen kunci, seperti domain yang bisa dianggap sebagai merek, hosting yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan database yang diperlukan untuk membuat situs web, dan yang terakhir adalah konten, yang merupakan isi dari situs web tersebut. Tanpa konten, sebuah situs web akan tampak kosong[12].

2.9. Database

Menurut Waryanto dari Niagahoster, sebuah situs web adalah sekumpulan halaman yang terkait dalam suatu domain di internet, diciptakan dengan tujuan khusus, dan dapat digunakan melalui browser dengan memasukkan URL situs web tersebut. Sebuah situs web memiliki elemen-elemen kunci, seperti domain yang bisa dianggap sebagai merek, hosting yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan database yang diperlukan untuk membuat situs web, dan yang terakhir adalah konten, yang merupakan isi dari situs web tersebut. Tanpa konten, sebuah situs web akan tampak kosong[13].

2.10. Telegram

Telegram Messenger merupakan aplikasi pesan instan yang menerapkan enkripsi *end-to-end* guna menjamin keamanan pesan yang dikirim atau diterima. Aplikasi berbasis *cloud* ini dapat diunduh dan diinstal di smartphone, tablet, atau komputer. Berbeda dengan beberapa aplikasi sejenis yang hanya mendukung pertukaran gambar atau video, Telegram Messenger juga memungkinkan pengguna mengirimkan dokumen dan lokasi kepada teman yang menggunakan aplikasi ini pada perangkat mereka. Hingga saat ini, banyak pengguna merasa puas dengan Telegram karena dianggap dapat menyampaikan pesan dengan cepat, praktis, tanpa biaya, dan tanpa adanya iklan yang umumnya ada pada beberapa aplikasi lain[14].

2.11. NodeMcu ESP8266

NodeMCU merupakan *platform Internet of Things* yang *opensource*. Platform ini terdiri dari perangkat keras yang menggunakan *System On Chip* ESP8266 dari Espressif System, dan firmware yang memanfaatkan bahasa pemrograman scripting Lua. Secara umum, istilah NodeMCU cenderung lebih berkaitan dengan firmware yang digunakan daripada perangkat keras development kit[15].

2.12. Servo

Motor servo adalah sebuah aktuator yang terdiri dari motor, sistem gigi, dan sistem kendali umpan balik *loop* tertutup. Sistem ini memungkinkan perangkat untuk diatur guna menentukan dan memverifikasi posisi sudut poros output motor. Ada dua jenis motor servo, yaitu motor servo dengan rotasi 180° dan motor servo dengan rotasi kontinu. Motor servo standar 180° adalah yang paling umum di pasaran, mampu berputar 90° ke kanan dan 90° ke kiri, dengan tegangan 5 volt. Sementara itu, motor servo

rotasi kontinu memiliki prinsip kerja yang sama, namun perbedaannya terletak pada kemampuannya untuk berputar tanpa batas[13].

2.13. Sensor LDR

Light Dependent Resistor merupakan jenis resistor yang mengalami perubahan resistansi seiring dengan paparan cahaya. Resistansi pada sensor cahaya bervariasi bergantung pada tingkat pencahayaan yang diterimanya. Pada kondisi lingkungan yang gelap, resistansinya meningkat, sementara pada kondisi penerangan, resistansinya menjadi lebih rendah. LDR umumnya dimanfaatkan sebagai pengindera cahaya alat Pengukur konversi intensitas cahaya ini memiliki struktur berupa cakram semikonduktor dengan dua elektroda di permukaannya[16].

2.14. Sensor DHT 11

DHT11 ialah sensor suhu dan kelembapan ini menghasilkan sinyal digital setelah dikalibrasi dengan sensor suhu dan kelembapan. Teknologi yang digunakan menjamin tingkat ketahanan yang tinggi dan kestabilan yang optimal dalam jangka panjang. Sensor ini dihubungkan ke mikrokontroler yang memiliki kinerja yang tinggi sebesar 8 bit. DHT11 melibatkan elemen resistif dan perangkat pengukur suhu NTC. Keunggulan dari sensor ini mencakup mutu yang sangat baik, respons yang cepat, keandalan terhadap gangguan dan performa yang *cost-effective*. Setiap sensor DHT11 juga dilengkapi dengan fitur kalibrasi kelembapan yang sangat presisi[4].

2.15. Lampu Bolam

Lampu bolam atau lampu dop merupakan sumber cahaya buatan yang tercipta dari aliran arus listrik melewati filamen. Proses pemanasan *filament* menghasilkan cahaya pada lampu tersebut. Kaca yang melapisi filamen pemanas tersebut didesain untuk mencegah udara masuk dan langsung bersentuhan dengan filamen, sehingga mencegah kerusakan akibat oksidasi. Lampu jenis ini umumnya digunakan di kandang ayam untuk memberikan pemanasan kepada ayam yang masih kecil[4].

2.16. Heater

Pemanas adalah suatu perangkat yang dapat mengubah suatu objek untuk menghasilkan panas dan menyebarkan cahaya, sehingga objek tersebut mencapai suhu yang lebih tinggi dengan menggunakan energi Listrik[12].

2.17. ESP32-Cam

ESP32Cam adalah modul pengembangan yang mengintegrasikan mikrokontroler ESP32 bersamaan modul kamera. Dilengkapi dengan kemampuan WiFi dan Bluetooth, modul ini dapat melakukan pengambilan foto dan video secara langsung. Ketersediaan kompatibilitas menggunakan *platform* Arduino memungkinkan pemanfaatannya dalam berbagai proyek Internet of Things (IoT)[17].

2.18. Load Cell

Load Cell sensor adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur tekanan atau berat suatu beban dan kerap menjadi bagian kunci dalam sistem timbangan digital, digunakan untuk menghitung bobot pada ayam dan pakan ayam. Dengan demikian, perubahan pada beban akan menghasilkan keluaran pada amplifie[15].

2.19. RTC (Real Time Clock)

Jam Komputer *Real Time Clock* (RTC) berperan untuk menyimpan data waktu aktual. RTC umumnya digunakan dalam perangkat yang memerlukan penjadwalan waktu atau pengukuran waktu yang akurat[15].

2.20. Water Pump Mini

Pompa air mini adalah suatu komponen yang berperan dalam menyerap dan mendorong air pada suatu sistem, memungkinkan sirkulasi air pada mesin pompa air mini[15].

2.21. Sensor Gas

MQ2 adalah sensor gas yang menggunakan Semikonduktor Oksida Logam (MOS). Sensor ini memiliki kekebalan terhadap zat kimia disebabkan oleh ketergantungan deteksi pada perubahan resistansi penginderaan, hal ini juga berlaku saat terpapar gas[17].

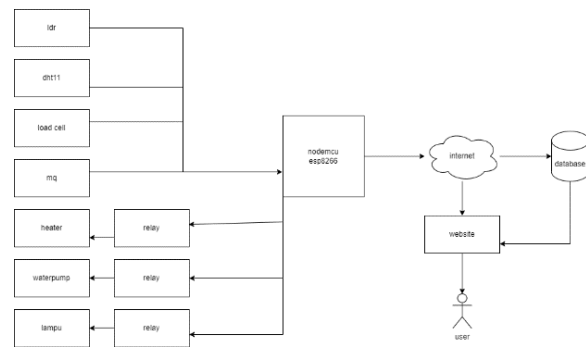
3. METODE PENELITIAN

3.1. Kebutuhan Fungsional

Tabel 1. Kebutuhan Fungsional Website

No	Halaman Menu	Fungsional
1	Dashboard	Menunjukkan <i>output</i> sensor yang dikirim ke website dari NodeMCU
2	Data Ayam	Melakukan CRUD untuk populasi ayam
3	Kamera	Merekam keadaan di dalam kandang
4	Suhu dan Kelembapan	Menampilkan tabel output sensor suhu dan kelembapan secara <i>real-time</i>
5	Cahaya	Menampilkan output sensor LDR secara <i>real-time</i>
6	Gas	Menampilkan output sensor gas secara <i>real-time</i>
7	Realtime Waktu Controller	Menampilkan tanggal controller
8	Saklar	Menampilkan tombol On/OFF
9	Makan	Menampilkan tombol buka/tutup

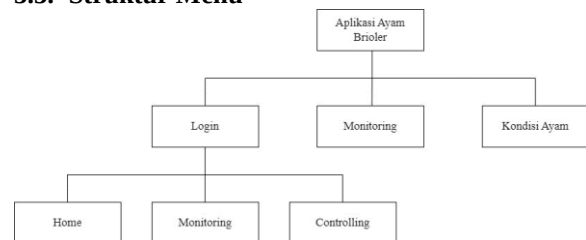
3.2. Blok Diagram



Gambar 1. Blok Diagram

Di blok diagram sistem yang akan di rancang, terdapat beberapa sensor yakni sensor ldr untuk mengetahui intensitas cahaya, apabila cahaya redup maka controller akan menyalakan lampu secara otomatis melalui *relay* yang telah terpasang. kemudian terdapat sensor dht untuk menentukan suhu dan kelembapan ruangan kandang ayam apabila suhu nya rendah makan akan menyalakan *heater* secara otomatis kemudian terdapat servo untuk pemberian pakan yang telah di seting setiap beberapa waktu sekali. terdapat juga *load cell* untuk menakar jumlah makanan yang akan di berikan setiap waktunya sesuai dengan kebutuhan ayam broiler. terdapat juga esp32 *cam* untuk mengontroll keadaan kandang ayam secara *realtime*. semua data baik sensor dan aktuator dapat di monitoring dan di control melalui telegram dan website yang telah di sediakan.

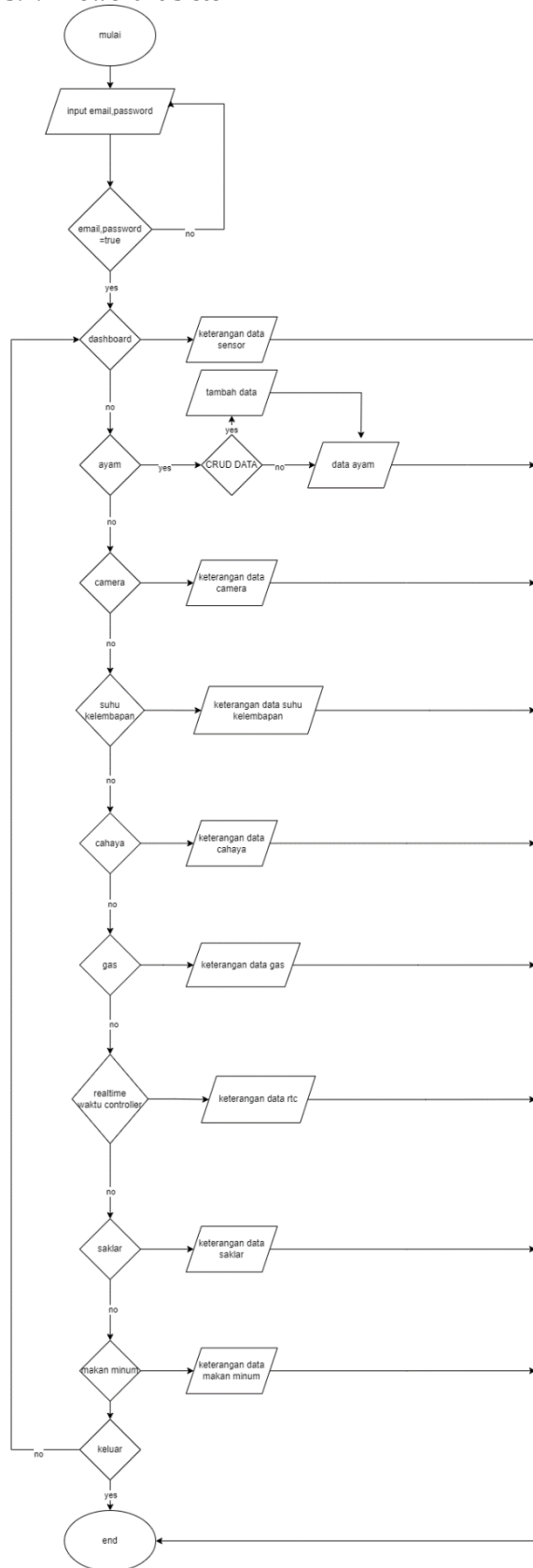
3.3. Struktur Menu



Gambar 2. Struktur Menu

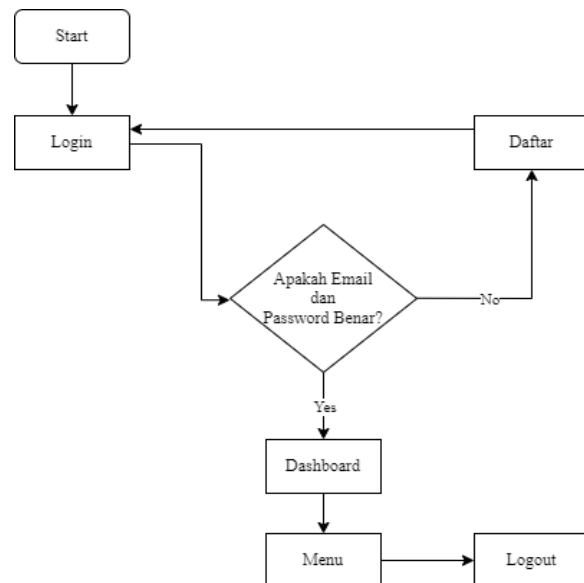
Pada struktur menu ini berguna sebagai monitoring pada ayam broiler, dimana memiliki fitur login, monitoring dan kondisi ayam. Pada menu login bisa memonitoring dan *controlling* pada ayam.

3.4. Flowchart Sistem



Gambar 3. Flowchart Sistem

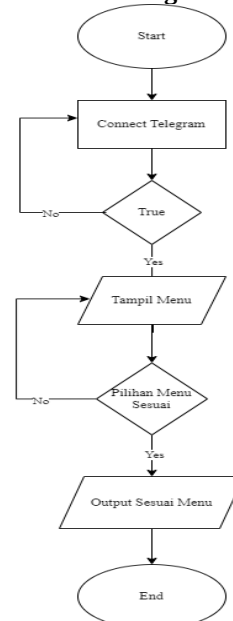
3.5. Flowchart Website



Gambar 4. Flowchart Website

Dalam *flowchart* situs web, pengguna diminta untuk memasukkan email dan password sebagai tahap autentikasi awal. Jika data yang dimasukkan tidak sesuai, pengguna akan diminta untuk mendaftarkan informasi diri terlebih dahulu. Namun, jika data yang dimasukkan benar, mereka akan diarahkan ke halaman dasbor. Di dalam halaman dasbor awal, terdapat beberapa opsi utama, seperti beranda dan pemantauan, yang berfungsi untuk memonitor sensor-sensor dan aktivitas di dalam kandang ayam. Jika pengguna ingin mengakhiri sesi pemantauan, mereka dapat beralih ke opsi logout.

3.6. Flowchart Koneksi Telegram



Gambar 5. Flowchart Koneksi Telegram

Koneksi ke telegram adalah proses untuk mengirimkan notifikasi ke telegram dengan connect telegram lalu meminta menampilkan menu kemudian muncul pilhan menu yang diinginkan.

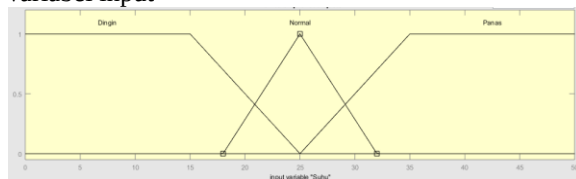
3.7. Perancangan Logika Fuzzy

1) Variabel Input Suhu

Tabel 2. Variabel Input Suhu

Kondisi	Nilai
Dingin	0°C - 25°C
Normal	25°C - 30°C
Panas	32°C - 40°C

Berikut adalah fungsi keanggotaan untuk setiap variabel input



Gambar 6. Fungsi Keanggotaan Suhu

Fungsi Keanggotaan Suhu sebagai berikut

$$\mu_{Dingin}(x) = \begin{cases} 1 & ; x \leq 15 \\ \frac{(25 - x)}{(25 - 15)} & ; 15 \leq x \leq 25 \\ 0 & ; x \geq 25 \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu_{Normal}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 18 \text{ atau } x \geq 32 \\ \frac{(x - 18)}{(25 - 18)} & ; 18 \leq x \leq 25 \\ \frac{(32 - x)}{(32 - 25)} & ; 25 \leq x \leq 32 \end{cases} \quad (2)$$

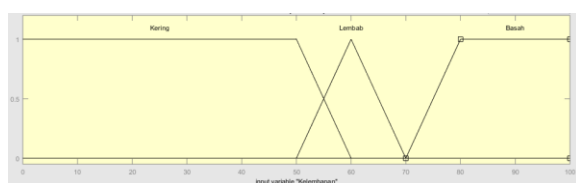
$$\mu_{Panas}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 25 \\ \frac{(x - 25)}{(35 - 25)} & ; 25 \leq x \leq 35 \\ 1 & ; x \geq 35 \end{cases} \quad (3)$$

2) Variabel Input Kelembapan

Tabel 3. Variabel Input Kelembapan

Kondisi	Nilai
Kering	0% - 65%
Lembab	61% - 70%
Basah	71% - 100%

Berikut adalah fungsi keanggotaan untuk setiap variabel input



Gambar 7. Fungsi Keanggotaan Kelembapan

Fungsi Keanggotaan Kelembapan sebagai berikut

$$\mu_{Kering}(x) = \begin{cases} 1 & ; x \leq 50 \\ \frac{(60 - x)}{(60 - 50)} & ; 50 \leq x \leq 60 \\ 0 & ; x \geq 60 \end{cases} \quad (4)$$

$$\mu_{Lembab}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 50 \text{ atau } x \geq 70 \\ \frac{(x - 50)}{(60 - 50)} & ; 50 \leq x \leq 60 \\ \frac{(70 - x)}{(70 - 60)} & ; 60 \leq x \leq 70 \end{cases} \quad (5)$$

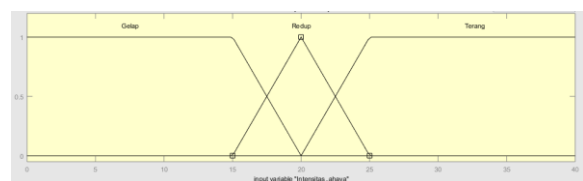
$$\mu_{Basah}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 70 \\ \frac{(x - 70)}{(80 - 70)} & ; 70 \leq x \leq 80 \\ 1 & ; x \geq 80 \end{cases} \quad (6)$$

3) Variabel Input Intensitas Cahaya

Tabel 4. Variabel Input Kelembapan

Kondisi	Nilai
Gelap	0 lux - 20 lux
Redup	15 lux - 25 lux
Terang	20 lux - 40 lux

Berikut adalah fungsi keanggotaan untuk setiap variabel input



Gambar 8. Fungsi Keanggotaan Intensitas Cahaya

Fungsi Keanggotaan Intensitas Cahaya sebagai berikut

$$\mu_{Gelap}(x) = \begin{cases} 1 & ; x \leq 15 \\ \frac{(20 - x)}{(20 - 15)} & ; 15 \leq x \leq 20 \\ 0 & ; x \geq 20 \end{cases} \quad (7)$$

$$\mu_{Redup}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 15 \text{ atau } x \geq 25 \\ \frac{(x - 15)}{(20 - 15)} & ; 15 \leq x \leq 20 \\ \frac{(25 - x)}{(25 - 20)} & ; 20 \leq x \leq 25 \end{cases} \quad (8)$$

$$\mu_{Terang}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 70 \\ \frac{(x - 0)}{(120 - 70)} & ; 70 \leq x \leq 120 \\ 1 & ; x \geq 120 \end{cases} \quad (9)$$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Menyajikan output, proses pengujian, dan analisis terhadap skripsi yang telah diselesaikan.

4.1. Rangkaian Model

Pengujian komponen dari kandang ayam yang terdapat beberapa sensor dan aktuator beserta

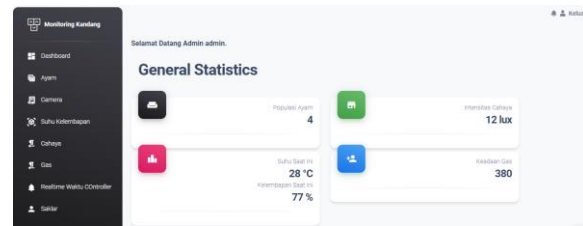
komponen lainnya terdiri dari NodeMCU ESP8266, Servo, Sensor LDR, Sensor DHT 11, Relay 4 Channel, Lampu Bolam, Heater, ESP32 Cam, Load Cell, RTC, Water-pump mini dan Sensor Gas. Implementasi komponen yang terhubung pada sistem NodeMCU ESP8266 yang diletakkan pada sebuah box putih yang nantinya akan di tempatkan di samping kandang ayam.



Gambar 9. Hasil Rangkaian Model

Implementasi Software

Website ini akan berfungsi untuk menunjukkan data yang dikirimkan agar pengguna bisa melakukan monitoring



Gambar 10. Halaman Dashboard

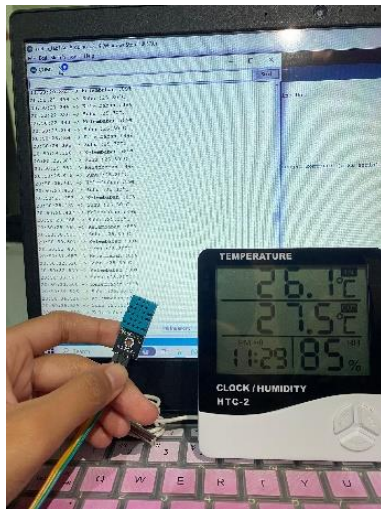
4.2. Pengujian Blackbox

Tabel 5. Pengujian Blackbox

No	Aktivitas Pengujian	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Keterangan
1	Alat mendapatkan koneksi internet	Akan mendapatkan respon dari server	Mendapatkan respon berhasil	Sesuai
2	Halaman login	Memasukkan username dan password	Username dan password berhasil diinput	Sesuai
3	Halaman Register	Sistem akan memasukkan name, email address, password dan confirm password	Name, email address, password dan confirm password berhasil diinput	Sesuai
4	Halaman Dashboard	Halaman dashboar hanya akan menampilkan data kondisi suhu, intensitas cahaya, intensitas gas dan data ayam	menampilkan data kondisi suhu, intensitas cahaya, intensitas gas dan data ayam	Sesuai
5	Halaman Data Ayam	Menampilkan ID, tanggal masuk, jumlah dan opsi (edit dan delete)	menampilkan tabel ID, tanggal masuk, jumlah dan opsi (edit dan delete)	Sesuai
6	Halaman akses kamera	Bisa mengakses kamera	Kamera dapat di akses	Sesuai
7	Halaman suhu dan kelembapa	Menampilkan tabel tanggal dan waktu untuk suhu dan kelembapan	menampilkan tabel tanggal dan waktu beserta suhu dan kelembapan dari data sensor	Sesuai
8	Halaman Cahaya	Menampilkan tanggal dan intensitas cahaya	Menampilkan tabel tanggal dan intensitas cahaya dari data sensor	Sesuai
9	Halaman gas	Menampilkan tanggal dan intensitas gas	Menampilkan tabel tanggal dan intensitas gas dari data sensor	Sesuai
10	Halaman Realtime waktu controller	Menampilkan tanggal real dan controller	menampilkan tabel tanggal real dan tanggal controller	Sesuai
11	Halaman Saklar	Mematikan/menghidupkan Heater, Waterpump dan lampu dengan menekan tombol hidup / mati	Bisa menekan tombol mati / hidup	Sesuai
12	Halaman Makan	membuka/tutup pakan dengan menekan tombol Buka Tutup	Bisa menekan tombol buka/ tutup	Sesuai
13	Halaman Logout	Sistem akan menekan logout	Sistem berhasil melakukan logout	Sesuai

4.3. Pengujian Sensor DHT11

Pada pengujian sensor DHT11 untuk mendapatkan nilai suhu dan kelembapan yang dilakukan didalam penelitian berikut:



Gambar 11. Pengujian Sensor DHT11

Tabel 6. Pengujian Suhu

No	Sensor	Termometer	Error	Akurat
1	1	30	33	9.09%
2	2	28	29	3.5%
3	3	33	33	0%
4	4	29	30	3.4%
5	5	27	28	3.7%
Rata-rata			3.49%	95.80%

Tabel 7. Pengujian Kelembapan

No	Sensor	Termometer	Error	Akurat
1	1	30	33	9.09%
2	2	28	29	3.5%
3	3	33	33	0%
4	4	29	30	3.4%
5	5	27	28	3.7%
Rata-rata			3.49%	95.80%

4.4. Pengujian Sensor LDR

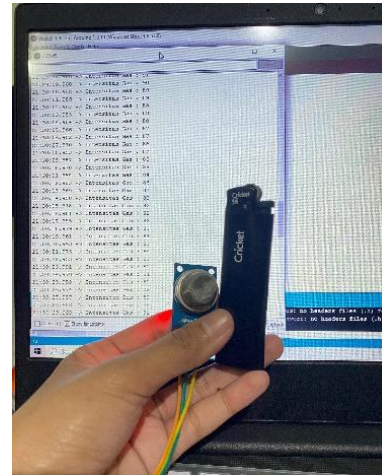
Pengujian sensor LDR dengan Lux Meter



Gambar 12. Pengujian Sensor LDR

4.5. Pengujian Sensor Gas

Pengujian Sensor MQ2 dengan Korek Api



Gambar 13. Pengujian Sensor Gas

4.6. Pengujian ESP32 Cam



Gambar 14. Pengujian ESP32 Cam

4.7. Pengujian Lampu

Pada hasil pengujian lampu dapat diketahui bahwa penggunaan lampu hanya digunakan pada saat malam hari. Penggunaan lampu juga meliputi waktu yang sudah di tentukan seperti pada tabel 4

Tabel 8. Pengujian Kelembapan

No	Waktu	Lampu
1	17.30 – 06.00	ON
2	06.00 – 17.30	OFF

4.8. Pengujian Metode Fuzzy

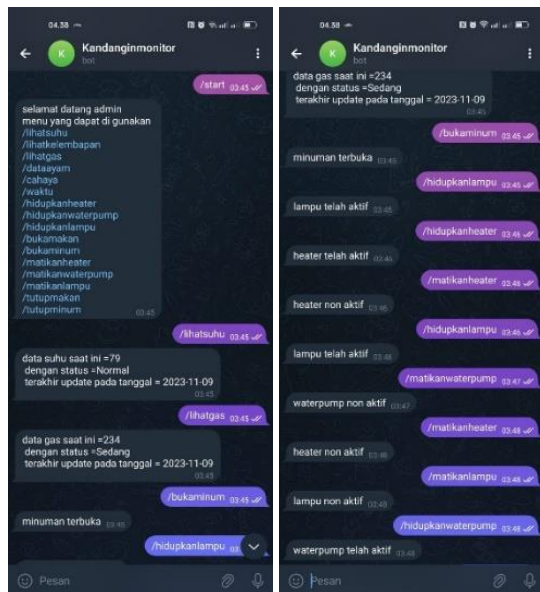
Pengujian Fuzzy dilakukan dengan cara memprogram nodeMCU, hingga pemanas bisa mengaktifkan serta menonaktifkan dengan otomatis sesuai dengan hasil deteksi sensor suhu dan kelembapan.

Tabel 9. Pengujian Fuzzy Mamdani

Keterangan		Suhu		
		Dingin	Normal	Panas
Kelembapan	Kering	ON	OFF	OFF
	Lembab	ON	ON	OFF
	Basah	ON	ON	OFF

4.9. Pengujian Notifikasi

Pada pengujian notifikasi akan dikirim ke user melalui aplikasi telegram dan menampilkan sesuai menu yang kita pilih dapat dilihat seperti pada gambar 15



Gambar 15. Pengujian Notifikasi

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil pengujian yang telah dilaksanakan, sistem yang telah dikembangkan beroperasi dengan baik. Setiap sensor yang diintegrasikan berhasil mentransmisikan data secara akurat ke situs web dan bot Telegram. Penerapan Fuzzy Mamdani juga berhasil diintegrasikan ke dalam sistem. Rekomendasi yang dapat diberikan adalah meningkatkan tampilan situs web dan menyediakan fitur sederhana untuk menampilkan data secara real-time. Selain itu, sistem masih dapat dikembangkan lebih lanjut dengan penambahan fitur atau peningkatan tampilan situs web. Implementasi metode ini juga dapat dieksplorasi lebih lanjut dengan mempertimbangkan metode lain, seperti sistem pakar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. Singgih Satrio Pamungkas, D. Joseph Manehat, and S. Daeng Bakka Mau, "Aplikasi Fuzzy Logic Memprediksi Intensitas Cahaya Lampu Pada Kandang Ternak Ayam Broiler," *J. Komput. Terap.*, vol. 5, no. 1, pp. 1–9, 2019, doi: 10.35143/jkt.v5i1.2137.
- [2] S. Suryanto and R. Nur Ariefin, "Sistem Monitoring Kualitas Udara , Suhu dan Kebersihan Kandang Ayam Otomatis Berbasis Internet of Things (IoT)," *IMTechno J. Ind. Manag. Technol.*, vol. 4, no. 2, pp. 117–123, 2023, doi: 10.31294/imtechno.v4i2.2150.
- [3] A. H. Aini, Y. Saragih, and R. Hidayat, "Rancang Bangun Smart System Pada Kandang Ayam Menggunakan Mikrokontroler," *J. Teknol. Pertan. Gorontalo*, vol. 7, no. 1, pp. 27–35, 2022, doi: 10.30869/jtpg.v7i1.909.
- [4] N. W. Santoso et al., "Rancang Bangun Monitoring Suhu , Kelembaban , Dan Ph," *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 9, no. 1, pp. 98–104, 2021.
- [5] A. Khoiru Nurdina, A. Panji Sasmito, and N. Vendyansyah, "Penerapan Internet of Things (Iot) Monitoring Dan Controlling Perawatan Anakan Ikan Koi Berbasis Website," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 6, no. 2, pp. 1115–1122, 2023, doi: 10.36040/jati.v6i2.5349.
- [6] T. Hadyanto and M. F. Amrullah, "SISTEM MONITORING SUHU DAN KELEMBABAN PADA KANDANG ANAK AYAM BROILER BERBASIS INTERNET OF THINGS".
- [7] R. A. Miftaharif, "Perancangan Dan Pembuatan Sistem Keamanan Ruang Laundry Berbasis Iot Menggunakan Metode Fuzzy Logic," vol. 7, no. 5, pp. 1–8, 2023, [Online]. Available: http://eprints.itn.ac.id/12850/9/1918108_JURNAL.pdf
- [8] C. Yohanes Oraplean, J. Dedy Irawan, and D. Rudhistiar, "Implementasi Logika Fuzzy Pada Sistem Monitoring Suhu Ternak Ayam Petelur Berbasis Web," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 5, no. 2, pp. 700–707, 2021, doi: 10.36040/jati.v5i2.3789.
- [9] Andrianto bala, Cindy P.C Munaiseche, Kristofel Santa, "Sistem Kontrol Alat Pengukur Berbasis IoT Menggunakan Fuzzy Tsukamoto Dipertanakan Ayam Broiler Desa Tonsea Lama," *JOINTER J. Informatics Eng.*, vol. 3, no. 02, pp. 24–35, 2022, doi: 10.53682/jointer.v3i02.71.
- [10] A. Fauzi, S. A. Wibowo, and R. Primaswara Prasetya, "Penerapan Internet of Things Terhadap Rancang Bangun Sistem Monitoring Perawatan Dan Peningkat Pemberian Pakan Pada Ikan Cupang Dengan Metode Fuzzy," *J. Mhs. Tek. Inform.*, vol. 5, no. 2, pp. 645–652, 2021.