

SISTEM PENGENDALIAN OTOMATIS PADA BUDIDAYA SARANG BURUNG WALET MENGGUNAKAN INTERNET OF THINGS

Ahmad Zamahuri¹⁾, M. Nanak Zakaria²⁾, Hadiwiyatno³⁾

^{1,2,3)} Program Studi Jaringan Telekomunikasi Digital, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang, 65141

¹ahmadzamahuri25@gmail.com, ²nanakzach@polinema.ac.id, ³hadiwiyatno@polinema.ac.id

Abstrak

Dalam budidaya sarang walet, peternak walet masih kesulitan dalam membudidayakan burung walet pada iklim tropis, salah satunya adalah menjaga temperatur suhu dan kelembaban pada ruangan sarang burung walet agar stabil dan mengetahui nilai populasi burung walet. Pada saat suhu panas, ruangan walet akan menjadi kering yang berimbas pada sarang menjadi rusak dan burung walet yang tidak nyaman tinggal pada sarangnya. Maka dari itu dibuat sistem yang mudah dikelola oleh petani walet sehingga dapat membantu menurunkan temperatur suhu yang panas dan kurangnya kelembaban pada ruangan sarang walet dengan menggunakan sprayer yang bekerja secara otomatis. Pada sistem ini terdapat modul deteksi suhu dan kelembaban yang berfungsi untuk mendeteksi nilai suhu dan kelembaban saat ruangan panas/kering, nilai yang sudah terdeteksi akan diproses oleh mikrokontroler sehingga memberikan perintah sprayer aktif jika suhu ruangan panas, sedangkan pada modul deteksi burung walet yang menggunakan infrared mengirimkan nilai pergerakan jika ada objek yang bergerak. Pada nilai sistem tersebut akan dikirimkan ke database cloud yang akan disampaikan melalui aplikasi smartphone petani walet. Hasil penelitian menunjukkan hasil yang memuaskan. Tingkat keakuratan modul sensor detektor infrared dan sensor suhu kelembaban udara sangat baik, sehingga mampu mengendalikan kondisi suhu dalam ruangan walet yaitu 27°C dan kelembaban yang stabil pada nilai 80%. Kestabilan suhu dan kelembaban menghasilkan sarang walet yang bernilai jual tinggi.

Kata kunci :Sarang Walet, Burung Walet, Infrared, Suhu, Kelembaban, Mikrokontroler, Smartphone.

I. PENDAHULUAN

Sarang burung walet merupakan tempat yang berbentuk rumah yang tidak terpakai yang sengaja dibuat khusus untuk tempat pembudidayaan burung walet yang dapat diidentikkan sebagai kandang bagi burung walet, disebut sarang walet demikian karena burung walet tersebut tinggal ditempat tersebut dan membuat sarang pada langit-langit ruangan yang sudah disediakan.

Dalam hal pembudidayaan Burung walet juga dapat berkembang biak dengan baik di perkotaan dengan biasa menempati bangunan-bangunan tua untuk bersarang. Ada dua kriteria dalam menentukan kualitas sarang walet. Pertama adalah bentuk sarang. Sarang utuh seperti balkon, tidak pecah, dan punggung mulus bernilai jual tinggi. Bentuk sarang sempurna tersebut dihasilkan dari sarang walet yang memiliki kelembaban optimal 80-90% dan dipanen tepat waktu. Jika kelembaban terlalu tinggi, sarang akan lembek dan berjamur. Sebaliknya jika udara terlalu kering, sarang rapuh dan mudah remuk. Kriteria kedua adalah warna sarang. Warna asli sarang walet adalah putih, namun warna tersebut dapat berubah kekuningan hingga merah darah apabila sirkulasi udara dalam rumah walet tidak optimal. Pada suhu tinggi (30 - 32° C) air liur walet cepat mengering.

Salah satu solusi agar kestabilan temperatur ruangan sarang walet dapat dipantau dan dikelola dengan efisien pada budidaya sarang burung walet adalah dengan caramenggunakan teknologi pemanfaatan Internet Of Things. Internet Of Things (IoT) adalah sebuah konsep dimana suatu objek yang memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia atau manusia ke komputer.

Teknologi IoT dapat digunakan untuk memonitor beberapa hal seperti temperatur, kelembaban, nilai angka burung walet dan lain sebagainya.

Pada penelitian ini diusulkan suatu sistem yang dapat mengendalikan temperatur suhu dan kelembaban secara otomatis yang dimana pembacaan sensor pada Node sensor jika suhu dari 3 sensor dirata-rata $\geq 27^{\circ}\text{C}$ dan kelembaban $\leq 70\%$, maka di nyatakan kondisi suhu sarang kering/panas lalu mikrokontroler memberikan perintah untuk mengaktifkan reaksi pada relay yang nantinya pompa sprayer akan menyala sesuai yang ditentukan. Jika Pembacaan sensor pada Node sensor jika suhu dari 3 sensor dirata-rata $\leq 27^{\circ}\text{C}$ dan kelembaban $\geq 70\%$, maka di nyatakan kondisi suhu sarang basah/stabil lalu mikrokontroler mengirimkan data ke databasedan pada pendeteksi burung walet jika ada pergerakan pada pintu walet mengetahui angka populasi burung walet secara realtime dengan menggunakan Internet Of Things yang kemudian dapat memantu petani walet dalam membudidayakan sarang burung walet sehingga mendapatkan kualitas sarang yang bernilai jual tinggi.

II. METODE PENELITIAN

A. Burung Walet

Terdapat beberapa jenis Burung Walet yang ditemukan di Indonesia diantaranya Burung Walet Sarang Putih, Burung Walet Sarang Hitam, Burung Walet Sarang Lumut, Burung Walet Sapi, Burung Walet Gunung dan Burung Walet Besar. Burung Walet Sarang Putih merupakan Burung Walet yang paling banyak dibudidayakan di Indonesia karena menghasilkan sarang

yang bernilai ekonomis diantara jenis Burung Walet lainnya. Secara umum spesies ini memiliki ukuran tubuh sedang (10-16cm), bersayap runcing dan bentuk ekor sedikit menggarpu. Warna bulu tubuh *Collocalia fuciphaga* yaitu coklat kehitam-hitaman pada bagian atas dengan bagian tubuh berwarna abu-abu muda kecoklatan. Rumah Burung Walet dapat berasal dari rumah tua (pernah di huni manusia) atau gedung yang sengaja dibangun untuk tujuan merumahkan walet. Rumah Burung Walet berbentuk seperti gedung besar dengan ukuran 10 x 15 m sampai 10 x 20 m dengan ketinggian 5-6 m menyesuaikan anggaran pemilik usaha Burung Walet. [1]

B. Internet Of Things

Internet of Things atau dikenal juga dengan singkatan IoT, merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus. Adapun kemampuan seperti berbagi data, remote control, dan sebagainya, termasuk juga pada benda di dunia nyata. Makna serupa yang lain, Internet of Things (IoT) adalah sebuah konsep/skenario dimana suatu objek yang memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia atau manusia ke komputer. [2].

B. Arduino IDE

Mikrokontroler Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) merupakan sebuah *software* yang digunakan untuk pemrograman arduino sesuai fungsi-fungsinya melalui sintaks pemrograman. Program yang ditulis dengan menggunakan arduino IDE disebut *sketch*. Mikrokontroler ini memiliki chip USB to TTL converter, sehingga dapat langsung dihubungkan dengan PC (Personal Computer) atau peralatan berbasis USB serial lainnya melalui konektor USB mini yang terpasang pada MikrokontrolerSketch ditulis dalam suatu editor teks dan disimpan dalam file ekstensi[2].

C. Wemos D1

Modul Mikrokontroler WiFi berbasis ESP8266EX. Modul ini adalah Arduino IDE kompatibel, oleh karena itu dapat diprogram menggunakan Mikrokontroler atau kompilasi Luar sendiri. Mikrokontroler wifi ini juga mendukung pemrograman serial dan OTA. Mikrokontroler Wifi ini memiliki memori Flash 4MB, berdasarkan spesifikasi ESP8266EX, memiliki 11 pin IO digital, semua pin IO mampu menginterupsi / PWM / I2C / 1-kawat kecuali pin D0. Ini memiliki 1 input Analog (maks 3.3V) dan port Micro USB ke terhubung dengan PC untuk komunikasi dan pemrograman.

D. NRF24L01

Modul wireless merupakan modul komunikasi serial nirkabel yang didesain untuk aplikasi ultra low power wireless. Modul wireless memiliki register map tersedia melalui antarmuka SPI. Register map sendiri berisikan semua konfigurasi register dan dapat diakses pada semua mode operasi dari chip. Modul ini menggunakan antarmuka SPI (Serial Peripheral Interface) untuk berkomunikasi. nRF24L01 mengintegrasikan pengirim lengkap 2.4GHz

RF, RF pengumpul, dan akselerator protokol berupa Enhanced Shockburst yang mendukung antarmuka SPI kecepatan tinggi untuk kontroler aplikasi. nRF24L01 memiliki solusi terkait daya berupa daya ultra rendah yang memungkinkan daya tahan baterai berbulan-bulan. Modul ini dapat digunakan untuk pembuatan perangkat tambahan komputer, piranti permainan, piranti fitness dan olahraga, mainan anak-anak dan alat lainnya. Modul nirkabel nRF24L01 memiliki 8 buah pin, diantaranya: VCC (3,3V DC), GND, CE, CSN, MOSI, MISO, SCK, dan IRQ. [7]

E. Sensor Suhu dan Kelembaban

DHT22 adalah modul sensor suhu dan kelembaban udara relative dalam satu paket. Modul ini memerlukan konsumsi daya yang rendah sehingga cocok digunakan untuk aplikasi monitoring dan control luar ruangan. Modul ini memiliki stabilitas yang dijamin dalam jangka waktu yang lama serta output yang terkalibrasi. Keluaran modul sensor DHT22 telah terkalibrasi dengan tabung kalibrasi secara akurat, dan nilai koefisien kalibrasinya disimpan dengan memori OTP.[5]

F. Sensor Detektor Infrared

Sensor Infrared Avoid Obstacle merupakan sebuah modul yang terdiri dari inframerah dan photodiode yang berfungsi sebagai pendeteksi halangan atau objek di depannya, berikut adalah komponen-komponen yang ada pada modul tersebut, Komponen utamanya terdiri dari IR dan IR. Komponen utamanya terdiri dari receiver/phototransistor. Ketika power-up, IR emitter akan memancarkan cahaya infrared yang kasat mata. Cahaya tersebut kemudian dipantulkan oleh objek yang ada di depannya, Cahaya terpantul ini kemudian diterima oleh IR receiver. Terdapat Op-Amp LM363 yang berfungsi sebagai komparator antara resistansi IR receiver dan resistansi trimpot pengatur sensitivitas. Output Op-Amp ini juga terhubung dengan pin "OUT" yang dihubungkan ke Arduino.

G. Relay

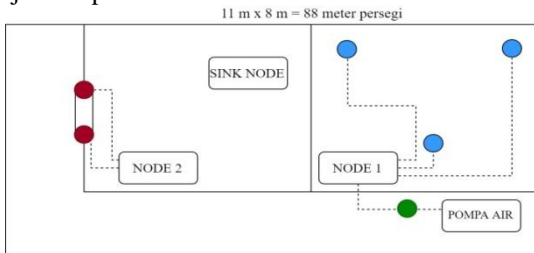
Relay adalah sebuah saklar yang dikendalikan oleh arus. Saklar adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk memutuskan atau menyambungkan aliran listrik. relay memiliki sebuah inti, terdapat sebuah armatur besi yang akan tertarik menuju inti apabila arus yang mengalir melewati kumparan. Armatur ini terpasang pada sebuah tuas pegas ketika armatur tertarik menuju inti, kotak jalur yang bersamaan akan berubah posisinya dari kontak normal tertutup ke kontak normal terbuka.

H. Database Cloud

Firestore Realtime Database adalah database yang di-host di cloud. Data disimpan sebagai JSON dan disinkronkan secara realtime ke setiap klien yang terhubung. Ketika Anda membuat aplikasi lintas-platform dengan SDK Android, iOS, dan JavaScript, semua klien akan berbagi sebuah instance Realtime Database dan menerima update data terbaru secara otomatis.

I. Desain Implementasi Alat

Perancangan sistem pada lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



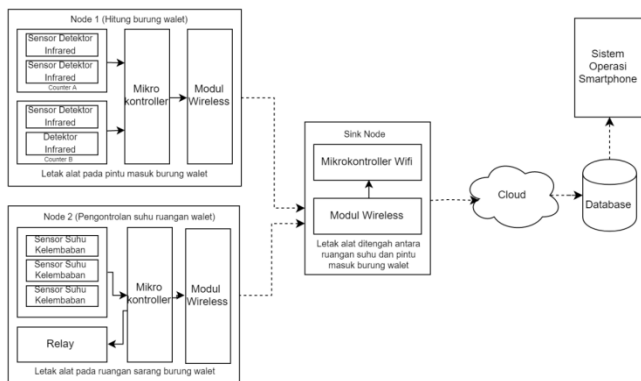
Gambar 1 Desain Rancangan Sistem

Keterangan poin gambar 1 :

1. ● : Sensor suhu dan kelembaban
2. ● : Sensor detector infrared
3. ● : Relay

Pada denah pengujian ukuran ruangan terdapat 88 meter persegi terdapat 2 lokasi pengujian yaitu pertama lokasi pengujian manual dan otomatis pada ruangan manual terdapat sensor node 2 dan pada ruangan pengujian otomatis terdapat sensor node 1, pada rumah walet tersebut terdapat pompa air yang mengaliri air pada ruangan.

J. Perancangan Sistem

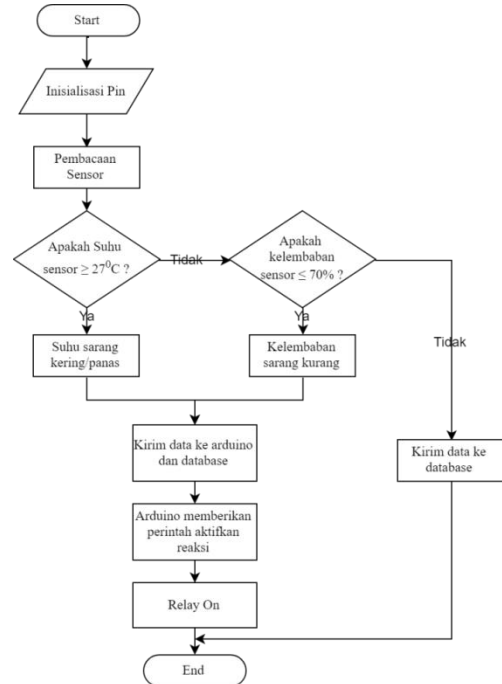


Gambar 2 Diagram Blok Sistem

Pada Gambar 2 diagram blok sistem secara keseluruhan yang ditampilkan dibawah menjelaskan bagaimana pembacaan pada sensor suhu kelembaban dan sensor detector infrared pada diagram blok tersebut dibagi menjadi 3 bagian yaitu Sink Node, Node 1 dan Node 2. Pada bagian pertama sensor node 1 dibagi menjadi counter A dan counter B yang berfungsi sebagai penghitung burung walet yang masuk pada rumah walet pada counter A dipasang pada pintu masuk walet dan counter B dipasang pada pintu keluar walet, sensor detector infrared sebagai alat pendeteksi perhitungan walet yang lewat pada pintu walet, kemudian data hasil dari counter A dan counter B akan diproses pada Mikrokontroler, pada kedua pada sensor node 2 digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban udara pada ruangan walet yang nantinya data akan dikirim ke mikrokontroler untuk memberi perintah ketika suhu panas. Pada sink node berfungsi sebagai

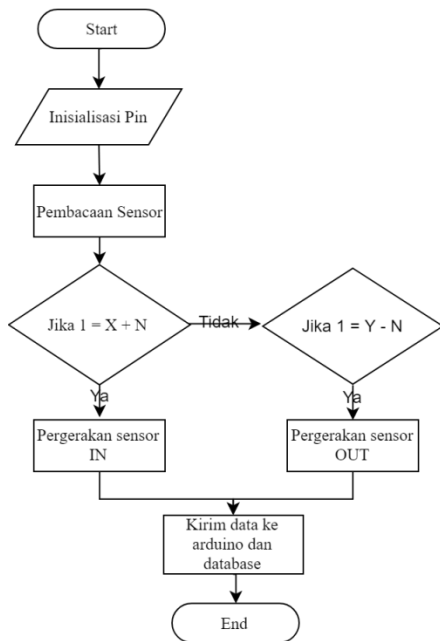
pengolah data yang nantinya akan dikirimkan pada database cloud yang berfungsi sebagai database, dimana data yang dihasilkan oleh sensor node disimpan di database. Kemudian data tersebut dikirim ke aplikasi smartphone. Output dari pengendalian otomatis pada rumah walet ini akan ditampilkan pada aplikasi smartphone nilai suhu dan kelembaban serta total burung walet yang lewat dan juga ketika kadar suhu dan kelembaban melebihi standart yang telah ditentukan maka relay akan memproses secara otomatis menyalakan pompa air untuk membuat udara menjadi normal sesuai ketentuan.

K. Flowchart Sistem



Gambar 3 Prinsip Kerja Sistem Suhu dan Kelembaban

Pada gambar 3 menjelaskan tentang prinsip kerja, Melakukan pembacaan data apa saja parameter yang akan diukur pada ruangan sarang burung walet. Pembacaan sensor pada Node sensor jika suhu dari 3 sensor dirata-rata $\geq 27^{\circ}\text{C}$ dan kelembaban $\leq 70\%$, maka di nyatakan kondisi suhu sarang kering/panas lalu mikrokontroler memberikan perintah untuk mengaktifkan reaksi pada relay yang nantinya pompa sprayer akan menyala sesuai yang ditentukan. Jika Pembacaan sensor pada Node sensor jika suhu dari 3 sensor dirata-rata $\leq 27^{\circ}\text{C}$ dan kelembaban $\geq 70\%$, maka di nyatakan kondisi suhu sarang basah/stabil lalu mikrokontroler mengirimkan data ke database. Data yang sudah diolah akan dikirimkan pada database cloud dan akan ditampilkan melalui interface sistem operasi smartphone dengan secara realtime.



Gambar 3 Prinsip Kerja Sistem Suhu dan Kelembaban

Pada gambar 3 menjelaskan tentang prinsip kerja, Melakukan pembacaan data apa saja parameter yang akan diukur pada ruangan sarang burung walet. Melakukan pembacaan data apa saja parameter yang akan diukur pada ruangan sarang burung walet. Pembacaan sensor pada Node sensor jika X mendeteksi burung yang lewat maka X terhitung 1 dan akan menambahkan pada N yang nantinya data 1 tersebut disimpan lalu melakukan looping. Pembacaan sensor pada Node sensor jika Y mendeteksi burung yang lewat maka Y terhitung 1 dan akan mengurangi pada N yang nantinya data yang dikurangkan tersebut disimpan lalu melakukan looping. Pada kondisi ini jika X terdeteksi dan Y tidak terdeteksi maka nilai N hasilnya tetap. Data yang sudah didapat akan diolah sesuai rumus yang sudah ditentukan. Data yang sudah diolah akan dikirimkan pada database cloud dan akan ditampilkan melalui interface android dengan secara realtime.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan menjelaskan tentang hasil perancangan serta hasil kinerja sistem. Pengujian sistem bertujuan mengetahui sistem dapat berfungsi dan bekerja sesuai dengan perencanaan.

A. Pengujian Sensor Suhu dan Kelembaban

Uji coba modul sensor suhu kelembaban udara ini bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi hasil pembacaan sensor suhu (temperature) dan kelembaban (humidity). Pengujian akurasi sensor ini juga untuk mengetahui tingkat error yang dihasilkan oleh sensor. Berdasarkan *datasheet*, suhu yang dapat diukur oleh sensor dengan rentang -40-80 °C dan tingkat toleransi dari keakurasian sensor suhu sebesar ±2 °C. Untuk kelembaban, rentang kelembaban yang dapat diukur oleh sensor dari 0%-100% dengan tingkat toleransi keakurasian sebesar ±5%.

Tabel 1. Uji Coba Sensor Suhu dan Kelembaban

No.	Jam	Node Sensor Suhu dan Kelembaban		Aplikasi Smartphone		Relay
		Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	
1	07.00	28.7	76	28.7	76	On
2	07.30	27.4	80	27.4	80	On
3	08.00	26.9	84	26.9	84	Off
4	08.30	26.7	84	26.7	84	Off
5	09.00	26.5	83	26.5	83	Off
6	09.30	26.4	83	26.4	83	Off
7	10.00	26.5	82	26.5	82	Off
8	10.30	26.7	80	26.7	80	Off
9	11.00	26.7	80	26.7	80	Off
10	11.30	26.9	80	26.9	80	Off
11	12.00	27.0	80	27.0	80	On
12	12.30	26.9	84	26.9	84	On
13	13.00	26.8	84	26.8	84	Off
14	13.30	26.7	84	26.7	84	Off
15	14.00	26.7	83	26.7	83	Off
16	14.30	26.8	82	26.8	82	Off
17	15.00	27.0	86	27.0	86	On
18	15.30	26.8	86	26.8	86	Off
19	16.00	26.6	85	26.6	85	Off
20	16.30	26.3	83	26.3	83	Off
21	17.00	26.3	83	26.3	83	Off
22	17.30	26.5	83	26.5	83	Off
23	18.00	26.7	83	26.7	83	Off
24	18.30	26.8	83	26.8	83	Off
25	19.00	26.8	82	26.8	82	Off

Pada tabel 1 dapat dilihat hasil pengujian pada node sensor suhu. Nilai suhu dan kelembaban yang dihasilkan pada node sensor suhu dengan *smartphone* adalah sama. Nilai suhu yang dihasilkan berdasarkan pengujian yang tertinggi adalah 28 °C dikarenakan suhu dalam ruangan yang kering dan nilai suhu terendah adalah 26 °C. Untuk nilai kelembaban yang dihasilkan yang tertinggi adalah 86% dikarenakan ruangan yang basah terkena spray air dan yang terendah adalah 76%.

B. Hasil Uji Deteksi Walet Menggunakan Sensor Detektor Infrared

Uji coba modul sensor detector objek agar mengetahui nilai objek burung yang lewat saat keluar dan masuk pada sarang burung walet.

Tabel 2. Uji Coba Sensor Detektor Infrared

No.	Langkah	Kecepatan sensor (ms/s)	Data pada aplikasi smartphone		Status
			Masuk	Keluar	
1	Percobaan 1	3,85	1	1	Terdeteksi
2	Percobaan 2	2,53	1	1	Terdeteksi
3	Percobaan 3	2,33	1	1	Terdeteksi
4	Percobaan 4	1,45	1	1	Terdeteksi
5	Percobaan	1,00	1	1	Terdeteksi

No.	Langkah	Kecepatan sensor (ms/s)	Data pada aplikasi smartphone		Status
			Masuk	Keluar	
	5				
6	Percobaan 6	0,76	1	1	Terdeteksi
7	Percobaan 7	0,66	1	1	Terdeteksi
8	Percobaan 8	0,34	0	0	Tidak Terdeteksi
9	Percobaan 9	0,14	0	0	Tidak Terdeteksi
10	Percobaan 10	0,09	0	0	Tidak Terdeteksi

Pada tabel 2 memperlihatkan hasil pengukuran sensor deteksi yang dilakukan perhitungan nilai kecepatan sensor dengan nilai stopwatch yang berfungsi sebagai pengukur nilai kecepatan yang terdeteksi, dapat dilihat bahwa sensor dapat terdeteksi diatas nilai 0,66 sistem bisa berjalan sesuai rancangan. sedangkan pada nilai 0,34 sensor tidak terdeteksi dikarenakan pergerakan sangat cepat. Dalam deteksi sensor memiliki *delay*, hal ini dikarenakan Sensor pendetektor infrared memerlukan waktu pengolahan nilai tegangan yang didapat saat terdeteksi. Berdasarkan data *sheet* nya panjang sensor infrared sekitar 8 cm untuk mendeteksi masuknya burung walet.

C. Pengujian Jangkauan Transmisi Modul Wireless

Pada pengujian jangkauan transmisi ini dilakukan dengan menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan yaitu node yang terdapat modul wireless, sink node yang terdapat modul wireless, laptop untuk memonitor, dan meteran untuk mengukur jaraknya. Setelah menyiapkan semua alatnya maka upload program untuk pengujian jangkauan transmisi ke node dan sink node.

Tabel 3. Uji Coba Jangkauan Modul Wireless

No	PA Level	Node 1 (meter)	Node 2 (meter)	Server (meter)
1	Min	11,43	11,23	11,19
2	Low	18,20	18,32	18,21
3	High	30,27	30,63	30,52
4	Max	44,25	44,53	44,28

Tabel 4. Uji Coba Jangkauan Modul Wireless

No	PA Level	Node 1 (meter)	Node 2 (meter)	Server (meter)
1	Min	8,53	8,45	8,58
2	Low	14,20	14,32	14,29
3	High	25,43	26,24	25,52
4	Max	26,05	36,23	35,28

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan terdapat 4 Power Amplifier (PA) Level pada modul wireless yaitu Min, Low, High dan Max, terlihat pada data rate 1 mbps nilai max yaitu 44,53 meter ada tabel 3.12 sedangkan pada rate 2 mbps nilai max yaitu 36,23 meter pada table 3.13 Dari kedua data rate tersebut yang membedakan adalah

jarak maksimum yang dapat dijangkau oleh Modul Wireless. Sehingga semakin kecil daya pancar maka jarak maksimum yang dapat dicapai akan semakin dekat. Selain itu, dalam melakukan pengujian modul wireless harus loss tanpa obstacle.

IV. KESIMPULAN

Sistem kendali otomatis pada rumah sarang walet menggunakan aplikasi android terdiri dari 2 buah node sensor dan 1 buah node server. Sensor detector objek burung dapat menghitung burung walet yang masuk dan keluar sedangkan pada sensor deteksi suhu yang dihasilkan terukur mulai dari 27°C sampai 28°C. Kelembaban yang terukur juga stabil yaitu berada pada 80% hingga 86%. Pada pengujian sistem aplikasi android sudah sesuai dengan perencanaan dengan mengirimkan data dari modul sensor suhu kelembaban udara dan modul sensor detector infrared menuju sistem aplikasi android. Dalam aplikasi tersebut juga dilengkapi dengan datalog yang dapat mengetahui data yang disimpan melalui database cloud. Tingkat keakurasian modul sensor detector infrared dan sensor suhu kelembaban udara sangat baik dikarenakan dapat pembacaan nilai deteksi walet serta suhu dan kelembaban berfungsi dengan baik sehingga mampu mengendalikan kondisi suhu dalam rumah walet sehingga memiliki rentang suhu antara 27°C sampai 28°C.

V. REFERENSI

- [1] E. Adiwibawa, *Pengelolaan Rumah Walet*, Yogyakarta: Kanisius, 2000.
- [2] Nugroho, Hery, *Panduan Walet Lengkap*, Jakarta: , 2009.
- [3] Kowa K.D. (2015). *Kontrol Suhu pada Prototipe Rumah Budidaya Burung Walet Tradisional Berbasis Mikrokontroler ATMega16 menggunakan Sensor DHT11*.
- [4] Ferly, Muhammad Uzlianda, Rachmansyah. (2013). *Rancang Bangun Alat Penghitung Jumlah Burung Walet yang Keluar Masuk Sarang*.
- [5] Atmoko R.A. (2013). *Sistem Monitoring dan Pengendalian Suhu dan Kelembaban Ruang pada Rumah Walet Berbasis Android, Web, dan SMS*.
- [6] Jaya Sampurna, Dedeng Hirawan. (2017). *Pembangunan Sistem Pemantauan Rumah Walet Berbasis Iot*.
- [7] Iswanto, H. (2002). *Budidaya Walet dan aspek bisnisnya*. Agromedia.
- [8] Nazaruddin, & Widodo, A. (1998). *Sukses Merumahkan Walet*. Jakarta: Penebar Swadaya
- [9] Datasheet Arduino Nano
- [10] Datasheet NRF24L01
- [11] Datasheet DHT22