

SISTEM PEMANTAUAN DAN PENGONTROLAN PADA RUMAH BUDI DAYA BURUNG WALET BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

Hamdi¹, Ikhwan Ruslianto², Suhardi³

^{1,2,3} Jurusan Rekayasa Sistem Komputer, Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura
Jalan Prof Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak Telp/Fax.: (0561) 577963
e-mail: ¹hamdi.siskom@student.untan.ac.id ²ikhwanruslianto@siskom.untan.ac.id,
³suhardi@siskom.untan.ac.id

ABSTRAK

Burung walet (*Collocalia fuciphaga*) merupakan jenis burung walet yang paling banyak tersebar di Indonesia. Burung walet lebih menyukai tempat yang relatif dingin sebagai tempat bersarang. Burung layang-layang membutuhkan suhu dan kelembaban yang optimal di dalam bangunan untuk tempat istirahat yang nyaman. Suhu dan kelembaban yang terlalu rendah atau terlalu tinggi mengurangi produktivitas sarang dan kenyamanan walet serta memilih tempat yang pencahayaan mendekati gelap total sebagai tempat bersarang. Oleh sebab itu, diperlukan satu sistem yang mampu memantau dan mengontrol suhu, kelembaban udara, tinggi air, intensitas cahaya dan suara speaker sesuai kebutuhan yang ada di rumah burung walet melalui website. Penelitian ini menggunakan sistem berbasis Internet of Things untuk pemantauan dan pengontrolan di rumah burung walet. NodeMCU ESP32 dan Wemos D1 Mini digunakan sebagai kontrol keseluruhan komponen perangkat keras dan perangkat lunak. Sensor DHT11 untuk pengukuran suhu dan kelembaban, sensor ultrasonik untuk pengukuran ketinggian air dan sensor LDR untuk pengukuran intensitas cahaya. Pengguna dapat mengontrol perangkat keras secara otomatis dan manual dari situs *website*. Pada pengujian pengukuran suhu didapatkan nilai error sebesar 0,39%, nilai *error* kelembaban sebesar 0,77%, nilai *error* ketinggian air sebesar 2,55%, dan nilai *error* jumlah cahaya sebesar 1,73%.

Kata kunci: Burung Walet, *Internet of Things*, *Website*, Sensor.

1. PENDAHULUAN

Burung walet atau yang bernama latin *Collocalia fuciphaga* merupakan jenis burung walet yang paling banyak tersebar di Indonesia. Burung walet memiliki ukuran tubuh yang tergolong kecil, yaitu sekitar 10-16 cm [1]. Pada umumnya burung walet lebih menyukai tempat-tempat dengan suhu yang relatif rendah sebagai habitat bersarang, dan selain suhu dan kelembaban yang stabil, dimungkinkan untuk membangun sarang walet yang berkualitas tinggi, sehingga harga jualnya pun tinggi. Pencahayaan yang mirip dengan yang terdapat di liang alam yang redup atau gelap umumnya sangat disukai oleh burung walet untuk dijadikan sarang, sehingga burung walet yang bersarang biasanya menggunakan berbagai cara, seperti cat tembok hitam untuk menggelapkan ruangan, yang saya tidak suka. Burung layang-layang tidak pernah tinggal di kamar karena umumnya sangat sensitif terhadap bau yang menyengat [2].

Suhu dan kelembaban yang optimal di dalam gedung membutuhkan burung walet sebagai zona nyaman bagi mereka untuk beristirahat. Suhu dan kelembaban yang terlalu rendah atau terlalu tinggi mengurangi kenyamanan bersarang dan produktivitas burung [3]. Suhu dan kelembaban udara yang optimum relatif berkisar sekitar 27-29C dengan kelembaban udara 70-95% [4]. Burung walet memilih lokasi sarang di mana pencahayaan mendekati 0 lux atau benar-benar gelap. Hal ini berkaitan dengan fungsi sarang burung walet sebagai tempat peristirahatan, sehingga burung walet membutuhkan tempat yang sesuai dengan zona nyamannya. Oleh karena itu, area bangunan dengan konsentrasi tinggi akan mengurangi produksi sarang atau menjadi tempat tinggal burung walet. [5]. Salah satu cara untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan membuat sistem yang dapat dipantau dan dikendalikan suhu udara,

kelembapan udara, tinggi air, intensitas cahaya dan suara secara otomatis.

Penelitian tentang sistem pemantauan dan pengontrolan pada rumah burung walet pernah dilakukan sebelumnya dengan judul “Kontrol Suhu pada Prototipe Rumah Budidaya Burung Walet Tradisional Berbasis Mikrokontroler ATMEGA16 Menggunakan Sensor DHT11” [6]. Penelitian ini berfokus pada pengontrolan suhu di rumah walet menggunakan sensor DHT11 berbasis mikrokontroler ATMEGA16.

Selanjutnya penelitian yang terkait mengenai tentang sistem pemantauan dan pengontrolan pada rumah burung walet dengan judul “Perancangan Prototipe Sistem Kontrol Suhu dan Kelembaban pada Gedung Walet dengan Mikrokontroler Berbasis Mobile” [7]. Penelitian ini menggunakan Wemos D1 Mini yang terhubung langsung dengan sensor DHT11 dan MQ-135 yang melakukan pemantauan suhu dan kelembaban yang ditampilkan di perangkat *smartphone*.

Penelitian yang terkait lainnya juga mengenai sistem pengontrolan yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Pengendali Suhu Kelembaban dan Cahaya pada Rumah Walet Berbasis Mikrikontroler” [8]. Penelitian ini menggunakan Arduino Uno R3 yang dihubungkan langsung dengan sensor LDR, sensor DHT11, motor servo, LCD, dan I2C Hasil data ditampilkan di situs web di mana kondisi suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya dapat dipantau dan dikendalikan.

Berdasarkan dari masalah yang telah ditunjukkan, maka sebuah sistem akan dikembangkan “Sistem Pemantauan dan Pengontrolan pada Rumah Budi Daya Burung Walet berbasis *Internet of Things*”. Dengan adanya sistem ini dapat mempermudah pengguna untuk melakukan pemantauan dan pengontrolan suhu udara, kelembapan udara, air, dan intensitas cahaya di dalam Rumah Budi Daya Burung Walet yang sesuai dengan kebutuhan.

2. LANDASAN TEORI

2.1 *Internet of Things (IoT)*

Internet of Things (IoT) merupakan sebuah struktur yang objek dan orang memiliki entiti eksklusif dan berkemampuan dalam berpindah data lewat jaringan tanpa perlu interaksi dua arah antarmanusia atau interaksi

manusia-komputer [9]. *Internet of Things* merupakan perkembangan ilmiah yang menjanjikan yang mengoptimalkan kehidupan berdasarkan sensor cerdas dan perangkat pintar yang bekerjasama melalui *internet*.

2.2 Rumah Budi Daya Burung Walet

Rumah budi daya burung walet adalah tempat yang dibuat khusus untuk tempat berkembangbiak layaknya gua-gua pada umumnya. Rumah burung walet dengan kondisi suhu yang ideal memberikan bentuk sarang yang sempurna dan tentunya bernilai ekonomis tinggi. [6].

2.3 *Google Firebase*

Google Firebase adalah *Platform* yang menyediakan layanan yang memfasilitasi pengembangan *website* dan aplikasi berbasis Android [10]. Selain itu, *google firebase* juga memberikan fitur *realtime database*, yang mana fitur ini dapat mengirimkan data dari sensor secara *realtime* dan dapat diolah kembali data tersebut menjadi sebuah tampilan *website*.

2.4 NodeMCU ESP32

ESP32 adalah sebuah mikrokontroler yang dibuat oleh *expressif system* dimana ESP32 ini merupakan *upgrade* dari NodeMCU ESP8266 yang digunakan dalam aplikasi *Internet of Things* [11]. ESP32 ini mempunyai 2 pin utama yakni pin analog dan pin digital, yang mana pin digital menjadi *output* dari modul *relay*, DHT11 dan ultrasonik.



Gambar 1. NodeMCU ESP32

2.5 Wemos D1 Mini

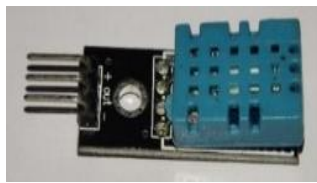
Wemos D1 mini adalah sebuah mikrokontroler yang mempunyai modul *WiFi* berbasis ESP8266EX yang dapat diprogram dengan Arduino IDE. Mikrokontroler ini dapat digunakan untuk mengontrol alat sesuai dengan perintah yang diterima dari server. Untuk gambar Wemos D1 Mini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Wemos D1 Mini

2.6 Sensor DHT11

DHT11 adalah sensor suhu dan kelembaban digital yang telah dikalibrasi dengan kompleks [14]. Berikut bentuk fisik dari DHT11 dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Sensor DHT11

2.7 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah sensor yang mengukur jarak menggunakan gelombang ultrasonik. Prinsip kerja sensor ini adalah memancarkan gelombang dengan frekuensi 40 KHz dan mengukur waktu yang diperlukan untuk menerima pantulan dari suatu benda. Waktu yang dibutuhkan sebanding dengan dua kali jarak antara sensor dan objek [15].



Gambar 4. Sensor Ultrasonik

Dalam penelitian ini sensor ultrasonik berfungsi dalam membaca tinggi kedalaman air wadah di dalam rumah budi daya burung walet. Dalam pembacaannya sensor ultrasonik menggunakan persamaan. Adapun persamaan pembacaan tinggi air yang digunakan dapat dilihat pada Persamaan 1.

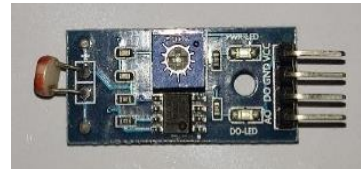
$$\text{Tinggi}(Cm) = X_{tb} - X_j \quad (1)$$

Kerangan:

X_{tb} = Tinggi Benda yang dibaca
 X_j = Jarak yang dibaca

2.8 Sensor LDR

Sensor cahaya (LDR) adalah salah satu sensor yang umum digunakan di berbagai rangkaian elektronik. Sensor cahaya adalah perangkat yang digunakan dalam elektronik yang mengubah cahaya menjadi besaran listrik. [16]. Berikut bentuk fisik dari sensor LDR dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Sensor LDR

2.9 Modul Relay

Modul *relay* adalah suatu komponen yang digunakan sebagai saklar penghubung/pemutus untuk arus beban yang cukup besar yang dikendalikan oleh sinyal listrik dengan arus yang kecil. [17]. Adapun gambar Modul Relay dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Modul Relay

2.10 Motor DC

Motor DC adalah mesin listrik yang dirancang untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik dalam bentuk putaran. Motor DC dikatakan digerakkan oleh sumber tegangan DC atau sumber tegangan menggunakan yang sering disebut arus searah (*direct current*). Bentuk fisik motor DC berikut ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Motor DC

2.11 Mist Maker

Mist maker merupakan alat yang dapat mengubah air biasa menjadi awan kabut seperti dinginnya es. alat ini dapat digunakan sebagai penghasil kabut yang untuk menambah kelembaban. [18]. Pada penelitian ini sensor *mist maker* digunakan untuk membuat kelembapan udara di rumah budi daya burung walet menjadi dingin. Berikut bentuk fisik dari *Mist Maker* dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. *Mist Maker*

2.12 Galat

Galat atau *error* dalam metode numerik adalah perbedaan antara nilai sebenarnya dan nilai yang dihasilkan oleh metode numerik [19]. Adapun persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai normalisasi pembacaan nilai sensor dapat dilihat pada Persamaan 2. Nilai normalisasi pembacaan alat ukur dapat juga dilihat pada Persamaan 3. dan nilai selisih dapat dilihat pada Persamaan 4.

$$Error(x) = X_{Alat Ukur} - X_{Sensor} \quad (2)$$

$$Error\ Relatif(\%) = \left| \frac{X_{Alat Ukur} - X_{Sensor}}{X_{Alat Ukur}} \right| \times 100 \quad (3)$$

$$Error\ Relatif\ Rata - rata(\%) = \frac{\sum Error\ Relatif}{n} \quad (4)$$

Keterangan:

$X_{(Alat Ukur)}$ = hasil pembacaan alat ukur.

X_{Sensor} = hasil pembacaan sensor.

$\sum(Error)$ = total *error*.

n = banyaknya pengujian.

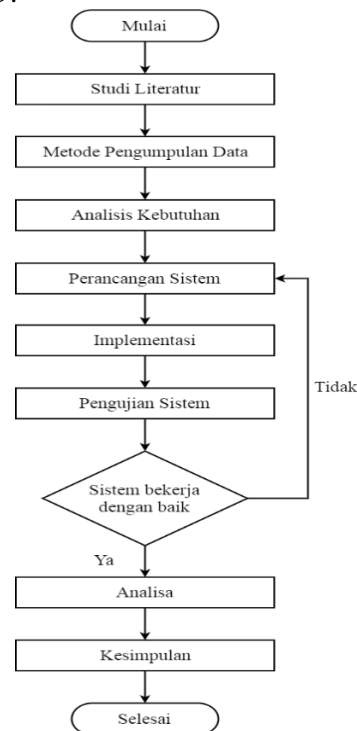
2.13 Akurasi

Akurasi mengacu pada presisi atau akurasi, yaitu seberapa dekat suatu pengukuran dengan nilai sebenarnya. Akurasi adalah ekspresi simultan dari akurasi dan kesamaan hasil dengan membandingkan hasil dengan nilai absolutnya. Akurasi mendekati pengukuran yang sebenarnya, tepat sasaran. Pada akhirnya, semakin dekat ukurannya, semakin baik akurasinya [20]. Adapun rumus persamaan untuk menghitung akurasi nilai sensor dapat dilihat Persamaan 5.

$$Akurasi(\%) = 100\% - Error\ Relatif\ Rata - rata(\%) \quad (5)$$

3. METODE PENELITIAN

Penelitian tentang sistem pemantauan dan pengontrolan pada rumah budi daya burung walet meliputi studi literatur, metode pengumpulan data, analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian sistem, analisa dan kesimpulan. Adapun metode penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 9.

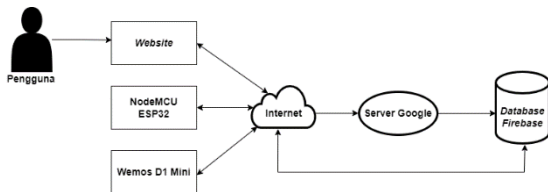


Gambar 9. Diagram Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Sistem

Pada penelitian ini proses yang dilakukan adalah membuat suatu sistem pemantauan dan pengontrolan pada rumah budi daya burung walet berbasis Internet of Things, yang mana sistem ini dapat melakukan pemantauan dan pengontrolan suhu udara, kelembapan udara, tinggi air, intensitas cahaya, dan suara walet yang sesuai dengan kebutuhan pada rumah budi daya burung walet secara real time berbasis website dengan menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP32 dan Wemos D1 Mini. Adapun gambaran dari perancangan sistem dapat dilihat pada Gambar 10.

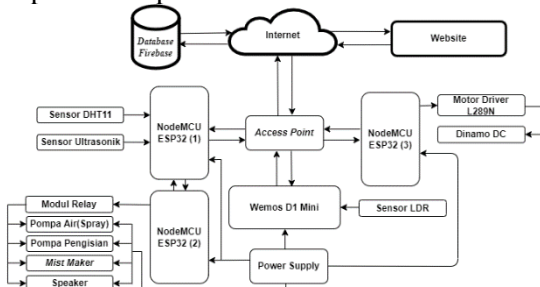


Gambar 10. Perancangan Sistem

Pada Gambar 10 menunjukkan bahwa rancangan kerja sistem ketika pengguna akan mengontrol sistem menggunakan *website* yang ditampilkan melalui perangkat yang terhubung dengan *internet* yang akan mengakses *server google* untuk menghubungkan *database firebase* sebagai media penyimpanan semua dari *website*. Sedangkan *NodeMCU ESP32* dan *Wemos D1 Mini* juga dapat terhubung ke *internet* dengan *database firebase* untuk menyimpan data nilai pembacaan sensor.

4.2 Perancangan Arsitektur Sistem

Perancangan arsitektur sistem yang akan dilakukan pada penelitian ini terdiri dari perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak. Adapun arsitektur sistem dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Arsitektur Sistem

Pada Gambar 11 tersebut perancangan sistem pemantauan dan pengontrolan rumah budi daya burung walet berbasis *internet of things* (IoT), dapat dijabarkan bagian-bagiannya tersebut sebagai berikut:

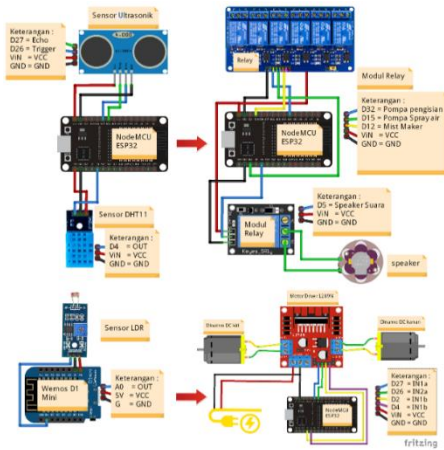
1. NodeMCU ESP32 (1) berfungsi sebagai mengolah data sensor yang terhubung.
2. NodeMCU ESP32 (2) berfungsi sebagai pengontrol dari kendali alat.
3. NodeMCU ESP32 (3) berfungsi sebagai pengontrol motor Driver L289N tirai otomatis.
4. Wemos D1 Mini berfungsi sebagai mengolah data-data yang terbaca dari sensor LDR.
5. Power supply berfungsi sebagai sumber arus listrik utama dari keseluruhan sistem.

6. Sensor DHT11 berfungsi untuk membaca suhu dan kelembapan udara di dalam rumah budi daya burung walet.
7. Sensor ultrasonik berfungsi untuk mengukur ketinggian air wadah air di dalam rumah budi daya burung walet.
8. Sensor LDR berfungsi mendeteksi besar intensitas cahaya yang masuk ke dalam rumah budi daya burung walet.
9. Modul *Relay* berfungsi untuk saklar elektronik untuk menghidupkan dan mematikan komponen alat yang ada di dalam rumah budi daya burung walet.
10. Pompa air berfungsi sebagai pengisi air dalam wadah saat kondisi air yang ada dalam rumah budi daya burung walet mengalami penurunan tinggi air yang sudah ditetapkan.
11. Pompa air spray berfungsi sebagai penyiraman rumah walet saat kondisi suhu udara yang ada dalam rumah budi daya burung walet mengalami peningkatan nilai suhu udara yang sudah ditetapkan.
12. Mist maker berfungsi sebagai penghasil embun yang mengubah kelembapan udara menjadi dingin saat kondisi kelembapan udara dalam rumah budi daya burung walet mengalami penurunan derajat nilai yang telah ditentukan.
13. Motor Driver L289N berfungsi sebagai pengontrol kecepatan dan arah perputaran arah dinamo dc.
14. Motor DC berfungsi sebagai pengerak buka dan tutup tirai saat kondisi cahaya yang masuk dalam rumah budi daya burung walet mengalami perubahan derajat lux intensitas cahaya.
15. Speaker berfungsi sebagai pemanggil burung walet yang ada di dalam rumah budi daya burung walet.

4.3 Perancangan Perangkat Keras

Pada perancangan sistem perangkat keras ini, hasil dari perancangan dari perangkat keras yang dihubungkan dengan NodeMCU ESP32 dengan sensor DHT11 dan sensor ultrasonik, Wemos D1 Mini yang terhubung dengan sensor LDR dan NodeMCU ESP32 yang terhubung dengan modul relay. Perancangan keseluruhan perangkat keras diantaranya perancangan arsitektur sistem di dalam rumah budi daya burung walet, perancangan sistem

pengontrolan relay di dalam rumah budi daya burung walet, perancangan sistem pengontrolan intensitas cahaya di dalam rumah budi daya burung walet, perancangan sistem pengontrolan suara speaker wallet di dalam rumah budi daya burung walet, perancangan sistem pembacaan suhu dan kelembapan udara di dalam rumah budi daya burung walet, perancangan sistem pembacaan tinggi air di dalam rumah budi daya burung walet, perancangan sistem pembacaan intensitas cahaya di dalam rumah budi daya burung walet. Adapun perancangan sistem secara keseluruhan perangkat keras dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Perancangan Keseluruhan Perangkat Keras

4.4 Implementasi

4.4.1 Implementasi Sistem Pengontrolan Relay di Dalam Rumah Budi Daya Burung Walet

Komponen pada sistem pengontrolan relay yang digunakan di dalam rumah budi daya burung walet adalah NodeMCU ESP32 dan Modul Relay. Implementasi sistem pengontrolan relay dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Implementasi Sistem Pengontrolan di Dalam Rumah Budi Daya Burung Walet

4.4.2 Implementasi Sistem Pengontrolan Intensitas Cahaya di Dalam Rumah Budi Daya Burung Walet

Komponen pada sistem pengontrolan intensitas cahaya yang digunakan di dalam rumah budi daya burung walet adalah NodeMCU ESP32 dan Motor Driver L289N. Implementasi sistem pengontrolan intensitas cahaya dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Implementasi Sistem Pengontrolan Intensitas Cahaya di Dalam Rumah Budi Daya Burung Walet

4.4.3 Implementasi Sistem Pengontrolan Suara Speaker Walet di dalam Rumah Budi Daya Burung Walet

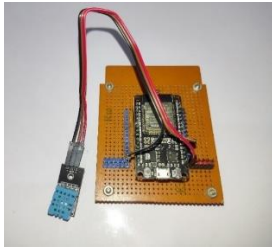
Komponen pada sistem pengontrolan suara speaker walet yang digunakan di dalam rumah budi daya burung walet adalah NodeMCU ESP32, Modul Relay dan speaker suara. Implementasi sistem pengontrolan suara speaker walet dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Implementasi Sistem Pengontrolan Suara Speaker Walet di Dalam Rumah Budi Daya Burung Walet

4.4.4 Implementasi Sistem Pembacaan Suhu dan Kelembapan Udara di Dalam Rumah Budi Daya Burung Walet

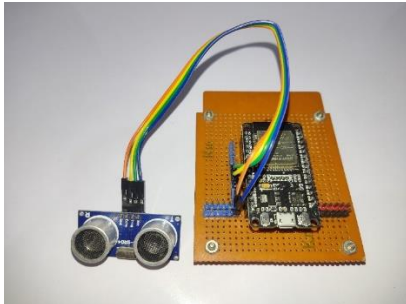
Kumpulan alat pada sistem pembacaan suhu dan kelembapan udara yang digunakan di dalam rumah budi daya burung walet adalah NodeMCU ESP32 dan sensor DHT11. Implementasi sistem pembacaan suhu dan kelembapan udara dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Implementasi Sistem Pembacaan Suhu dan Kelembapan Udara di Dalam Rumah Budi Daya Burung Walet

4.4.5 Implementasi Sistem Pembacaan Tinggi Air di Dalam Rumah Budi Daya Burung Walet

Komponen pada sistem pembacaan tinggi air yang digunakan di dalam rumah budi daya burung walet adalah NodeMCU ESP32 dan sensor ultrasonik. Implementasi sistem pembacaan tinggi air dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17. Implementasi Sistem Pembacaan Tinggi Air di Rumah Budi Daya Burung Walet

4.4.6 Implementasi Sistem Pembacaan Intensitas Cahaya di Dalam Rumah Budi Daya Burung Walet

Komponen pada sistem pembacaan intensitas cahaya yang digunakan di dalam rumah budi daya burung walet adalah Wemos D1 Mini dan sensor LDR. Implementasi sistem pembacaan intensitas cahaya dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18. Implementasi Sistem Pembacaan Intensitas Cahaya di Dalam Rumah Budi Daya Burung Walet

4.5 Implementasi Antarmuka Website

4.5.1 Tampilan Halaman *Landing Page*

Merupakan tampilan awal website. Adapun Halaman landing page dapat dilihat pada Gambar 19.



Fitur Aplikasi WAL-E

Gambar 19. Tampilan *Landing Page*

4.5.2 Tampilan Halaman *Login*

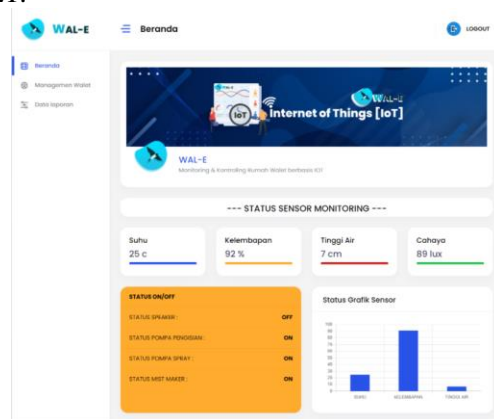
Merupakan tampilan login website yang terdiri dari *form email* dan *password*. Adapun Halaman landing page dapat dilihat di Gambar 20.



Gambar 20. Tampilan *Login*

4.5.3 Tampilan Halaman Beranda

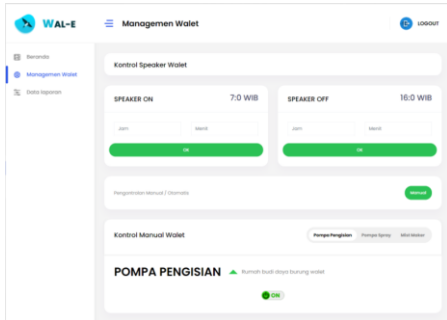
Halaman ini terdapat beberapa informasi yang ditampilkan seperti status sensor dan terdapat juga status hidup dan mati sert informasi tentang grafik sensor. Adapun Tampilan Beranda dapat dilihat pada Gambar 21.



Gambar 21. Tampilan Beranda

4.5.4 Tampilan Halaman Manajemen Walet

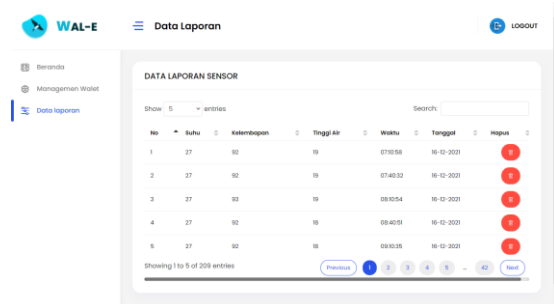
Halaman ini dapat mengontrol rumah budi daya dari pengaturan waktu hidup dan mati suara speaker dan kontrol manual dan otomatis alat kontrol. Adapun Halaman manajemen walet dapat dilihat pada Gambar 22.



Gambar 22. Tampilan Manajemen Walet

4.5.5 Tampilan Halaman Data Laporan Walet

Halaman ini dapat menunjukkan data laporan yang terdiri dari suhu udara, kelembapan udara dan tinggi air. Adapun Halaman data laporan walet dapat dilihat pada Gambar 23.



Gambar 23. Tampilan Data

4.6 Hasil Pengujian Suhu dan Kelembapan Udara

Pada tahap pengujian sistem pembacaan suhu dan kelembapan udara proses kalibrasi pengukuran nilai sensor DHT11 dibandingkan dengan alat ukur *Digital Temperaturemeter* dan *Humiditymeter*. Adapun hasil pembacaan pada pengujian suhu dan kelembapan udara ini dapat dilihat pada Tabel 7 dan Tabel 8.

Tabel 7. Pengujian Suhu Udara Sensor DHT11 dengan *Temperaturemeter*

No	Pengukuran (°C)		Error (°C)	Error Relatif (%)
	Nilai Sensor (°C)	Alat Ukur (°C)		
1	27,2	27,2	0	0
2	27,2	27,2	0	0
3	27,3	27,3	0	0
4	27,3	27,4	0,1	0,36
5	27,4	27,5	0,1	0,36
6	27,2	27,6	0,4	1,45
7	28	27,9	0,1	0,36
8	28	28,1	0,1	0,35
9	28,2	28	0,2	0,71
10	28,2	28,1	0,1	0,35
Selisih/Error rata-rata			0,11	0,39

Tabel 8. Pengujian Kelembapan Udara Sensor DHT11 dengan *Humiditymeter*

No	Pengukuran (%)		Error (%)	Error Relatif (%)
	Nilai Sensor (%)	Alat Ukur (%)		
1	92	91	1	1,09
2	91	91	0	0
3	91	92	1	1,08
4	90	91	1	1,09
5	89	89	0	0
6	89	91	2	2,19
7	89	89	0	0
8	88	88	0	0
9	89	90	1	1,11
10	91	92	1	1,08
Selisih/Error rata-rata			0,7	0,76

Hasil pengujian suhu dan kelembapan udara pada Tabel 7 dan Tabel 8 adalah dari hasil sepuluh kali percobaan pengujian hasil dari error relatif pada tabel 7 mencapai 0,39 % sehingga akurasi yang diperoleh mencapai 99,61 % dan error relatif pada tabel 8 mencapai 0,76% sehingga akurasi mencapai 99,24 %. Adapun Gambar pengujian suhu dan kelembapan udara dapat dilihat pada gambar 24.



Gambar 24. Pengujian Suhu dan Kelembapan Udara

4.7 Hasil Pengujian Tinggi Air

Pada tahap pengujian tinggi air ini menggunakan sensor ultrasonik yang berguna sebagai pembacaan jarak yang kemudian dibuat logika untuk dapat membatasi ketinggian wadah air pada rentang 0-25 cm. Adapun pengujian tinggi air dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Pengujian Tinggi Air Sensor Ultrasonik dengan Penggaris

No	Pengukuran (cm)		Error (cm)	Error Relatif (%)
	Nilai Sensor (cm)	Alat Ukur (cm)		
1	19	19	0	0
2	18	18	0	0
3	15	14	1	7,14
4	10	10	0	0
5	12	11	1	9,09
6	15	15	0	0
7	14	14	0	0
8	19	17	2	11,76
9	18	18	0	0
10	21	21	0	0
Selisih/Error rata-rata			0,4	2,79

Didapatkan hasil rata-rata *error Relatif* adalah 2,79% sehingga nilai akurasi yang didapatkan mencapai 97,21 %. Adapun hasil pengujian pengukuran tinggi air dapat dilihat pada Gambar 25.



Gambar 25. Pengujian Tinggi Air

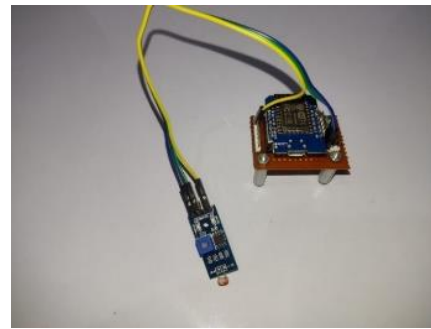
4.8 Hasil Pengujian Intensitas cahaya

Pada tahap ini pengujian dilakukan terhadap sensor LDR untuk dapat melakukan membaca nilai intensitas cahaya. Adapun hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Pengujian Intensitas Cahaya

No	Pengukuran (lux)		Error (lux)	Error Relatif (%)
	Nilai Sensor (lux)	Alat Ukur (lux)		
1	40	41	1	2,44
2	81	83	2	2,41
3	100	106	6	5,66
4	218	217	1	0,46
5	53	53	0	0
6	21	21	0	0
7	44	43	1	2,32
8	187	189	2	1,06
9	46	45	1	2,22
10	66	67	1	1,49
Selisih/Error rata-rata			1,5	1,89

Didapatkan hasil rata-rata *error* adalah 1,89% dan hasil akurasi yang didapatkan adalah 98,11 %. Adapun hasil pengujian pengukuran intensitas cahaya dapat dilihat pada Gambar 26.



Gambar 26. Pengujian Intensitas cahaya

4.9 Hasil Pengujian Respon pada Modul Relay

Pada tahap ini pengujian dilakukan terhadap modul *relay* berfungsi sebagai saklar otomatis *on* dan *off*. Adapun hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Pengujian Modul Relay

No.	kontrol Sistem Rumah Budi Daya Burung Walet							
	Pompa pengisian (detik)		pompa spray (detik)		Mist Maker (detik)		Speaker (detik)	
	On	Off	On	Off	On	Off	On	Off
1	10	4	9	5	6	5	10	4
2	9	6	9	4	7	4	9	6
3	6	6	8	5	7	7	8	5
4	7	5	7	5	9	7	8	5
5	7	7	8	6	5	6	7	7
6	8	5	11	4	7	8	8	7
7	5	6	7	6	8	4	5	6
8	4	5	6	8	5	5	7	5
9	7	5	6	7	9	6	6	5
10	8	7	8	6	9	6	7	7
Rata-rata	7,1	5,6	7,9	5,6	7,2	5,8	7,5	5,7

Waktu respon rata-rata modul *relay* yang dibutuhkan oleh waktu respon *on* untuk pompa air spray adalah sebesar 7,9 detik dan waktu respon *off* adalah sebesar 5,6 detik, waktu respon *on* untuk mist maker adalah sebesar 7,2 detik dan waktu respon *off* adalah sebesar 5,8 detik, pompa air pengisian *on* sebanyak 10 kali pengujian sebesar 7,1 detik dan waktu respon yang dibutuhkan saat *off* sebesar 5,6 detik dan waktu respon *on* pada speaker suara walet sebesar 7,5 detik dan waktu respon *off* adalah 5,7 detik.

4.10 Hasil Pengujian Black Box

Pada pengujian *black box* bertujuan untuk melihat apakah program aplikasi dapat menghasilkan *output* atau keluaran yang sesuai harapan dan sesuai dengan fungsi dari program tersebut. Pengujian *black box* dilakukan dengan cara menjalankan atau mengakses *website* pada *user*. Adapun pengujian *Black Box* pada *user* dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil Pengujian *Black Box*

No	Proses yang Diuji	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian
1	<i>Login</i>	Ketika pengguna berhasil login ke dalam <i>website</i> dan masuk ke halaman beranda, maka pengguna tidak bisa ke halaman <i>login</i> lagi dan harus <i>logout</i> terlebih dahulu.	Berhasil
2	<i>Logout</i>	Ketika pengguna telah berhasil proses <i>logout user website</i> , maka pengguna tidak bisa ke halaman <i>website</i> sebelumnya tanpa <i>login</i> terlebih dahulu.	Berhasil
3	Kontrol Speaker Walet <i>On</i>	Ketika pengguna mengisi <i>form field</i> penjadwalan speaker <i>on</i> maka pengguna tidak bisa merubah ke penjadwalan speaker <i>off</i> .	Berhasil
4	Kontrol Speaker Walet <i>Off</i>	Ketika pengguna mengisi <i>form field</i> penjadwalan speaker <i>off</i> maka pengguna tidak bisa merubah ke penjadwalan speaker <i>on</i> .	Berhasil
5	Pengontrolan Manual/Otomatis	Ketika pengguna menekan <i>button</i> manual maka akan berganti menjadi status menjadi otomatis <i>buttonnya</i> begitu juga sebaliknya.	Berhasil
6	Halaman Data Laporan	Ketika pengguna masuk ke halaman ini akan menampilkan data laporan suhu udara, kelembapan udara dan tinggi air.	Berhasil
7	Hapus Data Laporan	Ketika pengguna menekan <i>button</i> hapus data, maka sistem akan memberi respon ke <i>database</i> untuk menghapus sebuah data dari data laporan.	Berhasil

4.11 Pembahasan

Pada sistem pemantauan dan pengontrolan di rumah budi daya burung walet, mikrokontroler yang digunakan sebanyak empat buah yaitu tiga NodeMCU ESP32 dan satu Wemos D1 Mini. NodeMCU ESP32 yang pertama digunakan sebagai membaca nilai hasil dari sensor DHT11 dan sensor ultrasonik. Data ini dikirimkan ke *server firebase* dengan menggunakan jaringan internet. NodeMCU ESP32 yang kedua berfungsi sebagai pengontrol sistem kerja pada modul relay. Pada modul relay ini terdapat beberapa sistem yang dikontrol seperti pompa air spray, mist maker, pompa air pengisian dan speaker suara walet. Pada NodeMCU ESP32 yang ketiga berguna sebagai pengontrol motor driver L289N yang di mana berfungsi sebagai pengontrol kecepatan dan perputaran arah dinamo dc. Sedangkan pada Wemos D1 Mini berfungsi sebagai membaca nilai digital dari intensitas cahaya menggunakan sensor LDR.

Sistem pada rumah budi daya burung walet ini terdapat 2 jenis pengontrolan, yaitu pengontrolan secara manual dan secara otomatis melalui antarmuka *website*. Pengontrolan secara manual hanya mengontrol pompa air spray, mist maker dan pompa air pengisian. Sedangkan pada pengontrolan secara otomatis, sistem akan menjalankan dari kondisi pembacaan nilai dari masing-masing sensor dengan batasan minimum dan maksimum dari *server firebase*.

Pengujian sistem kontrol on dan off pada pompa air spray, mist maker, pompa air pengisian dan speaker suara walet dengan masing-masing dilakukan pengujian sebanyak

10 kali. Hasil pengujian ini rata-rata waktu respon on pompa air pengisian sebesar 7,1 detik dan respon waktu off sebesar 5,6 detik. Waktu respon pompa spray untuk on sebesar 7,9 detik dan waktu respon off sebesar 5,6 detik. Waktu respon mist maker untuk on sebesar 7,2 detik dan waktu respon untuk off sebesar 5,8 detik. Waktu respon speaker suara walet untuk on sebesar 7,5 detik dan waktu respon off sebesar 5,7 detik. Untuk perbedaan waktu respon dari pengujian sistem kontrol pada pompa air spray, mist maker, pompa air pengisian dan speaker suara disebabkan oleh faktor ketidakstabilan jaringan internet provider yang digunakan serta jangkauan jaringan yang dapat ditangkap sama mikrokontroler NodeMCU ESP32 dan Wemos D1 Mini sehingga mempengaruhi waktu respon *on* dan *off*.

Pengujian keseluruhan sistem yang telah dilakukan bertujuan untuk melihat apakah sistem yang telah diimplementasi dapat bekerja dengan baik dan sesuai dengan aturan. Mulai dari pemantauan suhu udara, kelembapan udara, tinggi air, serta intensitas cahaya yang dapat dilihat dan diakses melalui antarmuka *website*. Kemudian ada sistem pengontrolan secara manual dan otomatis dapat dikontrol melalui *website*.



Gambar 27. Implementasi Keseluruhan Sistem

5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat didapatkan dari hasil pengujian penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Implementasi sistem pemantauan dan pengontrolan pada rumah budi daya burung walet berhasil dilaksanakan dengan membuat sebuah *website* yang dapat memantau dan mengontrol suhu

- udara, kelembapan udara, tinggi air, intensitas cahaya dan suara speaker walet.
2. Implementasi sistem pemantauan pada rumah budi daya burung walet dilaksanakan dengan implementasi sebuah *website* yang memantau suhu udara, kelembapan udara, tinggi air dan intensitas cahaya. Adapun nilai akurasi pembacaan nilai sensor suhu udara adalah 99,61%, pembacaan kelembapan udara adalah 99,24%, pembacaan tinggi air adalah 97,21%, dan pembacaan intensitas cahaya adalah 98,11%. Dengan rata-rata akurasi pembacaan nilai sensor keseluruhan diatas 98,54% dapat disimpulkan bahwa implementasi sistem pemantauan pada rumah budi daya burung walet berhasil dilaksanakan.
 3. Implementasi waktu respon sistem pengontrolan pada rumah budi daya burung walet berbasis *Internet of Things* pada kontrol alat otomatis seperti pompa spray, pompa pengisian, mist maker, speaker dan tirai otomatis. Adapun waktu respon rata-rata adalah waktu respon on pompa air spray adalah 7,9 detik, waktu respon on mist maker adalah 7,2 detik, waktu respon on pompa air pengisian adalah 7,1 detik dan waktu respon on untuk speaker suara walet adalah 7,5 detik. Rata-rata waktu respon keseluruhan adalah 7,42 detik dapat diambil kesimpulan bahwa implementasinya berhasil.

6. SARAN

Adapun saran yang dapat diberikan untuk mengembangkan sistem ini lebih jauh lagi adalah sebagai berikut:

1. Penelitian seterusnya disarankan untuk membuat sebuah aplikasi berbasis *mobile* yang memudahkan pengguna untuk pemantauan dan pengontrolan pada rumah budi daya burung walet
2. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan provider yang jaringan internet yang bagus dan stabil dalam melakukan perekaman data laporan dari sensor.
3. Penelitian selanjutnya disarankan juga dapat membuat sebuah sistem pemantauan tambahan juga dalam sisi keamanan rumah budi daya burung walet

dengan menggunakan kamera atau CCTV *night vision* dalam pemantauan keamanan jarak jauh rumah budi daya burung walet.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Budiman, *Memproduksi Sarang Walet Kualitas Atas*, Jakarta: Penebar Swadaya, 2008.
- [2] N. Widodo, *Sukses Merumahkan Walet*, Jakarta: Penebar Swadaya, 2005.
- [3] S. H. W. C. T. d. A. B. Ibrahim, "A Study on suitable habitat for swiftlet farming.," *UNIMAS E-journal of civil Engineering*, vol. Vol. 1, no. Issue 1, 2009.
- [4] A. d. P. W. Sofwan, "Rancang Bangun Sistem Pengendali Suhu dan Kelembaban Udara pada Rumah Burung Walet berbasis Mikrokontroler AT89C51," *Citec Journal*, Vol. %1 dari %2 ISBN: 979-756-061-6, 2005.
- [5] d. Marhiyanto, *Budidaya Rumah dan Sarang Walet*, Surabaya: Gitamedia Press, 1996.
- [6] A. E. N. Kowa, "Kontrol Suhu pada Prototipe Rumah Budidaya Burung Walet Tradisional Berbasis Mikrokontroler ATMEGA16 Menggunakan Sensor DHT11," *Repository Penelitian ITATS*, 2015.
- [7] S. K. Dewi, "Perancangan Prototipe Sistem Kontrol Suhu dan Kelembaban pada Gedung Walet dengan Mikrokontroler Berbasis Mobile," *Jurnal Edukasi & Penelitian Informatika*, vol. Vol 4, p. No 1, 2018.
- [8] I. Ariyani, "Rancang Bangun Sistem Pengendali Suhu Kelembaban dan Cahaya pada Rumah Walet Berbasis Mikrikontroler," *Repository UIN Alauddin Makassar*, p. 1, 2018.
- [9] B. A. W. Misalkar, "Review of Things in Development of Smart Cities with Data Management & Privacy," *IEEE*, 2015.

- [10] A. Kurniawan, "Apa itu Firebase," Diambil kembali dari internet Club, 19 Januari 2018. [Online]. Available: <https://blog.internetclub.or.id/apa-itu-firebase/>.
- [11] A. H. Suyanto., "Web Design : Theory and Practices.," *Andi*, 2007.
- [12] Z. Arifin, Perancangan Murottal Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega 2560, Jurnal Media Infotama, 2016.
- [13] E. A. Prastyo, "Arsitektur dan fiturEsp32, diambilkembali dari Edukasi Elektronika, 07 2019. [Online]. Available: www.edukasielektronika.com/2019/07/arsitektur-dan-fitur-esp32-module-esp32.html.
- [14] Datasheet, "Pengertian sensor DHT11," 2010.
- [15] B. Ferdiansyah, "Perancangan Alat Bantu Pengukuran Jarak Dalam Gua Berbantuan Arduino Menggunakan Sensor Ultrasonik," *Jurnal TEKNOI*, vol. Vol. 5, p. No. 1, 2017.
- [16] L. C. T. Novianti., "Perancangan Prototipe Sistem Penerangan Otomatis Ruang Berjendela berdasarkan Intensitas Cahaya," *Seminar Nasional Teknologi Informasi*, 2012.
- [17] A. A. M. B. M. Zakaria, "Investigation of safety facilities and safe practifes in chemical laboratories of saudi university," *Journal of Enviroment and safety*, vol. Vol. 7 No.2(2016), pp. 141-147, 2015.
- [18] P. A. Siregar, "Rancanng Bangun Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan serta Pembasmi Hama pada Tanaman," *Repositori Institusi USU*, 2018.
- [19] P. R. Ernawati, "Perbandingan solusi numerik integral lipat dua pada fungsi fuzzy," *Jurnal MSA*, vol. Vol 5 No 2, pp. 14-22, 2017.
- [20] Mutaqqin, "Tentang Akurasi," 2021.
- [21] V. Suyanto, "Analisa Performa Motor DC Feedback Tipe No.63 -110 di Laboratorium Listrik dan Otomasi Kapal," *SKRIPSI -MEI141501*, 2016.