

# Sistem Monitoring Suhu-Kelembapan Dan Keamanan Rumah Walet Berbasis Internet of Things Menggunakan MQTT

Erwin Tri Ananda <sup>1,\*</sup>, Saifudin Usman <sup>2</sup> dan Novi Indah Pradasari <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Politeknik Negeri Ketapang; erwintri@gmail.com

<sup>2</sup> Politeknik Negeri Ketapang; saifudinu@politap.ac.id

<sup>3</sup> Politeknik Negeri Ketapang; novi.ip@politap.ac.id

\* Korespondensi: m.amrinmukhodas@gmail.com

## Info Artikel:

Dikirim: 10 Mei 2023

Direvisi: 01 Juni 2023

Diterima: 01 Juni 2023

**Intisari:** Burung walet merupakan salah satu jenis burung yang memiliki nilai ekonomi tinggi karena air liurnya yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar produk kesehatan dan kecantikan. Dalam proses budi daya burung walet, kondisi lingkungan yang sesuai sangat penting, terutama suhu antara 26–29°C dan kelembapan 80–90%. Namun, terdapat dua permasalahan utama yang sering dihadapi oleh pemilik rumah burung walet, yaitu sulitnya memantau kondisi suhu dan kelembapan secara real-time serta meningkatnya risiko pencurian sarang walet. Penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem monitoring suhu, kelembapan, dan keamanan rumah walet berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan MQTT Broker. Sistem ini menggunakan sensor DHT11 untuk mengukur suhu dan kelembapan, sensor LDR untuk deteksi intensitas cahaya, serta magnetic switch untuk mendeteksi akses pintu. Metode penelitian yang digunakan adalah Software Development Life Cycle (SDLC) model Waterfall dengan teknik pengumpulan data berupa studi pustaka, observasi, dan wawancara. Tahapan perancangan meliputi perancangan arsitektur sistem, perangkat keras, alur data, antarmuka, dan pengujian sistem. Hasil dari penelitian ini adalah sistem monitoring berbasis IoT yang mampu memberikan data suhu, kelembapan, serta notifikasi keamanan secara real-time melalui Telegram dan tampilan antarmuka pada Node-RED. Pengujian menggunakan metode black box menunjukkan bahwa seluruh sensor dan sistem notifikasi bekerja dengan baik sesuai fungsinya.

**Kata Kunci:** burung walet; Internet of Things; MQTT; sensor suhu; keamanan rumah walet

**Abstract:** Swiftlets are a type of bird with high economic value, especially due to their saliva, which is used as a raw material in health and beauty products. In swiftlet farming, maintaining optimal environmental conditions — specifically a temperature range of 26–29°C and humidity levels of 80–90% — is essential. However, two main challenges faced by swiftlet house owners are the difficulty in monitoring temperature and humidity in real-time and the increasing threat of nest theft. This study aims to develop a temperature, humidity, and security monitoring system for swiftlet houses based on the Internet of Things (IoT) using the MQTT Broker protocol. The system integrates the DHT11 sensor to measure temperature and humidity, an LDR sensor to detect light intensity, and a magnetic switch to monitor door access. The research methodology follows the Software Development Life Cycle (SDLC) using the Waterfall model, with data collection techniques including literature studies, observation, and interviews. The development process involves system architecture design, hardware setup, data flow modeling, interface design, and system testing. The final outcome is an IoT-based monitoring system that provides real-time environmental data and security notifications via Telegram and a visual interface using Node-RED. Black box testing confirms that all sensors and notification systems function correctly as intended.

**Keywords:** swiftlet; Internet of Things; MQTT; temperature sensor; swiftlet house security

## 1. Pendahuluan

Burung walet (*Aerodramus fuciphagus*) merupakan salah satu spesies unggas yang memiliki nilai ekonomi tinggi, terutama karena produk yang dihasilkan dari air liurnya, yaitu sarang burung walet. Sarang ini mengandung berbagai nutrisi penting seperti protein, kalsium, kalium, dan magnesium yang bermanfaat bagi kesehatan manusia, sehingga memiliki permintaan tinggi di pasar domestik maupun internasional [1]. Harga sarang burung walet bahkan dapat mencapai belasan juta rupiah per kilogram, menjadikannya salah satu komoditas unggas yang sangat menguntungkan [2].

Tingginya nilai jual sarang burung walet mendorong masyarakat untuk membudidayakannya melalui pembangunan rumah burung walet yang dirancang menyerupai habitat alami. Dalam hal ini, suhu lingkungan optimal berada pada kisaran 26–29°C dan tingkat kelembapan 80–90% agar burung walet dapat tinggal dan bersarang dengan nyaman [3]. Namun, pemilik rumah walet sering kali menghadapi dua tantangan utama, yakni kesulitan dalam menjaga stabilitas suhu dan kelembapan secara konsisten, serta maraknya kasus pencurian sarang walet yang menyebabkan kerugian material yang tidak sedikit.

Untuk menjaga keamanan dan kondisi lingkungan rumah walet, sebagian pemilik masih mengandalkan metode konvensional seperti pengawasan manual atau penempatan penjaga, yang tentu saja tidak efisien dari segi waktu maupun biaya. Ketergantungan pada pengawasan manusia juga menimbulkan risiko kelalaian dan keterbatasan jangkauan pengawasan.

Di sisi lain, kemajuan teknologi khususnya dalam bidang Internet of Things (IoT) membuka peluang untuk menghadirkan sistem monitoring dan keamanan yang lebih efisien, cerdas, dan hemat biaya. IoT memungkinkan integrasi berbagai sensor dan perangkat yang dapat bekerja secara otomatis untuk mengawasi kondisi lingkungan serta mendeteksi potensi ancaman keamanan secara real-time. Beberapa studi telah menunjukkan efektivitas IoT dalam pengembangan sistem monitoring rumah walet [4][5].

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring suhu, kelembapan, dan keamanan rumah walet berbasis teknologi IoT. Sistem ini akan menggunakan mikrokontroler Wemos D1 R32 yang dilengkapi modul WiFi ESP32, dengan dukungan sensor DHT11 untuk pemantauan suhu dan kelembapan, sensor LDR untuk deteksi intensitas cahaya, serta sensor magnetic switch untuk deteksi pembukaan paksa pintu. Hasil pemantauan akan ditampilkan melalui antarmuka berbasis web menggunakan Node-RED, serta notifikasi otomatis akan dikirimkan melalui aplikasi Telegram kepada pemilik apabila terjadi anomali atau gangguan.

Dengan adanya sistem ini, diharapkan pemilik rumah walet dapat melakukan kontrol secara jarak jauh terhadap kondisi lingkungan dan keamanan bangunan, tanpa perlu hadir secara langsung di lokasi. Selain itu, sistem ini juga dapat menurunkan beban biaya operasional karena tidak memerlukan pengawasan manual secara terus-menerus.

Kemajuan teknologi Internet of Things (IoT) telah mendorong lahirnya berbagai inovasi dalam bidang sistem monitoring dan keamanan, termasuk dalam sektor pertanian dan peternakan. Salah satu sektor yang mulai mengadopsi teknologi ini adalah budidaya burung walet, yang memerlukan kontrol lingkungan yang stabil dan sistem keamanan yang handal. Penelitian-penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa penggunaan sensor suhu dan kelembapan, seperti DHT11 dan DHT22, mampu memberikan informasi kondisi lingkungan secara real-time yang diperlukan untuk kenyamanan habitat burung walet. Misalnya, dalam studi oleh [6], penggunaan NodeMCU ESP8266 dengan sensor DHT11 berhasil mencatat perubahan suhu dan kelembapan secara otomatis, namun sistem ini masih terbatas pada pemantauan tanpa adanya sistem notifikasi keamanan [7].

Sementara itu [8] mengembangkan sistem keamanan rumah walet menggunakan teknologi LoRa dan PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) yang ramah lingkungan. Sistem ini memperluas jangkauan monitoring namun masih memerlukan biaya instalasi awal yang cukup tinggi dan belum mengintegrasikan antarmuka pengguna berbasis web secara interaktif [9]. Beberapa sistem telah mengintegrasikan sensor LDR untuk mendeteksi intensitas cahaya yang masuk, sebagai indikator keberadaan orang atau gangguan dari luar, serta sensor magnetic switch untuk mendeteksi pembukaan pintu paksa. Namun, belum banyak penelitian yang menggabungkan ketiga jenis sensor ini ke dalam satu sistem terintegrasi yang sederhana, murah, dan dapat diakses langsung melalui perangkat mobile atau Telegram.

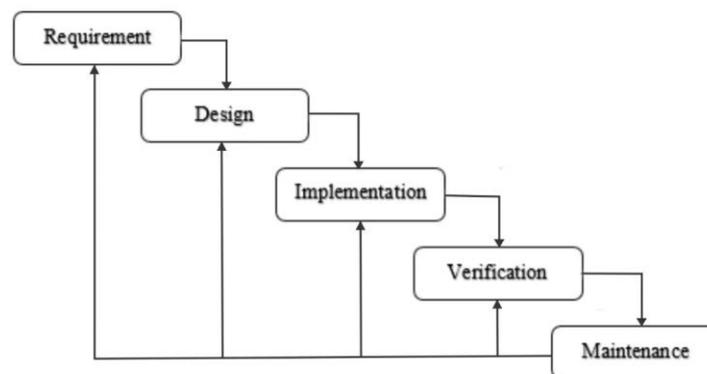
Dalam hal antarmuka, sebagian besar sistem masih menggunakan aplikasi lokal berbasis Android atau dashboard sederhana, belum banyak yang memanfaatkan Node-RED sebagai solusi visual programming yang fleksibel dan mendukung integrasi dengan berbagai layanan cloud serta platform messaging seperti Telegram.

Penelitian ini mengisi kekosongan tersebut dengan menghadirkan sistem monitoring suhu, kelembapan, cahaya, dan keamanan secara terintegrasi dalam satu sistem berbasis mikrokontroler Wemos D1 R32, yang memiliki keunggulan dalam kecepatan pemrosesan (dual-core ESP32), serta dilengkapi dengan WiFi dan Bluetooth. Sistem ini akan mengirimkan notifikasi langsung melalui Telegram Bot dan menampilkan data pemantauan melalui antarmuka web Node-RED, sehingga memungkinkan pemilik rumah walet melakukan kontrol secara real-time dan jarak jauh, tanpa memerlukan kehadiran fisik. Dengan pendekatan ini, penelitian menawarkan solusi yang lebih efisien,

terjangkau, dan mudah diimplementasikan dibandingkan dengan penelitian terdahulu, serta dapat langsung diterapkan dalam skala kecil maupun besar oleh para peternak walet di daerah-daerah terpencil.

## 2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam pengembangan sistem ini adalah metode SDLC (System Development Life Cycle) dengan pendekatan Waterfall. Pendekatan Waterfall merupakan metode pengembangan sistem yang dilakukan secara sistematis dan terstruktur, di mana setiap tahapan harus diselesaikan secara berurutan sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya. Model ini dinamakan Waterfall karena proses pengembangannya mengalir seperti air terjun, yaitu dari tahap analisis, perancangan, implementasi, hingga pengujian dan pemeliharaan secara bertahap dan linear [10].



**Gambar 1.** Metode SDLC (System Development Life Cycle) dengan pendekatan Waterfall

Menurut [11] tahapan metode waterfall ada lima yaitu **Requirement Analysis and Definition**, dimaksudkan untuk menganalisis dan mendefinisikan kebutuhan dari keseluruhan sistem yaitu mikrokontroler Wemos D1 R32 dengan pin yang digunakan pada Wemos ini adalah pin GPIO39 untuk output sensor LDR, pin GPIO27 untuk output sensor Magnetic switch, pin GPIO1 untuk output LED, dan pin GPIO14 untuk output dari buzzer (alarm), serta pin GND dan 5V untuk supply tegangan pada Wemos D1 R32. Berikut ini adalah rangkaian sistem beserta pin-pin yang digunakan pada Wemos D1 R32. **System Design**, desain sistem merupakan tahap penyusunan proses, data, aliran proses, dan hubungan antar data. **Implementation and Unit Testing**, pada tahap ini membuat program ke dalam bahasa pemrograman C pada Wemos. **Integration and System Testing**, dalam tahap ini dilakukan pengintegrasian dan pengujian pada sistem seperti pada sensor DHT11, sensor LDR, dan sensor magnetic switch menggunakan pengujian black box testing. **Operation dan maintenance**, yaitu melakukan penerapan sistem dan melakukan perawatan atau perbaikan bila ada kekeliruan dalam membangun sistem.

## 3. Pembahasan dan Hasil Penelitian

Pada bagian ini akan dipaparkan secara sistematis mengenai tahapan-tahapan yang dilakukan dalam proses pengembangan sistem monitoring suhu, kelembapan, dan keamanan rumah walet berbasis Internet of Things (IoT). Penjelasan mencakup analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi perangkat keras dan lunak, serta hasil pengujian sistem. Setiap tahap dijelaskan secara rinci untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai proses pengembangan sistem.

### 1. Analisis Kebutuhan

Pada tahap analisis kebutuhan, dilakukan identifikasi terhadap komponen perangkat keras dan perangkat lunak yang dibutuhkan untuk membangun sistem monitoring suhu, kelembapan, dan keamanan rumah walet berbasis IoT. Dari sisi perangkat keras, sistem ini memanfaatkan mikrokontroler Wemos D1 R32 sebagai unit pengendali utama, sensor LDR untuk mendeteksi intensitas cahaya, sensor magnetic switch untuk memantau kondisi buka-tutup pintu, serta sensor DHT11 sebagai pengukur suhu dan kelembapan lingkungan. Selain itu, digunakan buzzer sebagai indikator alarm, kabel jumper sebagai konektor antar komponen, dan resistor 220Ω sebagai penghambat arus sekaligus pengatur sensitivitas pada sensor LDR.

Sementara itu, dari sisi perangkat lunak, sistem ini dikembangkan menggunakan beberapa aplikasi pendukung, antara lain: Arduino IDE sebagai platform utama untuk penulisan dan unggah kode ke

mikrokontroler, Fritzing untuk membuat rancangan skematik koneksi sensor secara visual, dan Microsoft Visio untuk menyusun diagram alur data sistem secara sistematis dan terstruktur.

## 2. *Desain Sistem*

Pada tahap desain sistem, dilakukan proses perancangan secara menyeluruh terhadap elemen-elemen utama sistem. Perancangan ini mencakup pembuatan arsitektur sistem, diagram blok, Data Flow Diagram (DFD), flowchart alur kerja sistem, serta rencana pengujian sistem. Seluruh dokumen dan diagram tersebut disusun sebagai pedoman utama dalam proses pengembangan sistem pada tahap selanjutnya. Perancangan ini bertujuan untuk memastikan bahwa semua komponen sistem dapat saling terintegrasi dan bekerja secara sinergis sesuai dengan tujuan penelitian.

## 3. *Implementasi*

Tahap implementasi merupakan proses penerjemahan desain sistem ke dalam bentuk kode program. Pada penelitian ini, bahasa pemrograman C digunakan sebagai bahasa pemrograman utama. Kode program ditulis dan dikompilasi menggunakan perangkat lunak Arduino IDE, kemudian diunggah ke dalam mikrokontroler Wemos D1 R32. Mikrokontroler ini akan menjalankan logika sistem yang telah dirancang untuk memproses data dari sensor dan memberikan output yang sesuai.

## 4. *Integrasi dan Pengujian*

Setelah proses implementasi selesai, tahap berikutnya adalah integrasi sistem, di mana seluruh komponen perangkat keras, seperti Wemos D1 R32, sensor LDR, sensor magnetic switch, dan sensor DHT11, dihubungkan sesuai dengan rancangan sistem. Selanjutnya, dilakukan proses pengujian sistem untuk memastikan seluruh fungsionalitas berjalan dengan baik. Metode pengujian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Black Box Testing, yaitu pengujian yang difokuskan pada output sistem berdasarkan input yang diberikan tanpa melihat struktur internal kode program.

Proses pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan dua metode utama, yaitu observasi langsung dan wawancara. Kedua metode ini dipilih guna memperoleh informasi yang akurat dan relevan terkait kondisi aktual rumah burung walet serta kebutuhan sistem keamanan yang akan dikembangkan.

### 1. *Observasi*

Observasi merupakan metode pengumpulan data melalui pengamatan langsung di lapangan secara sistematis dan objektif. Dalam penelitian ini, peneliti melakukan observasi terhadap objek penelitian yang berlokasi di rumah burung walet milik Bapak Isparudin, yang terletak di Jalan Padat Karya, Desa Pesaguan Kanan, Kecamatan Matan Hilir Selatan. Melalui observasi ini, peneliti memperoleh informasi mengenai kondisi aktual sistem keamanan rumah walet tersebut. Berdasarkan hasil pengamatan, diketahui bahwa sistem keamanan yang digunakan masih sangat sederhana, yaitu hanya mengandalkan pengamanan berupa gembok pada pintu masuk tanpa adanya pagar, penghalang, atau sistem monitoring tambahan lainnya. Temuan ini menjadi dasar dalam merancang sistem keamanan berbasis teknologi yang lebih efektif.

### 2. *Wawancara*

Wawancara merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan melalui tatap muka secara langsung antara peneliti dan narasumber. Tujuan dari metode ini adalah untuk menggali informasi secara mendalam terkait kebutuhan, permasalahan, serta kondisi aktual yang berkaitan dengan topik penelitian. Dalam penelitian ini, wawancara dilakukan kepada Bapak Isparudin, selaku pemilik rumah burung walet yang menjadi objek utama dalam pengembangan sistem monitoring. Wawancara ini bertujuan untuk memperoleh data penting yang mendukung perancangan Sistem Monitoring Suhu-Kelembapan dan Keamanan Rumah Walet Berbasis IoT menggunakan MQTT Broker. Beberapa pertanyaan yang diajukan dalam wawancara meliputi:

**Ukuran fisik bangunan rumah walet :** Narasumber menyebutkan bahwa rumah walet miliknya memiliki panjang 18 meter dan lebar 4 meter, sehingga memerlukan sistem monitoring yang mampu menjangkau seluruh area bangunan. **Kondisi pencahayaan di dalam rumah walet :** Berdasarkan keterangan narasumber, intensitas cahaya di dalam rumah walet sangat rendah (gelap), karena tidak terdapat sumber pencahayaan buatan maupun alami. Informasi ini menjadi penting dalam pemilihan dan penempatan sensor cahaya (LDR). **Kondisi keamanan rumah walet:** Tingkat keamanan rumah walet dikategorikan rendah, di mana saat ini hanya

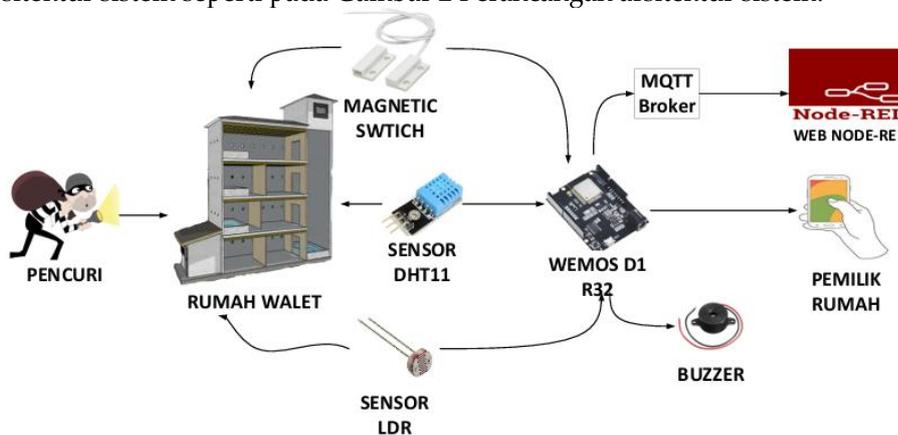
menggunakan gembok pada pintu sebagai pengaman utama, tanpa pagar atau sistem pengamanan tambahan. Kondisi ini menunjukkan perlunya sistem keamanan berbasis teknologi untuk meningkatkan proteksi terhadap potensi pencurian. Informasi yang diperoleh dari wawancara ini menjadi dasar dalam menentukan spesifikasi dan kebutuhan teknis dari sistem yang akan dibangun agar tepat guna dan sesuai dengan kebutuhan pengguna di lapangan.

### 3. Studi Kepustakaan

Studi kepustakaan dilakukan sebagai langkah awal dalam memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai konsep, teori, serta hasil-hasil penelitian terdahulu yang relevan dengan topik penelitian. Melalui studi ini, peneliti dapat mengidentifikasi solusi-solusi yang telah dikembangkan, kelebihan dan keterbatasan dari penelitian sebelumnya, serta menjadikannya sebagai referensi untuk merancang sistem yang lebih baik. Dalam penelitian ini, penulis melakukan telaah pustaka terhadap berbagai jurnal dan literatur ilmiah yang berkaitan dengan sistem keamanan rumah walet berbasis teknologi. Salah satu referensi yang dikaji adalah jurnal berjudul "Sistem Keamanan Rumah Walet Menggunakan Sensor Cahaya dan Sensor Getaran Diintegrasikan Dengan SMS Notifikasi" yang dipublikasikan dalam Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer, Vol. 3. Jurnal tersebut menjelaskan penggunaan sensor cahaya dan getaran sebagai deteksi awal terhadap aktivitas mencurigakan di lingkungan rumah walet, dengan sistem peringatan yang dikirimkan melalui SMS kepada pemilik.

Hasil dari studi pustaka ini menjadi acuan dalam pengembangan sistem pada penelitian ini, khususnya dalam integrasi sensor dengan platform notifikasi real-time, serta dalam perancangan sistem monitoring berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan MQTT Broker dan notifikasi Telegram, sebagai pendekatan yang lebih efisien dan modern dibandingkan sistem berbasis SMS.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sebuah sistem monitoring suhu, kelembapan, serta keamanan pada rumah walet berbasis Internet of Things (IoT) dengan memanfaatkan protokol komunikasi Message Queuing Telemetry Transport (MQTT). Perancangan sistem ini dilakukan untuk memberikan gambaran yang lebih terstruktur dan sistematis mengenai proses pembangunan sistem, sehingga dapat menjelaskan secara rinci setiap komponen, mekanisme kerja, serta integrasi perangkat keras dan lunak yang digunakan dalam sistem tersebut. Adapun desain perancangan arsitektur sistem seperti pada Gambar 2 Perancangan arsitektur sistem.



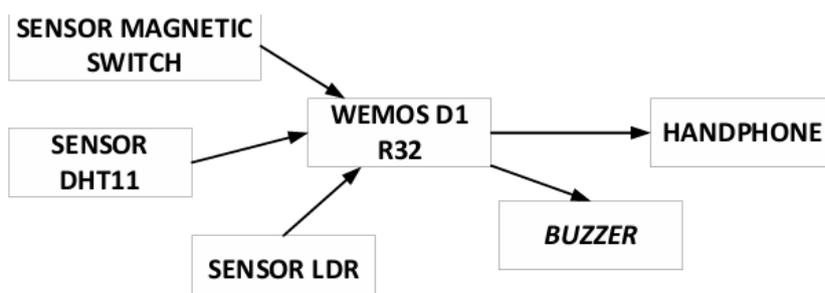
Gambar 2. Perancangan Arsitektur Sistem

Suhu-Kelembapan dan Keamanan Rumah Walet Berbasis IOT Menggunakan MQTT Broker seperti pada Gambar 2. Perancangan arsitektur sistem ini terdiri dari sensor LDR yang bekerja sebagai sensor untuk mendeteksi cahaya pada ruangan rumah walet, sensor magnetic switch yang bekerja sebagai sensor pendeteksi pergerakan pada pintu pada rumah walet, sensor DHT11 yang bekerja sebagai sensor untuk mendeteksi suhu dan kelembapan yang ada pada ruangan rumah walet, yang selanjutnya hasil dari pendeteksian sensor tersebut dikirim ke mikrokontroler Wemos D1 R32 sebagai alat untuk memproses dan menghasilkan output berupa alarm dari buzzer yang ada pada rumah walet dan pesan notifikasi telegram kepada pemilik rumah walet, serta mikrokontroler Wemos D1 R32 akan melakukan publish dan subscribe data ke MQTT Broker yang bekerja sebagai penghubung antara publisher dan subscriber dari mikrokontroler yang selanjutnya Web Node-red akan menampilkan halaman antarmuka dari hasil monitoring suhu dan kelembapan pada sensor DHT11 yang terdapat pada ruangan rumah walet.

Selanjutnya untuk pembuatan sistem keamanan rumah walet perlu dijelaskan secara detail terkait dengan perangkat keras yang akan digunakan. Analisa tentang komponen-komponen yang akan digunakan untuk penelitian yaitu komponen perangkat keras. Perancangan perangkat keras (hardware) Sistem Keamanan Rumah Walet berbasis Wemos D1 R32 ini meliputi perancangan elektronika dan perancangan sistem. Komponen sistem yang akan digunakan diantaranya sebagai berikut:

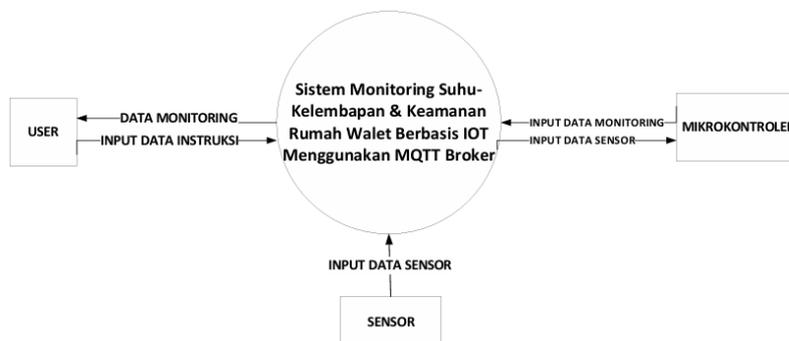
1. Wemos D1 R32, merupakan mikrokontroler atau Single Board Circuit yang akan digunakan sebagai pusat kendali pada sistem untuk memproses hasil dari pendeteksian sensor.
2. Sensor LDR, bekerja berdasarkan intensitas cahaya yang ada disekitarnya dan digunakan untuk mendeteksi keberadaan cahaya pada suatu tempat.
3. Sensor magnetic switch, digunakan sebagai sensor pada pintu untuk membaca apakah pintu terbuka atau tidak.
4. Sensor DHT11, bekerja berdasarkan keadaan suhu dan digunakan untuk membaca suhu dan kelembapan.
5. Buzzer, digunakan untuk alarm pada sistem bahwa sistem telah mendeteksi adanya pergerakan.

Tahapan selanjutnya akan dilakukan diagram blok untuk menjelaskan cara kerja dari suatu sistem dan memudahkan dalam mencari kesalahan dari suatu sistem. Dengan blok diagram dapat cara kerja rangkaian dan merancang hardware yang akan dibuat secara umum. Blok diagram merupakan pernyataan hubungan yang berurutan dari satu atau lebih komponen yang memiliki kesatuan kerja sendiri, dan setiap blok komponen memengaruhi komponen lainnya. Blok diagram memiliki arti yang khusus dengan memberikan keterangan didalamnya. Untuk setiap blok dihubungkan dengan suatu garis yang menunjukkan arah kerja dari setiap blok yang bersangkutan.



Gambar 3. Blok Diagram Sistem

Selanjutnya pada perancangan arus data akan digambarkan menggunakan diagram konteks, Pada bagian diagram konteks ini akan dijelaskan mengenai gambaran dari kondisi sistem yang ada seperti input maupun output serta menyertakan terminator atau aktor yang terlibat dalam penggunaan sistem. Untuk pertama kali user dari Sistem Monitoring Suhu Kelembapan dan Keamanan Rumah Walet Berbasis IOT Menggunakan MQTT Broker ini akan mengaktifkan sensor, sensor yang aktif akan memberikan data yang telah terdeteksi ke mikrokontroler Wemos D1 R32, selanjutnya mikrokontroler akan mengeksekusi perintah dengan mengirimkan kembali data berupa notifikasi telegram dan mengaktifkan alarm kepada user. User disini juga bisa memberikan instruksi atau perintah dari pesan telegram untuk menghidup dan mematikan sistem. Perancangan sistem dengan diagram konteks dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Konteks

Pada tahap berikutnya dilakukan pengujian sistem berdasarkan tabel pengujian yang telah disusun sebelumnya, dengan tujuan untuk mengidentifikasi kemungkinan kesalahan pada sistem yang telah dikembangkan, serta mengevaluasi kesesuaian sistem dengan spesifikasi yang telah dirancang. Pengujian ini juga dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana perangkat keras yang digunakan dapat berfungsi dengan baik. Sebelum pengujian sistem

secara keseluruhan dilakukan, terlebih dahulu dilakukan pengujian terhadap komponen perangkat keras secara individu untuk memastikan bahwa seluruh perangkat berada dalam kondisi baik dan berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Adapun perangkat keras yang diuji meliputi:

- a. Sensor LDR sebagai pendeteksi intensitas cahaya.
- b. Sensor magnetic switch sebagai pendeteksi kondisi pintu.
- c. Sensor DHT11 sebagai pengukur suhu dan kelembapan udara.
- d. Buzzer sebagai alat peringatan atau alarm.

Pengujian sistem monitoring suhu, kelembapan, dan keamanan rumah walet berbasis Internet of Things (IoT) dengan menggunakan protokol komunikasi MQTT Broker dilakukan melalui integrasi dengan bot Telegram. Sistem ini dirancang untuk memberikan notifikasi secara otomatis berdasarkan input dari sensor yang telah terpasang di lingkungan rumah walet.

Selama proses pengujian sistem keamanan, pesan dikirim dan diterima melalui aplikasi Telegram. Interaksi ini dilakukan dengan mengamati kondisi aktual rumah walet, baik ketika terdeteksi adanya pergerakan maupun saat sistem menerima perintah dari pengguna melalui perangkat seluler. Berikut adalah format perintah yang dapat digunakan dalam pengujian sistem melalui Telegram:

- a. Menyalakan sistem: /ON
- b. Mematikan sistem: /OFF
- c. Mengetahui suhu dan kelembapan lantai 1: /Temp1
- d. Mengetahui suhu dan kelembapan lantai 2: /Temp2
- e. Mengetahui status sensor (aktif/tidak): /OnOff

Melalui pengujian ini, dapat diperoleh informasi yang mendetail mengenai performa sistem serta keandalan perangkat keras dan lunak yang digunakan dalam monitoring dan pengamanan rumah burung walet.

### 3.1 Hasil Pengujian Sistem

Berdasarkan tahapan sebelumnya akan dilakukan pengujian sistem maka di dapatkan hasil pengujian sistem yang dapat dilihat pada Tabel 1 berikut. Proses pengujian sensor LDR dilakukan pada ruangan gelap menggunakan cahaya senter untuk mengetahui apakah sensor LDR dapat mendeteksi cahaya dengan baik atau tidak, dalam hasil pengujian sensor LDR diketahui bahwa pada resistansi 500-2000 sensor LDR tidak baik dalam melakukan pendeteksian pada cahaya, sedangkan pada resistensi 1-100 sensor LDR berjalan dengan baik dalam pendeteksian cahaya.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor LDR

Sensor	Resistansi	Jarak Cahaya ke Sensor (cm)	Variabel Uji	Respon yang diharapkan
LDR	2000	100	5 Kali Uji	Buzzer tidak aktif
		200	5 Kali Uji	Buzzer tidak aktif
	1000	100	5 Kali Uji	Buzzer tidak aktif
		200	5 Kali Uji	Buzzer tidak aktif
	500	100	5 Kali Uji	Buzzer aktif
		200	5 Kali Uji	Buzzer tidak aktif
	100	100	5 Kali Uji	Buzzer aktif
		200	5 Kali Uji	Buzzer aktif
	50	100	5 Kali Uji	Buzzer aktif
		200	5 Kali Uji	Buzzer aktif
	25	100	5 Kali Uji	Buzzer aktif
		200	5 Kali Uji	Buzzer aktif
	1	100	5 Kali Uji	Buzzer aktif
		200	5 Kali Uji	Buzzer aktif

Proses pengujian sensor magnetic switch dilakukan untuk mengetahui apakah sensor magnetic switch dapat bekerja dengan baik atau tidak, Untuk variable uji pertama yaitu pintu terbuka dengan cara pengujian yaitu memisahkan kedua sensor magnetic switch, variable uji kedua yaitu pintu tertutup dengan cara pengujian yaitu dengan

tetap menyatukan kedua buah sensor magnetic switch, jika buzzer aktif pada saat pengujian pintu terbuka dan buzzer tidak aktif atau tidak ada respons pada saat pengujian pintu tertutup maka sensor magnetic switch dapat bekerja dengan baik. hasil pengujian sistem yang dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil Pengujian Sensor Magnetic Switch

No	Sensor	Variabel Uji	Respon yang diharapkan
1	Magnetic Switch	Pintu Terbuka Pintu Tertutup	Buzzer aktif Tidak ada respon

Proses pengujian sensor DHT11 dilakukan untuk mengetahui apakah sensor DHT11 dapat bekerja dengan baik atau tidak. Untuk pengujian sensor DHT11 menggunakan api dan air dingin sebagai pemicu pada sensor untuk pendeteksi dalam perubahan suhu dan kelembapan pada saat pengujian sensor DHT11. Berdasarkan perancangan pengujian sistem sebelumnya maka di dapatkan hasil pengujian sistem yang dapat dilihat pada Tabel 3. Proses pengujian sensor dengan notifikasi telegram dilakukan untuk mengetahui apakah pesan notifikasi dapat berjalan dengan baik atau tidak serta mengetahui seberapa lama pesan yang akan terkirim dari mikrokontroler ke notifikasi pesan telegram seperti pada Tabel 4.

**Tabel 3.** Hasil Pengujian Sensor DHT11

No	Sensor	Variabel Uji	Respon yang diharapkan
1	DHT11	Dekatkan ke Api	Serial Monitor Menampilkan Nilai Suhu dan Kelembapan Yang Tinggi
		Didekatkan Ke Air Dingin	Serial Monitor Menampilkan Nilai Suhu dan Kelembapan Yang Rendah

Pengujian Sensor Dengan Notifikasi Telegram dilakukan dengan cara mengirimkan format pesan request yang telah tersedia pada bot telegram. Untuk pengujian pada sensor DHT11 ke notifikasi telegram dengan cara mengirimkan pesan "/Temp1", pengujian pada sensor magnetic switch ke notifikasi telegram dengan cara memisahkan kedua buah sensor agar mengirimkan pesan notifikasi ke bot telegram, pengujian pada sensor LDR ke notifikasi telegram dengan cara memberikan cahaya pada sensor agar mengirimkan pesan notifikasi ke bot telegram. Hasil dari pengujian ini ditunjukkan pada Tabel 4.5 dengan delay paling lama dalam pengiriman notifikasi pada sensor DHT11 yaitu 7 detik, sedangkan pada sensor LDR dan magnetic switch yaitu 5 detik.

**Tabel 4.** Hasil Pengujian Sensor Dengan Notifikasi Telegram

Telegram	Variabel Uji	Respon yang diharapkan	Delay (s)
Pesan Notifikasi	DHT11 request	Telegram akan menerima pesan notifikasi nilai suhu dan kelembapan	7
	Magnetic Switch request	Telegram akan menerima pesan notifikasi pintu terbuka paksa	5
	LDR request	Telegram akan menerima pesan notifikasi LDR mendeteksi cahaya.	5

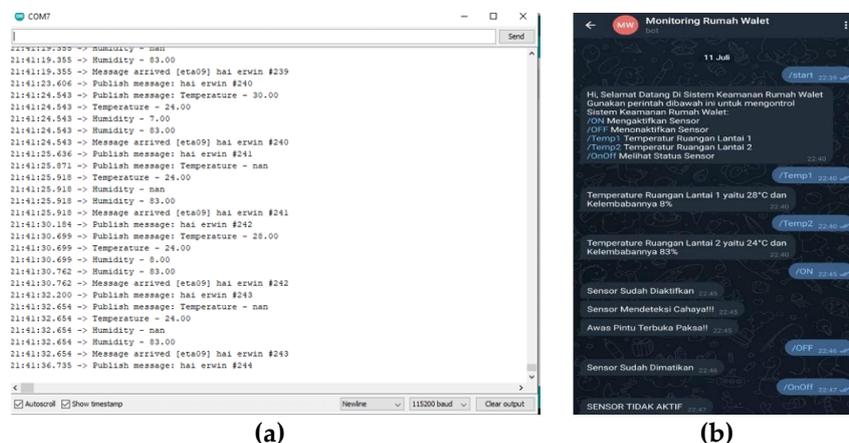
Berdasarkan perancangan pengujian-pengujian sebelumnya maka di dapatkan hasil pengujian sistem yang dapat dilihat pada Tabel 5. Proses pengujian Sistem Monitoring Suhu-Kelembapan dan Keamanan Rumah Walet Berbasis IOT Menggunakan MQTT Broker dilakukan untuk mengetahui apakah sistem telah berjalan dengan baik, pengujian ini dilakukan menggunakan prototipe.

**Tabel 3.** Hasil Pengujian Sensor DHT11

No	Sistem	Variabel Uji	Respon yang diharapkan
1	Sistem Monitoring	Semua komponen sistem aktif	Mengirimkan pesan notifikasi telegram dan buzzer aktif.

Suhu	Sistem aktif	
Kelembapan	DHT11 aktif	Mengirimkan pesan notifikasi telegram dan
dan	Magnetic Switch aktif	Buzzer aktif.
Keamanan	LDR tidak aktif	
Rumah Walet	Sistem aktif	
Berbasis IOT	DHT11 aktif	Mengirimkan pesan notifikasi telegram dan buzzer
Menggunakan	Magnetic Switch tidak aktif	aktif.
MQTT Broker	LDR aktif	
	Sistem Aktif	
	DHT11 aktif	Mengirimkan pesan notifikasi telegram dan
	Magnetic Switch tidak aktif	Buzzer tidak aktif.
	LDR tidak aktif	
	Semua komponen sistem	Mengirimkan pesan notifikasi telegram dan buzzer
	tidak aktif	tidak aktif.

Buka serial monitor pada Arduino IDE yang akan menampilkan koneksi ke telegram dan mqtt broker, serta menampilkan status sensor LDR, sensor DHT11, dan sensor magnetic switch seperti pada gambar 5 (a). Ponsel akan menerima pesan notifikasi “Cahaya Terdeteksi” jika sensor LDR mendeteksi cahaya pada rumah walet, dan buzzer akan aktif jika pintu yang dipasangkan sensor magnetic switch terbuka pada rumah walet. Pada telegram terdapat beberapa perintah untuk mendapatkan pesan notifikasi dari sensor DHT11 yaitu perintah “/Temp1” yang digunakan untuk melihat keadaan suhu dan kelembapan pada lantai 1, perintah “Temp2” yang digunakan untuk melihat keadaan suhu dan kelembapan pada lantai 2, perintah “/ON” yang digunakan untuk menghidupkan sensor LDR dan sensor magnetic switch, perintah “/OFF” yang digunakan untuk mematikan sensor LDR dan sensor magnetic switch, dan perintah “/OnOff” yang digunakan untuk melihat keadaan sensor LDR dan magnetic switch dalam keadaan aktif atau tidak. Berikut adalah hasil dari pengujian pada pesan notifikasi telegram pada Gambar 5 (b).



Gambar 5. (a) Serial Monitor, (b) Notifikasi Telegram

Pada sistem ini juga terdapat tampilan antarmuka dari node red yang akan menampilkan nilai sensor DHT11 dalam bentuk chart dan gauge, nilai ini didapatkan dari hasil pembacaan sensor DHT11 kemudian dikirim ke mikrokontroler Wemos D1 R32 yang selanjutnya dikirim ke mqtt broker sebagai penghubung transaksi data antara publisher dan subscriber. Berikut merupakan hasil dari tampilan antarmuka pada Sistem Monitoring Suhu-Kelembapan dan Keamanan Rumah Walet Berbasis IOT Menggunakan MQTT Broker seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Tampilan Antarmuka Node-Red Sistem

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan implementasi sistem yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini menggunakan metode System Development Life Cycle (SDLC) dengan pendekatan model Waterfall. Tahapan-tahapan pengembangan sistem dilakukan secara sistematis, dimulai dari analisis kebutuhan hingga tahap pengujian menggunakan metode Black Box Testing untuk memastikan sistem berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Perancangan perangkat keras sistem monitoring suhu, kelembapan, dan keamanan rumah walet berbasis IoT menggunakan MQTT Broker berhasil diwujudkan dengan mengintegrasikan beberapa komponen, seperti sensor DHT11 sebagai pendeteksi suhu dan kelembapan, sensor LDR untuk mendeteksi intensitas cahaya, sensor magnetic switch sebagai pendeteksi kondisi pintu, dan buzzer sebagai perangkat alarm. Seluruh komponen tersebut dikendalikan oleh mikrokontroler Wemos D1 R32 sebagai pusat kendali sistem. Sistem ini mampu melakukan pemantauan kondisi suhu dan kelembapan ruangan, pencahayaan, serta keamanan rumah walet secara real-time. Hasil pemantauan disampaikan kepada pengguna melalui notifikasi pesan Telegram serta antarmuka dashboard berbasis Node-RED yang terhubung melalui protokol MQTT, sehingga memberikan kemudahan dalam melakukan pengawasan jarak jauh terhadap kondisi rumah walet.

#### Daftar Pustaka

- [1] Z. Afandy and M. A. Nugroho, "Budidaya sarang burung walet untuk peningkatan ekonomi masyarakat Desa Kalora Poso Pesisir Utara," *\*JEKSYAH: Islamic Economics Journal\**, vol. 1, no. 02, pp. 89–97, 2021.
- [2] R. Rakhmadi, A. Hadiawan, D. Muhammad, and S. Zahratun, "Potensi ekspor sarang burung walet Provinsi Lampung," *\*Jurnal Hubungan Internasional Indonesia\**, vol. 4, no. 1, pp. 91–100, 2022.
- [3] P. T. Ningsih, T. Tadjuddin, and A. W. Indrawan, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Suhu dan Kelembapan Sarang Burung Walet Berbasis Internet Of Things," in *\*Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI)\**, pp. 251–257, Oct. 2021.
- [4] D. Maulana, I. G. A. P. R. Agung, and I. P. E. D. Nugraha, "Sistem Monitor Budi Daya Sarang Burung Walet Berbasis Esp32-Cam Dilengkapi Aplikasi Telegram," *\*Jurnal SPEKTRUM\**, vol. 9, no. 1, 2022.
- [5] A. Iskandar, "Implementasi IoT Pada Sistem Monitoring dan Kendali Otomatis Suhu Dan Kelembapan Ruangan Sarang Burung Walet Berbasis Mikrokontroler," *\*Jurnal Cyber Tech\**, vol. 4, no. 8, 2021.
- [6] M. A. Hidayat, "Sistem Monitoring Suhu, Kelembapan, dan Cahaya pada Rumah Burung Walet Menggunakan NodeMCU ESP8266," Skripsi, Universitas Mataram, 2023.
- [7] A. R. Pratama, "Sistem Monitoring dan Keamanan Rumah Walet Berbasis IoT Menggunakan LoRa dan PLTS," Skripsi, STMIK Lombok, 2023.
- [8] D. H. Damanik, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Rumah Walet Berbasis IoT," Skripsi, Universitas Medan Area, 2024.
- [9] H. Nugroho, "Penerapan Node-RED untuk Visualisasi Data IoT pada Sistem Monitoring Lingkungan," *\*Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer\**, vol. 11, no. 2, pp. 112–118, 2022.
- [10] N. Presman, O. Shapira, S. Litsyn, T. Etzion, and A. Vardy, "Binary polarization kernels from code decompositions," *\*IEEE Trans. Inf. Theory\**, vol. 61, no. 5, pp. 2227–2239, May 2015.
- [11] I. Sommerville, *\*Software Engineering\**, 9th ed. Boston, MA, USA: Pearson Education Inc., 2011.
- [12] M. S. Mustaqbal, R. F. Firdaus, and H. Rahmadi, "Pengujian Aplikasi Menggunakan Black Box Testing Boundary Value Analysis," *\*Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan\**, vol. 1, 2015.