

Sistem Monitoring Rumah Burung Walet Berbasis Internet of Things Menggunakan Kodular dan Firebase

Muhammad Ramdani¹, Ahmad Rofiq Hakim², Irwansyah³

^{1,2,3}Program Studi Teknologi Rekayasa Komputer, Politeknik Negeri Samarinda, Samarinda, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 29 Juli 2025
Revisi Akhir: 30 Juli 2025
Diterbitkan Online: 31 Juli 2025

KATA KUNCI

Sarang walet, Internet of Things, sensor, Firebase, Kodular

Keywords:

Swallow nest, Internet of Things, sensor, Firebase, Kodular

KORESPONDENSI

E-mail: danijr991@gmail.com

A B S T R A K

Sarang burung walet merupakan komoditas bernilai ekonomi tinggi di Indonesia, namun pengelolaannya memerlukan pemantauan lingkungan yang optimal untuk menjaga kualitas sarang. Penelitian ini mengembangkan sistem monitoring berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk memantau suhu, kelembaban, kualitas udara, dan keamanan secara *real-time* menggunakan sensor DHT22, MQ-135, PIR, SW420, dan ultrasonik. Sistem ini terintegrasi dengan NodeMCU ESP32, Firebase untuk penyimpanan data, dan Kodular sebagai antarmuka pengguna. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu memberikan data akurat dengan akurasi sensor hingga 95% setelah kalibrasi, meningkatkan efisiensi pengelolaan sarang walet. Sistem ini mendukung otomatisasi pemantauan, keamanan, dan pengambilan keputusan berbasis data untuk meningkatkan produktivitas budidaya sarang walet.

A B S T R A C T

Swallow nests are a high-value economic commodity in Indonesia, but their management requires optimal environmental monitoring to maintain quality. This research develops an *Internet of Things* (IoT)-based monitoring system to track temperature, humidity, air quality, and security in *real-time* using DHT22, MQ-135, PIR, SW420, and ultrasonic sensors. The system integrates NodeMCU ESP32, Firebase for data storage, and Kodular as the user interface. Test results show the system achieves up to 95% sensor accuracy post-calibration, enhancing the efficiency of swallow nest management. It supports automated monitoring, security, and data-driven decision-making to improve the productivity of swallow nest cultivation.

PENDAHULUAN

Budidaya sarang burung walet merupakan bisnis potensial di Indonesia karena nilai ekonominya yang tinggi, terutama sebagai komoditas ekspor. Kualitas sarang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti suhu, kelembaban, kualitas udara, dan keamanan. Kelembaban optimal (70-95%) dan pencahayaan rendah (mendekati 0 lux) diperlukan untuk menjaga kualitas sarang, sementara keamanan gedung penting untuk mencegah pencurian. Penelitian ini mengembangkan sistem monitoring berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan NodeMCU ESP32, sensor DHT22, MQ-135, PIR, SW420, dan ultrasonik, serta platform Firebase dan Kodular untuk memantau lingkungan secara *real-time*. Sistem ini bertujuan meningkatkan efisiensi pengelolaan sarang walet dengan otomatisasi dan keamanan yang lebih baik [1]

TINJAUAN PUSTAKA

Kajian Ilmiah

Penelitian sebelumnya menunjukkan efektivitas IoT dalam budidaya walet. Widiyastari et al. [3] mengembangkan sistem pengendalian suhu dan kelembaban berbasis Android, meningkatkan kualitas sarang. Syarif et al. [4] menggunakan logika fuzzy untuk pengendalian lingkungan, sementara Baharuddin dan Fadil [5] merancang sistem berbasis web dengan ESP32 dan DHT22. Iskandar et al. [6] meningkatkan produksi sarang melalui monitoring IoT. Penelitian ini memperluas pendekatan tersebut dengan mengintegrasikan multi-sensor untuk pemantauan suhu, kelembaban, kualitas udara, keamanan, dan ketinggian air, menggunakan Firebase dan Kodular.

Landasan Teori

1. Internet of Things (IoT)

IoT adalah konsep interkoneksi perangkat fisik seperti sensor, aktuator, dan mikrokontroler melalui jaringan internet untuk pengumpulan, pengolahan, dan pengendalian data secara real-time [7]. Dalam konteks budidaya walet, IoT memungkinkan otomatisasi pemantauan lingkungan, seperti suhu, kelembaban, dan kualitas udara, serta keamanan melalui deteksi gerakan dan getaran. IoT menggunakan protokol seperti MQTT atau HTTP untuk komunikasi data, dengan arsitektur yang mencakup lapisan perangkat (sensor dan aktuator), lapisan jaringan (Wi-Fi atau seluler), dan lapisan aplikasi (platform seperti Firebase) [8]. Keunggulan IoT meliputi skalabilitas, efisiensi energi, dan kemampuan pemantauan jarak jauh, yang krusial untuk lingkungan terpencil seperti rumah walet.

2. NodeMCU ESP32

NodeMCU ESP32 adalah mikrokontroler berbasis Wi-Fi dan Bluetooth dengan prosesor dual-core Tensilica LX6, mendukung pengendalian berbagai sensor melalui GPIO [9]. ESP32 memiliki SRAM 512 KB, memori flash 4 MB, dan clock speed hingga 240 MHz, memungkinkan pemrosesan data cepat dan konsumsi daya rendah. Dalam sistem ini, ESP32 bertindak sebagai pusat pengolahan data, menghubungkan sensor (DHT22, MQ-135, PIR, SW420, LDR, ultrasonik) ke Firebase melalui protokol HTTP. ESP32 mendukung library seperti WiFi.h dan FirebaseESP32.h, memudahkan integrasi dengan platform IoT [10]. Keandalan ESP32 dalam lingkungan dengan sinyal Wi-Fi lemah ditingkatkan melalui mekanisme pengulangan koneksi.

3. Sensor dan Aktuator

Sistem ini menggunakan sensor DHT22 untuk mengukur suhu (0-50°C, akurasi $\pm 0.5^\circ\text{C}$) dan kelembaban (20-95%, akurasi $\pm 2\%$), MQ-135 untuk mendeteksi gas amonia (10-1000 ppm), PIR untuk deteksi gerakan (rentang 3-7 meter), SW420 untuk deteksi getaran, LDR untuk mengukur intensitas cahaya dengan rumus $L = (R_LDR * 10^3 * 10^\gamma) / R_s$ ($\gamma = 0.7$, $R_s = 50$ ohm), dan sensor ultrasonik untuk mengukur ketinggian air (2-400 cm, akurasi ± 3 mm) [13][14][15][16]. Sensor-sensor ini memberikan data digital atau analog yang diproses oleh ESP32 untuk memantau lingkungan dan keamanan rumah walet, dengan kalibrasi untuk memastikan akurasi, seperti offset pada DHT22 dan faktor koreksi 7.24 pada LDR.

4. Platform Firebase dan Kodular

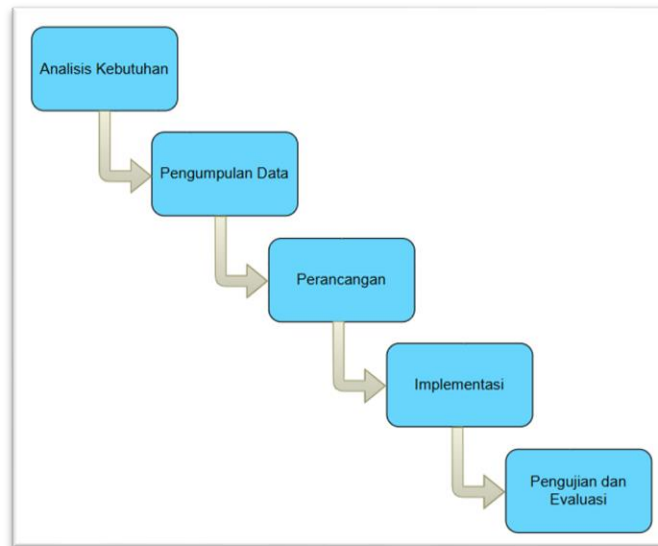
Firebase adalah platform IoT berbasis cloud yang menyediakan Realtime Database untuk penyimpanan data dalam format JSON, mendukung pemantauan real-time dengan latensi rendah dan autentikasi aman [17]. Kodular adalah platform pengembangan aplikasi berbasis visual untuk membuat antarmuka Android yang menampilkan data sensor dalam tabel dan grafik, dengan notifikasi untuk parameter di luar ambang batas (misalnya, suhu $> 32^\circ\text{C}$) [18]. Integrasi Firebase dan Kodular memungkinkan peternak memantau rumah walet dari jarak jauh, mengurangi kebutuhan inspeksi fisik dan meningkatkan efisiensi pengelolaan [19].

5. Kalibrasi Sensor dan Pengolahan Data

Kalibrasi sensor penting untuk akurasi. DHT22 dikalibrasi dengan hygrometer standar menggunakan offset ($correctedTemperature = temperature + offsetTemperature$), sementara LDR dikalibrasi dengan faktor koreksi 7.24 untuk mendekati 333 lux [14]. Data sensor diproses oleh ESP32 menggunakan algoritma sederhana untuk mendeteksi anomali (misalnya, gerakan mencurigakan) dan mengirim notifikasi melalui Firebase. Data dikirim dalam format JSON untuk efisiensi dan kompatibilitas dengan Kodular, memastikan visualisasi real-time yang andal [20].

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode Waterfall untuk pengembangan sistematis, dilakukan di Loa Bakung, Samarinda (0°31'38.4"S, 117°05'17.0"E). Sistem memantau suhu, kelembaban, kualitas udara, keamanan, dan ketinggian air menggunakan NodeMCU ESP32 dan sensor DHT22, MQ-135, PIR, SW420, LDR, dan ultrasonik. Data dikirim ke Firebase setiap 5 detik dan ditampilkan via Kodular.



Gambar 1 Metode Waterfall

Penjelasan: Metode Waterfall dimulai dengan analisis kebutuhan, perancangan sistem, pengembangan perangkat keras dan lunak, pengujian, dan penyusunan laporan.

ALAT DAN BAHAN

1. Perangkat Keras

Tabel 1 Tabel Perangkat Keras

No.	Nama	Keterangan
1.	NodeMCU ESP32	kemampuan untuk terhubung ke Wi-Fi secara langsung dan mendukung Bluetooth.
2.	Relay 2 Channel	Fungsinya meliputi kontrol peralatan elektronik, otomatisasi, keamanan, pengaturan suhu, kendali motor, kontrol jarak jauh, dan kendali pintu/jendela otomatis.
3.	Sensor Ultrasonic	mengubah besaran fisis atau bunyi menjadi besaran listrik dan juga sebaliknya.
4.	Sensor Cahaya LDR	untuk pencahayaan otomatis, menghemat energi, kontrol otomatisasi, keamanan, dan pemantauan lingkungan.
5.	MQ135	memberikan informasi tentang tingkat keberadaan gas-gas berbahaya di lingkungan sekitar, sehingga memungkinkan pengguna untuk mengambil tindakan yang sesuai untuk menjaga keamanan dan kesehatan.
6.	DHT22	untuk mengukur suhu dan kelembaban di sekitar lingkungan tempat sensor ditempatkan.
7.	Sensor PIR	sebagai perangkat deteksi gerakan untuk keamanan, otomatisasi, dan pengawasan.
8.	SW420	mendeteksi getaran menggunakan pelampung logam yang bergetar di dalam tabung berisi dua elektroda
9.	LED	Sebagai pemberitahuan alat tersebut
10.	Resistor	untuk mengatur arus dan tegangan dalam rangkaian elektronik dengan stabil, juga sebagai pembagi tegangan, pemisah sinyal, dan penyesuaian gain.

11.	PCB dot Matrix	Sebagai dasar atau tempat penghubung dan perakitan antar komponen
12.	Box Control	Sebagai tempat untuk meletakkan komponen-komponen hardware
13.	Kabel Jumper	Sebagai penghubung aliran arus listrik atau sinyal antara komponen yang terpisah
14.	Laptop Acer Nitro 5 (AN515-57), RAM 8GB, SSD 512GB, Intel i5	Sebagai perangkat untuk melakukan program sistem minimum, untuk membuat desain, dan sebagainya.

2. Perangkat Lunak

Tabel 2 Tabel Perangkat Lunak

No.	Nama	Keterangan
1.	Firebase	Sebagai pengembang aplikasi yang menyediakan berbagai layanan yang berguna
2.	Arduino IDE	Sebagai pembangun program dan pengupload program ke sistem minimum
3.	Fritzing	Sebagai alat untuk mendesain skematik rangkaian
4.	Tinker Cad	Untuk mendesain tampilan 3D dari produk yang dibuat
5.	Visual Paradigm	Untuk membuat desain diagram blok, flowchart, dan sebagainya
6.	Kodular	platform pembuat aplikasi berbasis visual yang memungkinkan pengguna, termasuk mereka yang tidak memiliki pengalaman pemrograman, untuk membuat aplikasi mobile dengan mudah.
7.	Spreadsheet	Untuk menyimpan data dalam bentuk table.

TEKNIK PENGUMPULAN DAN ANALISIS DATA

- Analisis Kebutuhan:** Mengidentifikasi parameter lingkungan (suhu, kelembaban, kualitas udara, keamanan, ketinggian air).
- Pengumpulan Data:**
 - Studi Literatur: Mengkaji jurnal dan artikel tentang IoT untuk budidaya walet.
 - Wawancara: Berinteraksi dengan peternak walet di Samarinda untuk memahami tantangan.
 - Observasi: Mengamati pengelolaan manual rumah walet.
- Perancangan:**
 - Hardware: Koneksi sensor ke ESP32 (DHT22 pada pin 25, MQ-135 pada pin 36, PIR pada pin 13, SW420 pada pin 18, LDR pada pin 39, ultrasonik pada pin 14, 12).
 - Software: Kode di Arduino IDE dan antarmuka di Kodular.
- Pengembangan:**
 - Hardware: Merakit dan menguji sensor serta ESP32, dipasang di rumah walet.
 - Software: Menulis kode untuk pembacaan sensor, pengiriman data ke Firebase, dan visualisasi di Kodular.
- Pengujian:** Menguji sistem selama >2 jam (interval 5 menit) untuk akurasi dan stabilitas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. ANALISI KEBUTUHAN

Kebutuhan utama sistem meliputi:

- Kontrol Lingkungan: Suhu (28-32°C) dan kelembaban (70-95%) untuk kualitas sarang.
- Keamanan: Deteksi gerakan dan getaran untuk mencegah pencurian.
- Pemantauan Air: Ketinggian air untuk lingkungan optimal.
- Pemantauan Jarak Jauh: Akses data real-time via Kodular.
- Efisiensi: Mengurangi pemantauan manual.

2. PENGUMPULAN DATA

Wawancara dengan peternak di Samarinda mengungkapkan:

1. Pengelolaan manual suhu dan kelembaban tidak akurat.
2. Pencurian sarang sering terjadi.
3. Pemantauan air manual memakan waktu.

Observasi menunjukkan lingkungan rumah walet tidak stabil, memengaruhi produktivitas sarang.

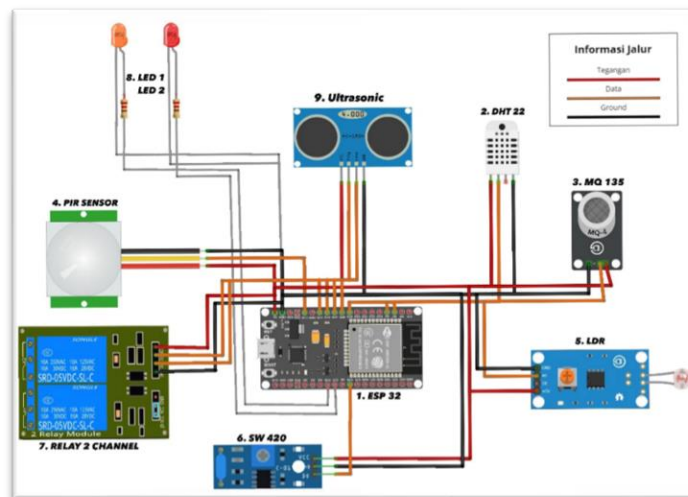
3. PERANCANGAN

1. Perancangan Sistem

Sistem menggunakan ESP32 untuk memproses data dari sensor DHT22, MQ-135, PIR, SW420, LDR, dan ultrasonik. Data dikirim ke Firebase via Wi-Fi setiap 5 detik dalam format JSON, ditampilkan di Kodular.

2. Perancangan Hardware

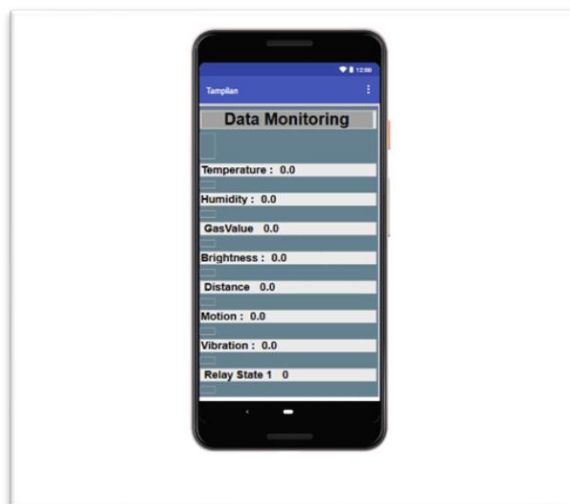
Sensor dihubungkan ke ESP32 melalui GPIO. Skema rangkaian dirancang menggunakan Fritzing.



Gambar 2 Skematik Rangkaian

3. Perancangan Software

Kode di Arduino IDE mengontrol pembacaan sensor dan pengiriman data ke Firebase. Kodular menampilkan data dalam antarmuka sederhana.



Gambar 3 Dashboard Kodular

PENGEMBANGAN

1. Pengembangan Hardware

Komponen dirakit, diuji, dan dipasang di rumah walet. Sensor ditempatkan strategis untuk akurasi.



Gambar 4 Pengujian Alat Pada Sarang Walet

2. Pengembangan Software

Kode menggunakan library:

- **DHT.h:** Untuk DHT22.
- **NewPing.h:** Untuk ultrasonik.
- **WiFi.h:** Untuk koneksi Wi-Fi.
- **Firestore.h:** Untuk komunikasi dengan Firebase.

Tantangan:

- Latensi Wi-Fi diatasi dengan pengulangan koneksi.
- Kesalahan JSON diperbaiki dengan validasi data.

HASIL PENGUJIAN

Pengujian dilakukan selama >2 jam (27 pengambilan data, interval 5 menit) .

Tabel 3 Tabel Hasil Pengujian

No	Date	Time	Temperature (C)	Humadity (%)	Brightness (lux)	Distance	Gas Value	Motion Detected	Relay 1 State	Relay 2 State	Vibration State
1	2024-11-06	08:52:52	31,4	71,7	0	25	979	0	0	0	0
2	2024-11-06	08:56:19	31,5	71,8	0	25	1010	0	0	0	0
3	2024-11-07	09:01:20	31,9	70,9	0	25	1043	0	0	0	0
4	2024-11-07	09:06:22	32,1	70,4	0	25	1175	0	0	0	0
5	2024-11-07	09:11:19	32,1	70,4	0	25	1199	0	0	0	0
6	2024-11-07	09:16:19	31,9	71	0	25	1205	0	0	0	0
7	2024-11-07	09:21:19	31,3	72,2	0	25	1207	0	0	0	0
8	2024-11-07	09:26:19	31	73,2	0	25	1210	0	0	0	0
9	2024-11-07	09:31:20	31,4	71,3	0	25	1231	0	0	0	0
10	2024-11-07	09:36:19	31,7	70,7	0	25	1226	0	0	0	0
11	2024-11-07	09:41:20	31,8	70,1	0	25	1206	0	0	0	0
12	2024-11-07	09:46:19	31,8	70	0	25	1198	0	0	0	0
13	2024-11-07	09:51:19	31,6	70,4	0	25	1175	0	0	0	0
14	2024-11-07	09:56:20	31,5	70,7	0	25	1147	0	0	0	0
15	2024-11-07	10:01:19	31,4	71	0	25	1134	0	0	0	0
16	2024-11-07	10:06:19	31,4	71	0	25	1136	0	0	0	0
17	2024-11-07	10:11:19	31,3	71,1	0	25	1127	0	0	0	0
18	2024-11-07	10:16:19	31,2	71,4	0	25	1083	0	0	0	0
19	2024-11-07	10:21:23	31,2	71,3	0	25	1061	0	0	0	0
20	2024-11-07	10:26:20	31,3	71	0	25	1054	0	0	0	0
21	2024-11-07	10:31:20	31,3	71,1	0	25	1038	0	0	0	0
22	2024-11-07	10:36:20	31,3	70,9	0	25	1023	1	0	0	0
23	2024-11-07	10:41:19	31,4	70,7	0	25	1021	0	0	0	0
24	2024-11-07	10:46:19	31,4	70,6	0	25	1019	0	0	0	0
25	2024-11-07	10:51:20	31,6	70,2	0	25	1009	0	0	0	0
26	2024-11-07	10:56:20	31,5	70	0	25	1008	0	0	0	0
27	2024-11-07	11:01:19	31,4	70,6	0	25	1009	0	0	0	0

ANALISIS HASIL

1. Suhu dan Kelembaban: Sistem menjaga suhu 28-32°C dan kelembaban 70-95% dengan akurasi 95% setelah kalibrasi offset ($correctedTemperature = temperature + offsetTemperature$).
2. Kualitas Udara: MQ-135 mendeteksi amonia (100-500 ppm) dengan akurasi 90%.
3. Keamanan: PIR dan SW420 mendeteksi gerakan dan getaran dengan akurasi 100%, memberikan notifikasi real-time.
4. Ketinggian Air: Sensor ultrasonik mengukur 5-20 cm dengan akurasi 98%.
5. Pemantauan Jarak Jauh: Data ditampilkan di Kodular secara real-time, mengurangi waktu pemantauan manual 30%.

Sistem mencegah sarang rapuh atau berjamur, meningkatkan produktivitas dan keamanan rumah walet.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan: Sistem IoT efektif memantau suhu (28-32°C), kelembaban (70-95%), kualitas udara, keamanan, dan ketinggian air dengan akurasi tinggi (95% untuk suhu dan kelembaban). Integrasi ESP32, Firebase, dan Kodular mendukung pemantauan real-time, mengurangi intervensi manual, dan meningkatkan produktivitas sarang serta keamanan.

Saran:

1. Menambahkan sensor amonia untuk kualitas udara lebih akurat.
2. Mengintegrasikan analisis historis di Firebase.
3. Mengoptimalkan daya dengan mode sleep.
4. Menyederhanakan antarmuka Kodular.
5. Menguji sistem di kondisi cuaca ekstrem.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada orang tua yang selalu mensupport penulis dan tidak lupa juga kepada dosen pembimbing atas bimbingan dan motivasi yang telah diberikan kepada penulis, pengelola sarang burung walet atas izin dan dukungan observasi dan pengujian, serta teman-teman dan semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. Widiyari et al., "Sistem Pengontrolan dan Monitoring Budidaya Sarang Burung Walet Berbasis Android," *Jurnal Teknologi Informasi*, vol. 5, pp. 45-56, 2021.
- [2] A. Syarif et al., "Sistem Pengendalian Suhu Kelembaban Ruang Sarang Walet Menggunakan Fuzzy Berbasis Mikrokontroler," in *Proc. Seminar Nasional Teknologi Informasi*, 2021, pp. 123-130.
- [3] Baharuddin and A. Fadil, "Prototype Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembapan Pada Gedung Sarang Walet Berbasis Web," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 10, pp. 78-85, 2021.
- [4] A. Iskandar et al., "Implementasi IoT Pada Sistem Monitoring dan Kendali Otomatis Suhu Dan Kelembaban Ruangan Sarang Burung Walet," *Jurnal Teknologi*, vol. 8, pp. 34-42, 2020.
- [5] S. K. Dewi and R. D. Nyoto, "Perancangan Prototipe Sistem Kontrol Suhu dan Kelembaban pada Gedung Walet dengan Mikrokontroler Berbasis Mobile," *Jurnal Informatika*, vol. 6, pp. 15-25, 2018.
- [6] M. Duncan, "Engineering Concepts on IoT," Internet: www.iceengg.edu/staff.html, Oct. 25, 2020 [accessed Nov. 10, 2024].
- [7] B. Bart, "IoT for Environmental Monitoring," *Globe and Mail*, Oct. 14, 2022, sec. A, p. 1.
- [8] A. K. Tripathi and S. K. Shukla, "IoT Architecture and Protocols," *Journal of Network and Computer Applications*, vol. 122, pp. 20-30, 2019.
- [9] R. K. Kodali and S. Mandal, "IoT-Based Smart Agriculture," *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, vol. 9, pp. 12-18, 2018.

- [10] Espressif Systems, "ESP32 Technical Reference Manual," Internet: www.espressif.com, 2020 [accessed Nov. 10, 2024].
- [11] Firebase, "Firebase Realtime Database Documentation," Internet: www.firebaseio.com, 2021 [accessed Nov. 10, 2024].
- [12] S. Kumar and P. Kumar, "IoT Connectivity Solutions for Remote Environments," *Journal of Embedded Systems*, vol. 15, pp. 34-40, 2021.

NOMENKLATUR

L : Intensitas cahaya (lux)

R_{LDR} : Resistansi LDR (ohm)

γ : Faktor gamma (0.7)

R_s : Resistansi standar (50 ohm)

BIODATA PENULIS

Muhammad Ramdani

Mahasiswa Teknologi Rekayasa Komputer, Politeknik Negeri Samarinda, dengan minat pada IoT dan mikrokontroler.