

DESAIN DAN IMPLEMENTASI SMART FARMING PADA SARANG BURUNG WALET

Mochammad Nouval Saputra, Joseph Dedy Irawan, Fransiscus Xaverius Ariwibisono

Teknik Informatika, Institut Teknologi Nasional Malang

Jalan Raya Karanglo km 2 Malang, Indonesia

2018067@scholar.itn.ac.id

ABSTRAK

Burung walet yakni sejenis burung yang memiliki sayap lancip. Burung ini tinggal pada gua, ruang yang lembab, dan pantai., juga menghasilkan liur yang berharga. Meskipun banyak orang yang tertarik untuk melakukan pembudidayaan sarang burung walet, mereka menghadapi banyak tantangan, Misalnya, dengan mempertahankan suhu dan kelembaban yang tepat. Burung walet membutuhkan suhu antara 26 dan 29 derajat Celsius dan kelembaban antara 75 dan 95% RH. Untuk memperbanyak jumlah sarang burung walet melalui pengkondisian udara, menjaga kestabilan kelembapan, suhu, dan intensitas cahaya di dalam sarang burung walet penting untuk keberhasilan pertumbuhan sarang. Pemantauan dan pengendalian kelembaban udara secara teratur seringkali tidak efektif, dengan menggunakan metode fuzzy Tsukamoto, dimungkinkan untuk memulai suatu alat secara otomatis dalam jangka waktu tertentu berdasarkan hasil defuzzifikasi fuzzy Tsukamoto, yang dimana sistem ini memiliki kemampuan untuk mengumpulkan dan mengirim data dengan akurat. Sehingga dapat menawarkan solusi yang efektif untuk meningkatkan kuantitas dengan menstabilkan suhu dan kelembaban. Hasil pengujian menunjukkan akurasi deteksi suhu pada sensor DHT sebesar 97,75%, disusul akurasi deteksi kelembaban sebesar 98,73%, dan akurasi sensor BH-750 sebesar 91,6%, dengan salah satu hasil pengujian alat dengan keterangan suhu 28°C dan kelembaban 78%RH didapat hasil durasi kipas selama 1 menit 20 detik, dan durasi mist maker selama 1 menit 20 detik sehingga kondisi dari rumah burung walet dapat terjaga dengan baik dan sistem ini dapat menstabilkan rumah dan prototipe rumah burung walet

Kata kunci : Suhu dan kelembaban, Sarang Burung Walet, Burung Walet, Smart Farming, internet of things, system monitoring

1. PENDAHULUAN

Industri sarang burung walet merupakan industri penting di banyak negara, khususnya di Asia Tenggara. Sarang burung walet merupakan bahan baku produksi suplemen nutrisi dan obat-obatan tradisional, serta mempunyai nilai ekonomi yang tinggi sehingga mempunyai nilai yang tinggi di pasar dunia. Kualitas sarang burung walet dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kelembaban, pemeliharaan suhu, dan intensitas cahaya di dalam sangkar burung.

Menjaga kestabilan kelembapan, suhu, dan intensitas cahaya di dalam sarang burung walet penting untuk keberhasilan pertumbuhan sarang. Pemantauan dan pengendalian kelembaban udara secara teratur seringkali tidak efektif. Cara manual yang digunakan para peternak seringkali tidak memberikan hasil yang akurat serta memakan banyak waktu dan tenaga. Sebaliknya, perkembangan IoT telah menciptakan peluang baru untuk pemantauan lingkungan secara *real-time*. Sensor kelembapan dan intensitas cahaya yang terhubung ke jaringan IoT dapat memberikan solusi yang lebih canggih dan efisien untuk memantau kelembapan dan intensitas cahaya di gudang.

Pengujian ini mensyaratkan suhu dan kelembapan rumah tempat tumbuhnya sarang burung walet harus stabil. Oleh karena itu, produsen harus melakukan pengukuran suhu dan kelembapan yang hanya dapat diukur dengan termometer untuk

mengetahui apakah suhu dan kelembapan lingkungan memenuhi standar.

Suhu alami gua. Gua alam ini sendiri memiliki suhu 26-29 °C dan kelembaban $\pm 75-95\%$.

Merancang dan menerapkan pertanian cerdas di sarang burung walet dapat menjadi solusi inovatif dan efektif untuk meningkatkan jumlah sarang burung walet. Sistem ini memungkinkan petani memantau kelembaban dan suhu secara real-time dari jarak jauh melalui situs *website*. Dengan cara ini, peternak dapat dengan cepat mengambil Langkah yang tepat untuk menjaga kondisi kelembaban optimal dalam kandang walet.

Penelitian dan pengembangan di bidang ini akan sangat bermanfaat bagi industri sarang burung walet dan para peternaknya. Sistem pemantauan kelembaban yang efisien diharapkan dapat meningkatkan kuantitas sarang, sehingga dapat meningkatkan pendapatan peternak dan menjaga keberlanjutan sektor ini secara keseluruhan

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Penelitian pada tahun 2021 yang dilakukan oleh Widiyari dkk dengan judul “Sistem Pengendalian dan Monitoring Budidaya Sarang Burung Walet Berbasis Android”, sistem ini berpotensi membantu mengurangi kebisingan dan kelembaban pada rumah burung walet. Selanjutnya melalui aplikasi *smartphone*, pintu sarang burung walet dapat dibuka

dan ditutup secara otomatis. Bila ditenagai dengan tegangan suplai 220V AC dan 12V DC, sistem ini akan bekerja dengan baik. Mesin steam akan aktif (ON) jika suhu melebihi 29 derajat Celcius atau kelembaban dibawah 70%. NodeMCU akan mengirim data dari sensor ke server Blynk dan menampilkannya di *smartphone* Anda[1]

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Iskandar dkk pada tahun 2022 yang bertajuk “penerapan system monitoring, dan otomatisasi kendali menggunakan iot pada ruanagan sarang burung walet,” yakni merancang system untuk menstabilkan ruangan sarang burung walet. Jika suhu ruangan lebih dari 29°C dan kelembapan kurang dari 80%, sistem akan memberikan pemberitahuan melalui aplikasi Blynk dan menyalakan kipas angin. Jika tidak memenuhi kondisi tersebut, kipas angin akan dimatikan. [2]

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Muliati dkk pada tahun 2022 yang bertajuk “Upaya meningkatkan sarang burung wallet guna pendapatan desa” menggunakan ESP32-CAM sebagai alat bantu dalam sistem, dan Arduino IDE digunakan sebagai alat bantu pengembangan perangkat lunak. hasil studi menunjukkan bahwa sistem *monitoring* budidaya sarang burung walet dapat dipantau menggunakan Telegram dan ESP32-CAM.. Sistem *monitoring* ini mempunyai kemampuan berkomunikasi melalui telegram dan dapat mengirimkan perintah menu Telegram untuk mengambil foto sarang burung walet, menyalakan dan mematikan flash pada ESP32-CAM[3]

2.2. Burung Walet

Burung walet merupakan burung yang menghasilkan sarang bernilai tinggi. Sarang walet terbentuk dari air liur burung walet. Untuk mendapatkan sarang burung walet dengan nilai jual tinggi, penting untuk mengidentifikasi jenis sarang burung walet yang dapat menghasilkan sarang berkualitas tinggi. jenis tersebut adalah Collocalia fuchiphaga. Burung ini bersifat monogami dan betinanya biasanya menghasilkan dua butir telur yang ditetaskan oleh kedua induknya. selama kurang lebih 23 hari. Mereka memiliki kemampuan terbang yang kuat, dapat terbang terus menerus selama sekitar 40 jam, dan memiliki jangkauan sekitar 25-40 km[3]

2.3. Sarang Burung Walet

Produk ekspor Indonesia yang cukup menjanjikan. sarang burung walet yaitu anyaman air liur yang berbentuk mangkok dari burung walet. Ada sekitar 24 spesies air liur yang berasal dari air liur burung walet., tetapi empat jenis yang bisa membuat sarang dengan air liurnya dan bisa dikonsumsi manusia. [4]

Air liur walet telah ternyata secara kajian mempunyai manfaat dalam mencegah penyakit, memperkuat sistem kekebalan tubuh, merangsang pertumbuhan epidermis, menghambat infeksi virus,

mempercepat proses penyembuhan luka, potensi hepatoprotektif, potensi antioksidan.[4] Sarang walet sendiri memiliki harga pasar yang bervariasi; Umumnya harga sarang berkisar antara 10.000.000 hingga 16.000.000/kg. [5].

2.4. Monitoring

Monitoring adalah suatu tahapan perolehan dan evaluasi informasi yang dilakukan secara sistematis dan berkesinambungan berdasarkan indikator-indikator yang ditentukan untuk suatu kegiatan atau program. Pemantauan bertujuan untuk mengamati dan memantau setiap kegiatan dalam proses pemantauan objek program, sehingga dapat dilakukan tindakan perbaikan untuk meningkatkan kualitas kegiatan selanjutnya.[6]

2.5. Arduino Uno

Arduino yakni platform pengembangan mikrokontroler yang memanfaatkan chip ATmega328P sebagai pusat pengendali utamanya. Papan ini merupakan versi terbaru dari seri Arduino USB. Nama "Uno" diambil dari bahasa Italia yang artinya "satu", Sejak peluncurannya, Arduino Uno telah mengalami evolusi menjadi versi Revisi 3, sering disebut sebagai REV 3 atau R3. Perangkat lunak Arduino IDE dapat diinstal baik pada sistem Windows maupun Mac

Arduino UNO bisa dijalankan melalui koneksi USB atau sumber daya eksternal. Sistemnya secara otomatis dapat menyesuaikan penggunaan sumber daya eksternal, seperti adaptor baterai atau AC-DC.. Adaptor dapat terhubung dengan memasang plug berukuran 2,1 milli. yang berpolaritas positif di jack daya board Arduino. Kabel dari baterai bisa disambungkan ke

Pin Ground (Gnd) dan pin Vin pada konektor daya dapat digunakan untuk memberi daya pada papan Arduino UNO. Papan ini dapat beroperasi dengan sumber daya eksternal dalam rentang tegangan antara 6 hingga 20 Volt. Jika ditenagai dengan kurang dari 7 V, tegangan yang tersedia pada pin 5 Volt dapat turun di bawah 5 Volt. dan stabilitas board Arduino UNO bisa terganggu.[7]

2.6. Solenoid Valve

Komponen kontrol sering digunakan dalam sistem peredaran fluida. Mereka dapat diatur oleh arus listrik AC atau DC melalui solenoida atau kumparan. yang didesain sesuai dengan kegunaannya. Berdasarkan cara kerjanya, solenoid valve terbagi menjadi dua jenis yaitu NC (normally closed) dan NO (normally open). Fungsi utamanya adalah untuk membuka atau menutup Katup solenoid memiliki struktur sederhana dengan satu lubang masuk dan satu lubang keluar. pengoperasiannya tergantung pada arus listrik yang diberikan pada kumparan atau coil, dengan tegangan yang cocok untuk sistem yang digunakan (umumnya 100/200VAC untuk AC dan 12/24VDC untuk DC)[8]

2.7. Sensor BH-1750

BH1750 adalah Sensor cahaya yang mendeteksi tingkat intensitas cahaya berdasarkan jumlah cahaya yang diterimanya. Sensor ini menggunakan protokol komunikasi I2C yang beroperasi melalui pin SCL dan SDA, perangkat BH1750 menghasilkan pengukuran kecerahan dalam satuan lux, dengan rentang paling sedikit 1 lx hingga 65535 lux. Lux adalah ukuran kecerahan yang diterima oleh sumber cahaya.[9]

2.8. Sensor MQ-135

Sensor gas MQ-135 digunakan untuk mengidentifikasi berbagai jenis gas berbahaya di udara., termasuk amonia (NH₃), benzena (C₆H₆), karbon monoksida (CO), dan gas lainnya yang dapat membahayakan kesehatan manusia dalam konsentrasi tinggi. Pada dasarnya, sensor ini terdiri dari tabung aluminium yang dikelilingi oleh silikon, dengan elektroda yang terbuat dari aurum di pusatnya, pada tempat elemen pemanas berada. Saat proses pemanasan berlangsung, kumparan akan memanaskan sehingga keramik SnO₂ menjadi semikonduktor atau penghantar, melepaskan elektron. Ketika sensor mendeteksi amonia dan mencapai elektroda aurum [10]

2.9. Float Switch (Sensor Water Level Ketinggian Air)

Float switch sensor terdiri dari pelampung tiup polipropilena (PP) silindris (tinggi 16 mm, diameter 23 mm) yang meluncur di sepanjang batang vertikal PP (tinggi 44 mm, diameter 5,5 mm). Pelampung memiliki magnet cincin yang terbungkus di ujung bawahnya. Batang berisi sirkuit sakelar buluh magnet yang tertutup rapat dan memiliki sambungan ulir pitch M8 x 1,25 mm (panjang 12 mm) di bagian atas. Platform heksagonal (diameter 12 mm) di bawah ulir pitch dan platform clip-on (diameter 20 mm) di bagian bawah batang mencegah pelampung meluncur dari batang. Sensor sakelar pelampung memberikan informasi tentang ada dan tidak adanya air. Ketika permukaan air naik atau turun, pelampung bergerak naik atau turun [11]

2.10. Internet Of Things

IoT yakni ide menghubungkan perangkat melalui internet sebagai media komunikasi. Dengan IoT, pengguna dapat terhubung dan berkomunikasi untuk melakukan berbagai aktivitas, mengakses, memproses, dan mentransmisikan informasi secara otomatis tahapan proses kerja Internet of Things (IoT) melibatkan pemrograman untuk memberikan instruksi kepada mesin tanpa bantuan manusia. Dengan memanfaatkan sambungan internet, (IoT) melibatkan pemrograman untuk memberikan instruksi kepada mesin tanpa bantuan manusia. Dengan menggunakan koneksi internet, Internet of Things (IoT) memproses data dari peralatan elektronik melalui antarmuka antara para pengguna dan peralatan. Penggunaan sensor secara *real-time* memungkinkan data

dikonversi ke dalam mesin untuk diproses lebih lanjut. [12]

2.11. PHP

PHP adalah bahasa pemrograman yang berfungsi di server web untuk memproses data yang diterima dari pengguna, menyimpannya di basis data server web, dan mengembalikan data tersebut saat diminta. Cara menjalankan program php harus di kirim ke server, yakni alur kirim data atau berkas dari komputer pengguna ke server website. Untuk membuat halaman peramban yang dinamis yang dapat di perbarui mudah melalui peramban , dibutuhkan program yang dapat mengatur data dari komputer pengguna atau server sehingga informasi bisa di jangkau dengan nyaman dan efisien dengan peramban web [13]

2.12. MySQL

MySQL merupakan program pengelola data yang mirip dengan oracle., postgresql, mssql, dan lainnya. SQL singkatan dari *Structured Query Language*, yakni sekumpulan *script* yang digunakan untuk manajemen penyimpanan data yang berhubungan. atau pemrograman khusus yang di pakai untuk manajemen sebuah penyimpanan data. Dengan demikian, MySQL merupakan perangkat lunak basis datanya, sementara SQL adalah bahasa perintah untuk mengelola data di basis data..[14]

2.13. Arduino IDE

Integrated Development Environment—yakni yang disertakan secara default dengan kit Arduino dan digunakan untuk mengatur mikrokontroler *single-board open source.*, dengan tujuan mempermudah pengguna. Aplikasi Arduino ini berguna untuk menciptakan, mengompilasi, dan mengirim ke dalam papan Arduino. Didesain untuk mempermudah pembuatan berbagai Dalam aplikasinya, *Integrated Development Environment* menggunakan bahasa pemrograman yang C/C++[15]

2.14. Xampp

XAMPP adalah sebuah paket *software* lengkap yang sangat bermanfaat agar pembelajaran pemrograman peramban, khususnya PHP dan MySQL. XAMPP berfungsi sebagai server mandiri yang bisa dijalankan secara lokal (*localhost*), meliputi dari program Apache HTTP, *database* MySQL, dan interpreter PHP . [15].

2.15. Fuzzy Tsukamoto

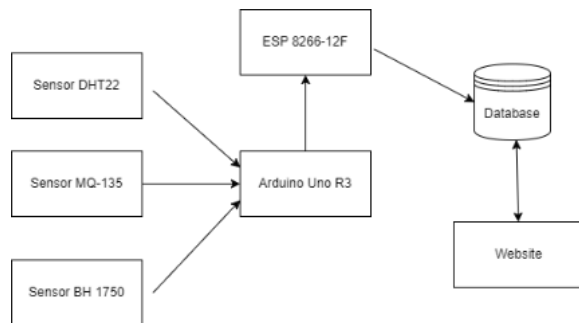
Logika merupakan Cabang metode yang mendalami ketentuan ketentuan perihail yang resmi secara sistematis. Ada dua konsep utama dalam logika: logika himpunan tegas dan metode fuzzy. Penalaran klasik sebatas mengenal 2 kondisi: tidak atau ya, aktif atau mati, tinggi atau rendah, 1 atau 0, dan disebut sebagai penalaran himpunan tegas. terdapat 4 tahapan untuk metode fuzzy tsukamoto yakni fuzzifikasi, pembentukan basis rule, mesin inferensi dan

defuzzifikasi yang menggunakan metode rata rata (*average*)[16]

3. METODE PENELITIAN

3.1. Diagram Blok Sistem

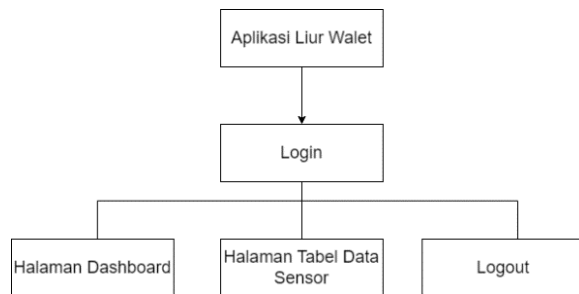
Diagram alir berguna sebagai mempermudah pada perancangan alat, pada implementasi dibawah ini



Gambar 1. Diagram blok sistem

Di tunjukkan pada gambar 1, proses dimulai dengan inputan data dari sensor DHT22, sensor MQ-135 dan sensor BH-1750 masuk ke mikrokontroler arduino uno. Lalu selanjutnya data yang telah didapatkan oleh arduino dikirim ke *database* melalui modul wifi ESP8266-12F. Kemudian data sensor yang sudah masuk pada *database* akan ditampilkan ke halaman *website*

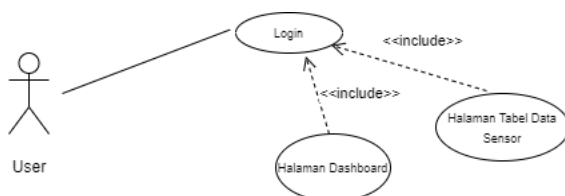
3.2. Struktur Menu



Gambar 2. Struktur menu

Di tunjukkan pada gambar 2, Struktur menu liur walet memiliki fitur *login*, yang dimana jika user telah berhasil *login*, user dapat mengakses halaman *dashboard* yang sekaligus menjadi halaman *monitoring* dari sarang burung walet, kemudian *user* dapat mengakses halaman tabel data sensor dan dapat melakukan *logout*

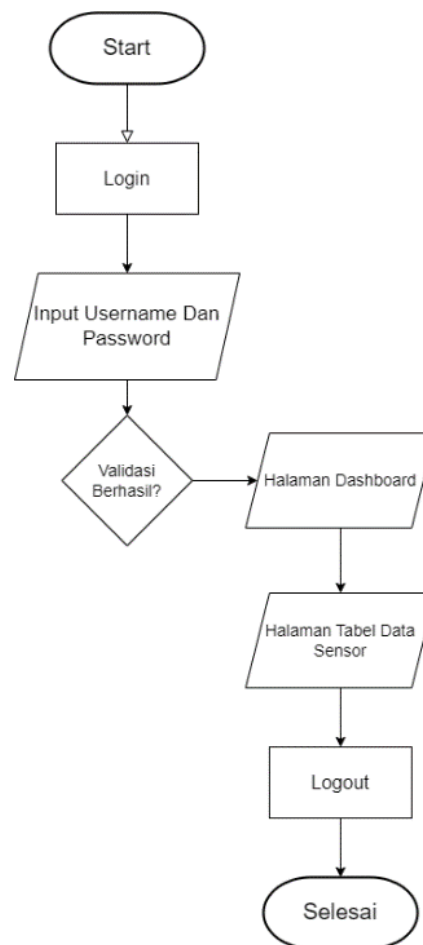
3.3. Use Case Diagram



Gambar 3. Use case diagram

Di tunjukkan pada gambar 3, Saat pertama kali *website* diakses. maka pengguna akan diperlihatkan halaman *login*, di halaman *login* user memasukkan *username* dan *password* untuk dilakukan validasi pada langkah selanjutnya, jika validasi bernilai *true* maka halaman *dashboard* dengan sistem *monitoring* akan ditampilkan dan jika validasi tersebut bernilai *false* atau gagal maka user diarahkan kembali ke halaman *login* dan user melanjutkan validasi hingga halaman *dashboard* muncul, dan selanjutnya user dapat *logout* pada akun tersebut dan berakhir.

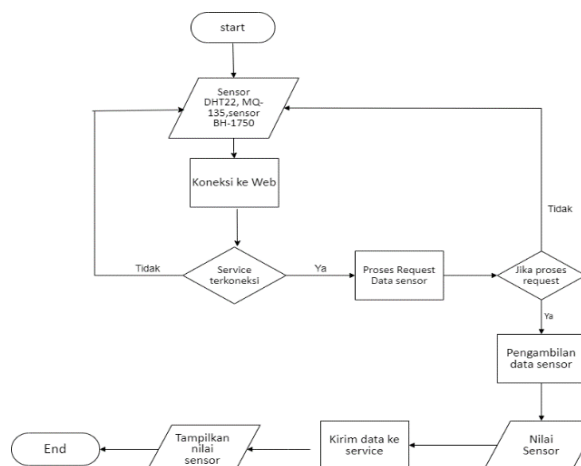
3.4. Flowchart Sistem



Gambar 4. Flowchart sistem

Di tunjukkan pada gambar 4, pada awal kali *website* diakses. maka pengguna akan ditujukan ke implementasi *login*, pengguna memuatkan nama dari pengguna dan kata kunci untuk dilakukan validasi, jika validasi bernilai *true* maka halaman *dashboard* dengan sistem *monitoring* akan ditampilkan dan jika validasi tersebut bernilai *false* atau gagal maka user diarahkan kembali ke halaman *login* dan user melanjutkan validasi hingga halaman *dashboard* muncul, dan selanjutnya user dapat *monitoring* rumah burung walet tersebut.

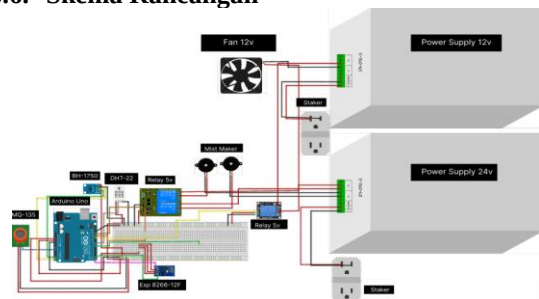
3.5. Flowchart Alat



Gambar 5. Flowchart Alat

Di tunjukkan pada gambar 5, *Flowchart* alat yakni sebuah gambaran cara kerja dari perangkat keras pada sistem *monitoring* sarang burung walet. Sistem *hardware* ini dimulai dengan inisialisasi sensor, yang menghubungkan perangkat keras ke layanan web melalui protokol HTTP. Setelah hardware terkoneksi dengan *web service* tanpa error, pengecekan berikutnya mengambil data sensor, yang digunakan sebagai proses pengawasan dan ditampilkan pada menu halaman *dashboard*.

3.6. Skema Rancangan



Gambar 6. Skema rancangan

Di tunjukkan pada gambar 6, dari skema rancangan pada gambar 6, dapat dilihat beberapa sensor menggunakan pin analog seperti BH-1750, MQ-135 sedangkan untuk digitalnya sendiri digunakan untuk sensor DHT22 serta rangkaian relay dan untuk *power supply* didapatkan dari *adaptor switching*

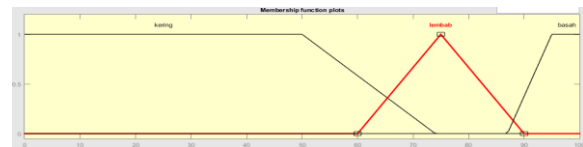
3.7. Perancangan Logika Fuzzy

1. Variabel input kelembaban

Tabel 1. Variabel input kelembaban

Kondisi	Rentang Nilai
Kelembaban Kering	0 – 74 RH
Kelembaban Lembab	75 – 95 RH
Kelembaban Basah	96 – 100 RH

Berikut ini fungsi keanggotaan dari setiap variabel input



Gambar 7. Grafik keanggotaan kelembaban

$$\mu_{kering}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \geq 74 \\ \frac{(74 - x)}{(74 - 50)} & ; 74 \leq x \leq 50 \\ 1 & ; x \leq 50 \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu_{lembab}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 60 \text{ atau } x \geq 90 \\ \frac{(x - 60)}{(60 - 75)} & ; 60 \leq x \leq 75 \\ \frac{(90 - x)}{(90 - 75)} & ; 75 \leq x \leq 100 \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu_{lembab}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 60 \text{ atau } x \geq 90 \\ \frac{(x - 60)}{(60 - 75)} & ; 60 \leq x \leq 75 \\ \frac{(90 - x)}{(90 - 75)} & ; 75 \leq x \leq 100 \end{cases} \quad (3)$$

2. Variabel inputan suhu

Tabel 2. Variabel inputan suhu

Kondisi	Nilai
Dingin	0 – 25 °C
Normal	26 – 29 °C
Panas	30 – 50 °C

Berikut grafik anggota suhu sebagai berikut :

$$\mu_{Dingin}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \geq 25 \\ \frac{(25 - x)}{(25 - 10)} & ; 25 \leq x \leq 15 \\ 1 & ; x \leq 10 \end{cases} \quad (4)$$

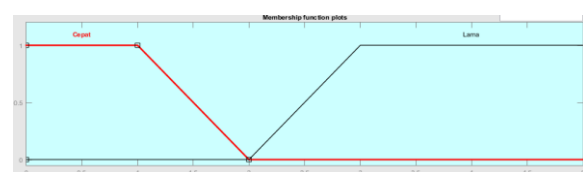
$$\mu_{Normal}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 25 \text{ atau } x \geq 35 \\ \frac{(x - 25)}{(27 - 25)} & ; 25 \leq x \leq 27 \\ \frac{(35 - x)}{(35 - 27)} & ; 27 \leq x \leq 35 \end{cases} \quad (5)$$

$$\mu_{Basah}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 30 \\ \frac{(x - 30)}{(35 - 30)} & ; 30 \leq x \leq 35 \\ 1 & ; x \geq 35 \end{cases} \quad (6)$$

3. Variabel output durasi mist maker dan kipas

Tabel 3. Variabel output actuator

Kondisi	Nilai
Cepat	1 Menit
Lama	3 Menit



Gambar 8. Grafik keanggotaan output

$$\mu_{Cepat}(z) = \begin{cases} 0 & ; z \geq 2 \\ (0.6 - z) & ; 1 \leq z \leq 2 \\ (z - 1) & ; z \leq 1 \end{cases} \quad (7)$$

$$\mu_{Lama}(z) = \begin{cases} 0 & ; z \leq 2 \\ (z - 2) & ; 2 \leq z \leq 3 \\ (3 - z) & ; z \geq 3 \end{cases} \quad (8)$$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Tampilan alat



Gambar 9. Tampilan alat

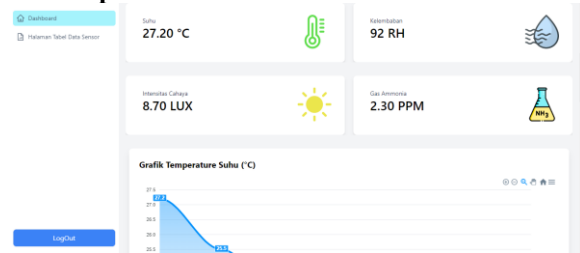
Di tunjukkan pada gambar 9, perangkat ini terdapat dua *mist maker* yang digunakan untuk menghasilkan embun dari air, serta terdapat kipas angin dc yang berfungsi untuk menghisap angin dari luar dan dimasukkan ke box yang telah berisi embun dan dikelurakan kembali melalui pipa, kemudian terdapat 2 buah sensor *float switch* yang digunakan untuk mendeteksi tingkat volume air yang nantinya sensor inilah yang akan menjadi trigger oleh solenoid untuk mengaktifkan air



Gambar 10. Rangkaian alat

Di tunjukkan pada gambar 10, peletakan sensor, mikrokontroller dan *power supply*, terdapat 2 *power supply* yakni bertegangan 12v yang men supply tegangan ke kipas dc, kemudian *power supply* 24v digunakan untuk me supply *mist maker*

4.2. Implementasi Website



Gambar 11. Implementasi website

Di tunjukkan pada gambar 11, tampilan dari halaman dashboard, yang dimana terdapat 4 buah *card* yang menampilkan nilai yang didapatkan dari sensor DHT22, BH-1750 dan MQ-135 dan terdapat grafik yang menampilkan data secara *real time*

4.3. Pengujian Sensor DHT22

Pengujian sensor DHT22 untuk memantau temperatur dan kelembapan dilakukan pada kajian berikut



Gambar 12. Uji coba sensor DHT22

Tabel 4. Uji coba suhu sensor DHT22

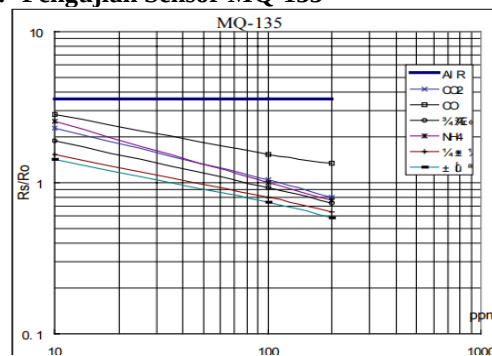
No	DHT 22	ThermoHygro	Error	Akurasi
1	32,10	32,7	1,83 %	98,17 %
2	31,30	30,8	-1,62 %	98,38 %
3	31,40	30,10	-4,31 %	95,69 %
4	31,60	30,20	-4,63 %	95,37 %
5	29,50	29,10	-1,37 %	98,63 %
6	29,00	28,70	-1,04 %	98,96 %
7	29,00	28,60	-1,39 %	98,61 %
8	28,90	28,40	-1,76 %	98,24 %
Nilai rata rata selisih			2,24 %	97,75 %

Tabel 5. Pengujian kelembaban sensor DH22

No	DHT 22	ThermoHygro	Error	Akurasi
1	68	71	4,22 %	95,78 %
2	80	81	1,23 %	98,77 %
3	79	80	1,25 %	98,75 %
4	80	81	1,23 %	98,77 %
5	89	91	2,19 %	97,81 %
6	92	92	0	100 %
7	95	95	0	100 %
8	96	96	0	100 %
Nilai rata rata selisih			1,26%	98,73%

Di tunjukkan pada tabel 4 dan tabel 5, nilai rata rata selisih dari sensor dht-22 pada suhu yakni sebesar 2,24 % dengan nilai rata rata tingkat akurasi sebesar 97,75 %, menunjukkan bahwa sensor DHT22 memiliki tingkat akurasi yang cukup baik dalam mengukur suhu dan kelembaban yang telah dibandingkan dengan thermometer hygrometer sebagai referensi dan dari hasil selisih yang relatif rendah, dapat disimpulkan bahwa sensor DHT22 memberikan hasil yang cukup andal dengan variasi error yang tidak terlalu besar diantara pengukuran yang berbeda.

4.4. Pengujian Sensor MQ-135



Gambar 13. Datasheet MQ-135

Di tunjukkan pada gambar 13, untuk mendapatkan nilai akurasi sensor, maka dilakukan kalibrasi pengujian sensor ammonia dengan datasheet sensor MQ-135 pada gambar 12 diatas

```
VRL = analogRead(MQ_sensor) * (5 / 1023.0);
RS = (5 / VRL - 1) * 10;
ratio = RS / Ro;
float ppm = pow(10, ((log10(ratio) - b) / m));
total = total - readings[readIndex];
readings[readIndex] = ppm;
total = total + readings[readIndex];
readIndex = readIndex + 1;
if (readIndex >= numReadings) {
    readIndex = 0;
}
average = total / numReadings;
```

Gambar 14. Implementasi perhitungan nilai PPM

4.6. Pengujian Blackbox Alat

Tabel 7. Pengujian blackbox alat

Fitur	Kasus Uji	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
Sensing sensor	Sensor DHT22	Sensor dapat mengumpulkan data temperatur, suhu, dan kelembaban di dalam rumah burung walet.	Sensor berhasil mengumpulkan data suhu dan kelembaban dengan baik	Valid
	Sensor BH1750	Sensor dapat mengumpulkan data intensitas cahaya di dalam rumah burung walet."	Sensor berhasil mengumpulkan data intensitas cahaya dengan baik"	Valid
	Sensor MQ-135	Sensor dapat mengumpulkan data gas ammonia di dalam rumah burung walet.	Sensor berhasil mengumpulkan data gas ammonia dengan baik	Valid
Simpan Database	Sensor DHT22	Data temperatur suhu dan kelembaban tersimpan di database"	Data temperatur suhu dan kelembaban telah berhasil masuk di database	Valid
	Sensor BH1750	Data intensitas cahaya tersimpan ke database	Data intensitas cahaya telah berhasil masuk ke database	Valid

Di tunjukkan pada gambar 14, untuk implementasi kalibrasi pengujian sensor ammonia dengan datasheet terdapat variable yang Bernama average, yang dimana menyimpan total nilai rata rata yang telah diambil oleh sensor gas

4.5. Pengujian Sensor BH-1750



Gambar 15. Pengujian sensor BH-1750

Tabel 6. Pengujian intensitas cahaya

No	BH-1750	Lux Meter	Error	Akurat
1	55	60	8,33 %	91,67 %
2	57	65	12,30%	87,7 %
3	50	54	7,40 %	92,6 %
4	59	54	-9,25%	90,75 %
5	68	76	10,52%	89,48 %
6	60	58	-3,44%	96,56 %
7	64	58	-10,34%	96,56 %
8	57	65	12,30%	87,7 %
Nilai rata rata selisih			9,23 %	91,6%

Di tunjukkan pada gambar 15 dan tabel 6, Nilai rata rata selisih dari sensor BH1750 pada suhu yakni sebesar 9,23 % dengan nilai rata rata tingkat akurasi sebesar 91,62 %, menunjukkan bahwa sensor BH1750 memiliki tingkat akurasi yang cukup baik dalam mengukur intensitas cahaya yang telah dibandingkan dengan aplikasi lux meter sebagai referensi, disimpulkan bahwa sensor BH-1750 memberikan hasil yang cukup baik

Fitur	Kasus Uji	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
	Sensor MQ-135	Data kadar gas ammonia tersimpan ke database	Data gas ammonia telah berhasil masuk ke database	Valid
Respons Aktuator	Durasi Kipas	Kipas dc dapat aktif selama durasi yang telah ditentukan melalui output defuzzifikasi metode fuzzy	Durasi aktif kipas dc berhasil sesuai dengan hasil defuzzifikasi fuzzy	Valid
	Durasi Mist Maker	Mist maker dapat aktif selama durasi yang telah ditentukan melalui output defuzzifikasi metode fuzzy	Durasi aktif mist maker berhasil sesuai dengan hasil defuzzifikasi fuzzy	Valid
Pengisian Air Otomatis	Pengisian air otomatis	Solenoid valve berkerja secara otomatis ketika air kurang dari ambang batas	Solenoid valve telag berkerja secara otomatis ketika air kurang dari ambang batas degan baik	Valid

Ditunjukkan pada tabel 7 telah dilakukan pengujian blackbox alat pada berbagai halaman dan fitur pada website seperti halaman login, halaman dashboard, halaman tabel data sensor, logout dan fitur dropdown menu.. Hasil menunjukkan bahwa semua halaman dan fitur berhasil berfungsi sesuai yang diharapkan, hal ini menunjukkan bahwa *software* telah berkerja dengan baik

4.7. Pengujian Notifikasi



Gambar 16. Pengujian notifikasi

Di tunjukkan pada gambar 16, terlihat bahwa ketika suhu mencapai 31°C, yang menunjukkan bahwa suhu di rumah burung walet tergolong panas, pesan notifikasi akan dikirim ke Telegram, data yang dikirim ke telegram berasal dari database dengan field *temperature*, *humidity*, intensitas, dan amonia. Hal ini menunjukkan bahwa pengiriman notifikasi ke telegram telah berfungsi dengan baik.

4.8. Pengujian Metode Fuzzy Tsukamoto

1. Fuzzifikasi

$$\begin{aligned}
 \mu_{\text{Kering}}(78) &= 0 \\
 \mu_{\text{Lembab}}(78) &= \frac{90 - 78}{15} = \frac{12}{15} = 0,8 \\
 \mu_{\text{Basah}}(78) &= 0 \\
 \mu_{\text{Dingin}}(28) &= 0 \\
 \mu_{\text{Normal}}(28) &= \frac{28 - 20}{7} = \frac{8}{7} = 1,14 \\
 \mu_{\text{Panas}}(28) &= 0
 \end{aligned}$$

2. Based Rule

Rule 1 = If (kelembabanKering) and (suhuDingin) then (DurasiMM Lama) (DurasiKipas Cepat)

Rule 2 = If (kelembabanKering) and (suhuNormal) then (DurasiMM Lama) (DurasiKipas iCepat)

Rule 3 = If (kelembabanKering) and (suhuPanas) then (DurasiMM Lama) (DurasiKipas Lama)

Rule 4 = If (kelembabanLembab) and (suhuDingin) then (DurasiMM Cepat) (DurasiKipas Cepat)

Rule 5 = If (kelembabanLembab) and (suhuNormal) then (DurasiMM Cepat) (DurasiKipas Cepat)

Rule 6 = If (kelembabanlembab) and (suhuPanas) then (DurasiMM Cepat) (DurasiKipas Lama)

Rule 7 = If (kelembabanBasah) and (suhuDingin) then (DurasiMM is Cepat) (DurasiKipas is Cepat)

Rule 8 = If (kelembabanBasah) and (suhuNormal) then (DurasiMM Cepat) (DurasiKipas Cepat)

Rule 9 = If (kelembaban Basah) and (suhuPanas) then (DurasiMM Cepat) (DurasiKipas Lama)

Tabel 8. Hasil perhitungan fuzzy tsukamoto

$\alpha\text{-Predikat}_1 = 0$	Zmm = 2	Zkipas = 2
$\alpha\text{-Predikat}_2 = 0$	Zmm = 2	Zkipas = 2
$\alpha\text{-Predikat}_3 = 0$	Zmm = 2	Zkipas = 2
$\alpha\text{-Predikat}_4 = 0$	Zmm = 2	Zkipas = 2
$\alpha\text{-Predikat}_5 = 0.8$	Zmm = 1.2	Zkipas = 1.2
$\alpha\text{-Predikat}_6 = 0$	Zmm = 2	Zkipas = 2
$\alpha\text{-Predikat}_7 = 0$	Zmm = 2	Zkipas = 2
$\alpha\text{-Predikat}_8 = 0$	Zmm = 2	Zkipas = 2
$\alpha\text{-Predikat}_9 = 0$	Zmm = 2	Zkipas = 2

3. Defuzzifikasi

$$Z_{mm} = \frac{\alpha_1 Z_{mm1} + \alpha_2 Z_{mm2} + \dots + \alpha_n Z_{mmn}}{\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n}$$

$$Z_{mm} = \frac{0.96}{0.8} = 1.2$$

$$Z_{kipas} = \frac{\alpha_1 Z_{kp1} + \alpha_2 Z_{kp2} + \dots + \alpha_n Z_{kpn}}{\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n}$$

$$Z_{kipas} = \frac{0.96}{0.8} = 1.2$$

Tabel 9. Hasil output metode fuzzy tsukamoto

Keterangan		Durasi	
Suhu	Kelembaban	Kipas	Mist Maker
28	78	1.20 Menit	1.20 Menit
31	90	2 Menit	1.63 Menit
85	17	1.67 Menit	1.67. Menit

Hasil pengujian menggunakan metode fuzzy tsukamoto untuk menentukan durasi aktif dari *mist maker* dan kipas menunjukkan bahwa hasil perbandingan antara hasil program dengan hasil manual yakni sama dan durasi aktif dari *mist maker* dan kipas sesuai dengan hasil dari defuzzifikasi metode fuzzy tsukamoto, sehingga sistem dapat di implementasikan pada prototipe rumah burung wallet

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Alat telah berhasil diimplementasikan dengan baik dan mampu membaca serta mengumpulkan informasi yang diinginkan, seperti suhu, kelembaban, intensitas cahaya dan kadar gas ammonia, dengan tingkat rata rata akurasi 97,75% pada suhu dan 98,73% untuk tingkat rata rata kelembaban menggunakan sensor DHT22, serta 91,62% sebagai tingkat rata rata akurasi yang didapatkan pada sensor BH-1750, lalu *Actuator* berhasil menyala otomatis dengan durasi yang telah di dapatkan dari hasil implementasi metode fuzzy Tsukamoto, salah satu hasil pengujian dengan keterangan suhu 28°C dengan kelembaban 78%RH didapat hasil durasi kipas 1 menit 20 detik, dan durasi *mist maker* 1 menit 20 detik sehingga kondisi dari rumah burung dapat terjaga dengan baik. Saran untuk penelitian selanjutnya ialah dapat menambahkan fitur pada *website* dan juga fitur *controlling* pada *actuator*

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. Widiyari, R. Pratama, and W. Styorini, "Sistem Pengontrolan dan Monitoring Budidaya Sarang Burung Walet Berbasis Android," *Jurnal Elektro dan Mesin Terapan*, vol. 7, no. 2, pp. 32–41, 2021, doi: 10.35143/elementer.v7i2.4760.
- [2] A. Iskandar, Ishak, and S. Yakub, "Implementasi IoT Pada Sistem Monitoring dan Kendali Otomatis Suhu Dan Kelembaban Ruangan Sarang Burung Walet Berbasis Mikrokontroler," *Jurnal Cyber Tech*, vol. 4, no. 8, pp. 1–8, 2022.
- [3] Muliati and B. Dawiya, "Studi Usaha Sarang Burung Walet dalam Meningkatkan Pendapatan Desa," *Jurnal Mirai Management*, vol. 7, no. 1, pp. 182–199, 2022, [Online]. Available: <https://journal.stieamkop.ac.id/index.php/mirai/article/download/2358/1563>
- [4] Mega Endiana Dewi, "Manfaat Konsumsi Sarang Burung Walet," *Jurnal Kedokteran Ibnu Nafis*, vol. 9, no. 1, pp. 12–16, 2020, doi: 10.30743/jkin.v9i1.43.
- [5] Sholihin Reyndri Danu, "Menciptakan Budidaya Burung Walet Yang Baik," *Conference on Business, Social Sciences and Innovation Technology1 (1)* 269277, 2020, vol. 1, 2020.
- [6] D. A. Megawaty and M. E. Putra, "Aplikasi Monitoring Aktivitas Akademik Mahasiswa Program Studi Informatika Universitas Xyz Berbasis Android," *Jurnal Informatika dan Rekayasa Perangkat Lunak*, vol. 1, no. 1, pp. 65–74, 2020, doi: 10.33365/jatika.v1i1.177.
- [7] J. S. Charle, "Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan di Ruang Server Siloam Hospitals Lippo Village berbasis Arduino Uno R3 dan Sensor DHT11 dengan Notifikasi Melalui Telegram." pp. 17–23, 2021.
- [8] I. Setiadi and P. T. Lingkungan, "PENGAMAN LAJU AIR UMPAN UNTUK ARSINUM KAPASITAS 5M³ / HARI MENGGUNAKAN PRESSURE SWITCH DAN SELENOID VALVE WATER SAFETY FEED RATE FOR CAPACITY ARSINUM 5M³ / DAY USE THE PRESSURE SWITCH," vol. 11, no. 2, pp. 75–83, 2018.
- [9] A. Khuriati, "Sistem Pemantau Intensitas Cahaya Ambien Dengan Sensor Bh1750 Berbasis Mikrokontroler Arduino Nano," *Berkala Fisika*, vol. 25, no. 13, pp. 105–110, 2022.
- [10] I. A. Rombang, L. B. Setyawan, and G. Dewantoro, "Perancangan Prototipe Alat Deteksi Asap Rokok dengan Sistem Purifier Menggunakan Sensor MQ-135 dan MQ-2," *Techné: Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, vol. 21, no. 1, pp. 131–144, 2022, doi: 10.31358/techné.v21i1.312.
- [11] R. S. Assendelft and H. J. Ilja van Meerveld, "A low-cost, multi-sensor system to monitor temporary stream dynamics in mountainous headwater catchments," *Sensors (Switzerland)*, vol. 19, no. 21, 2019, doi: 10.3390/s19214645.
- [12] D. Maulana, I. G. A. P. Raka Agung, and I. P. Elba Duta Nugraha, "Sistem Monitor Budi Daya Sarang Burung Walet Berbasis Esp32-Cam Dilengkapi Aplikasi Telegram," *Jurnal SPEKTRUM*, vol. 9, no. 1, p. 143, 2022, doi: 10.24843/spektrum.2022.v09.i01.p17.
- [13] A. Mubarak, "Rancang Bangun Aplikasi Web Sekolah Menggunakan Uml (Unified Modeling Language) Dan Bahasa Pemrograman Php (Php Hypertext Preprocessor) Berorientasi Objek," *JIKO (Jurnal Informatika dan Komputer)*, vol. 2, no. 1, pp. 19–25, 2019, doi: 10.33387/jiko.v2i1.1052.
- [14] H. Hidayat, Hartono, and Sukiman, "Pengembangan Learning Management System (LMS) untuk bahasa pemrograman PHP," *Community Research Information Technology*, vol. 5, no. 1, pp. 20–29, 2017, [Online]. Available: <https://ijcoreit.org/index.php/coreit/article/view/11>
- [15] M. N. Nizam, Haris Yuana, and Zunita Wulansari, "Mikrokontroler Esp 32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 6, no. 2, pp. 767–772, 2022, doi: 10.36040/jati.v6i2.5713.
- [16] P. Gloria and E. Sedyono, "Perancangan Sistem Rekomendasi Pemberian Beasiswa dengan Metode Fuzzy Tsukamoto," *Journal of Information Technology Ampara*, vol. 3, no. 2, pp. 124–147, 2022, doi: 10.51519/journalita.volume3.issuue2.year2022.pag e124-147