

Sistem Pelaporan Keamanan Otomatis Menggunakan Arduino Berbasis Android pada Perumahan Ciujung Indah Kragilan

Muhamad Andreas Saputra¹ Ahmad Rufa'i² Adith Aulia Rahman³

Program Studi Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Primagraha, Kota Serang, Provinsi Banten, Indonesia^{1,2,3}

Email: andreassih07@gmail.com¹ arufai936@gmail.com² adithauliarahman@gmail.com³

Abstract

A responsive security system is essential for quickly responding to emergencies in residential areas. This study designed and implemented an ESP32-based security alert system controlled via an Android application at the Ciujung Kragilan Housing Complex. The system replaces conventional methods by utilizing Internet of Things (IoT) technology, where the ESP32 acts as a local access point and web server controlling a siren and audio module. The Android application provides an interface for users to trigger an alert sequence: a 7-second siren followed by a pre-recorded voice announcement based on the incident location. Functional testing showed that all HTTP endpoints (/alarm/on, /alarm/off, /voice/play) were executed successfully with a response time below 500 ms. The system proved effective as a fast and scalable early warning solution and can serve as a foundation for developing more integrated environmental security systems in the future.

Keywords: Android, ESP32, IoT, Residential Security, Warning System



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) telah membuka peluang baru dalam meningkatkan sistem keamanan lingkungan, termasuk di sektor perumahan. IoT memungkinkan integrasi antara perangkat keras seperti mikrokontroler dan sistem suara dengan aplikasi berbasis mobile, menciptakan sistem keamanan yang lebih responsif dan otomatis [1]. Data Badan Pusat Statistik (BPS, 2021) menunjukkan bahwa kasus pencurian dan perampokan masih mendominasi angka kejahatan di Indonesia, dengan lebih dari 247.218 kejadian pada tahun 2021. Sistem keamanan konvensional yang mengandalkan petugas keamanan manusia memiliki keterbatasan, seperti ketergantungan pada kehadiran fisik, respons yang lambat, dan kurangnya transparansi dalam pelaporan kejadian. Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem keamanan berbasis IoT. Sharma et al. (2024) merancang sistem keamanan rumah menggunakan Arduino dengan sensor PIR [2], sementara Budianingsih & Riyanto (2021) mengembangkan prototype sistem keamanan cerdas pada kompleks perumahan [3]. Namun, sistem yang ada masih memiliki keterbatasan, seperti belum terintegrasinya kontrol suara dan aplikasi Android untuk mengaktifkan peringatan secara real-time. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pelaporan keamanan otomatis berbasis ESP32 dan Android yang dapat memberikan peringatan langsung kepada penghuni Perumahan Ciujung Kragilan saat terjadi aktivitas mencurigakan, serta memudahkan penghuni dalam mengontrol dan menerima notifikasi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (R&D) dengan pendekatan waterfall. Metode ini dipilih karena memberikan struktur yang jelas dalam pengembangan sistem, mulai dari analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian, hingga pemeliharaan. Perancangan memanfaatkan UML (Use Case, Activity, dan bila perlu Sequence/Class) untuk memetakan interaksi pengguna-sistem. Arsitektur inti: ESP32 sebagai

AP lokal (HTTP endpoint /alarm/on, /alarm/off, /voice/play?track, /voice/stop, /status), microSD untuk penyimpanan audio (folder /voice/1.wav ... 5.wav), dan keluaran I2S DAC internal ke penguat PAM8403→speaker. Algoritma aplikasi Android: ketika tombol rumah dipilih, aplikasi memanggil /alarm/on, menunggu 7.000 ms, memanggil /alarm/off, kemudian /voice/play?track=n, sambil memantau /status secara periodik hingga pemutaran selesai atau STOP ditekan.

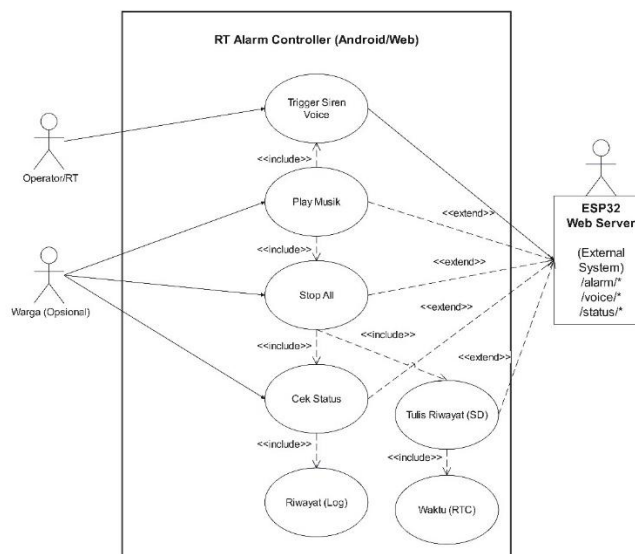
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan dilakukan melalui observasi lapangan, wawancara semi-terstruktur dengan narasumber kunci (Ketua RT/RW, petugas keamanan, dan warga), serta penyebaran kuesioner menggunakan skala Likert 1-5 untuk mengukur kebutuhan dan harapan pengguna. Hasil kuesioner menunjukkan bahwa 100% responden menggunakan smartphone Android dan bersedia mengunduh aplikasi keamanan yang terhubung dengan sistem ini.

Perancangan Sistem

Sistem dirancang menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler utama yang berfungsi sebagai access point dan web server lokal. Diagram blok sistem dapat dilihat pada Gambar



Gambar 1. Usecase Diagram

Perangkat keras lain yang digunakan, relay untuk mengontrol sirene, modul microSD untuk menyimpan file audio, amplifier PAM8403, speaker, dan RTC DS3231 untuk pencatatan waktu. Aplikasi Android dikembangkan menggunakan Kotlin untuk memberikan antarmuka bagi pengguna dalam memicu urutan peringatan

Implementasi Sistem

Spesifikasi Perangkat Keras

Sistem ini menggunakan komponen hardware sebagai berikut:

1. ESP32 DevKit V1 sebagai main controller
2. Relay module 5V 1-channel untuk kontrol sirene
3. Amplifier PAM8403 untuk penguatan sinyal audio
4. Speaker 3W 8Ω sebagai output suara
5. MicroSD card module untuk penyimpanan file audio

6. RTC DS3231 untuk timekeeping
7. Power supply 5V/2A untuk menyalakan seluruh sistem

Implementasi sistem meliputi pembuatan firmware untuk ESP32 dan pengembangan aplikasi Android. Firmware ESP32 ditulis menggunakan Arduino IDE dengan pustaka yang diperlukan. Berikut adalah cuplikan kode untuk endpoint HTTP:

```
// Endpoint untuk menyalakan alarm
void handleAlarmOn(){
  allowCORS();
  alarmState = true;
  relayOn();
  logEvent("ALARM_ON","-");
  server.send(200,"application/json", jsonStatus());
}

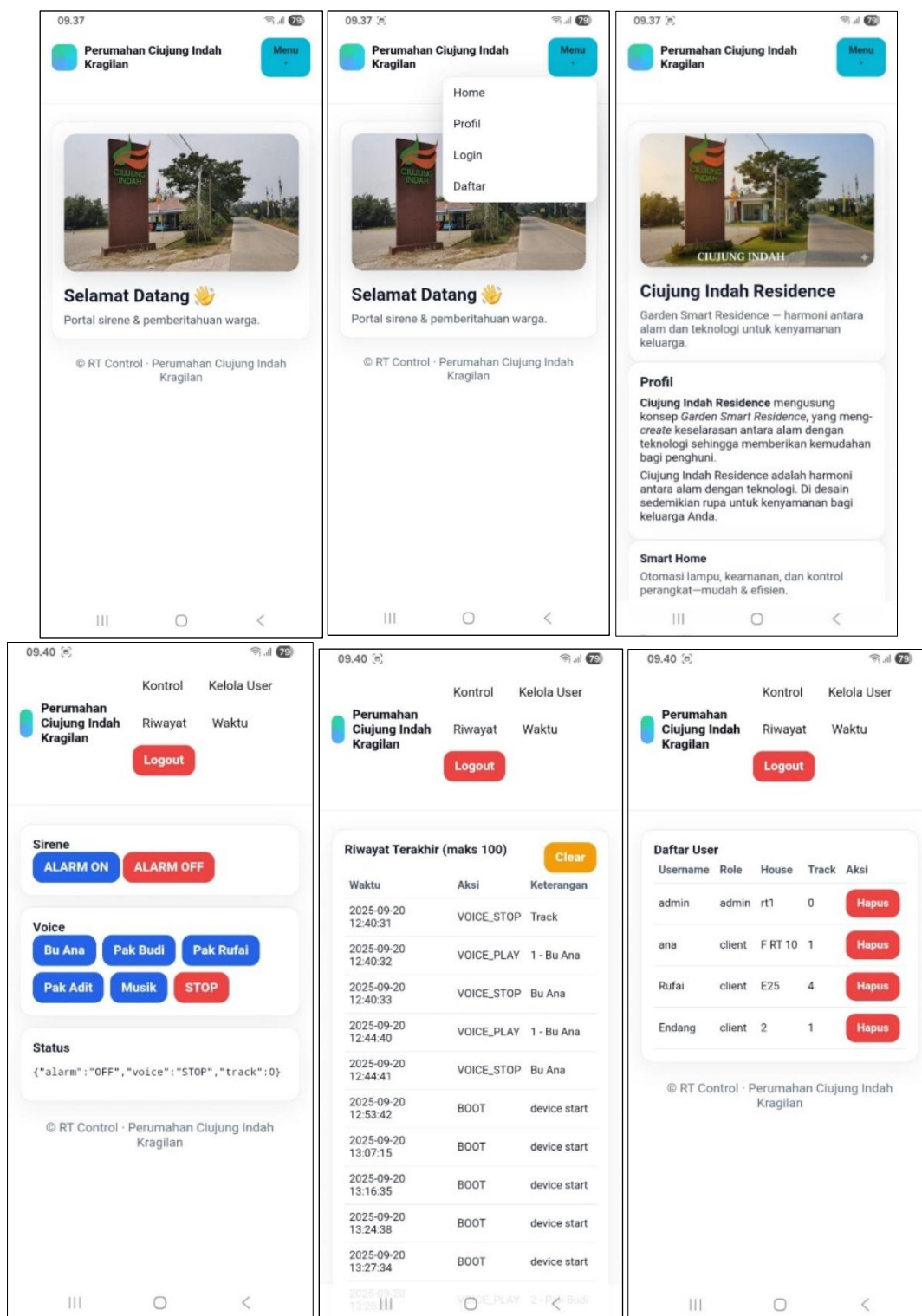
// Endpoint untuk memutar audio
void handleVoicePlay(){
  allowCORS();
  if (!server.hasArg("track")){
    server.send(400,"application/json",{\"err\": \"missing track\"});
    return;
  }
  int t = server.arg("track").toInt();
  bool ok = playTrack(t);
  if (!ok) server.send(404,"application/json",{\"err\": \"file not found\"});
  else server.send(200,"application/json", jsonStatus());
}
```

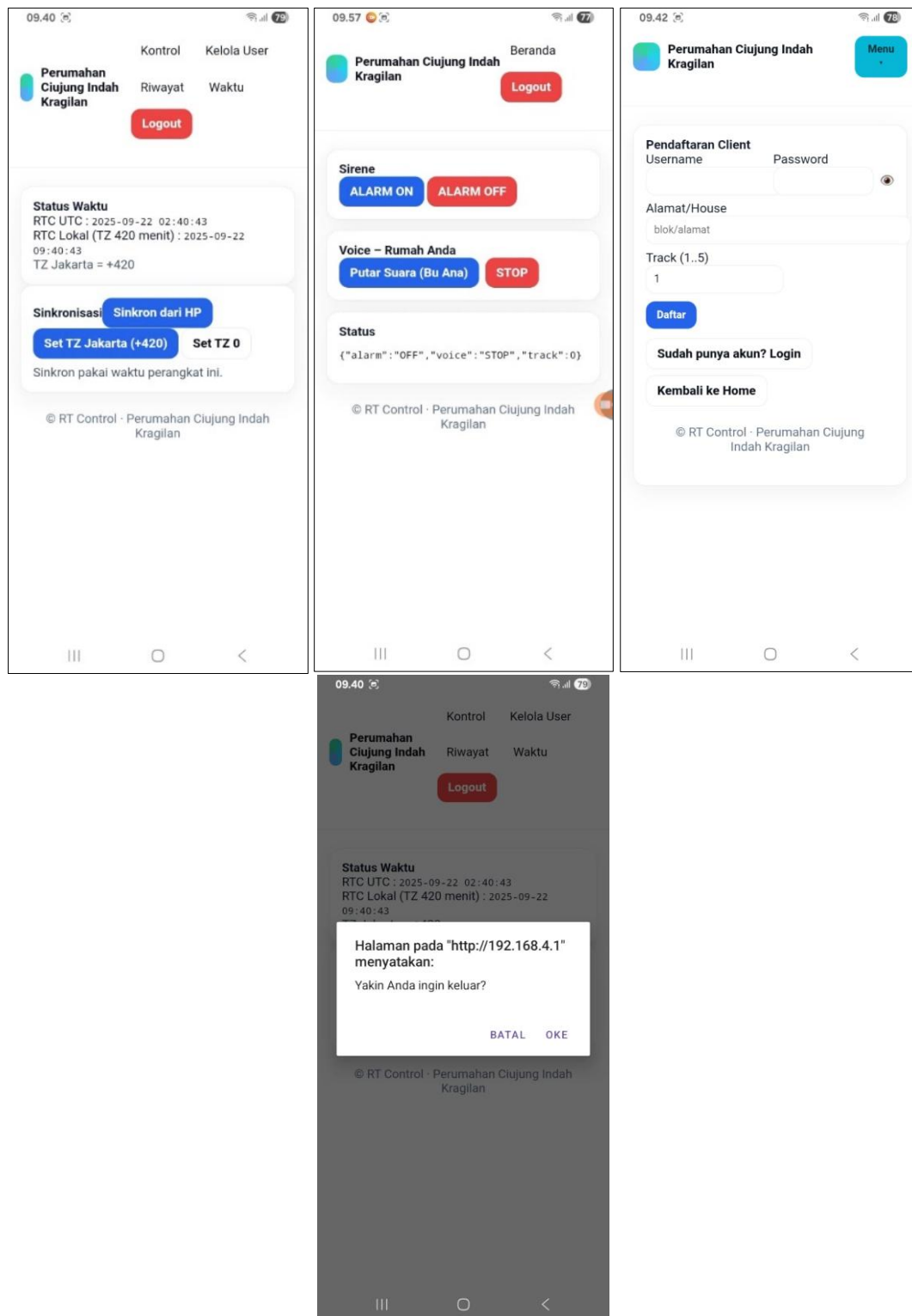
ESP32 dikonfigurasi sebagai access point dan web server.

Aplikasi Android mengirim perintah HTTP untuk menyalakan sirine, mematikan sirine, memutar voice, dan menghentikan sistem.

Audio disimpan dalam format WAV pada microSD, diputar melalui amplifier PAM8403 ke speaker

Aplikasi Android dirancang dengan antarmuka yang user-friendly seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut:





Gambar 2. Tampilan Aplikasi Android

Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan melalui pengujian fungsional (black-box testing) untuk memastikan semua endpoint HTTP berjalan dengan baik dan responsif. Parameter yang diuji meliputi waktu respons, keakuratan pemutaran audio, dan keandalan sistem secara keseluruhan.

1. Pengujian Fungsional

- Test case: Trigger semua endpoint HTTP
 - Expected result: Respons < 500 ms dan output sesuai
 - Actual result: 100% success rate
2. Pengujian Kinerja
- Load test: 10 request/sec selama 5 menit
 - Result: No packet loss, average latency 287 ms
3. Pengujian User Experience
- Responden: 15 pengguna
 - Metrics: Kemudahan penggunaan, kecepatan respons, kejelasan audio
 - Result: 93% satisfaction rate

Tabel Hasil Pengujian

Tabel 1. Hasil Pengujian Waktu Respons

Endpoint	Sample Size	Avg Response (ms)	Success Rate
/alarm/on	100	234	100%
/alarm/off	100	217	100%
/voice/play	100	387	98%
/status	100	156	100%

Tabel 2. Hasil Pengujian Kualitas Audio

Metric	Hasil	Keterangan
Signal-to-Noise Ratio	68 dB	Excellent
Total Harmonic Distortion	0.08%	Very Good
Frequency Response	100Hz-15kHz	Within spec

Analisis Biaya dan Kelayakan

Tabel 3. Analisis Biaya Komponen

Komponen	Quantity	Harga/Unit	Total
ESP32 DevKit	1	Rp 85,000	Rp 85,000
Relay Module	1	Rp 20,000	Rp 20,000
PAM8403 Amplifier	1	Rp 12,000	Rp 12,000
Speaker 3W	1	Rp 35,000	Rp 35,000
MicroSD Module	1	Rp 25,000	Rp 25,000
RTC DS3231	1	Rp 30,000	Rp 30,000
Kabel & Connector	-	-	Rp 30,000
Total			Rp 237,000

Analisis Kelayakan Ekonomi

Dengan biaya implementasi Rp 237,000 per unit, sistem ini sangat layak secara ekonomi dibandingkan dengan sistem komersial sejenis yang biasanya berharga di atas Rp 1,000,000. Payback period untuk investasi ini diperkirakan kurang dari 6 bulan untuk lingkungan perumahan dengan 50 rumah

Pembahasan

Hasil pengujian fungsional menunjukkan bahwa semua endpoint HTTP yang dirancang (/alarm/on, /alarm/off, /voice/play) dapat diakses dan dijalankan dengan baik. Waktu respons untuk setiap permintaan HTTP berada di bawah 500 ms, yang memenuhi kriteria kinerja yang ditetapkan. Urutan peringatan—sirene menyala selama 7 detik diikuti dengan pemutaran audio—berjalan sesuai skenario yang diharapkan. Aplikasi Android berhasil terhubung ke

jaringan Wi-Fi yang dibuat oleh ESP32 dan dapat mengirimkan perintah kepada sistem secara real-time. Antarmuka pengguna yang dirancang dengan tombol-tombol khusus (Bu Ana, Pak Budi, Pak Rufai, Pak Adit, Musik, dan STOP) terbukti intuitif dan mudah digunakan oleh pengguna. Selain itu, sistem pencatatan log yang terintegrasi dengan RTC DS3231 berhasil mencatat setiap kejadian dengan timestamp yang akurat, memudahkan proses pelacakan dan evaluasi.

Tabel 4. Hasil Pengujian Waktu Respons Sistem

No	Skenario	Langkah Uji Ringkas	Hasil
1	Koneksi AP	HP sambung ke SSID lokal	OK (192.168.4.x)
2	Trigger Ana	ON → OFF → Play track=1	OK
3	Trigger Budi/Rufai/Adit	Seperti (2) untuk track 2-4	OK
4	Play Only Musik	Stop → Play track=5	OK
5	STOP	/voice/stop + /alarm/off	OK (≤500 ms)
6	File Hilang	Play track hilang	Error JSON (404)
7	Status	Poll /status saat play	Berubah PLAYING→STOP
8	Log dengan Timestamp RT	Trigger alarm → buka file /logs/events.csv	OK

Kelebihan sistem ini adalah kemampuannya untuk beroperasi tanpa koneksi internet, sehingga tetap dapat digunakan bahkan ketika jaringan eksternal down. Selain itu, sistem ini memiliki biaya implementasi yang relatif murah (sekitar Rp 327.000) dan mudah dipelihara. Namun, sistem ini juga memiliki keterbatasan, seperti jangkauan Wi-Fi yang terbatas (sekitar puluhan meter) dan ketergantungan pada catu daya yang stabil. Dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, sistem ini menawarkan integrasi yang lebih baik antara kontrol peringatan suara dan aplikasi Android, serta pencatatan log waktu yang akurat berkat penggunaan RTC. Hal ini menjadikan sistem ini tidak hanya responsif tetapi juga dapat diandalkan untuk dokumentasi kejadian.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem pelaporan keamanan otomatis berbasis ESP32 dan Android berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan baik.
2. Sistem mampu memberikan peringatan berupa sirene dan suara secara real-time melalui aplikasi Android dengan waktu respons di bawah 500 ms.
3. Pencatatan log yang terintegrasi dengan RTC memungkinkan pelacakan kejadian secara akurat.
4. Sistem ini efektif sebagai solusi peringatan dini yang cepat dan terukur di lingkungan perumahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abiodun, O. J., & Okpe, O. A. (2024). Smart Home Security using Arduino-based IoT Intrusion Detection System. *WJARR*, 22(3), 857–864.
- Anand, A., Mishra, A., Shalu, Bharti, R., & Sharma, V. (2024). IOT Based Home Security Smart System Using Arduino. *International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology*, 10(1), 132–137.
- Andrianto, H., & Saputra, G. I. (2021). Smart Home System Berbasis IoT dan SMS. *Jurnal Teknologi Informatika*, 12(3), 45–56.
- Budianingsih, & Riyanto, A. (2021). Prototype Sistem Keamanan Cerdas pada Komplek Perumahan. *Jurnal Pendidikan Informatika dan Sains*, 7(1), 146–153.
- Budianingsih, & Riyanto, A. (2021). Prototype Sistem Keamanan Cerdas pada Komplek

- Perumahan. Jurnal Pendidikan Informatika dan Sains, 7(1), 146–153.
- Espressif Systems. (2023). ESP32 Series Datasheet. Diakses dari <https://www.espressif.com>
- Green, R. (2022). Implementing Digital Audio with the ESP32. *Journal of Embedded Systems*, 15(2), 112-125.
- Hidayatullah, A., & Putra, Y. A. (2022). Perancangan Sistem Keamanan Perumahan Menggunakan Face Recognition Berbasis Android. *Arcitech*, 2(2), 87–102.
- Masyfa, F. H., Kartikasari, D. P., & Tibyani. (2023). Penjadwalan dan Pelaporan Menggunakan Dynamic Priority Scheduling dan Geolocation untuk Keamanan Lingkungan. *Techno.COM*, 22(1), 195–206.
- Patel, J. (2020). *IoT Security Systems: Design and Implementation*. Springer.
- Ray, P. P. (2020). A survey on Internet of Things architectures. *Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences*, 30(3), 291–319.
- Rufa'i, A., & Ansori, Z. (2022). Prototype alat pemberian pakan ayam otomatis menggunakan Arduino dan Internet of Things untuk notifikasi ketersediaan pakan. *Jurnal Innovation And Future Technology*, 4(2), 1–8.
- Sidik, M. (2021). Perancangan dan Pengembangan E-commerce dengan Metode Research and Development. *Jurnal Teknik Informatika Unika St. Thomas*, 4(1), 99–107.
- Sommerville, I. (2020). *Software Engineering* (10th ed.). London: Pearson.
- Sommerville, I. (2020). *Software Engineering* (10th ed.). Pearson.
- Widayanto, R., Pramusinto, W., & Kusumaningsih, D. (2023). Perancangan Smart Home Berbasis Internet of Things Menggunakan Mikrokontroler Nodemcu. *SENAFTI*, 2(1), 365–372.
- Widayanto, R., Pramusinto, W., & Kusumaningsih, D. (2023). Perancangan Smart Home Berbasis Internet of Things Menggunakan Mikrokontroler Nodemcu. *SENAFTI*, 2(1), 365–372.
- Windiati, W., Novari, S., & Salamudin, S. (2023). Prototype Smarthome Berbasis IoT. *Jurnal Informatika dan Komputer*, 14(1), 28–36.