

Sistem Monitoring Kelembapan Rumah Walet Berbasis *Internet of Things*

¹Rifqi Abrori, ²Sumardi, ³Gamma Aditya R, ⁴Bambang Sri Kaloko, ⁵M. Zainal Roisul A

^{1,2,3,4}Teknik Elektro, Universitas Jember, Jember

⁵Teknik Elektro, Universitas PGRI Banyuwangi, Banyuwangi

¹rifqiabrori011@gmail.com, ²sumardi@unej.ac.id,

³gamma.rahardi@unej.ac.id, ⁴kaloko@unej.ac.id, ⁵mzainalra@unibabwi.ac.id

Abstract - Swallow birds are known for their high-value nests, especially in Chinese cooking and traditional medicine, with Indonesia as the main producer. The swallow nests are made from hardened saliva, and their quality is determined by the shape and color of the nest. The temperature and humidity of the room are critical factors in maintaining the quality of the nests, with an ideal temperature of 26–29°C and humidity around 80% RH. This research develops an IoT-based Swallow House Humidity Monitoring system using DHT22 sensors and a Firebase server. This system monitors the conditions of the swallow house in real-time and controls humidity by activating a water pump through a relay based on temperature and humidity parameters. Testing shows the success of the system in maintaining stable humidity above 80% RH, ensuring optimal conditions for the quality of swallow nests.

Keywords —Humidity Monitoring, Internet of Things, Linear Regression, Swallow Birds

Abstrak— Burung walet dikenal karena sarangnya yang bernilai tinggi, terutama dalam masakan dan pengobatan tradisional China, dengan Indonesia sebagai penghasil utama. Sarang burung walet terbuat dari air liur yang mengeras, dan kualitasnya ditentukan oleh bentuk serta warna sarang. Suhu dan kelembapan ruangan menjadi faktor penting dalam menjaga kualitas sarang, dengan suhu ideal 27°C dan kelembapan 80% RH. Penelitian ini mengembangkan sistem Monitoring Kelembapan Rumah Walet berbasis IoT menggunakan sensor DHT22 dan server Firebase. Sistem ini memantau kondisi rumah walet secara real-time dan mengontrol kelembapan dengan mengaktifkan pompa air melalui relay berdasarkan parameter suhu dan kelembapan. Pengujian menunjukkan keberhasilan sistem dalam menjaga kelembapan stabil di atas 80% RH, memastikan kondisi optimal untuk kualitas sarang walet.

Kata Kunci— Burung Walet, Monitoring Kelembapan, Internet Of Things, Regresi Linier

I. Pendahuluan

Burung walet dikenal karena menghasilkan sarang bernilai ekonomi tinggi yang banyak dikonsumsi di Tiongkok sebagai bahan makanan dan pengobatan tradisional [1]. Indonesia merupakan penghasil utama sarang burung walet dengan sentra produksi tersebar di Jawa, Sumatera, Kalimantan, dan Sulawesi [2]. Seiring meningkatnya

permintaan, banyak masyarakat membangun rumah walet untuk mendukung budidaya burung walet, baik di perkotaan maupun di pedesaan [3][4][5]. Rumah walet dapat berupa bangunan khusus yang dirancang untuk menarik burung walet agar bersarang atau bangunan yang dialihfungsikan dari rumah atau gedung lama [6].

Kualitas sarang burung walet dipengaruhi oleh suhu dan kelembapan lingkungan [7][8][9]. Sarang berkualitas tinggi memiliki bentuk mangkuk dan berwarna putih, sedangkan kelembapan berlebih dapat membuat sarang berubah warna menjadi kemerahan [10]. Selain itu, suhu tinggi (30-33°C) dapat menyebabkan air liur walet retak dan keropos [11]. Oleh karena itu, suhu ideal untuk rumah walet berkisar antara 26°C - 29°C, sementara kelembapan perlu dijaga dalam rentang 80% - 90% [12][13]. Jika suhu dan kelembapan tidak sesuai, rumah walet dikategorikan tidak sehat dan perlu dilakukan tindakan lebih lanjut [14][15].

Saat ini, pemantauan suhu dan kelembapan rumah walet masih dilakukan secara manual, sehingga kurang efisien dan sulit untuk memastikan kondisi yang stabil [16][17]. Sistem berbasis mikrokontroler menjadi solusi potensial untuk memantau dan mengendalikan suhu serta kelembapan secara otomatis [18][19][20]. Penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem IoT berbasis Arduino Uno dan NodeMCU ESP8266, dengan DHT22 sebagai sensor suhu dan kelembapan, serta Blynk sebagai platform pemantauan online [21][22][23][24]. Sistem ini mampu mengontrol kelembapan secara otomatis, tetapi masih memiliki keterbatasan dalam akurasi pembacaan sensor dan belum sepenuhnya terintegrasi dengan kondisi lingkungan secara dinamis.

Penelitian sebelumnya menggunakan Arduino Nano V3 dan Wemos D1 Mini untuk memantau suhu dan kelembapan dengan tiga sensor DHT-21, serta mengontrol kelembapan melalui relay yang mengaktifkan Mesin Kabut TL 5500 [25]. Sistem ini bekerja dengan menyalakan mesin kabut jika suhu melebihi 28°C atau kelembapan turun di bawah 80%, dan data dikirimkan ke Firebase untuk pemantauan melalui aplikasi Android.

Berdasarkan permasalahan yang ada serta hasil penelitian terdahulu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan prototipe sistem monitoring dan pengendali suhu serta kelembapan rumah walet berbasis IoT. Sistem ini menggunakan sensor DHT22 untuk membaca suhu dan kelembapan, RTC DS3231 sebagai pencatat waktu, serta mikrokontroler ESP32 untuk memproses data dan mengontrol relay. Empat relay digunakan, dengan relay utama mengontrol pompa air berdasarkan pembacaan sensor, sementara tiga relay lainnya dikendalikan berdasarkan pengaturan waktu dari RTC DS3231 atau secara manual. Data dikirim ke Firebase untuk pemantauan melalui aplikasi Android. Agar lebih akurat, sensor DHT22 dikalibrasi menggunakan metode regresi linier dengan membandingkan hasilnya terhadap termometer dan hygrometer. Dengan sistem ini, kelembapan dan suhu dalam rumah walet dapat dipantau dan dikendalikan secara otomatis, sehingga menciptakan kondisi optimal untuk budidaya burung walet.

II. Metode Penelitian

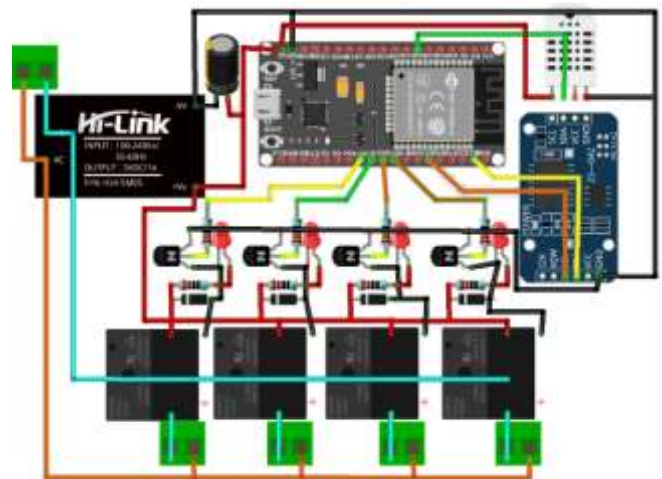
Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem monitoring dan kontrol kelembapan rumah walet berbasis Internet of Things (IoT) yang dapat beroperasi secara otomatis dan real-time. Sistem ini dirancang menggunakan beberapa komponen utama, yaitu ESP32 sebagai pusat kendali, sensor DHT22 untuk membaca suhu dan kelembapan, RTC DS3231 sebagai pencatat waktu, serta empat buah relay, di mana tiga di antaranya dilengkapi dengan fitur timer. Sensor DHT22 secara otomatis membaca kondisi lingkungan dan mengaktifkan relay D untuk meningkatkan kelembapan di dalam rumah walet saat diperlukan. Pemantauan kelembapan pada rumah walet dilakukan menggunakan aplikasi berbasis MIT App Inventor, yang menampilkan informasi suhu, kelembapan, serta status relay A, B, C, dan D secara real-time. Aplikasi ini juga berfungsi sebagai pusat kendali, memungkinkan pengguna untuk mengatur waktu penyalan dan pemadaman relay A, B, dan C sesuai kebutuhan.

Data dari pembacaan sensor DHT22 dan RTC-DS3231 kemudian dikirimkan ke Firebase melalui koneksi Wi-Fi untuk disimpan dan diolah lebih lanjut. Firebase berfungsi sebagai jembatan yang mengirimkan data menuju Smartphone dan menyimpan sementara data yang dikirimkan secara realtime, sebelum data diambil dan dicatat secara berkala menggunakan Google Apps Script, yang mengintegrasikannya ke dalam Google Spreadsheet untuk pencatatan. Untuk meningkatkan akurasi sensor DHT22, penelitian ini menerapkan metode regresi linier sederhana. Dalam metode ini, pembacaan suhu dan kelembapan dari sensor DHT22 dibandingkan dengan hasil pengukuran hygrometer dan thermometer dalam satu rangkaian pengujian. Tujuan dari proses ini adalah untuk

mengurangi kesalahan pembacaan sensor sehingga hasil yang diperoleh lebih akurat dan mendekati nilai sesungguhnya.

III. Hasil dan Pembahasan

Rangkaian elektronik Sistem Monitoring Kelembapan Rumah Walet menggunakan HLK 5M05 sebagai power supply sistem. ESP32 berperan sebagai pusat kendali, dengan sensor RTC-DS3231 memberikan data waktu melalui jalur SDA dan SCL. Sensor DHT22 yang terhubung ke pin D32 mengukur suhu dan kelembapan ruang. ESP32 mengendalikan Relay sebagai aktuator berdasarkan parameter yang ditentukan, seperti kelembapan atau timer Relay pada waktu tertentu. Relay pada sistem terhubung ke pin D5, D6, D7, dan D8, dengan bantuan transistor NPN BC475 sebagai pemicu Relay.



Gambar 1. Rangkaian Elektronik Sistem

Walet Sense adalah aplikasi yang digunakan untuk memonitoring kondisi di dalam rumah walet secara real-time. Monitoring ini dimungkinkan melalui fungsi *Firestore.setInt(&fdo, "ESP/kelembapan", kelembapan_kalibrasi)* yang secara otomatis mengirimkan data dari sensor DHT22 setiap kali terjadi perubahan nilai. Aplikasi kemudian menerima dan memperbarui nilai kelembapan menggunakan fungsi call *FirestoreDB1.GetValue(kelembapan)*. Selain itu, status relay yang menunjukkan kondisi Aktif atau Nonaktif diperoleh melalui fungsi *Firestore.setString(&fdo, "ESP/Relay_", r_)*, yang memperbarui nilai sesuai dengan keadaan relay.

Pengguna dapat menentukan waktu Time Start dan Time End melalui TimePicker, yang terbagi menjadi parameter Jam (Hour) dan Menit (Minute). Data ini dikirim ke Firebase menggunakan fungsi *Firestore StoreValue*, kemudian diambil kembali oleh ESP32 melalui fungsi *Firestore.getString(&fdo, "/ESP/TSM_")*. Saat data waktu diterima, ESP32 membandingkan waktu tersebut

dengan data dari RTC DS3231 menggunakan fungsi $hr == TSJ_ \&\& mn == TSM_$. Jika nilai diterima sesuai dengan Time Start Jam, dan Menit, nilai lever berubah menjadi true, sehingga relay menyala. Sebaliknya, saat waktu sesuai Time End Jam, dan Menit, nilai lever kembali menjadi false, yang menyebabkan relay mati. Dengan sistem ini, penyalan dan pemadaman relay dapat dilakukan secara otomatis tanpa memerlukan intervensi manual.

Data yang dikirim oleh ESP32 pertama kali disimpan di Firebase Realtime Database. Firebase berfungsi sebagai penyimpanan sementara yang memungkinkan data diperbarui secara real-time dan dapat diakses oleh aplikasi Walet Sense untuk pemantauan kondisi rumah walet. Agar data dapat dicatat dan dianalisis lebih lanjut, Firebase dihubungkan dengan Google Spreadsheet menggunakan Ekstensi Apps Script. Proses ini dilakukan dengan mengambil data dari Firebase secara berkala atau saat terjadi perubahan nilai. Skrip yang dibuat menggunakan Firebase API berupa ***FirebaseApp.getDatabaseByUrl(firebaseUrl)*** berfungsi untuk membaca data kelembapan, suhu, jam, dan waktu lalu menyimpannya ke dalam Google Spreadsheet sebagai catatan historis atau datalogger. Dengan metode ini, data kelembapan dapat terdokumentasi secara sistematis, sehingga dapat melakukan analisis dan optimasi sistem kontrol kelembapan sesuai dengan kebutuhan.



Gambar 2. Tampilan Aplikasi Walet Sense

Regresi linier sederhana diterapkan dalam penelitian ini untuk meningkatkan akurasi sensor DHT22 dalam mengukur kelembapan dengan membandingkan hasil pembacaannya terhadap hygrometer analog sebagai referensi. Pengujian dilakukan dalam lingkungan tertutup, di mana kelembapan diturunkan dari 85% hingga 50% menggunakan silica gel.

	A	B	C	D
1		JAM	SUHU	KELEMBAPAN
2		2024-12-05 11:35:27	31,68	75,31
3		2024-12-05 11:37:42	31,68	75,43
4		2024-12-05 11:42:41	31,68	75,55
5		2024-12-05 11:47:42	31,57	75,43
6		2024-12-05 11:52:41	31,57	75,07
7		2024-12-05 11:57:41	31,57	75,43
8		2024-12-05 12:02:41	31,57	75,55
9		2024-12-05 12:07:41	31,68	74,95
10		2024-12-05 12:12:41	31,57	76,16

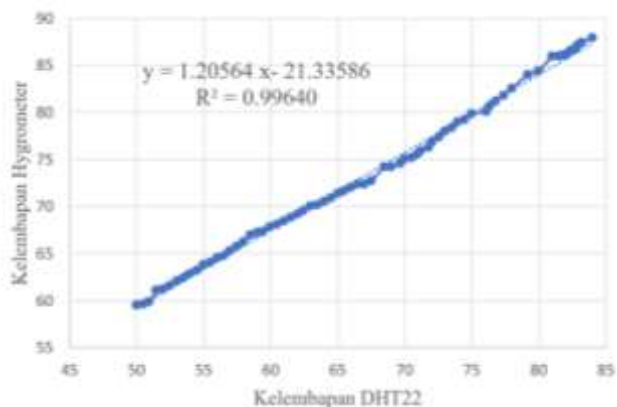
Gambar 3. Tampilan Spreadsheet Datalogger Walet Sense

Sensor DHT22 dan hygrometer ditempatkan dalam wadah yang sama, lalu data kelembapan dari kedua alat dicatat secara bersamaan. Hasil menunjukkan adanya selisih nilai, yang mengindikasikan error dalam pengukuran.



Gambar 4 Pengujian Kelembapan Sensor DHT22 dan Hygrometer

Sebelum kalibrasi, sensor DHT22 memiliki rata-rata error 9,90%, terutama pada kelembapan rendah. Setelah regresi linier diterapkan, rata-rata error menurun menjadi 3,06%, meningkatkan akurasi sistem secara signifikan. Dengan metode ini, sistem monitoring kelembapan rumah walet menjadi lebih andal dalam memantau kondisi lingkungan.



Gambar 5 Grafik Regresi Linier Sensor DHT22

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan metode regresi linier sederhana, menghasilkan persamaan koreksi yang dimasukkan ke dalam program ESP32 untuk menyesuaikan setiap pembacaan sensor sebelum dikirim ke sistem monitoring.

Tabel 1. Hasil Pembacaan Sebelum dan Sesudah Regresi Linier Sederhana

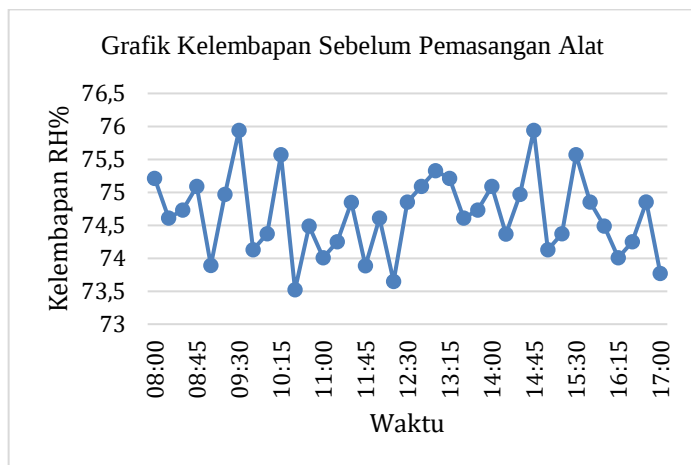
Data Sebelum Regresi Linier				Data Setelah Regresi Linier		
No	Hygrometer	DHT 22	Error (%)	Hygrometer	DHT 22	Error (%)
1	84	87.9	4.64	84	85.1	1.31
2	83.2	87.4	5.05	83.5	84.4	1.08
3	83	87.2	5.06	83	83.7	0.84
4	82.8	86.9	4.95	82.5	83.6	1.33
5	82.7	86.7	4.84	82	83.1	1.34
6	82.5	86.5	4.85	81.5	82.6	1.35
7	82.3	86.4	4.98	81	82.4	1.73
8	82	86.1	5.00	80.5	82.1	1.99
9	74.5	79.2	6.31	74.5	74.9	0.54
10	74	78.9	6.62	74	74.5	0.68
11	73.5	78.3	6.53	73.5	75	2.04
12	73	78	6.85	73	74.4	1.92
13	72.6	77.4	6.61	72.5	73.9	1.93
14	72.1	76.9	6.66	72	73.2	1.67
15	71.8	76.3	6.27	71.5	72.6	1.54
16	71.2	75.9	6.60	74.5	74.9	0.54
17	71	75.5	6.34	71	75.5	6.34
18	63	70	11.1	70.5	70.6	0.14
19	54	62.8	16.3	54	58	7.41
20	53.5	62.4	16.6	53.5	57.8	8.04

Data Sebelum Regresi Linier					Data Setelah Regresi Linier		
No	Hygromet er	DHT 22	Error (%)		Hygromet er	DHT 22	Ero r (%)
21	53	62	17.0		53	57.5	8.49
22	52.5	61.6	17.3		52.5	57.1	8.76
23	52	61.2	17.7		52	56.5	8.65
24	51.5	61.1	18.6		51.5	56.1	8.93
25	51	59.8	17.3		51	55.8	9.41
26	50.5	59.6	18.0		50.5	55.5	9.90
Rata-rata Error (%)			9.90		Rata-rata Error (%)		3.06 0

Pengujian ini bertujuan untuk menilai performa dan efektivitas Sistem Monitoring Kelembapan Rumah Walet. Gambar 4.8 menunjukkan penempatan sistem didalam rumah walet, serta penempatan sensor. Pada tahap awal, alat dipasang di dalam rumah walet dan diaktifkan tanpa dihubungkan ke pompa air untuk memfokuskan fungsi monitoring kondisi kelembapan. Setelah itu, alat dihubungkan dengan pompa air untuk menguji respon sistem dalam mengatur kelembapan sesuai kebutuhan ruangan. Terakhir, dilakukan evaluasi untuk melihat apakah pengaturan kelembapan yang diterapkan telah memberikan efek terhadap kondisi ruang rumah walet.

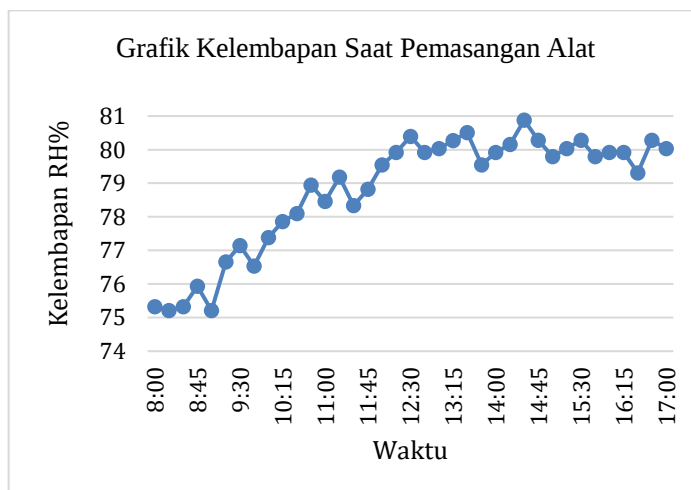


Gambar 6. Pengujian Sistem Monitoring Kelembapan Rumah Walet



Gambar 7. Data Grafik Kelembapan Sebelum Pemasangan Alat

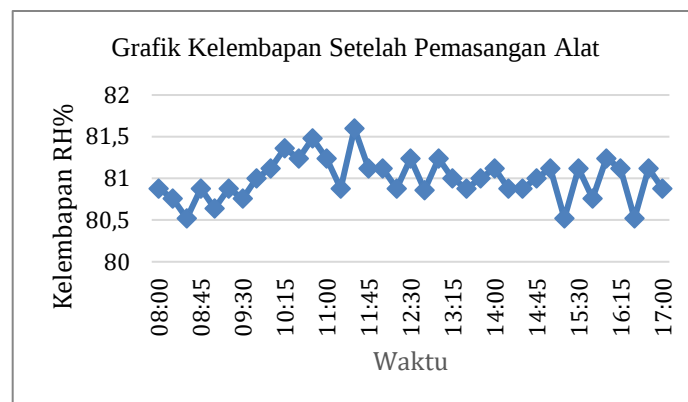
Grafik yang disajikan diatas menggambarkan hasil pengujian kelembapan sebelum, saat, dan setelah pemasangan sistem didalam rumah walet. Pengujian awal, digunakan untuk melihat seberapa efektif sistem dapat memonitoring kondisi lingkungan di dalam rumah walet. Pada Gambar 7, kelembapan di dalam rumah walet tercatat berada di kisaran 73,5% hingga 76%. Tingkat kelembapan ini dianggap belum ideal untuk budidaya sarang burung walet, karena umumnya dibutuhkan kelembapan yang lebih tinggi untuk mendukung proses pembudidayaan secara optimal.



Gambar 8. Data Grafik Kelembapan Saat Pemasangan Alat

Setelah alat dipasang, hasil pengujian ditampilkan pada Gambar 8, yang menunjukkan adanya peningkatan kelembapan signifikan. Sistem bekerja dengan menaikkan kelembapan dari 75% hingga mencapai 80% dan menjaga kestabilan kelembapan pada angka tersebut. Pompa air diaktifkan berdasarkan kondisi lingkungan di dalam rumah walet, yaitu ketika suhu melebihi 29°C dan kelembapan kurang dari 80%. Proses ini berlangsung secara berulang dalam siklus kerja relay, dimana relay menyala selama 2 menit untuk mengaktifkan pompa air dan kemudian mati selama 8 menit. Saat relay menyala, air disemprotkan ke dalam ruangan, untuk

menaikkan kelembapan. Siklus ini akan berhenti jika suhu turun hingga 29°C atau kelembapan mencapai 80%. Setelah kelembapan berada pada angka 80%, sistem akan terus memantau kondisi ruangan untuk mempertahankan stabilitas tersebut. Contohnya, pada pukul 12:15 siang, kelembapan tercatat mencapai 80%, sehingga sistem menghentikan penyemprotan air. Jika kelembapan kembali menurun, sistem secara otomatis mengaktifkan pompa untuk menjaga keseimbangan.



Gambar 9. Data Grafik Kelembapan Setelah Pemasangan Alat

Hasil pengujian setelah alat dipasang didapatkan hasil pada Gambar 9, menunjukkan bahwa kelembapan dapat dipertahankan stabil di atas 80% dengan angka tertinggi mencapai 81,6%. Stabilitas ini dicapai melalui sistem monitoring yang secara berkala mengaktifkan pompa air sesuai kebutuhan. Kelembapan optimal untuk budidaya sarang burung walet berada dalam rentang 80% - 90%, sehingga hasil pengujian membuktikan bahwa sistem ini bekerja dengan baik dalam menjaga kelembapan pada rentang yang ideal. Dengan demikian, sistem ini terbukti efektif dalam menjaga kestabilan kelembapan untuk mendukung proses budidaya burung walet yang lebih efisien. Dengan catatan respon sistem yang diberikan dalam meningkatkan kelembapan dalam rumah walet sangat lambat karena dibatasi oleh siklus relay, hal ini juga bertujuan agar burung walet tidak stres akibat perubahan kelembapan yang signifikan

IV. Kesimpulan

Perancangan Sistem Monitoring Rumah Walet Berbasis IoT menggunakan Firebase sebagai penghubung antara perangkat dan smartphone. Sistem ini memungkinkan pemantauan kondisi ruangan secara real-time, sementara pengaturan kelembapan dilakukan dengan sensor DHT22 yang telah dikalibrasi, sehingga dapat beradaptasi dengan berbagai kondisi. Relay D mengendalikan pompa air berdasarkan parameter suhu dan kelembapan. Ketika kondisi terpenuhi, sistem bekerja secara otomatis dan berulang untuk

menjaga kelembapan dalam kisaran 80,5% hingga 81,6% RH. Data dan grafik kelembapan diperoleh melalui tiga tahap pengujian, yaitu sebelum, saat, dan setelah sistem dipasang. Sistem secara otomatis mengaktifkan Relay D untuk menyalakan pompa air ketika kelembapan belum mencapai batas yang ditentukan. Jika kelembapan masih rendah, sistem terus melakukan looping hingga kondisi ideal tercapai. Keberhasilan sistem dapat dilihat pada Gambar 4.11, yang menunjukkan kelembapan rumah walet stabil dalam rentang 80,5% hingga 81,6% RH.

V. Daftar Pustaka

- [1] S. Peningkatan, D. Saing, and H. P. Dan, 'Strategi peningkatan daya saing, hilirisasi produk dan peluang ekspor sarang burung walet di indonesia', vol. 1, no. 1, pp. 49–63, 2024.
- [2] P. S. Agroteknologi, F. Pertanian, D. A. N. Peternakan, U. Islam, N. Sultan, and S. Kasim, 'Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Jagung (*Zea mays* L .) Pada Tanah Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Jagung (*Zea Mays* L .) Pada Tanah', 2023.
- [3] M.A Kartika, '*Analisis Peluang Usaha Burung Walet di Kecamatan Dander kabupaten Bojonegoro*', 2023.
- [4] D. Studi and K. Kabupaten, 'Jurnal Riset Ilmiah', vol. 1, no. 11, pp. 1015–1026, 2024.
- [5] H. K. Astuti, 'Pemberdayaan Masyarakat Melalui Usaha Sarang Burung Walet Persepektif Ekonomi Islam', no. November, 2023, doi: 10.13140/RG.2.2.15894.52804.
- [6] M. R. Prayoga, 'Rumah Walet Berbasis NODEMCU'.
- [7] S. K. Dewi, R. D. Nyoto, and E. D. Marindani, 'Perancangan Prototipe Sistem Kontrol Suhu dan Kelembaban pada Gedung Walet dengan Mikrokontroler Berbasis Mobile', vol. 4, no. 1, pp. 36–42, 2018.
- [8] J. T. E. Uniba, 'MENGGUNAKAN ARDUINO NANO', vol. 3, no. 2, 2019.
- [9] P. T. Ningsih and A. W. Indrawan, 'Rancang Bangun Sistem Kontrol Suhu dan Kelembaban Sarang Burung Walet Berbasis Internet Of Things', no. September, pp. 251–257, 2021.
- [10] A. A. Ternak, *Agribisnis aneka ternak*.
- [11] N. Fathanah, Y. Sari, and A. Rizky, 'Optimasi Lingkungan Untuk Produktivitas Rumah Burung Walet : Implementasi Mesin Kabut Dan Penghangat Berbasis Internet Of Things (IOT) Rekayasa Teknik Elektro Universitas Lambung Mangkurat , Banjarmasin Indonesia', no. September, pp. 1–17, 2024.
- [12] T. A. Sarjana, W. Sarengat, S. Kismiati, L. D. Mahfudz, and H. D. Shihah, *No Title*.
- [13] B. Islaminstitut, A. Islam, and N. Palopo, 'Peran usaha burung walet dalam meningkatkan pendapatan pengusaha sarang walet di desa pengkendekan kecamatan sabbang', 2021.
- [14] A. Iskandar and S. Yakub, 'Implementasi IoT Pada Sistem Monitoring dan Kendali Otomatis Suhu Dan Kelembaban Ruangan Sarang Burung Walet Berbasis Mikrokontroler', no. April, pp. 1–8, 2020.
- [15] N. Aisyah, *Usaha Sarang Burung Walet dalam Meningkatkan pendapatan Masyarakat*. 2024.
- [16] T. Akhir, 'Prototype Sistem Otomasi Pompa Air Pada Pengadaan Air Minum Swadaya Masyarakat', 2019.
- [17] H. Judul, F. T. Industri, and U. I. Indonesia, 'Sensor Soil Untuk Mengukur Kelembapan Tanah'.
- [18] T. Konseptual and D. A. N. Implementasi, 'Peran Mikrokontroler Dalam Pengembangan Aplikasi Iot : The Role Of Microcontrollers In IOT Application Development ', vol. 3, no. 2, pp. 18–24, 2024.
- [19] B. Sulaeman, T. Informatika, and S. Selatan, 'OTOMATIS MENGGUNAKAN SENSOR KELEMBABAN', vol. 12, no. 3, 2024.
- [20] M. E. Favian *et al.*, 'Sistem Smart Home Pemantauan Dan Pengendalian Suhu Ruangan Menggunakan Arduino ESP32', vol. 5, no. 2, pp. 101–113, 2024.
- [21] M. I. Hakiki, U. Darusalam, and N. D. Nathasia, 'Konfigurasi Arduino IDE Untuk Monitoring Pendeteksi Suhu dan Kelembaban Pada Ruang Data Center Menggunakan Sensor DHT11', vol. 4, pp. 150–156, 2020, doi: 10.30865/mib.v4i1.1876.
- [22] I. Heryanto, S. Arum, and M. Noor, 'Sistem Otomasi Suhu dan Kelembaban Pada Greenhouse Berbasis Sensor DHT22 dan Mikrokontroler', vol. 12, no. 2, 2025.
- [23] K. Diantoro and R. Rahmadewi, 'Implementasi Sensor MQ 4 dan Sensor DHT 22 pada Sistem Kompos Pintar Berbasis IoT (SIKOMPI)', vol. 14, no. 3.
- [24] H. Santoso, T. Hestirianoto, I. Jaya, and S. Pujiyati, 'Rancang Bangun Sistem Monitoring Kelembaban dan Suhu Pasir Sarang Penyu Berbasis Internet of Things (IoT)', vol. 1, pp. 1–5, 2023.
- [25] B. N. Esp, 'Model sistem pengendalian suhu dan kelembaban ruangan produksi obat berbasis nodemcu esp32', vol. 6, no. 1, pp. 13–25, 2022.