

Pengembangan Sistem Smart Home Berbasis Internet of Things

Ikhwanuddin Nurrohmedi^{1*}, Istiqomah², Muhammad Ardan Husnaeri³, Alfeus Purnama Jones Allexandro⁴

¹Teknik Informatika/Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Duta Bangsa

^{1*}240103101@mhs.udb.ac.id (penulis korespondensi)

²Teknik Informatika/Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Duta Bangsa

²240103102@mhs.udb.ac.id

³Teknik Informatika/Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Duta Bangsa

³240103230@mhs.udb.ac.id

⁴Teknik Informatika/Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Duta Bangsa

⁴240103083@mhs.udb.ac.id

Abstrak— Kehidupan perkotaan modern menuntut pengelolaan rumah tinggal yang lebih efisien, nyaman, dan aman, sementara sebagian besar rumah di Indonesia masih mengandalkan sistem manual seperti saklar fisik dan pengawasan keamanan yang bersifat reaktif. Penelitian ini bertujuan untuk merancang prototipe sistem smart home berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu mengendalikan lima modul utama, yaitu lampu, kipas/AC, kunci pintu elektrik, sensor suhu dan kelembaban, serta sensor asap, secara otomatis maupun manual. Metode yang digunakan terdiri dari analisis jenis dan sumber data primer dan sekunder, pengumpulan data melalui studi literatur, serta tahapan penelitian dengan pendekatan Prototyping yang meliputi analisis kebutuhan dan perancangan sistem, sebagai landasan bagi tahap implementasi pada penelitian lanjutan. Sistem dirancang untuk memanfaatkan mikrokontroler ESP32 dan protokol komunikasi MQTT melalui jaringan Wi-Fi, dilengkapi mekanisme fallback ke kontrol lokal apabila koneksi internet terputus, serta antarmuka berupa aplikasi Android dan dashboard web. Penelitian ini diharapkan menghasilkan kerangka kerja sistem hunian cerdas yang terjangkau dan andal sebagai dasar pengembangan lebih lanjut.

Kata kunci— Internet of Things, Smart Home, ESP32, MQTT, Sensor

Abstract— Modern urban living demands more efficient, comfortable, and well-managed housing, yet most homes in Indonesia still rely on manual systems such as physical switches and reactive security monitoring. This research aims to design a prototype Internet of Things (IoT)-based smart home system capable of automatically and manually controlling five main modules: lighting, fan/AC, electric door locks, temperature and humidity sensors, and smoke sensors. The method consists of analyzing primary and secondary data types and sources, collecting data through literature review, and following a Prototyping approach covering requirements analysis and system design, as a foundation for the implementation stage in future research. The system is designed to utilize an ESP32 microcontroller and the MQTT communication protocol over Wi-Fi, equipped with a local-control fallback mechanism when the internet connection is lost, along with an Android application and web dashboard interface. This research is expected to produce an affordable and reliable smart home framework as a basis for further development.

Keywords— Internet of Things, Smart Home, ESP32, MQTT, Sensor

I. PENDAHULUAN

Kehidupan perkotaan modern menuntut efisiensi waktu, kenyamanan, dan pengelolaan sumber daya yang lebih terarah, termasuk dalam cara mengelola tempat tinggal. Rumah yang semula hanya berfungsi sebagai tempat berteduh kini semakin diharapkan mampu mendukung aktivitas penghuninya secara otomatis, mulai dari pengaturan pencahayaan, pengendalian suhu ruangan, hingga pemantauan keamanan tanpa harus selalu berada di lokasi. Sayangnya, sebagian besar rumah di Indonesia masih mengandalkan sistem pengelolaan konvensional yang sepenuhnya manual, seperti saklar fisik, remote terpisah untuk tiap perangkat, dan

pengawasan keamanan yang bersifat reaktif [1], sehingga pengelolaan rumah menjadi kurang efisien dan berpotensi menimbulkan pemborosan energi maupun keterlambatan respons terhadap situasi darurat.

Solusi smart home yang beredar di pasaran pun umumnya dijual dalam bentuk paket tertutup dengan harga relatif tinggi, mengunci pengguna pada satu ekosistem merek tertentu, serta mengasumsikan koneksi internet yang stabil sepanjang waktu sehingga kehilangan fungsi kontrol saat jaringan terputus, di samping menghadapi berbagai tantangan keamanan siber yang terus berkembang [1]. Dari sisi teknis, integrasi sensor, aktuator, mikrokontroler, dan

platform kontrol jarak jauh memerlukan perancangan arsitektur yang matang agar data dapat mengalir secara akurat tanpa delay berlebihan.

Untuk mengatasi permasalahan yang ada, dapat diimplementasikan sebuah sistem smart home berbasis Internet of Things yang mampu mengintegrasikan kendali multi-perangkat rumah tangga, pemantauan kondisi lingkungan, serta notifikasi keamanan secara real-time dalam satu arsitektur yang terjangkau, tidak terkunci pada satu vendor tertentu, dan tetap dapat berfungsi meskipun konektivitas internet terganggu.

Penelitian terdahulu telah mengembangkan sistem otomasi rumah berbasis mikrokontroler sebagai solusi atas permasalahan tersebut. Penelitian yang berjudul “IoT-based Electrical Power Recording using ESP32 and PZEM-004T Microcontrollers” merancang sistem pemantauan dan kendali kelistrikan rumah berbasis ESP32 yang mampu merespons perintah relay dengan penundaan kurang dari satu detik serta memberikan data pengukuran daya dengan galat berkisar 0,83%–2,66% [2]. Namun, penelitian tersebut hanya berfokus pada pemantauan dan kendali kelistrikan tanpa mengintegrasikan modul keamanan, sensor asap, maupun mekanisme fallback kendali lokal.

Penelitian lain yang berjudul “Pengaruh Teknologi Internet of Things (IoT) Terhadap Efisiensi Energi di Smart Home” mengkaji bagaimana penerapan teknologi IoT dapat meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik pada hunian melalui otomatisasi kendali perangkat [3]. Meskipun demikian, penelitian tersebut hanya berfokus pada aspek efisiensi energi tanpa mengintegrasikan modul keamanan, kontrol akses, maupun notifikasi darurat.

Penelitian berjudul “IoT-Based Home Automation: A Modular System with Smart Monitoring and Control Features” mengembangkan sistem smart home modular berbasis Raspberry Pi dan ESP32 yang dievaluasi menggunakan standar ISO/IEC 25010 dan memperoleh nilai rata-rata tertimbang keseluruhan sebesar 4,70 (“Strongly Agree”) dari 13 responden [4]. Namun, sistem tersebut bergantung pada layanan cloud pihak ketiga

(Cloudflare tunneling) untuk akses jarak jauh, sedangkan penelitian ini memanfaatkan broker open-source dan arsitektur hybrid lokal-cloud.

Penelitian lain yang berjudul “Smart Home Menggunakan PLC Outseal Berbasis Internet of Things” merancang sistem otomasi rumah tangga menggunakan PLC Outseal sebagai unit kendali utama [5]. Namun, pendekatan tersebut belum memanfaatkan protokol MQTT maupun mekanisme fallback kendali lokal ketika konektivitas internet terganggu.

Berdasarkan kajian terhadap kelima penelitian tersebut, dapat diidentifikasi bahwa penelitian-penelitian sebelumnya umumnya hanya berfokus pada salah satu aspek smart home secara terpisah, seperti pemantauan kelistrikan [2], efisiensi energi [3], atau otomasi kendali perangkat [5], tanpa mengintegrasikan modul keamanan, notifikasi darurat, maupun mekanisme fallback kendali lokal. Penelitian lain yang telah mengintegrasikan beberapa modul sekaligus juga masih bergantung pada layanan cloud pihak ketiga [4], yang berpotensi menimbulkan biaya langganan tambahan dan risiko downtime layanan. Kebaruan (novelty) dari penelitian ini terletak pada integrasi lima modul utama secara simultan, yaitu kendali lampu, kipas/AC, kunci pintu elektrik, sensor suhu dan kelembaban, serta sensor asap, dalam satu arsitektur hybrid lokal-cloud berbasis protokol MQTT dan broker open-source, yang dilengkapi mekanisme fallback kendali lokal melalui jaringan Wi-Fi rumah apabila koneksi internet terputus, sehingga fungsi dasar sistem tetap dapat berjalan tanpa sepenuhnya bergantung pada layanan pihak ketiga.

Melihat celah-celah tersebut, penelitian ini dimaksudkan untuk menjawab permasalahan dengan cara merancang dan mengimplementasikan sistem smart home berbasis Internet of Things yang mampu mengintegrasikan kontrol perangkat rumah tangga, pemantauan kondisi lingkungan, serta notifikasi keamanan secara real-time dengan antarmuka yang mudah digunakan dan biaya pengembangan yang terjangkau.

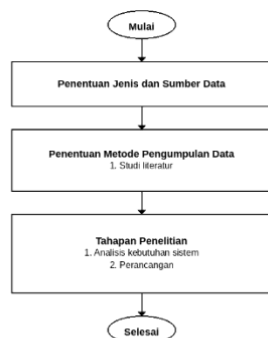
Adapun tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk merancang prototipe sistem smart

home berbasis IoT yang mampu mengendalikan perangkat rumah tangga secara otomatis maupun manual, memantau kondisi lingkungan secara real-time, serta memberikan notifikasi dini terhadap potensi gangguan keamanan atau keselamatan, sebagai landasan bagi tahap implementasi pada penelitian lanjutan. Penelitian ini dibatasi hanya pada lima modul utama, yaitu kontrol lampu, kipas/AC, kunci pintu elektrik, sensor suhu dan kelembaban, serta sensor asap, menggunakan komunikasi data protokol MQTT melalui jaringan Wi-Fi 2.4 GHz, tanpa melibatkan analisis keamanan siber tingkat lanjut atau integrasi kecerdasan buatan.

Penelitian ini menghasilkan rancangan arsitektur sistem, diagram alur kerja (flowchart), pemetaan kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak, serta cetak biru (blueprint) prototipe smart home berbasis IoT yang terintegrasi, sebagai landasan bagi tahap implementasi pada penelitian lanjutan.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian pada penelitian ini dimulai dari tahapan penentuan jenis dan sumber data, lalu dilanjutkan dengan penentuan metode pengumpulan data, serta pelaksanaan tahapan penelitian yang disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alur metodologi penelitian

A. Jenis dan sumber data

Penelitian ini menggunakan data sekunder sebagai sumber data utama, berupa datasheet komponen elektronik, dokumentasi protokol komunikasi, standar keamanan IoT, serta literatur akademik dan teknis terkait pengembangan sistem tertanam dan otomasi

rumah, yang menjadi dasar bagi analisis kebutuhan dan perancangan arsitektur sistem.

B. metode pengumpulan data

jenis metode pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

1. Studi literatur
2. Mengumpulkan dan mensintesis referensi teoritis dan teknis guna mendukung perancangan arsitektur, pemilihan komponen, dan analisis hasil pengujian.

C. tahapan penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan Prototyping yang disesuaikan dengan siklus pengembangan sistem IoT, terdiri dari beberapa tahapan yaitu [6]:

1. Analisis kebutuhan

Tahapan ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menentukan fungsi utama sistem, yaitu kendali perangkat, monitoring, dan notifikasi, serta batasan non-fungsional seperti latensi dan biaya.

2. Perancangan

Tahapan ini dilakukan untuk menghasilkan rancangan sistem yang akan dikembangkan, meliputi diagram blok, skema elektronik, topologi jaringan, serta mockup antarmuka aplikasi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Landasan teori dan kebutuhan sistem

Internet of Things (IoT) merupakan jaringan yang menghubungkan objek fisik agar dapat saling bertukar data dan dikendalikan tanpa intervensi manusia secara langsung. Dalam konteks hunian, IoT berfungsi sebagai jembatan antara perangkat keras rumah tangga dengan sistem kendali terpusat, memungkinkan otomatisasi berdasarkan kondisi lingkungan atau perintah pengguna [7]. Arsitektur IoT umumnya dibagi menjadi tiga lapisan, yaitu perangkat persepsi yang menangkap data fisik, lapisan jaringan yang menyalurkan informasi, serta lapisan aplikasi yang menyajikan antarmuka dan logika kendali [8].

Pada penelitian ini, kebutuhan sistem dibagi menjadi 2 kategori, yaitu kebutuhan perangkat lunak (software) serta kebutuhan perangkat keras (hardware).

3.1.1. perangkat lunak yang diperlukan:

3.1.1.1 Broker MQTT

Protokol MQTT diadopsi sebagai standar komunikasi karena menggunakan model publish-subscribe melalui perantara broker, sehingga lebih ringan dan cocok untuk transmisi data sensor secara berkala maupun berbasis event dibandingkan HTTP yang berbasis request-response [9]. Penelitian ini merencanakan pemanfaatan broker open-source agar tidak bergantung pada satu vendor.

3.1.1.2 Aplikasi Android dan dashboard web
Merupakan antarmuka pengguna yang digunakan untuk memonitor status perangkat serta sensor lingkungan, mengatur mode otomatis/manual, dan menerima notifikasi, yang terhubung ke backend melalui REST API atau WebSocket [10], [11].

3.1.2. perangkat keras yang diperlukan:

3.1.2.1 ESP32

ESP32 dipilih sebagai mikrokontroler utama karena telah menyertakan modul Wi-Fi dan Bluetooth, konsumsi daya yang relatif rendah, serta kompatibilitas yang luas dengan berbagai sensor dan aktuator komersial [12]

3.1.2.2 Modul kendali perangkat

Terdiri dari relay untuk kendali lampu, kipas/AC, dan kunci pintu elektrik, yang diaktifkan berdasarkan perintah dari aplikasi maupun logika otomatis pada mikrokontroler [2].

3.1.2.3 Modul sensor

Terdiri dari sensor suhu dan kelembaban serta sensor asap yang datanya dipublikasikan secara berkala ke broker MQTT untuk keperluan monitoring dan notifikasi dini [13], [14].

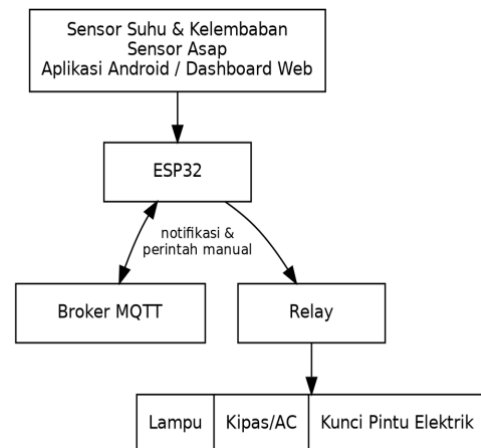
3.2. Rancangan sistem

Tahapan perancangan ini terdiri dari penjelasan terkait arsitektur sistem, alur kerja sistem, serta mekanisme keandalan jaringan.

3.2.1 Arsitektur dan topologi jaringan

Setiap modul sensor dan aktuator terhubung ke ESP32, yang selanjutnya mempublikasikan dan melanggan data melalui broker MQTT pada jaringan Wi-Fi 2.4 GHz. Arsitektur hybrid lokal-cloud memastikan sistem tetap dapat dijalankan secara manual melalui jaringan Wi-Fi rumah, sekaligus menyimpan data riwayat

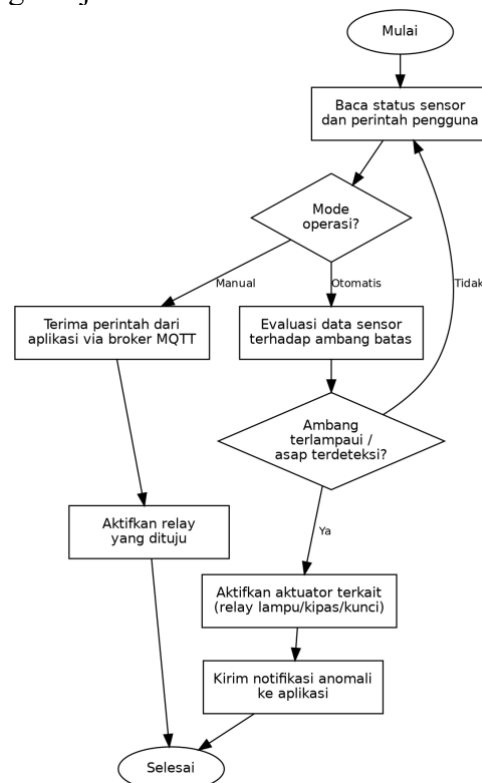
untuk dipantau jarak jauh melalui aplikasi Android dan dashboard web.



Gambar 2. Diagram blok sistem smart home

3.2.2 Alur kerja sistem

Sistem dimulai dengan pembacaan status sensor dan perintah pengguna. Pada mode otomatis, ESP32 mengevaluasi data sensor terhadap ambang yang ditentukan untuk mengaktifkan aktuator terkait dan mengirim notifikasi ke aplikasi apabila terdeteksi anomali, seperti kenaikan suhu ekstrem atau terdeteksinya asap. Pada mode manual, perintah dari aplikasi diteruskan melalui broker MQTT untuk langsung mengaktifkan relay yang dituju.



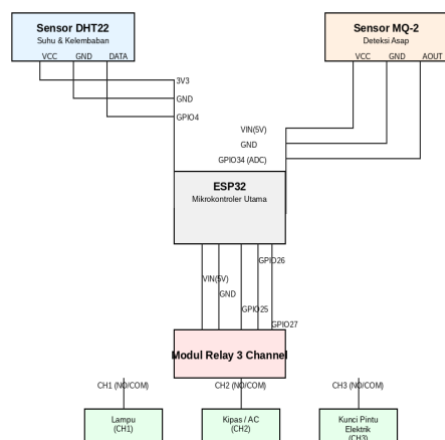
Gambar 3. Flowchart alur kerja sistem

3.2.3 Mekanisme fallback lokal

Apabila koneksi internet terputus, sistem tetap dapat dikendalikan secara lokal melalui jaringan Wi-Fi rumah tanpa bergantung pada broker cloud, sehingga fungsi kendali dasar tidak sepenuhnya hilang saat terjadi gangguan jaringan [15].

3.2.4 Perancangan skematik dan pengkabelan

Skema pengkabelan antar komponen elektronik dirancang berdasarkan alokasi pin GPIO ESP32 yang umum digunakan pada aplikasi sejenis, sebagaimana disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Skema pengkabelan sistem smart home

Penjelasan konfigurasi pin masing-masing komponen disajikan pada tabel berikut.

Tabel 1. Konfigurasi pin sensor DHT22 ke ESP32

Pin DHT22	Pin ESP32	Keterangan
VCC	3V3	Suplai daya sensor
GND	GND	Grounding bersama
DATA	GPIO4	Jalur data suhu & kelembaban

Tabel 2. Konfigurasi pin sensor MQ-2 ke ESP32

Pin MQ-2	Pin ESP32	Keterangan
VCC	VIN (5V)	Suplai daya elemen pemanas
GND	GND	Grounding bersama
AOULT	GPIO34 (ADC)	Jalur data analog kadar asap

Tabel 3. Konfigurasi pin modul relay ke ESP32

Pin Relay	Pin ESP32	Keterangan
VCC	VIN (5V)	Suplai daya kumparan relay
GND	GND	Grounding bersama
IN1	GPIO25	Kontrol relay lampu
IN2	GPIO26	Kontrol relay kipas/AC
IN3	GPIO27	Kontrol relay kunci pintu elektrik

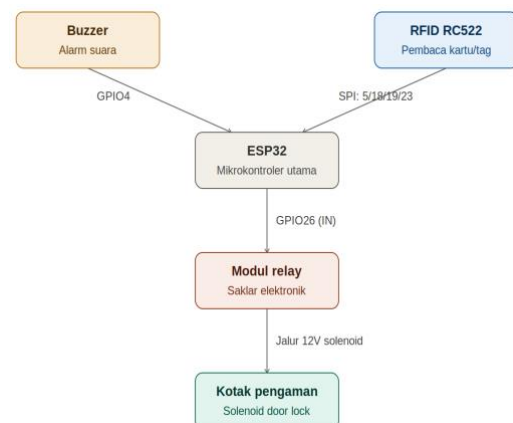
Tabel 4. Konfigurasi keluaran relay ke aktuator

Channel Relay	Aktuator	Keterangan
CH1 (NO/COM)	Lampu	Jalur arus AC menuju lampu
CH2 (NO/COM)	Kipas/AC	Jalur arus AC menuju kipas/AC
CH3 (NO/COM)	Solenoid kunci pintu	Jalur arus menuju solenoid door lock

Alokasi pin di atas bersifat rencana awal (default) dan dapat disesuaikan pada tahap implementasi menyesuaikan ketersediaan modul serta hasil pengujian kompatibilitas perangkat keras.

3.2.4.1 Modul tambahan: sistem kunci akses RFID

Sebagai pelengkap mekanisme kunci pintu elektrik, dirancang pula jalur akses berbasis modul pembaca RFID RC522 yang terhubung ke ESP32 melalui antarmuka SPI, dilengkapi buzzer sebagai indikator suara dan modul relay yang menggerakkan solenoid pada kotak pengaman, sebagaimana disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Rangkaian sistem kunci akses berbasis RFID

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan tahapan analisis kebutuhan dan perancangan yang telah dilakukan, penelitian ini berhasil menyusun cetak biru (blueprint) sistem smart home berbasis Internet of Things yang mengintegrasikan kendali perangkat rumah tangga, pemantauan kondisi lingkungan, serta notifikasi keamanan secara real-time. Rancangan arsitektur hybrid lokal-cloud dengan protokol MQTT dan mikrokontroler ESP32 diharapkan mampu menjawab keterbatasan solusi smart home komersial yang tertutup dan bergantung penuh pada konektivitas internet. Penelitian ini juga berhasil menjawab tujuan utama penelitian yang berupa perancangan sebuah prototipe sistem smart home berbasis Internet of Things yang terjangkau, fleksibel, dan siap dikembangkan pada tahap implementasi selanjutnya.

REFERENSI

- [1] M. Zia, M. Siddiqua, M. Ouameur, M. Bagaa, and F. Turjman, "Securing the Future: A Survey on Smart Home Security in IoT-Integrated Smart Cities," *NET*, vol. 12, no. 1, pp. 1–18, Mar. 2025, doi: 10.11648/j.net.20251201.11.
- [2] K. A. Yasa, I. M. Purbhawa, I. M. S. Yasa, I. W. Teresna, A. Nugroho, and S. Winardi, "IoT-based Electrical Power Recording using ESP32 and PZEM-004T Microcontrollers," *JCSTS*, vol. 5, no. 4, pp. 62–68, Nov. 2023, doi: 10.32996/jcsts.2023.5.4.7.
- [3] A. M. Alrasyid, Rivai, N. R. Diasri, D. Ulandari, and R. P. Laksana, "PENGARUH TEKNOLOGI INTERNET OF THINGS (IOT) TERHADAP EFISIENSI ENERGI DI SMART HOME," *JISMDB*, vol. 2, no. 3, pp. 223–230, Apr. 2025, doi: 10.70248/jismdb.v2i3.2209.
- [4] H. R. Lucero, V. M. Asuncion, J. C. Abenir, I. M. Y. Maiquez, and J. L. Noda, "IoT-Based Home Automation: A Modular System with Smart Monitoring and Control Features," *IJRIAS*, vol. X, no. VIII, pp. 2167–2172, 2025, doi: 10.51584/IJRIAS.2025.100800190.
- [5] A. M. Nando and E. Fitriani, "Smart Home Menggunakan PLC Outseal Berbasis Internet Of Things," *AMPERE*, vol. 8, no. 1, pp. 22–31, Jun. 2023, doi: 10.31851/ampere.v8i1.9314.
- [6] S. Aprilisa and R. Aulia, "Penerapan Metode Prototype dalam Pengembangan Sistem Informasi Inventory Barang Berbasis Web," *JUTIN*, vol. 7, no. 1, pp. 333–340, Jan. 2024, doi: 10.31004/jutin.v7i1.24749.
- [7] W. Fang and C. Zhu, "Advances in Architecture, Protocols, and Challenges in Internet of Things: From Technologies to Applications," *Applied Sciences*, vol. 14, no. 8, p. 3266, Apr. 2024, doi: 10.3390/app14083266.
- [8] S. Khan, H. Ali, and Z. Shah, "Systematic analysis of smart homes: Current trends and future recommendations," *Cogent Engineering*, vol. 11, no. 1, p. 2344452, Dec. 2024, doi: 10.1080/23311916.2024.2344452.
- [9] I. R. Nugraha, W. H. N. Putra, and E. Setiawan, "A Comparative Study of HTTP and MQTT for IoT Applications in Hydroponics," *J. RESTI (Rekayasa Sist. Teknol. Inf.)*, vol. 8, no. 1, pp. 119–126, Feb. 2024, doi: 10.29207/resti.v8i1.5561.
- [10] R. Gustia, W. Febriani, M. Hasanah, and A. Fradana, "Perancangan Smart Home Berbasis Iot Menggunakan Esp32, Telegram dan Spreadsheet," *Jurnal Pustaka AI*, vol. 5, no. 3, pp. 695–700, Dec. 2025, doi: 10.55382/jurnalpustakaai.v5i3.1482.
- [11] C. A. Prameswari, "SISTEM SMART HOME BERBASIS ESP32 DENGAN RTOS DAN MQTT SERTA APLIKASI FLUTTER UNTUK MONITORING REAL-TIME," *JITET*, vol. 14, no. 2, Apr. 2026, doi: 10.23960/jitet.v14i2.9367.
- [12] Suryanto and S. Watmah, "Pemantauan Catu Daya untuk Proteksi Listrik Menggunakan ESP32 Berbasis Internet of Things (IOT)," *imtech*, vol. 6, no. 2, pp. 94–99, Jul. 2025, doi: 10.31294/imtechno.v6i2.9518.
- [13] M. V. Gultom and I. S. Putro, "SISTEM DETEKSI KEBAKARAN BERBASIS IOT DENGAN MIKROKONTROLER ESP32," *JITET*, vol. 13, no. 2, Apr. 2025, doi: 10.23960/jitet.v13i2.6236.
- [14] Amalia Rahman, Lalu Delsi Samsumar, and Muhammad Nasirudin Karim, "Sistem Deteksi Kebakaran Pada Rumah Dengan Notifikasi Whatsapp Berbasis IoT," *JOCSTEC*, vol. 2, no. 3, pp. 135–143, Sep. 2024, doi: 10.59435/jocstec.v2i3.412.
- [15] I. P. Dewi and R. Fikri, "Optimalisasi Keamanan Rumah dengan Implementasi Sistem Notifikasi Gerbang Cerdas Berbasis Internet of Things (IoT)," *JoSYC*, vol. 4, no. 4, pp. 816–829, Aug. 2023, doi: 10.47065/josyc.v4i4.4004.