

Perancangan Sistem Notifikasi Tamu Menggunakan Kombinasi Sensor PIR dan Ultrasonik

Dewa Putu Adrian Paramarta¹, I Made Widhi Wirawan²

Program Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Udayana, Bali
Jalan Raya Kampus Udayana, Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali, Indonesia
¹paramarta.2308561134@student.unud.ac.id
²made_widhi@unud.ac.id

Abstract

Modern lifestyles often cause homeowners to be unaware of a guest's presence due to distracting activities like working from home, gaming, or using social media. Conventional doorbells fall short in these situations, highlighting the need for a more effective, technology-based solution. This research focuses on designing and building an innovative guest notification system based on the Internet of Things (IoT) using an ESP32 microcontroller. To enhance accuracy and reduce false positives, the system integrates a dual-sensor verification mechanism. A Passive Infrared (PIR) sensor acts as the initial trigger to detect motion, which is then verified by an HC-SR04 ultrasonic sensor to confirm the object's presence within a relevant distance from the door. A notification is sent via the Telegram application only when both conditions are met. This approach effectively filters out irrelevant movements and significantly improves reliability compared to single-sensor systems. The final prototype demonstrates an accurate, affordable, and practical solution to ensure homeowners never miss a visitor.

Keywords: IoT, Guest Notification, PIR Sensor, Ultrasonic Sensor, Telegram.

1. Pendahuluan

Perubahan gaya hidup modern seringkali membuat penghuni rumah tidak menyadari kehadiran tamu akibat aktivitas seperti bekerja, bermain game, atau mengakses media sosial. Keterbatasan pada bel konvensional menjadi sebuah permasalahan umum yang membutuhkan solusi berbasis teknologi. Konsep *Internet of Things* (IoT) menawarkan solusi inovatif melalui sistem notifikasi otomatis yang dapat mengatasi masalah ini secara efektif[1].

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengimplementasikan sistem bel otomatis. Penelitian oleh Sujono dan Aqilah (2021) memanfaatkan sensor *Passive Infrared* (PIR) untuk mendeteksi Gerakan secara otomatis[2]. Sementara itu, penelitian Khoirul R., dkk. (2023) menggunakan sensor ultrasonik sebagai pemicu bel[3]. Namun, kedua pendekatan tunggal ini memiliki kelemahan. Sistem berbasis PIR rentan terhadap pemicu palsu dari objek non-manusia[4], sedangkan sistem berbasis ultrasonik kurang dapat membedakan antara tamu yang menunggu dengan objek lain yang hanya melintas dalam jangkauannya[5].

Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan solusi untuk meningkatkan akurasi sistem dengan merancang perangkat yang menggabungkan kedua sensor tersebut. Penelitian ini berfokus pada perancangan sistem notifikasi tamu yang sederhana dan terjangkau. Sensor PIR difungsikan sebagai pemicu awal deteksi gerakan, yang kemudian diverifikasi oleh sensor ultrasonik untuk memastikan keberadaan objek pada jarak yang relevan di depan pintu. Mekanisme verifikasi ganda ini bertujuan untuk mengurangi notifikasi yang tidak diinginkan secara signifikan dan mengirimkan pemberitahuan yang lebih andal kepada pengguna melalui aplikasi Telegram[6].

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metodologi pengembangan sistem prototipe. Metode ini dipilih karena memungkinkan perancangan, implementasi, dan pengujian dilakukan secara berulang hingga menghasilkan sebuah model kerja yang dapat mendemonstrasikan fungsionalitas sistem secara keseluruhan[7]. Tahapan penelitian meliputi studi literatur, perancangan perangkat keras dan lunak, serta pengujian fungsional sistem.

2.1. Konfigurasi Alat

Perangkat yang digunakan untuk membangun prototipe sistem notifikasi tamu ini terdiri dari beberapa komponen perangkat keras dan perangkat lunak utama.

a. ESP32 DEVKIT V1

ESP32 merupakan sebuah mikrokontroler berbiaya rendah[8] yang menjadi pusat pemrosesan data pada sistem ini. Modul ini dipilih karena telah dilengkapi dengan konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth internal, sehingga sangat sesuai untuk aplikasi *Internet of Things* (IoT). Dalam penelitian ini, ESP32 bertugas untuk membaca data dari kedua sensor, memproses logika verifikasi, dan mengirimkan perintah notifikasi ke server Telegram melalui jaringan internet.

b. Sensor PIR HC-SR501



Gambar 1. Sensor PIR HC-SR501

Sensor *Passive Infrared* (PIR) HC-SR501 adalah sensor elektronik yang mendeteksi perubahan radiasi inframerah di sekitarnya. Sensor ini digunakan sebagai pemicu awal dalam sistem untuk mendeteksi adanya gerakan. Ketika objek yang memancarkan panas seperti manusia memasuki area jangkauannya, sensor akan menghasilkan sinyal keluaran digital HIGH. Keunggulan sensor ini adalah konsumsi dayanya yang rendah dan kemampuannya untuk beroperasi secara mandiri.

c. Sensor Ultrasonik HC-SR04



Gambar 2. Sensor Ultrasonik HC-SR04

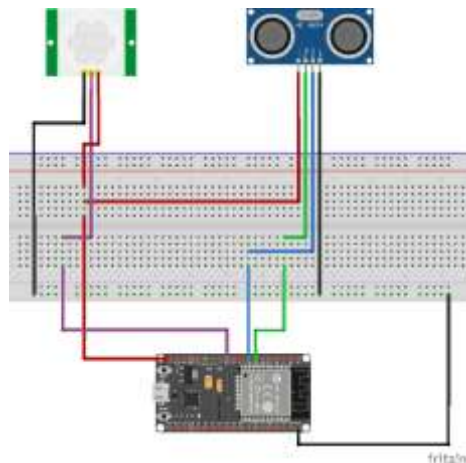
Sensor Ultrasonik HC SR_SR04 berfungsi sebagai perangkat verifikasi dalam sistem ini. Sensor bekerja dengan memancarkan gelombang suara berfrekuensi tinggi (ultrasonik) dan menghitung waktu yang dibutuhkan gelombang tersebut untuk kembali setelah memantul dari sebuah objek[9]. Dari data waktu tersebut, jarak objek dapat dihitung dengan akurat. Penggunaan sensor ini bertujuan untuk memastikan bahwa Gerakan yang terdeteksi oleh sensor PIR benar-benar berasal dari objek yang berada pada jarak dekat di depan pintu, sehingga mengurangi pemicu palsu.

d. Telegram

Untuk fungsionalitas notifikasi, digunakan aplikasi Telegram yang dihubungkan melalui sebuah *bot*. Pemilihan Telegram didasarkan pada kemudahan integrasi melalui API dan kemampuannya untuk mengirimkan notifikasi secara *real-time* ke berbagai perangkat, sebuah metode yang telah umum digunakan dalam berbagai penelitian IoT[10].

2.2. Perancangan Sistem

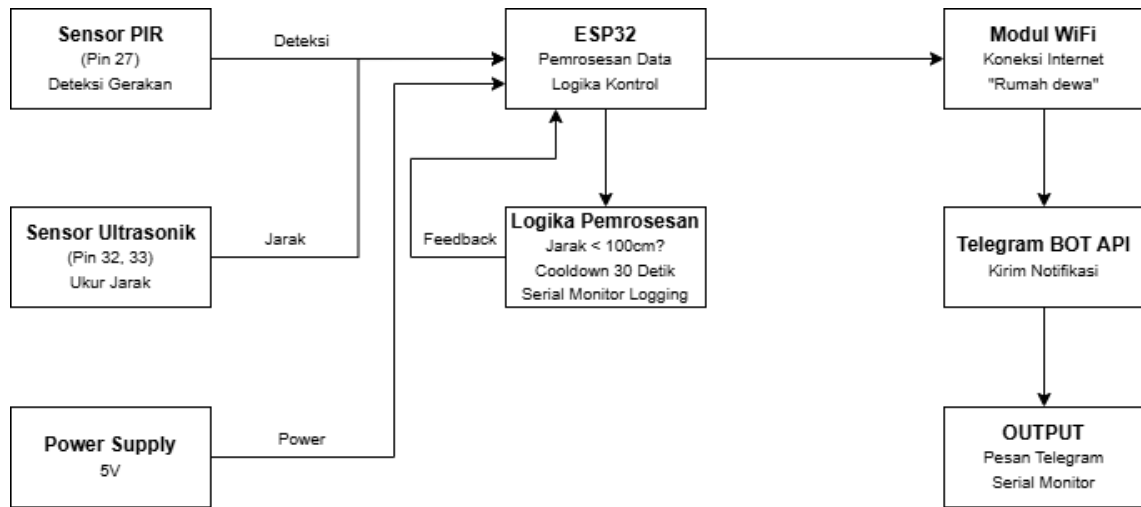
a. Rancangan Rangkaian



Gambar 3. Rancangan Rangkaian

Perakitan perangkat keras dilakukan dengan menghubungkan setiap pin komponen ke pin GPIO (*General-Purpose Input/Output*) pada ESP32.

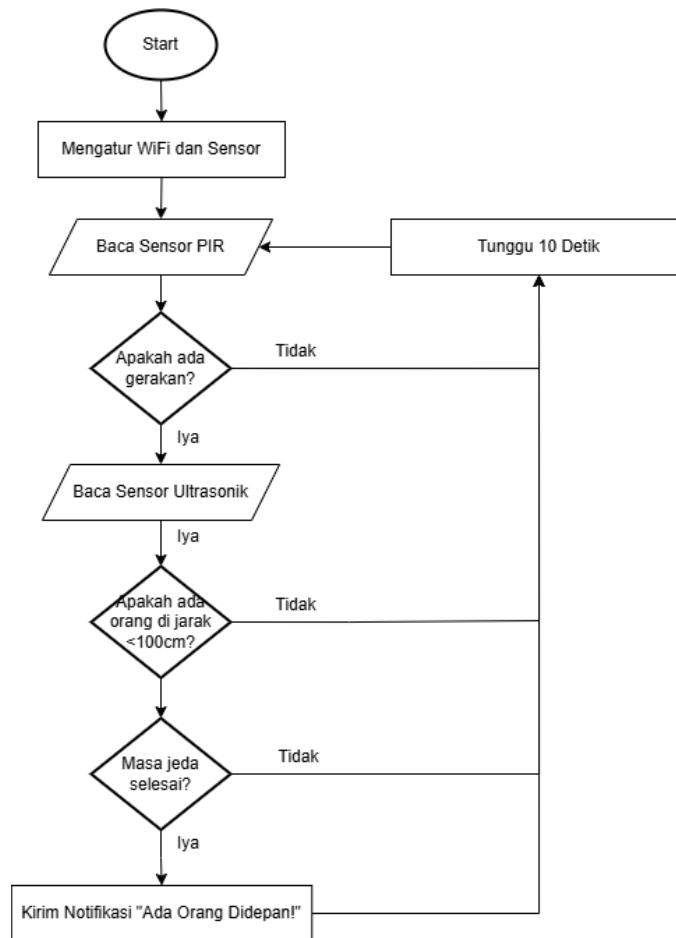
b. Diagram Blok



Gambar 4. Diagram Blok Sistem

Diagram blok mengilustrasikan arsitektur sistem secara keseluruhan. Sensor PIR dan Ultrasonik berfungsi sebagai blok input yang mengirimkan data ke ESP32. ESP32 sebagai blok proses akan mengolah data tersebut dan, jika kondisi terpenuhi, akan mengirimkan perintah notifikasi melalui jaringan Wi-Fi ke server Telegram, yang kemudian diteruskan ke gawai pengguna.

c. Flowchart



Gambar 5. Flowchart

Logika kerja perangkat lunak dirancang untuk menjalankan mekanisme verifikasi dua langkah. Alur logika ini diilustrasikan pada *flowchart*. Sistem pertama kali akan memeriksa adanya gerakan. Jika gerakan terdeteksi, sistem akan melanjutkan untuk mengukur jarak objek. Notifikasi hanya akan dikirim jika jarak objek berada di bawah batas yang telah ditentukan.

2.3. Tahapan Implementasi Penelitian

Implementasi penelitian dilakukan melalui beberapa langkah sistematis sebagai berikut:

- Studi Literatur: Mengkaji penelitian-penelitian sebelumnya terkait sistem notifikasi, penggunaan sensor PIR, dan sensor ultrasonic untuk mengidentifikasi kelemahan dari sistem yang ada dan merumuskan solusi yang diusulkan.
- Persiapan Perangkat Lunak: Melakukan instalasi Arduino IDE pada laptop, menambahkan manajer *board* ESP32, dan menginstal *library* UniversalTelegramBot yang diperlukan untuk proyek.
- Konfigurasi Layanan Eksternal: Membuat sebuah bot baru pada aplikasi Telegram menggunakan @BotFather untuk mendapatkan *token API*, serta mendapatkan Chat ID pengguna melalui @userinfobot. Kedua kredensi ini diperlukan untuk otentikasi pengiriman notifikasi.

- d. Perakitan dan Pemrograman: Merakit seluruh komponen perangkat keras pada *breadboard* sesuai dengan konfigurasi. Selanjutnya, menulis dan meng-*upload* kode program yang telah dirancang ke dalam mikrokontroler ESP32.
- e. Pengujian Sistem: Melakukan serangkaian pengujian fungsional untuk memastikan setiap komponen bekerja sesuai rancangan. Pengujian dilakukan dengan beberapa scenario, seperti (a) tamu valid yang mendekat dan berhenti, dan (b) yang hanya melintas, untuk memvalidasi efektivitas logika verifikasi ganda.

3. Hasil dan Diskusi

3.1. Hasil Pengujian sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk memvalidasi fungsionalitas prototipe sesuai dengan rancangan. Tujuan utama pengujian adalah untuk mengukur keberhasilan mekanisme verifikasi sensor ganda (PIR dan Ultrasonik) dalam mendeteksi tamu serta efektivitas fitur jeda notifikasi (*cooldown*). Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung dan pencatatan *log* dari *Serial Monitor* Arduino IDE. Berikut adalah hasil pengujian sistem notifikasi tamu yang disajikan dalam Tabel 1

Tabel 1. Hasil Pengujian Sistem Notifikasi Tamu

No	Waktu Pengujian	Skenario	Gerakan (PIR)	Jarak (cm)	Validasi Terpenuhi	Notifikasi Dikirim	Keterangan
1	2025-07-03 23:26:19	Berdiri di depan pintu	Ya	5.61	Ya	Ya	Notifikasi berhasil dikirim
2	2025-07-03 23:26:54	Lewat di depan pintu	Ya	54.89	Ya	Ya	Notifikasi berhasil dikirim
3	2025-07-03 23:27:00	Berdiri di depan pintu	Ya	22.75	Ya	Tidak	Dalam masa jeda 30 detik
4	2025-07-03 23:28:01	Lewat di depan pintu	Ya	44.10	Ya	Ya	Notifikasi berhasil dikirim
5	2025-07-03 23:28:30	Lewat di kejauhan	Ya	178.64	Tidak	Tidak	Objek terlalu jauh, tidak valid
6	2025-07-03 23:28:38	Lewat di kejauhan	Ya	186.66	Tidak	Tidak	Objek terlalu jauh, tidak valid
7	2025-07-03 23:29:06	Lewat cukup dekat	Ya	70.24	Ya	Ya	Notifikasi berhasil dikirim
8	2025-07-03 23:29:24	Lewat cukup dekat	Ya	37.69	Ya	Tidak	Dalam masa jeda 30 detik
9	2025-07-03 23:29:33	Lewat cukup dekat	Ya	23.32	Ya	Ya	Notifikasi berhasil dikirim
10	2025-07-03 23:30:03	Lewat cukup dekat	Ya	56.37	Ya	Tidak	Dalam masa jeda 30 detik

3.2. Pembahasan

Bagian pembahasan ini menguraikan interpretasi dari hasil pengujian yang telah disajikan, menganalisa efektivitas setiap komponen sistem, serta membahas kinerja dan keterbatasan yang ditemukan.

- a. Analisis Mekanisme Verifikasi Sensor Ganda
Sistem notifikasi tamu ini dirancang dengan mekanisme verifikasi ganda menggunakan kombinasi sensor PIR (*Passive Infrared*) dan sensor ultrasonik HC-SR04. Sensor PIR

berfungsi pemicu awal yang mendeteksi perubahan radiasi inframerah akibat Gerakan. Namun, untuk mencegah notifikasi palsu dari objek yang tidak relevan (misalnya objek bergerak jauh), sensor ultrasonic digunakan sebagai verivikator jarak.

Berdasarkan data pengujian pada Tabel 1, mekanisme ini terbukti efektif. Pada skenario pengujian No. 5 dan No. 6, sensor PIR berhasil mendeteksi gerakan. Namun, karena objek berada pada jarak 178.64 cm dan 186.66 cm, yang melebihi ambang batas jarak maksimum (100 cm) yang diterapkan dalam program, validasi tidak terpenuhi dan notifikasi tidak dikirimkan. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi kedua sensor berhasil menyaring objek berdasarkan kedekatan dan mencegah notifikasi yang tidak relevan, suatu peningkatan signifikan dibandingkan penggunaan sensor PIR tunggal.

b. Evaluasi Kinerja Fitur Jeda Notifikasi

Salah satu fitur penting yang diimplementasikan adalah mekanisme jeda notifikasi (cooldown) selama 30 detik. Fitur ini bertujuan untuk mencegah pengiriman notifikasi berulang kali dalam waktu singkat apabila tamu masih berada di depan pintu atau terdapat beberapa Gerakan berurutan.

Efektivitas fitur jeda waktu ini dapat diamati pada data pengujian No. 3, No. 8, dan No. 10. Pada ketiga skenario ini, meskipun sensor mendeteksi keberadaan objek yang valid, sistem tidak mengirimkan notifikasi baru karena masih berada dalam periode jeda 30 detik dari notifikasi sebelumnya. Hal ini membuktikan bahwa sistem berhasil mengurangi potensi *spam* notifikasi yang tidak perlu, sehingga pengalaman pengguna menjadi lebih baik dan efisien.

c. Kinerja dan Keandalan Sistem

Secara keseluruhan, sistem notifikasi tamu menunjukkan kinerja yang baik dalam mendeteksi keberadaan tamu dan mengirimkan notifikasi sesuai logika yang telah ditetapkan. Dari total 10 skenario pengujian, sistem berhasil mengirimkan notifikasi pada 5 kasus (No. 1, 2, 4, 7, dan 9) yang memenuhi semua kondisi logika.

Pengiriman notifikasi ke aplikasi Telegram berjalan tanpa kendala selama proses pengujian, menunjukkan keandalan komunikasi antara modul ESP32 dengan API Telegram melalui jaringan Wi-Fi lokal. Respon notifikasi yang diterima juga cukup cepat, memungkinkan pengguna untuk segera menyadari adanya tamu.

d. Keterbatasan Penelitian

Meskipun sistem ini telah menunjukkan kinerja yang memuaskan, terdapat beberapa keterbatasan dalam penelitian ini yang perlu menjadi perhatian dan dapat menjadi fokus pengembangan di masa mendatang:

- Keterbatasan Deteksi Objek: Sistem saat ini belum memiliki kemampuan untuk membedakan secara spesifik antara manusia dan objek lain (misalnya hewan peliharaan berukuran besar atau benda bergerak lainnya) yang berada dalam ambang batas jarak dekat. Jika hewan peliharaan bergerak dalam jarak 100 cm dari sensor, notifikasi mungkin tetap terkirim.
- Ketergantungan Jaringan: Kinerja dan fungsionalitas sistem sangat bergantung pada kestabilan dan ketersediaan koneksi internet Wi-Fi. Apabila koneksi Wi-Fi terputus atau tidak stabil, sistem tidak dapat mengirimkan notifikasi ke Telegram.
- Keterbatasan Pencatatan Data Otomatis: Proses pencatatan data secara otomatis ke Google Sheets mengalami kendala teknis terkait *HTTP redirect* yang tidak dapat diatasi dalam waktu penelitian. Oleh karena itu, pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan secara manual melalui observasi Serial Monitor. Hal ini dapat menjadi titik perbaikan untuk pengembangan sistem selanjutnya, dengan eksplorasi metode pencatatan data yang lebih *robust* dan otomatis.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem notifikasi tamu berbasis *Internet of Things* (IoT) ini berhasil dirancang sebagai solusi inovatif dan efektif untuk mengatasi permasalahan penghuni rumah yang seringkali tidak menyadari kehadiran tamu akibat gaya hidup modern. Dengan mengombinasikan sensor *Passive Infrared* (PIR) sebagai pemicu awal dan sensor ultrasonik sebagai verifikator jarak, sistem ini terbukti mampu meningkatkan akurasi deteksi secara signifikan. Ketika sensor PIR mendeteksi adanya Gerakan, sistem akan memvalidasi keberadaan objek melalui sensor ultrasonik, dan notifikasi hanya akan dikirimkan melalui aplikasi Telegram jika objek terdeteksi berada dalam jarak yang relevan. Mekanisme ini berhasil menyaring pemicu palsu dari objek yang hanya melintas di kejauhan, yang merupakan kelemahan pada sistem berbasis tunggal. Selain itu, sistem ini juga dilengkapi dengan mekanisme jeda notifikasi (cooldown) selama 30 detik yang berfungsi mencegah pengiriman notifikasi berulang untuk meningkatkan kenyamanan pengguna. Dengan adanya sistem notifikasi otomatis ini, penghuni rumah dapat segera mengetahui kehadiran tamu secara *real-time* meskipun sedang sibuk dengan aktivitas lain. Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi dua sensor dengan logika verifikasi ganda merupakan pendekatan yang andal dan terjangkau untuk menciptakan sistem bel pintar yang lebih cerdas, meminimalisir notifikasi yang tidak diinginkan, dan memberikan informasi yang lebih akurat kepada pengguna.

Daftar Pustaka

- [1] M. Nizam, H. Yuana, and Z. Wulansari, "Mikrokontroler ESP 32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 6 (2), pp. 767–772, 2022.
- [2] Sujono and E. Aqilah, "Bel Rumah Otomatis berbasis IoT menggunakan Sensor PIR dan NodeMCU," *Exact Papers in Compilation (EPiC)*, vol. 3 (3), pp. 383–390, 2021.
- [3] R. , Khoirul, L. K. Fransiska, E. A. Alfin, and Noprianto, "Bel Rumah Menggunakan Sensor Ultrasonik Dengan Notifikasi Bot Telegram," *Jurnal Sistem Informasi dan Bisnis Cerdas (SIBC)*, vol. 16 (1), pp. 11–20, 2023.
- [4] A. Juliansyah, Ramlah, and D. Nadiani, "Sistem Pendeteksi Gerak Menggunakan Sensor PIR dan Raspberry Pi," *JTIM: Jurnal Teknologi Informasi dan Multimedia*, vol. 2 (4), pp. 199–205, 2021.
- [5] B. A. Salsabilah, A. Adhamatika, D. Triardianto, D. A. Putri, and S. C. Yuansah, "Pengujian Akurasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 dalam Mengukur Jarak Suatu Benda," *NaCIA (National Conference on Innovative Agriculture)*, vol. 2 (1), pp. 175–180, 2024, doi: 10.25047/nacia.v2i1.236.
- [6] S. Rifai, S. R. Sulistiyanti, A. Yudamson, and E. Nasrullah, "Rancang Bangun Sistem Deteksi Binatang Penyebab Gangguan Distribusi SUTM Berbasis IoT," *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 5 (1), 2024.
- [7] R. Salpina; Suppa, M. Muhallim, Dasril, B. Sulaeman, and H. Abduh, "Prototype Sistem Keamanan Rumah Pintar Berbasis IoT," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan (JITET)*, vol. 13 (1), pp. 260–267, 2025.
- [8] L. Cakrayuda, M. R. Arhieadhie, and A. S. Putra, "SICEMOT: Sistem Keamanan Cerdas Berbasis Esp32-Cam, Sensor Gerak, Dan Notifikasi Telegram," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro TerapanNaCIA (National Conference on Innovative Agriculture)NaCIA (National Conference on Innovative Agriculture)NaCIA (National Conference on Innovative Agriculture)*, vol. 13, no. 2, pp. 1221–1230, Apr. 2025, doi: 10.23960/jitet.v13i2.6420.
- [9] Wahyudi, R. N. Revassy, and Suparno, "Perancangan Alat Automatic Water Refill Menggunakan Sensor Ultrasonik Hc-Sr04 Berbasis Arduino Uno," *Jurnal Elektronik*, 2025.
- [10] F. F. Barus and A. D. N. Utomo, "Sistem Monitoring Kesehatan Kelinci Hias Berbasis Internet Of Things (Studi Kasus: Ternak Kelinci Bapak Gusron Kecamatan Purwokerto Selatan)," *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, vol. 8, no. 4, pp. 6690–6696, 2024.