
Implementasi Smart Building IoT Identifikasi Wajah, Sensor Pir, dan Sensor Gas Untuk Keamanan Showroom

Andika Alhaetami^{1(*)}, R. Tommy Gumelar¹, Shevti Arbekti Arman¹

¹Program Studi Teknologi Informasi, ITB Ahmad Dahlan, Indonesia

Abstract

Security and energy efficiency are crucial aspects of a car showroom that can be improved using an IoT-based smart building system. This research develops a system integrating a PIR sensor for automatic lighting, an MQ2 sensor for gas detection, and an ESP32-CAM for facial recognition to enhance security. The ESP32 microcontroller controls the system, enabling real-time monitoring via the Telegram application. Testing results show that the PIR sensor optimizes energy use by activating lights only when motion is detected. The MQ2 sensor provides early warnings for hazardous gases, while the ESP32-CAM ensures restricted access by identifying authorized personnel. IoT integration allows stable data transmission and remote control. This system effectively enhances showroom security and energy efficiency, offering fast response times and reliable performance. The findings provide a foundation for further smart building innovations applicable to various industries.

Kata Kunci: Smart Building, Internet of Things, ESP32 Cam, Sensor PIR, Sensor MQ2

Informasi Artikel:

Dikirim : 05 Maret 2025
Direvisi : 08 Juli 2026
Diterima : 19 Juli 2026
Diterbitkan : 26 Juli 2026

Januari – Juni 2026, Vol 7 (1) : hlm 54-63
Institut Teknologi dan Bisnis Ahmad Dahlan

(*) Korespondensi: andikaalhaetami99@gmail.com (Andika Alhaetami)

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah mendorong implementasi *smart building* untuk meningkatkan kenyamanan, efisiensi energi, dan keamanan bangunan (Metallidou et al., 2020). Konsep ini mengintegrasikan sistem otomatisasi berbasis *Internet of Things* (IoT), yang memungkinkan pemantauan dan pengendalian berbagai perangkat secara jarak jauh (Marinakakis & Doukas, 2019). Dalam operasional *showroom* mobil, pengelolaan energi dan keamanan menjadi aspek utama yang perlu diperhatikan untuk memastikan efisiensi dan perlindungan aset berharga.

Penggunaan listrik yang tidak efisien, seperti lampu yang menyala terus-menerus tanpa adanya aktivitas, menjadi permasalahan utama (Porins et al., 2021). Oleh karena itu, sistem pencahayaan otomatis berbasis sensor PIR diterapkan agar lampu hanya menyala saat mendeteksi pergerakan. Selain itu, *showroom* juga rentan terhadap kebocoran gas dan risiko kebakaran, sehingga sensor MQ2 digunakan untuk mendeteksi keberadaan gas berbahaya dan mengirimkan peringatan melalui aplikasi Telegram (Raditya et al., 2022).

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) telah memungkinkan integrasi berbagai sensor dan perangkat pintar ke dalam sistem smart building sehingga proses pemantauan dan pengendalian bangunan dapat dilakukan secara otomatis dan real-time. Integrasi beberapa sensor, seperti sensor PIR, sensor gas MQ-2, dan kamera ESP32-CAM, mampu meningkatkan efektivitas sistem keamanan dengan mendeteksi keberadaan manusia, mengidentifikasi potensi kebocoran gas, serta melakukan autentikasi pengguna menggunakan teknologi pengenalan wajah (Gubbi et al., 2013; Al-Fuqaha et al., 2015). Pendekatan ini memungkinkan seluruh perangkat saling berkomunikasi melalui jaringan internet sehingga menghasilkan sistem monitoring yang lebih efisien, adaptif, dan mudah dikembangkan sesuai kebutuhan bangunan (Zanella et al., 2014).

Teknologi face recognition saat ini menjadi salah satu metode autentikasi biometrik yang banyak diterapkan pada sistem keamanan karena memiliki tingkat akurasi yang tinggi serta mampu meminimalkan risiko penyalahgunaan akses dibandingkan metode konvensional, seperti penggunaan kunci maupun kartu identitas (Zhao et al., 2003). Implementasi pengenalan wajah menggunakan ESP32-CAM menjadi alternatif yang banyak digunakan karena perangkat tersebut memiliki kamera terintegrasi, konsumsi daya yang rendah, serta biaya implementasi yang relatif ekonomis sehingga sesuai diterapkan pada sistem keamanan berbasis IoT (Bagchi et al., 2022; Putra & Zafia, 2023).

Selain sistem identifikasi pengguna, penerapan sensor Passive Infrared (PIR) berperan penting dalam mendukung efisiensi energi pada smart building. Sensor ini mampu mendeteksi keberadaan manusia berdasarkan pancaran radiasi inframerah sehingga lampu hanya akan menyala ketika terdapat aktivitas pada area tertentu. Penggunaan sensor PIR terbukti mampu mengurangi konsumsi energi listrik sekaligus meningkatkan kenyamanan pengguna bangunan (Ahmed et al., 2020; Occupancy Prediction in IoT-Enabled Smart Buildings, 2024). Sementara itu, sensor

MQ-2 dimanfaatkan untuk mendeteksi keberadaan gas LPG, asap, maupun gas mudah terbakar sebagai upaya mitigasi dini terhadap risiko kebakaran. Integrasi sensor gas dengan sistem notifikasi berbasis internet memungkinkan informasi kondisi darurat dikirimkan secara real-time kepada pengguna sehingga penanganan dapat dilakukan lebih cepat (Nannung et al., 2024; Basuki, 2025).

Pengembangan smart building tidak hanya berfokus pada otomasi perangkat, tetapi juga pada peningkatan keamanan fisik bangunan melalui integrasi sistem monitoring, identifikasi pengguna, dan deteksi kondisi lingkungan. Kombinasi teknologi IoT, ESP32-CAM, sensor PIR, dan sensor MQ-2 menghasilkan sistem keamanan yang mampu melakukan pemantauan secara berkelanjutan, mengurangi potensi akses oleh pihak yang tidak berwenang, menghemat penggunaan energi listrik, serta memberikan peringatan dini apabila terdeteksi kondisi berbahaya. Dengan demikian, penerapan teknologi tersebut sangat relevan untuk diimplementasikan pada lingkungan showroom kendaraan yang memerlukan tingkat keamanan dan efisiensi operasional yang tinggi (Sicari et al., 2015; Metallidou et al., 2020).

Keamanan *showroom* juga menjadi prioritas, terutama untuk ruangan yang menyimpan dokumen penting dan aset bernilai tinggi. Sistem identifikasi wajah berbasis ESP32-CAM diterapkan untuk membatasi akses hanya kepada personel yang berwenang, menggantikan metode konvensional yang lebih rentan terhadap penyalahgunaan (Putra et al., 2021). Teknologi ini telah terbukti efektif dalam mengurangi insiden pencurian di ruang penyimpanan dengan perlindungan fisik minimal (Fadly et al., 2021). Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem *smart building* berbasis IoT yang mencakup pencahayaan otomatis, deteksi gas berbahaya, dan sistem keamanan berbasis pengenalan wajah guna meningkatkan efisiensi energi serta keamanan *showroom* mobil.

METODE

A. KERANGKA PENELITIAN

1. Identifikasi Masalah: Penelitian ini berfokus pada permasalahan keamanan *showroom* yang membutuhkan sistem pemantauan jarak jauh secara *real-time*. Teknologi IoT digunakan untuk meningkatkan efisiensi dalam mendeteksi ancaman dan memberikan notifikasi secara otomatis.
2. Studi Literatur: Melakukan kajian dari berbagai sumber akademis terkait sistem keamanan berbasis IoT, penggunaan sensor, serta integrasi platform komunikasi untuk membangun dasar teori yang kuat dalam penelitian ini.
3. Analisis Kebutuhan: Menentukan komponen yang diperlukan dalam sistem, seperti mikrokontroler (ESP32/ESP32-CAM), sensor PIR, sensor MQ2, serta aplikasi yang digunakan untuk mengontrol dan menerima notifikasi keamanan.

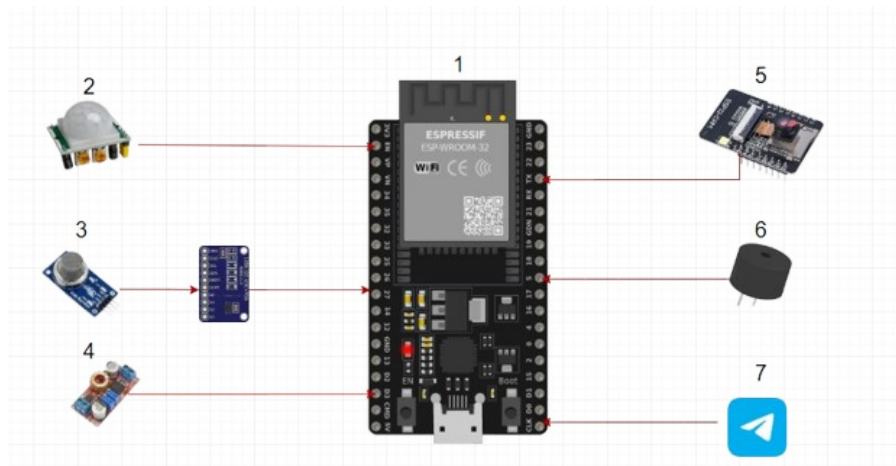
4. Desain dan Perancangan Sistem: Menyusun rancangan teknis yang mencakup penempatan sensor, konfigurasi mikrokontroler, jalur komunikasi data, serta alur pengiriman notifikasi melalui platform yang telah dipilih.
5. Implementasi: Merakit dan mengonfigurasi komponen sesuai desain yang telah dibuat, termasuk pemasangan sensor dan pengkodean program pada mikrokontroler agar sistem dapat berjalan sesuai fungsinya.
6. Pengujian: Melakukan uji coba terhadap sistem keamanan *showroom* untuk memastikan setiap sensor dan modul komunikasi berfungsi dengan baik serta memberikan respons yang sesuai terhadap kondisi lingkungan.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental untuk merancang dan menguji sistem smart building berbasis IoT dengan ESP32. Pengujian dilakukan terhadap ESP32-CAM untuk pengenalan wajah, sensor PIR untuk deteksi gerakan, dan sensor MQ2 untuk deteksi gas guna memastikan integrasi perangkat keras dan perangkat lunak berjalan optimal. Evaluasi sistem mencakup pengukuran waktu respons sensor, akurasi identifikasi wajah, serta sensitivitas terhadap kebocoran gas. Hasil pengujian dianalisis untuk mengidentifikasi dan memperbaiki kelemahan sistem sebelum implementasi final.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Rancang Bangun Alat



Gambar 1 Perancangan Alat

Gambar di atas menggambarkan sistem kerja rangkaian komponen yang mencakup berbagai sensor sebagai input dan perangkat keluaran yang terhubung dengan mikrokontroler. Berikut adalah penjelasan masing-masing komponen dalam rangkaian tersebut:

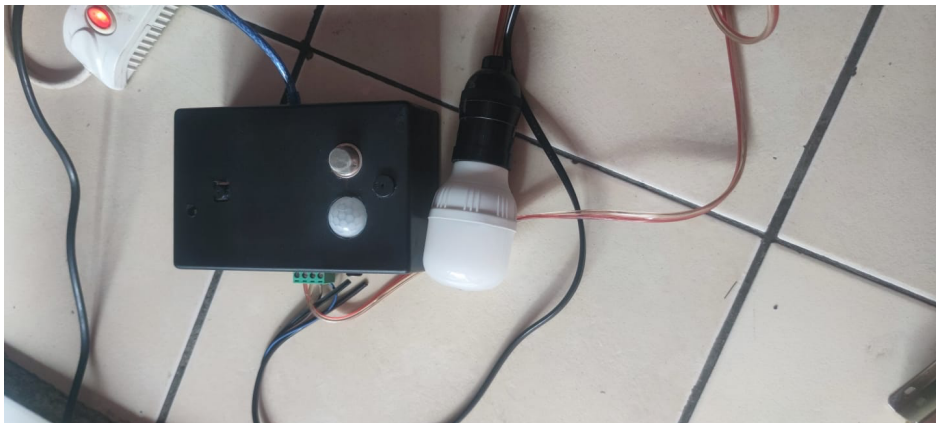
1. ESP32: Sebagai mikrokontroler utama yang mengontrol komunikasi antara sensor dan perangkat output.

Implementasi Smart Building IoT Identifikasi Wajah, Sensor Pir, dan Sensor Gas Untuk Keamanan Showroom
(A. Alhaetami, et al.)

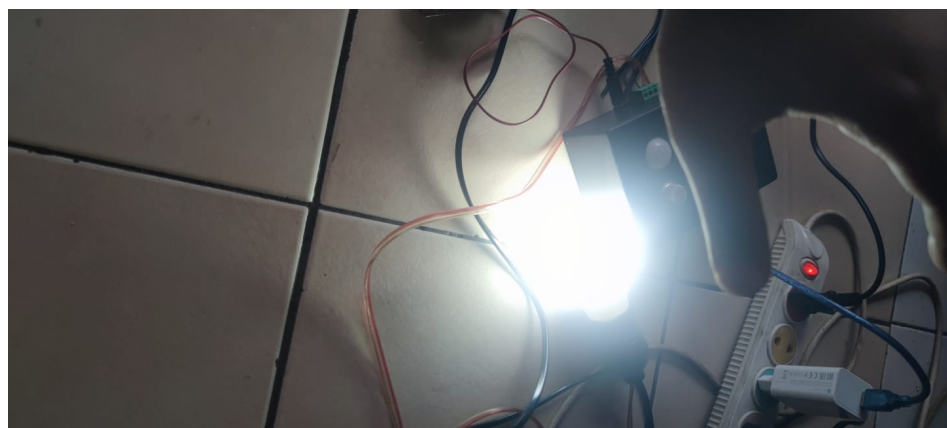
2. Sensor PIR: Berfungsi untuk mendeteksi pergerakan dan mengaktifkan lampu secara otomatis ketika ada aktivitas di sekitarnya.
3. Sensor MQ2 dengan ADS1115: Digunakan untuk mendeteksi kebocoran gas dan terhubung dengan ADS1115 untuk meningkatkan akurasi pembacaan data.
4. Step Down DC-DC Converter: Berfungsi sebagai regulator tegangan untuk menyesuaikan daya yang dibutuhkan oleh berbagai komponen dalam sistem.
5. ESP32-CAM: Digunakan untuk pengenalan wajah dan membuka pintu secara otomatis bagi individu yang telah terdaftar dalam sistem.
6. Buzzer: Berfungsi sebagai alarm peringatan yang akan berbunyi ketika kadar gas yang terdeteksi oleh sensor MQ2 melebihi ambang batas yang telah ditentukan.
7. Telegram: Berperan sebagai platform komunikasi untuk pengendalian sistem jarak jauh dan menerima notifikasi status perangkat secara *real-time*.

B. Pengujian Alat

1. Pengujian Sensor PIR



Gambar 2 Pengujian Lampu otomatis

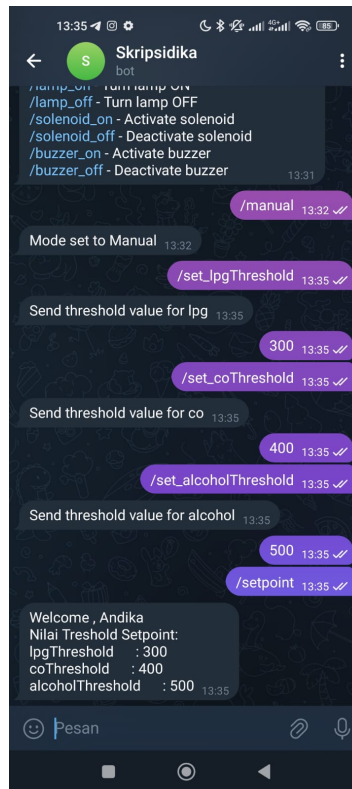


Gambar 3 Lampu Menyala Karena Mendeteksi Gerakan

Pada sensor PIR, pengujian dilakukan untuk menguji sistem lampu otomatis yang akan menyala ketika sensor mendeteksi pergerakan di

sekitarnya. Saat sensor mendeteksi adanya gerakan, sinyal dikirim ke mikrokontroler untuk menyalakan lampu, dan lampu akan tetap menyala selama masih ada aktivitas yang terdeteksi. Setelah tidak ada gerakan dalam periode tertentu, lampu akan otomatis mati untuk menghemat energi. Sistem ini dapat diintegrasikan dengan kontrol jarak jauh melalui Telegram untuk mengaktifkan atau menonaktifkan fitur otomatisasi sesuai kebutuhan pengguna.

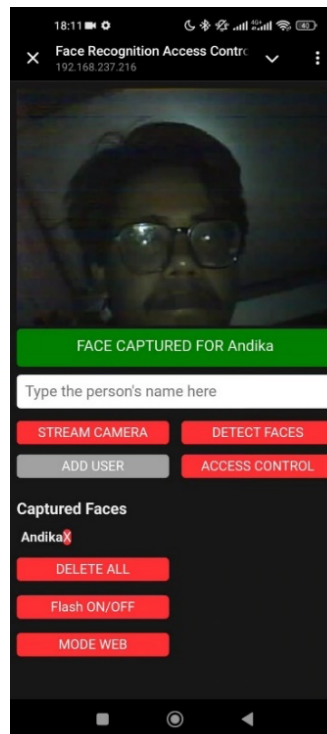
2. Pengujian Sensor MQ2



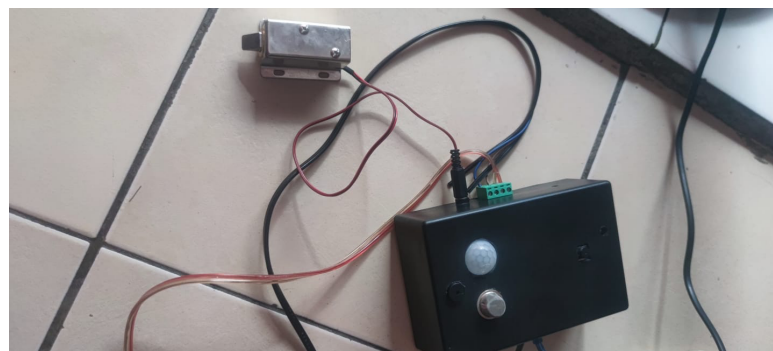
Gambar 4 Set Gas Pada Sensor MQ-2

Pengujian ini dilakukan untuk mengatur nilai ambang batas deteksi gas pada sensor MQ-2 melalui Telegram. Perintah `"/set_lpgThreshold"`, `"/set_coThreshold"`, dan `"/set_alcoholThreshold"` digunakan untuk menetapkan nilai threshold masing-masing gas, dengan bot merespons dan menyimpan nilai yang dikirim pengguna. Perintah `"/setpoint"` memungkinkan pengguna melihat kembali nilai yang telah diatur. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat menerima, menyimpan, dan merespons perubahan ambang batas secara fleksibel. Jika konsentrasi gas melebihi batas yang ditetapkan, buzzer akan berbunyi dan sistem mengirimkan notifikasi "WARNING! Gas level detected" melalui Telegram.

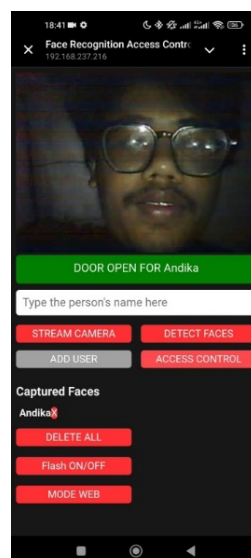
3. Pengujian ESP32-CAM



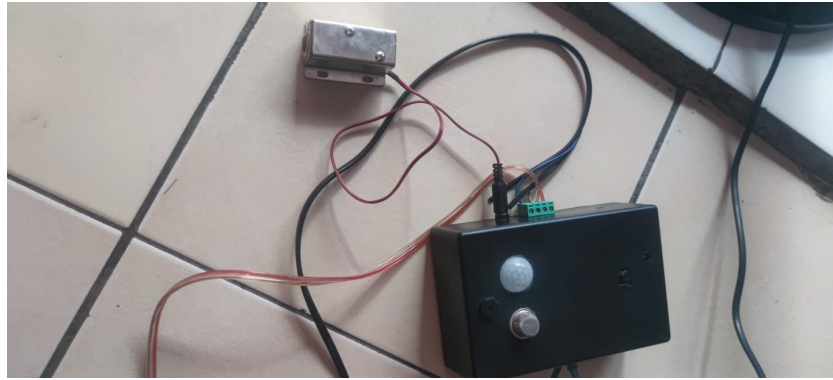
Gambar 5 Add User ESP32-Cam



Gambar 6 Selonoid Off



Gambar 7 Pintu Terbuka Dengan Identifikasi Wajah



Gambar 8 Solenoid on

Pengujian sistem kontrol pintu menggunakan identifikasi wajah melalui ESP32-CAM menunjukkan bahwa pengguna baru dapat didaftarkan dengan sukses, ditandai dengan pesan "face captured". Awalnya, solenoid dalam keadaan off, menandakan pintu terkunci. Setelah pengguna terdaftar melakukan identifikasi wajah, sistem mengenali dan membuka kunci pintu, dengan konfirmasi "door open". Solenoid kemudian berubah ke posisi on, menunjukkan bahwa pintu telah terbuka. Hasil pengujian membuktikan bahwa sistem bekerja dengan baik dalam mengontrol akses pintu secara aman menggunakan teknologi pengenalan wajah.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan Internet of Things dalam sistem smart building menggunakan ESP32, ESP32-CAM, sensor PIR, sensor MQ-2, dan aplikasi Telegram terbukti efektif dalam meningkatkan otomatisasi dan keamanan bangunan. Sistem ini memungkinkan pemantauan dan kontrol jarak jauh melalui ponsel, serta memberikan respons cepat terhadap berbagai kondisi, seperti pengendalian lampu otomatis berbasis gerakan, deteksi gas berbahaya, dan akses pintu menggunakan pengenalan wajah.

Pengembangan lebih lanjut disarankan untuk meningkatkan efisiensi energi, optimasi sistem keamanan, serta integrasi dengan teknologi pintar lainnya guna meningkatkan kenyamanan dan keandalan smart building secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M., & Ayyash, M. (2015). Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 17(4), 2347–2376.
- Bagchi, T., et al. (2022). Intelligent Security System Based on Face Recognition and IoT. *Materials Today: Proceedings*.

- Basuki, P. B. (2025). Prototipe Sistem Monitoring Keamanan Ruangan Arsip Berbasis IoT Menggunakan Aplikasi Blynk. Prosiding SENATIK.
- Fadly, E., Wibowo, S. A., & Sasmito, A. P. (2021). SISTEM KEAMANAN PINTU KAMAR KOS MENGGUNAKAN FACE RECOGNITION DENGAN TELEGRAM SEBAGAI MEDIA MONITORING DAN CONTROLLING. In Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika (Vol. 5, Issue 2).
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A Vision, Architectural Elements, and Future Directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645–1660.
- Marinakis, V., & Doukas, H. (2018). An advanced IoT-based system for intelligent energy management in buildings. *Sensors (Switzerland)*, 18(2). <https://doi.org/10.3390/s18020610>
- Metallidou, C. K., Psannis, K. E., & Egyptiadou, E. A. (2020). Energy Efficiency in Smart Buildings: IoT Approaches. *IEEE Access*, 8, 63679–63699. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2984461>
- Nannung, J., Miru, A. S., Muliadi, & Gunawan. (2024). Development of an IoT-Based Home Security System Prototype Using Multisensors and ESP32-CAM. *Journal of Embedded Systems, Sensors, and Intelligent Systems*.
- Occupancy Prediction in IoT-Enabled Smart Buildings: Technologies, Methods, and Future Directions. (2024). *Buildings*, 14.
- Porins, R., Apse-Apsitis, P., & Avotins, A. (2021, April 22). PIR-Sensor Based Street Lighting System Control. 2020 IEEE 8th Workshop on Advances in Information, Electronic and Electrical Engineering, AIEEE 2020 - Proceedings. <https://doi.org/10.1109/AIEEE51419.2021.9435781>
- Putra, A., Susilo, M., Darlis, D., & Nurmantris, D. A. (2020). *PENGENALAN WAJAH BERBASIS ESP32-CAM UNTUK SISTEM KUNCI SEPEDA MOTOR ESP32-CAM-BASED FACE RECOGNITION FOR MOTORCYCLE LOCK SYSTEM*. 8(2), 1091–1103. <https://doi.org/10.25124/jett.v8i2.4199>
- Putra, I. W. A., & Zafia, A. (2023). Implementasi Sistem Pengamanan Rumah Menggunakan Face Recognition dan Deteksi Sensor Berbasis IoT. *Jurnal Khatulistiwa Informatika*.
- Raditya, C. G. I., Dharma, P. A. S., Putra, I. K. A. A., Sugirianta, I. B. K., & Purnama, I. B. I. (2022). Pendeteksi Kebocoran Gas dan Kebakaran Dini Menggunakan NodeMCU Berbasis Telegram. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 21(1), 13. <https://doi.org/10.24843/mite.2022.v21i01.p03>
- Sicari, S., Rizzardi, A., Grieco, L. A., & Coen-Porisini, A. (2015). Security, Privacy and Trust in Internet of Things: The Road Ahead. *Computer Networks*, 76, 146–164.
- Zanella, A., Bui, N., Castellani, A., Vangelista, L., & Zorzi, M. (2014). Internet of Things for Smart Cities. *IEEE Internet of Things Journal*, 1(1), 22–32.

Zhao, W., Chellappa, R., Phillips, P. J., & Rosenfeld, A. (2003). Face Recognition: A Literature Survey. *ACM Computing Surveys*, 35(4), 399–458.