

RANCANG BANGUN SISTEM KENDALI OTOMATIS DAN MONITORING SUHU DAN KELEMBAPAN PADA RUMAH BURUNG WALET BERBASIS BLYNK

Azran Budi Arief^{1*}, Wardi², Miftahul Ulum Harahap³

^{1,2,3}Universitas Hasanuddin; Jl. Perintis Kemerdekaan KM. 10; telp (0411) 584200

Riwayat artikel:

Received: 21 Maret 2024

Accepted: 30 Maret 2024

Published: 2 April 2024

Keywords:

Sarang; Walet;
microcontroller; mistmaker;
BME280; Blynk .

Correspondent Email:

azran@unhas.ac.id

Abstrak. Sarang burung walet saat ini memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Sarang burung walet terbuat rajutan liur burung walet yang berbentuk mangkok. Sarang burung walet secara alami terbentuk di gua atau bangunan yang cukup lembap dengan pencahayaan redup hingga gelap. Sarang burung ini menempel di langit-langit yang umumnya dimanfaatkan oleh burung walet sebagai tempat beristirahat dan berkembangbiak. Sistem ini menggunakan ESP32 sebagai microcontroller yang akan mengontrol mistmaker melalui modul relay, mengolah dan mengirimkan data hasil pembacaan dari sensor BME280 ke sistem monitoring dengan aplikasi blynk. Jenis mistmaker yang digunakan untuk mengendalikan kondisi lingkungan dalam rumah walet adalah AUDAX AXH-5500. Sistem ini akan menjaga kondisi suhu dalam rentang 26 – 29 °C dan kelembapan dalam rentang 80 – 90% RH. Mistmaker akan dinyalakan jika suhu > 29 °C atau kelembapan < 80% RH dan akan dimatikan ketika suhu < 26 °C atau kelembapan di atas 90% RH. Hasil pengujian dari penelitian ini adalah rata – rata suhu dalam rumah walet selama penggunaan alat ini adalah 28,17 °C dan kelembapan 84,24% RH.

Abstract. Swallow's nest currently has a high economic value. Swallow's nest is made of swallow's saliva in the shape of a bowl. Swallow nests are naturally formed in caves or buildings that are quite humid with dim to dark lighting. This bird's nest is attached to the ceiling which is generally used by swallows as a place to rest and breed. This system uses ESP32 as a microcontroller that will control the mistmaker through a relay module, process and send the reading data from the BME280 sensor to the monitoring system with the blynk application. The type of mistmaker used to control environmental conditions in the swallow house is AUDAX AXH-5500. This system will maintain temperature conditions in the range of 26 - 29 °C and humidity in the range of 80 - 90% RH. Mistmaker will be turned on if the temperature > 29 °C or humidity < 80% RH and will be turned off when the temperature < 26 °C or humidity above 90% RH. The test results of this study are the average temperature in the swallow house during the use of this tool is 28.17 °C and humidity 84.24% RH.

1. PENDAHULUAN

Sarang burung walet terbuat rajutan liur burung walet yang berbentuk mangkok. Sarang burung walet secara alami terbentuk di gua atau bangunan yang cukup lembap dengan pencahayaan redup hingga gelap. Sarang burung ini menempel di langit-langit yang

umumnya dimanfaatkan oleh burung walet sebagai tempat untuk beristirahat dan berkembangbiak.

Sarang burung walet bisa dikonsumsi dan memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Per Agustus 2023, harga sarang burung walet di toko online berada di kisaran 7-9 jutaan per 500

gram. Sarang burung walet memiliki banyak kandungan seperti *Sialic-acid*, *Glukosamine*, *D-mannitose*, *D-galactose*, *N-acetyl-D-galactosamine*, *N-acetyl-D-glucosamine*, *N-acetyl neurominate*, dan mengandung zat gizi seperti protein, karbohidrat, lemak, mineral, kadar air, kalsium, fosfor, dan zat besi [1]. Salah satu manfaat dari mengkonsumsi sarang burung walet adalah bisa mempercepat penyembuhan luka, sebagai *hepatoprotektif* dan antioksidan [2].

Terdapat dua standar dalam menetapkan kualitas sarang walet. Pertama adalah tampilan sarang. Sarang yang utuh seperti balkon, tidak pecah, dan permukaannya halus memiliki nilai jual yang tinggi. Tampilan sarang yang sempurna tersebut diperoleh dari sarang walet yang memiliki tingkat kelembapan yang optimal antara 80-90% RH dan dipanen pada waktu yang tepat. Jika tingkat kelembapan terlalu tinggi, sarang akan menjadi lembek dan berjamur. Sebaliknya, tingkat kelembapan terlalu rendah, sarang akan menjadi rapuh dan mudah hancur. Kriteria kedua adalah warna sarang. Warna asli sarang walet adalah putih, namun warna tersebut dapat berubah menjadi kuning atau merah jika sirkulasi udara dalam rumah walet tidak optimal [3]. Dalam upaya agar suhu dan kelembapan pada sarang burung walet terjaga, diperlukan sistem kendali dan monitoring untuk suhu dan kelembapan. Berdasarkan penelitian terdahulu dengan menggunakan *Internet of Things* untuk sistem kendali dan monitoring suhu dan kelembapan pada bangunan sarang burung walet [4]. Pada penelitian sebelumnya menggunakan sensor DHT22 untuk sistem monitoring suhu dan kelembapan [5] dan ada juga menggunakan sensor DHT21 [6]. Terdapat penelitian yang sejenis dengan menggunakan sensor BME280 pada pembedaan stasiun cuaca [7]. Sehingga peneliti merasa perlu mengadakan penelitian dan menerapkan sensor BME280 untuk monitoring suhu dan kelembapan pada rumah burung walet.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Burung Walet

Burung walet (*Collocalia* sp) adalah burung yang biasa mendiami gua-gua batu kapur yang dikelilingi oleh hutan lebat. Gua-gua ini berfungsi sebagai tempat perlindungan bagi

burung walet, yang menggunakan langit-langit gua sebagai tempat melekatkan sarang mereka untuk beristirahat dan berkembang biak. Untuk membuat sarangnya, burung walet biasanya hanya menggunakan bagian dinding gua yang memiliki tekstur khusus berupa tonjolan-tonjolan dan lekukan-lekukan dangkal. Mereka juga memilih bagian dinding dengan kadar air yang relatif lebih rendah dibandingkan dengan bagian dinding lainnya. Iklim mikro di dalam dan di sekitar gua yang menjadi habitat walet memiliki suhu berkisar antara 24 – 29 °C dengan kelembapan mencapai 80-95% RH [8].

2.2. Sistem Kendali

Sistem kendali adalah sebuah perangkat atau sekumpulan perangkat yang digunakan untuk mengatur, mengendalikan, dan mengelola keadaan atau perilaku dari suatu sistem. Sistem kendali ini terdiri dari sejumlah komponen yang saling terhubung, membentuk suatu kesatuan, dan bertujuan untuk mengendalikan atau mengatur suatu sistem sesuai dengan tujuan yang diinginkan [4].

2.3. Monitoring

Monitoring merupakan suatu kegiatan mengamati secara seksama suatu keadaan atau kondisi, termasuk juga perilaku atau kegiatan tertentu, dengan tujuan agar semua data masukan atau informasi yang diperoleh dari hasil pengamatan tersebut dapat menjadi landasan dalam mengambil keputusan tindakan selanjutnya yang diperlukan [9].

2.4. Internet of Things

Internet of Things (IoT) adalah konsep dimana berbagai perangkat dapat terhubung dan berkomunikasi satu sama lain melalui internet untuk memungkinkan pengumpulan dan pertukaran data secara otomatis. *Internet of Things* adalah sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang terus-menerus tersambung. Ini termasuk kemampuan seperti berbagi informasi, pengendalian jarak jauh, dan lain-lain [10]. Arsitektur IoT adalah cara untuk perangkat-perangkat IoT saling terhubung, berkomunikasi, dan bekerja bersama untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Terdapat empat lapisan utama dalam struktur IoT yaitu perangkat (*things*), jaringan (*network*), platform, dan aplikasi [11].

2.5. ESP32

ESP32 adalah suatu *microcontroller* yang diperkenalkan oleh Espressif System sebagai pengganti dari *microcontroller* ESP8266. *Microcontroller* ini memiliki modul *Wifi* terintegrasi dalam chip, yang sangat mendukung pembuatan sistem aplikasi *Internet of Things* (IoT) [12].

2.6. Sensor BME280

Modul Sensor BME280 adalah sebuah perangkat sensor yang mampu mengukur kelembapan, suhu, tekanan barometrik, dan ketinggian. Penggunaan sensor ini sangat sederhana karena tidak memerlukan komponen tambahan dan memiliki fitur pre-kalibrasi. Sensor BME280 merupakan penerus dari sensor BMP180, BMP183, atau BMP183 yang diproduksi oleh *Bosch*. Modul ini sudah dilengkapi dengan regulator 3.3 V LM6206 *onboard* dan *voltage* regulator I2C, sehingga dapat menggunakan *microcontroller* berlogika 3.3 V atau 5 V, seperti Arduino [5].

2.7. Arduino IDE

Arduino IDE adalah perangkat lunak yang digunakan untuk membuat sketsa pemrograman. Arduino IDE memudahkan Anda dalam mengedit, membuat, mengunggah, dan mengkode program khusus untuk papan tertentu. Arduino IDE dikembangkan dengan menggunakan bahasa pemrograman JAVA dan mengintegrasikan library C/C++ (*wiring*) yang menyederhanakan operasi *Input/Output* [13].

2.8. Relay

Relay adalah saklar (*switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *electromechanical* yang terdiri dari 2 bagian utama yakni elektromagnet (*Coil*) dan Mekanikal (seperangkat *switch*). *Relay* menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan *relay* yang menggunakan elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan Armature Relay (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A [14].

2.9. LCD

Liquid Crystal Display (LCD) merupakan perangkat display yang umumnya dipasang pada pengendali. Keunggulan utamanya adalah ukuran yang kompak dan kemampuannya dalam menampilkan karakter atau grafik yang lebih unggul dibandingkan dengan tampilan 7 segmen atau alfanumerik. Pada tampilan numerik, kristal dalam LCD dibentuk menjadi baris, sedangkan pada tampilan alfanumerik, kristal diatur dalam pola titik. Setiap kristal memiliki sambungan listrik individu yang memungkinkannya untuk dikendalikan secara independent [15].

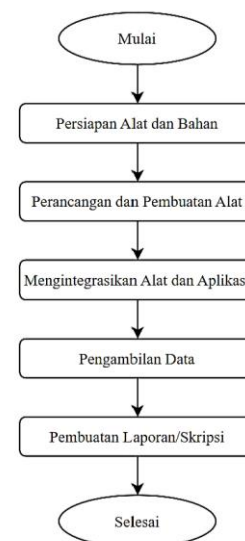
2.10. Blynk

Blynk adalah platform yang memungkinkan anda untuk dengan cepat membangun *interface* untuk mengendalikan dan memantau proyek hardware dari iOS dan perangkat Android. Setelah mengunduh aplikasi *Blynk*, kita dapat membuat dashboard proyek dan mengatur tombol, *slider*, grafik, dan *widget* lainnya ke layar. *Blynk* sangat cocok untuk antarmuka dengan proyek-proyek sederhana seperti pemantauan suhu atau menyalakan lampu dan mematikan dari jarak jauh [16].

3. METODE PENELITIAN

3.1. Alur Penelitian

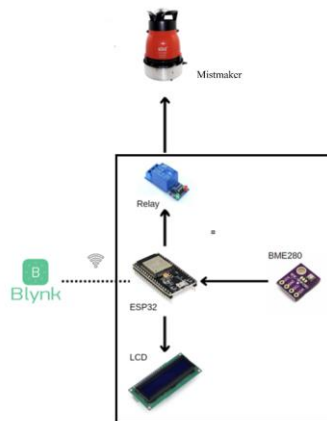
Adapun tahapan-tahapan yang akan dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



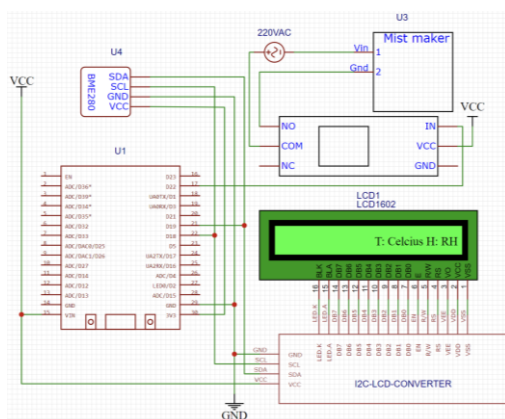
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3.2. Perancangan Sistem

Secara umum, ESP32 akan membaca data suhu dan kelembapan dari sensor BME280. Kemudian, data tersebut akan ditampilkan pada LCD dan juga ESP32 akan mengirimkan data tersebut ke *server Blynk* untuk ditampilkan pada aplikasi dan website *Blynk*. ESP32 juga akan mengendalikan relay yang terhubung ke *mistmaker* berdasarkan data suhu dan kelembapan dari sensor BME280.



Gambar 2. Gambaran Umum Sistem

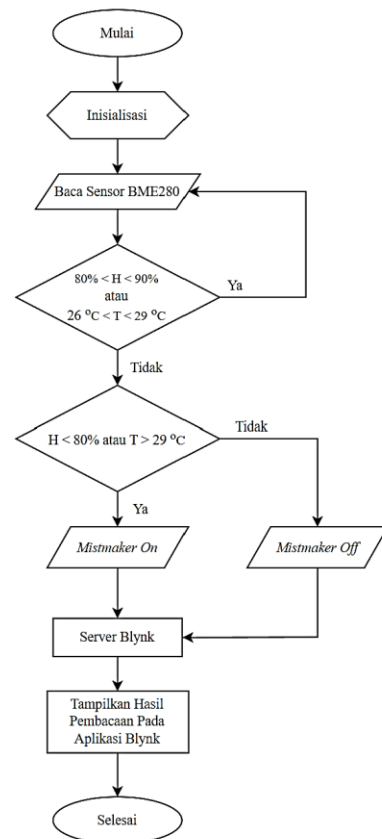


Gambar 3. Rangkaian Perangkat Keras

3.3. Sistem Kerja Alat

Proses kerja alat ini dimulai saat alat dihubungkan ke sumber daya (PLN). Tahap pertama adalah inisialisasi, pada tahap ini program akan menginisialisasi komponen-komponen yang dibutuhkan, seperti sensor BME280, *relay*, *Wifi*, dan *Blynk*. Setelah itu, program akan membaca suhu dan kelembapan dari sensor BME280. Kemudian, akan dicek apakah suhu dan kelembapan berada dalam batas ideal, yaitu kelembapan dengan range 80% - 90% dan suhu dengan range 26 °C – 29 °C. Jika suhu dan kelembapan berada dalam

batas ideal, maka akan dilakukan lagi pembacaan sensor. Jika suhu dan kelembapan di luar batas ideal, maka akan dicek lagi apakah suhu > 29 °C atau kelembapan < 80%. Jika ya, maka program akan menghidupkan *mistmaker*. Jika tidak, maka program akan mematikan *mistmaker*. Setelah itu, maka data suhu, kelembapan, dan kondisi *mistmaker* akan dikirimkan ke *server Blynk* yang kemudian ditampilkan pada aplikasi *Blynk*. *Flowchart* sistem secara umum dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Flowchart Sistem

3.4. Skenario Pengambilan Data

Adapun skenario pengambilan data dalam penelitian kali ini, yaitu:

- Waktu pengambilan data: data akan diambil setiap hari selama 4 pekan dari tanggal 15 November 2023 hingga – 13 Desember 2023.
- Tempat pengambilan data: data akan diambil di dalam rumah burung walet yang bertempat di Bontokaddopepe, Kec. Galesong Utara, Kab. Takalar.

- c. Frekuensi pengambilan data: data yang akan diambil adalah nilai rata-rata setiap jam dari *raw* data. *Raw* data merupakan data yang dikirim ke *Blynk* setiap 5 detik.
- d. Metode pengambilan data: data akan diambil secara otomatis menggunakan alat monitoring dan kendali otomatis suhu dan kelembapan yang dibuat.
- e. Alat pengambilan data: alat monitoring dan kendali otomatis suhu dan kelembapan dibuat.

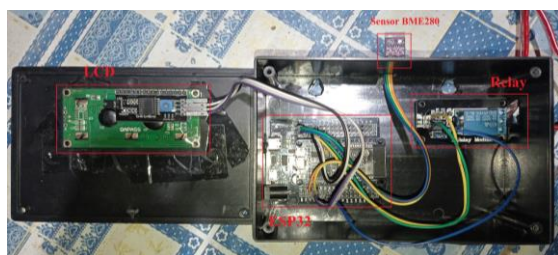
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perancangan

Hasil dari penelitian ini adalah sebuah sistem yang dapat melakukan monitoring dan mengendalikan *mistmaker* secara otomatis agar kondisi suhu dan kelembapan pada rumah burung walet ideal. Adapun sistem yang telah berhasil dirancang dibagi menjadi 2 bagian, yaitu sistem perangkat keras (*hardware*) dan sistem perangkat lunak (*software*).

1. Hardware

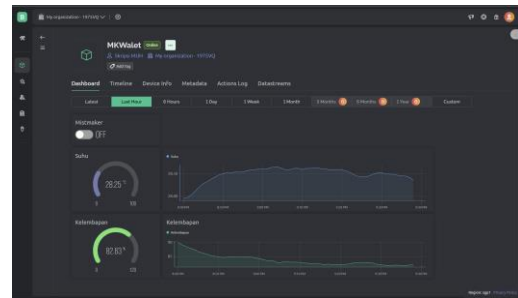
Pada kotak perangkat keras dengan dimensi 14,5 x 9,5 x 5 cm, terdapat sensor BME280 untuk mengukur suhu dan kelembapan pada rumah burung walet. Hasil dari pembacaan ini akan diolah oleh *microcontroller* ESP32 untuk melakukan perintah sesuai dengan parameter yang telah diatur.



Gambar 5. Isi kotak *Hardware*

2. Software

Hasil dari perancangan perangkat lunak adalah kode program untuk monitoring kondisi lingkungan rumah walet dan kendali otomatis *mistmaker*. Selain itu, program ini juga telah terintegrasi dengan website *Blynk* sehingga memungkinkan dilakukan monitoring secara *online*.



Gambar 6. Tampilan website *Blynk*



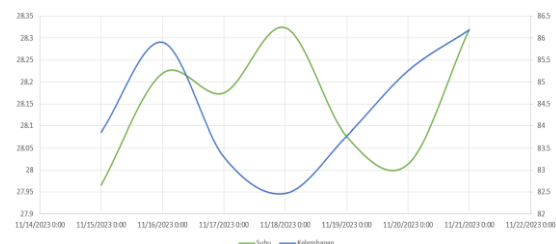
Gambar 7. Tampilan pada *Smartphone*

B. Data Suhu dan Kelembapan

Pengujian alat yang dilakukan selama 4 pekan yaitu pada tanggal 15 November 2023 – 13 Desember 2023 dilakukan dengan melihat data suhu dan kelembapan pada rumah walet apakah sudah sesuai dengan range yang ditetapkan. Pada grafik yang ditampilkan, sumbu y di bagian kiri adalah satuan suhu (°C) dan sumbu y di bagian kanan adalah satuan kelembapan (% RH).

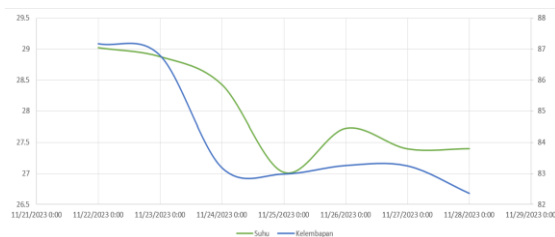
1. Data Mingguan

Data mingguan yang akan ditampilkan adalah data rata-rata per hari dari pekan pertama hingga pekan keempat.



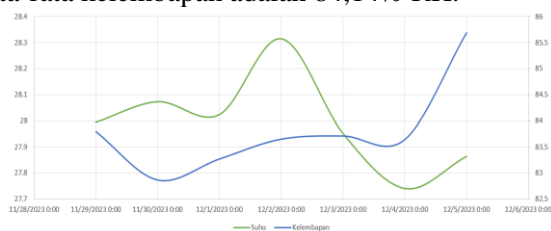
Gambar 8. Grafik Data Suhu dan Kelembapan Pada Pekan Pertama

Pada pekan pertama yaitu tanggal 15 November 2023 – 21 November 2023, suhu terendah adalah 27,97 °C pada hari rabu, 15 November 2023 dan suhu tertinggi adalah 28,32 °C pada hari sabtu, 18 November 2023 dan hari selasa, 21 November 2023. Rata-rata suhu adalah 28,16 °C. Kelembapan terendah adalah 82,47% RH pada hari sabtu, 18 November 2023. Kelembapan tertinggi adalah 86,19% RH pada hari selasa, 21 November 2023. Rata-rata kelembapan adalah 84,4% RH.



Gambar 9. Grafik Data Suhu dan Kelembapan Pada Pekan Kedua

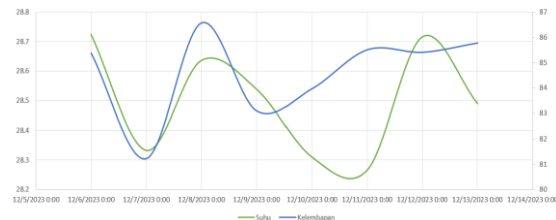
Pada pekan kedua yaitu tanggal 22 November 2023 – 28 November 2023. Suhu terendah adalah 27,01 °C pada hari sabtu, 25 November 2023 dan suhu tertinggi adalah 29,02 °C pada hari rabu, 22 November 2023. Rata-rata suhu adalah 27,98 °C. Kelembapan terendah adalah 82,36% RH pada hari selasa, 28 November 2023. Kelembapan tertinggi adalah 87,16% RH pada hari rabu, 22 November 2023. Rata-rata kelembapan adalah 84,14% RH.



Gambar 10. Grafik Data Suhu dan Kelembapan Pada Pekan Ketiga

Pada pekan ketiga yaitu tanggal 29 November 2023 – 5 Desember 2023, suhu terendah adalah 27,74 °C pada hari senin, 4 Desember 2023 dan suhu tertinggi adalah 28,31 °C pada hari sabtu, 2 Desember 2023. Rata-rata suhu adalah 27,99 °C. Kelembapan terendah adalah 82,87% RH pada hari kamis, 30 November 2023. Kelembapan tertinggi adalah 85,69% RH pada hari selasa, 5 Desember 2023.

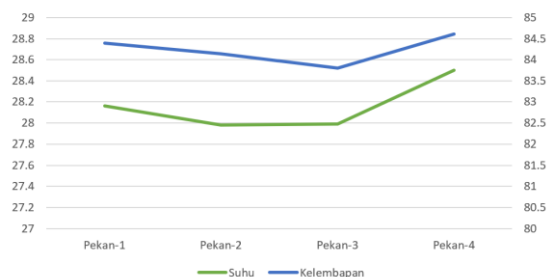
Rata-rata kelembapan adalah 83,8% RH. Berdasarkan rata-rata suhu dan kelembapan pada tanggal 29 November 2023 – 5 Desember 2023, alat yang dibuat bisa menjaga suhu dan kelembapan dalam batas yang ideal.



Gambar 11. Grafik Data Suhu dan Kelembapan Pada Pekan Keempat

2. Data Bulanan

Data rata-rata suhu dan kelembapan selama 4 pekan dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 12. Grafik Data Suhu dan Kelembapan Selama 1 Bulan

Rata-rata suhu tertinggi dari pekan ke-1 hingga pada pekan ke-4 adalah 28,5 °C pada pekan-4. Rata-rata suhu terendah adalah 27,98 °C pada pekan ke-2 dan 27,99 °C pada pekan ke-3. Rata-rata suhu dari pekan ke-1 hingga pekan ke-4 adalah 28,16 °C. Kelembapan terendah adalah 83,8% RH pada pekan ke-3. Kelembapan tertinggi adalah 84,61% RH pada pekan ke-4. Rata-rata kelembapan pada pekan ke-1 hingga pekan ke-4 adalah 84,24% RH.

C. Operasi Mistmaker

Mistmaker atau mesin kabut/embun beroperasi berdasarkan dari data suhu dan kelembapan yang dibaca oleh sensor BME280. Selama pengoperasian alat, *mistmaker* beroperasi dengan durasi waktu yang berbeda-beda tergantung pada kondisi suhu dan kelembapan. Waktu paling lama *mistmaker* menyala (*ON-OFF*) adalah 59 menit pada hari

sabtu, 25 November 2023 pukul 17:42 WITA hingga 18:41 WITA. Waktu paling cepat *mistmaker* menyala (*ON-OFF*) adalah 5 detik pada hari senin, 11 Desember 2023 pukul 16:09 WITA. Waktu paling lama *mistmaker* mati (*OFF-ON*) adalah 23 jam 55 menit pada hari kamis, 30 November 2023 pukul 15:10 WITA hingga pada hari jumat, 1 Desember pukul 15:05 WITA. Waktu paling cepat *mistmaker* mati (*OFF-ON*) adalah 5 detik pada hari senin, 11 Desember 2023 pukul 16:02 WITA.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dipaparkan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan

- Rancang bangun sistem telah berhasil dibuat untuk kendali dan monitoring suhu dan kelembapan pada rumah burung walet menggunakan *microcontroller* ESP32 dan sensor BME280 untuk mengukur suhu dan kelembapan, dan *mistmaker* AUDAX AXH-5500 sebagai aktuator. Rancangan sistem ini juga dapat terhubung ke *Blynk* berkat modul *Wifi* dari ESP32 yang memungkinkan dapat terhubung ke internet.
- Rancangan sistem yang dibuat mampu menjaga kondisi suhu dan kelembapan dalam kondisi yang ideal. Selama pemasangan alat, rata-rata suhu adalah 28,16 °C dan rata-rata kelembapan adalah 84,24% RH.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dewi, Mega Endiana. (2020). Manfaat Konsumsi Burung Walet. *Jurnal Kedokteran Ibnu Nafis*, 9(1), 12-16.
- [2] Putriyani, H., Fitrianiingsih, S. P., & Yuniarni U. (2022). Studi Literatur Potensi Sediaan Topikal Sarang Burung Walet (*Aerodramus fuciphagus*) sebagai Penyembuh Luka. *Bandung Conference Series: Pharmacy*, 2(2), 1-4.
- [3] Zamahuri, A., Zakaria, N. M., & Hadiwiyatno. (2019). Sistem Pengendalian Otomatis Pada Budidaya Sarang Burung Walet Menggunakan *Internet of Things*. *Jurnal Jartel*, 9(4), 431-435.
- [4] Ningsih, T. P., Tadjuddin, & Indrawan A. W. (2021). Rancang Bangun Sistem Kontrol Suhu dan Kelembapan Sarang Burung Walet Berbasis *Internet of Things*. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI)* 2021.
- [5] Ariandi, M., Alvinser, J. (2023). Prototipe Sistem *Monitoring* Walet Berbasis IoT. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 7(2), 920-927.
- [6] Rinaldi, Marwan. (2022). Rancangan Bangun Sistem *Monitoring* Dan Kontrol Pada Rumah Walet Berbasis *Internet of Things* (IoT). *Perpustakaan UBT: Universitas Borneo Tarakan*.
- [7] Suryana, T. (2022). Membangun Stasiun Cuaca dengan BME280 Untuk *Monitoring* Suhu, Kelembapan, Tekanan Udara, dan Ketinggian. *Universitas Komputer Indonesia: Bandung*.
- [8] Chyaning, M. W., Anshori, I. (2022). Strategi Pemasang Burung Walet Di Lamongan Melalui Karakteristik Kerja. *Jurnal Bisnis Terapan*, 6(1), 53-62.
- [9] Putri, M. (2021). Pengaruh Sistem *Monitoring* Dan Pengendalian Terhadap Kinerja Pegawai Pada Kantor Bupati Jeneponto. *Universitas Muhammadiyah Makassar*.
- [10] Yudhanto, Y., Azis, A. (2019). Pengantar Teknologi *Internet of Things* (IoT). *UNS Press: Surakarta*.
- [11] Wardhana, A. (2023). Arsitektur Dan Standarisasi *Internet of Things* (IoT). *Media Sains Indonesia: Jawa Barat*.
- [12] Muliadi, M., Imran, A., & Nasrul, M. (2020). Pengembangan Tempat Sampah Pintar Menggunakan ESP32. *Jurnal Media Elektrik*. 17(2), 73-79.
- [13] Djuandi, F. (2011). Pengenalan Arduino. *Elexmedia: Jakarta*.
- [14] Putra, R. W., & Suryamen, H. (2019). Sistem *Monitoring* Tanah Longsor Berbasis *Internet of Things* dan *Geographic Information System*. *JITCE (Journal of Information Technology and Computer Engineering)*, 3(2), 70-77.
- [15] Rokhmah, N.N. (2018). Kendali Kecepatan Motor DC Dengan Metodi PID Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro dan Vaksional*, 6(1), 187-198.
- [16] Hansza, R., & Haryudo, S. I. (2020). Rancang Bangun Kontrol Motor DC Dengan PID Menggunakan Perintah Suara Dan *Monitoring* Berbasis *Internet of Things*. *Jurnal Teknik Elektro*, 9(2), 477-485.