Journal of Innovative and Creativity
Journal Homepage: https://joecy.org/index.php/joecy
e-mail: journaljoecy@gmail.com

Faculty of Education
University of Pahlawan Tuanku Tambusai
ISSN 2775-771X (Online)
ISSN 2962-570X (Printed)
6 (2) 2026, Page: 35290-35294

RANCANG BANGUN SISTEM PERINGATAN DINI KEBAKARAN DAN KEHADIRAN ORANG MENGGUNAKAN ESP32 DAN NOTIFIKASI TELEGRAM

Muhammad Satria Dewangga[1], Dafa Bayu Aji[2], Habib Abdulfattah[3]

[1,2,3] Electrical Engineering Study Program, Faculty of Industrial Technology, National Institute of Technology

*Email: muh.satria.d01@gmail.com, dafabayu404@gmail.com, abdulfattah49527@gmail.com
Corresponding Author: Muhammad Satria Dewangga, muh.satria.d01@gmail.com

Published: Juni, 2026

ABSTRAK

Ruang reparasi komputer memiliki risiko yang tinggi terhadap bahaya kebakaran akibat korsleting listrik serta ancaman pencurian aset berharga. Sistem konvensional yang tidak memiliki respons jarak jauh diatasi dengan penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32. Penelitian ini merancang sistem keamanan menggunakan sensor MQ-2 untuk mendeteksi asap dan sensor PIR HC-SR501 untuk mendeteksi pergerakan orang, yang diintegrasikan dengan aplikasi Telegram. Hasil pengujian menunjukkan sensor MQ-2 sangat efektif dengan pengaturan *threshold* pada nilai 250 *Analog-to-Digital Converter* (ADC). Sensor PIR mampu mendeteksi kehadiran hingga jarak 300 cm. Integrasi peringatan keamanan bekerja secara *real-time* dengan rata-rata latensi pengiriman notifikasi ke Telegram sebesar 2 hingga 5 detik.

Kata Kunci: *ESP32, Sensor MQ-2, Sensor PIR, Telegram Bot, Keamanan IoT*

ABSTRACT

Computer repair rooms are at high risk of fire due to electrical short circuits and the threat of theft of valuable assets. Conventional systems lacking remote response capabilities are addressed by implementing Internet of Things (IoT) technology using the ESP32 microcontroller. This research designed a security system using an MQ-2 sensor to detect smoke and an HC-SR501 PIR sensor to detect human movement, integrated with the Telegram application. Test results showed the MQ-2 sensor to be highly effective with a threshold setting of 250 Analog-to-Digital Converter (ADC). The PIR sensor can detect presence up to a distance of 300 cm. The security alert integration works in real time with an average notification delivery latency to Telegram of 2 to 5 seconds.

Keywords: *ESP32, MQ-2 Sensor, PIR Sensor, Telegram Bot, IoT Security*

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Atibution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

PENDAHULUAN

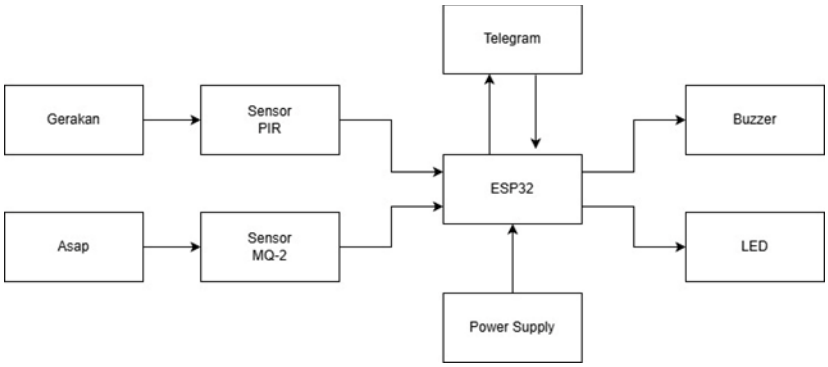
Ruangan reparasi rentan terhadap risiko kebakaran karena material mudah terbakar dan potensi korsleting listrik. Selain itu, ruang reparasi juga rentan terhadap tindak kriminalitas berupa pencurian saat tidak diawasi (Smith & Jones, 2021). Teknologi IoT dimanfaatkan untuk membangun sistem peringatan dini yang mengirim data *real-time* ke pengguna agar penanganan dapat dilakukan secara responsif (Hussain et al., 2025).

Sebagai *gateway* IoT, perangkat ESP32 digunakan karena memiliki kapabilitas Wi-Fi yang terintegrasi (Espressif Systems, n.d.). Alat dirancang dengan menggunakan sensor MQ-2 yang sangat sensitif terhadap gas yang mudah terbakar , termasuk *LPG*, Metana, dan partikel asap (Hanwei Electronics, n.d.). Sementara itu, untuk pencegahan pencurian, sistem informasi menggunakan sebuah sensor PIR HC-SR501 berbasis IoT yang mengimplementasikan sensor gerak pasif atau *Passive Infrared* (PIR) .(Ruuhwan et al., 2020). Ketika ada peregrakan PIR terdeteksi, mikrokontroler akan menyalakan

buzzer di lokasi serta memicu perintah untuk mengirimkan notifikasi keamanan menuju *smartphone* melalui fitur Telegram Bot (Garcia, 2020).

METODE

Metode yang digunakan adalah penelitian kualitatif secara eksperimental *(trial and error)*. Sistem dibangun menggunakan ESP32 yang terhubung ke jaringan internet dan dikendalikan menggunakan IDE Arduino.



Terdapat 3 *input* untuk menjalankan sistem, yaitu gerakan, asap, dan Telegram. *Input* tersebut diproses oleh mikrokontroler yaitu ESP32. Setelah diproses ada 3 output yang bisa dikendalikan ESP32 yaitu Buzzer, LED, dan notifikasi Telegram. Untuk Buzzer dan LED akan aktif ketika mendeteksi adanya asap didalam ruangan reparasi, lalu mengirimkan notifikasi ke Telegram. Ketika ruangan reparasi sedang digunakan, pemilik bisa menonaktifkan sensor PIR melalui perintah di Telegram, denhan mengetik perintah (/disablepir) dan bisa diaktifkan kembali menggunakan perintah (/enablepir)

Pengujian Karakteristik Sensor MQ-2

Pengujian dilakukan dengan engukur nilai ADC dari sensor saat ruang reparasi dalam kondisi udara normal maupun saat berasap, dengan jarak bervariasi dari 5 cm hingga 200 cm. Pengujian dilakukan 2 kali dimana untuk yang pertama dilakukan pengujian di saat sensor MQ-2 dalam keadaan udara normal dan yang ke dua ketika sensor MQ-2 dalam keadaan udara berasap.

a. Pengujian pertama disaat udara di ruangan reparasi dalam keadaan normal dengan mencatat nilai ADC saat udara di ruangan reparasi dalam keadaan normal.
b. Pengujian kedua dilakukan saat udara di ruang reparasi adanya asap dengan mencatat nilai ADC saat udara di ruangan reparasi terdapat asap.

Adapun langkah dalam mengubah nilai ADC ke PPM sebagai berikut.

a. Mencari nilai R_0 (Resistansi Dasar Sensor) saat udara bersih

$$R_{s_clean} = R_L \times \frac{4095 - ADC_{clean}}{ADC_{clean}} \quad \text{.....(1)}$$

Keterangan:

R_{s_clean} : Resistansi saat udara bersih ($kOhm$)
R_L : Resistor beban ($kOhm$)
ADC_{clean} : *Analog-to-Digital Converter* udara bersih

$$R_0 = \frac{R_{s_{clean}}}{9{,}83} \quad \text{.....(2)}$$

Keterangan :

R_0 : Resistansi dasar sensor ($kOhm$)
$R_{s_{clean}}$: Resistansi saar udara bersih ($kOhm$)

b. Mencari nilai R_s (Resistansi Saat Ada Asap) saat ada asap

$$R_{S_{asap}} = 5 \times \frac{4095 - ADC}{ADC} \quad \text{.....(3)}$$

Keterangan :

R_{asap} : Resistansi saar ada asap ($kOhm$)

ADC : *Analog-to-Digital Converter*

c. Menghitung Ratio

$$Ratio = \frac{R_{asap}}{R_0} \quad \text{.....(4)}$$

Keterangan :

$Ratio$: Rasio resistansi

R_{asap} : Resistansi saar ada asap ($kOhm$)

R_0 : Resistansi dasar sensor ($kOhm$)

d. Mengkonversi nilai ke PPM

$$PPM = \alpha \times (Ratio)^b \quad \text{.....(5)}$$

Keterangan :

PPM : *Part Per Million*

$Ratio$: Rasio resistansi

α : Konstanta MQ-2 (asap) sebesar 574,25

b : Konstanta MQ-2 (asap) sebesar -2,222

Pengujian Karakteristik Sensor PIR

Pengujian dilakukan dengan melewati area sensor dengan rentang jarak tertentu untuk mendapatkan data responsivitas. Pengujian dilakukan 2 kali, dimana untuk yang pertama dilakukan pengujian di saat sensor PIR dalam keadaan ruangan reparasi tidak ada orang dan yang kedua ketika sensor PIR dalam keadaan ruangan reparasi adanya kehadiran orang.

a. Pengujian pertama dilakukan dengan cara tanpa adanya orang untuk memastikan apakah sensor apakah berjalan normal, tanpa adanya error.
b. Pengujian kedua dilakukan dengan cara melewati sensor PIR, dan melihat di aplikasi Telegram, sensor mengirimkan notifikasi tentang adanya kehadiran orang.

Pengujian Integrasi Telegram

Pengujian dilakukan untuk menguji pengiriman notifikasi serta mencoba respons perintah kontrol dari pengguna (seperti fitur /enablepir dan /disablepir). Pengujian dilakukan 2 kali dimana untuk yang pertama dilakukan pengujian di saat aplikasi Telegram dalam keadaan *standbye*, mengrimkan notifikasi jika terjadinya anomali didalam ruangan reparasi dan yang ke dua ketika aplikasi Telegram diberikan perintah untuk mengaktifkan dan menonaktifkan sensor PIR.

a. Pengujian pertama apakah aplikasi Telegram mengirimkan notifikasi adanya anomali yang terjadi di ruangan reparasi.
b. Pengujian kedua melakukan perintah mengaktifkan sensor PIR "/enablepir" dan menonaktifkan sensor PIR "/disablepir" melalui aplikasi Telegram

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Sensor MQ-2

Terdapat korelasi berbanding terbalik antara jarak sumber asap dengan nilai ADC yang terbaca. Partikel asap mengalami penyebaran yang signifikan *(diffusion)* seiring dengan jarak dari sensor.

No	Jarak	Nilai ADC	Waktu	Status	PPM
1	5 cm	1722	2 detik	Berhasil	2563,8
2	10 cm	1398	2,5 detik	Berhasil	1088,21
3	15 cm	1218	2,8 detik	Berhasil	762,9
4	50 cm	528	3,2 detik	Berhasil	73,65
5	75 cm	462	5 detik	Berhasil	52,69
6	100 cm	325	8 detik	Berhasil	22,12

7	150 cm	301	9,6 detik	Berhasil	18,44
8	175 cm	272	10,4 detik	Berhasil	14,48
9	200 cm	304	11 detik	Berhasil	18,9

Berdasarkan penyebaran partikel asap ini, penetapan nilai ambang batas (*threshold*) ADC sebesar 250 adalah nilai ideal untuk meminimalisasi gagalnya deteksi pada titik api yang jauh (seperti di sudut ruangan).

Hasil Pengujian Sensor PIR HC-SR501

Sensor PIR diletakkan pada dinding *(wall-mounted)* di ketinggian 2 meter, sehingga menyebabkan sensor ini kehilangan sebagian area pembacaan vertikal. Area buta (*blind spot*) ini mengakibatkan sensor hanya dapat mendeteksi maksimal pada jarak vertikal maupun horizontal sejauh 300 cm (3 meter). Meskipun tidak mencapai jarak maksimal teoretisnya, jangkauan 3 meter tersebut dinilai telah memadai untuk kebutuhan ruangan reparasi berdimensi 2x3 meter, sekaligus membantu meminimalkan peringatan palsu akibat aktivitas yang ada di luar ruang reparasi.

Jarak	Vertikal	Horizontal
40 cm	Berhasil	Berhasil
80 cm	Berhasil	Berhasil
120 cm	Berhasil	Berhasil
160 cm	Berhasil	Berhasil
200 cm	Berhasil	Berhasil
240 cm	Berhasil	Berhasil
280 cm	Berhasil	Berhasil
300 cm	Berhasil	Berhasil
320 cm	Gagal	Gagal

Hasil Pengujian Notifikasi Telegram

Aplikasi Telegram memberikan respons notifikasi saat anomali *(asap dan gerak)* terdeteksi. Jeda *(delay)* pengiriman latensi notifikasi hingga diterima di *smartphone* pengguna tercatat memakan waktu sekitar 2 sampai 5 detik saja sejak anomali ditangkap oleh sensor.

Selain notifikasi bahaya, kontrol parameter dua arah sukses dilakukan. Pengguna dapat mengetikkan perintah teks berikut pada bot Telegram:

a. /enablepir dan /disablepir: Mampu menghidupkan atau mematikan fungsi pendeteksi gerakan. Hal ini sangat berguna jika ada teknisi yang sedang beraktivitas normal di dalam ruang reparasi tanpa perlu mencabut sumber listrik sistem utama.
b. /status: Menampilkan kondisi batas nilai ADC serta menginformasikan kondisi aktif/tidaknya sensor PIR.

KESIMPULAN

Berdasarkan proses pembuatan dan pengujian, sistem peringatan dini *(early warning system)* yang mengintegrasikan ESP32 dengan sensor MQ-2 dan PIR berhasil diimplementasikan di ruang reparasi berukuran 2x3 meter. Tingkat kalibrasi *threshold* terbaik untuk MQ-2 ditetapkan pada angka 250 (skala 12-bit), yang sukses merespons asap pembakaran konsentrasi rendah (18 PPM) dari jarak 200 cm dengan rata-rata 9,6 hingga 11 detik. Sensor gerak PIR juga bekerja efektif mendeteksi manusia dalam jangkauan jarak aman 3 meter. Penggunaan komunikasi antarmuka menggunakan API Telegram mampu menjaga laju pertukaran data waktu nyata *(real-time)* dengan latensi wajar di bawah rentang 5 detik, menjadikan sistem ini terjangkau, responsif, sekaligus mudah dikendalikan pengguna dari jarak jauh.

REFERENCES

Richardo, H., Jufrizel, P. S. M., & Mudia, H. (2022). Home Fire Protection Tool Using Wemos D1 Mini With Alarm and Email Notification from Thinger. IO Alat Proteksi Kebakaran Rumah

Menggunakan Wemos D1 Mini dengan Alarm dan Notifikasi Email dari Thinger. IO. *Journal Homepage: https://journal. irpi. or. id/index. php/ijeere*, *2*(1), 47-56.

Hussain, M., Hussain, M., Aamer, N., & Shaikh, F. (2025). Optimized rank-based key management for energy-efficient routing in wireless sensor networks for IoT applications. *Discover Internet of Things*, *5*(1), 127.

Hussain, F., Sahoo, S. K., & Sharma, M. (2025). A survey on IoT security: Challenges and their solutions using machine learning and blockchain technology. *Cluster Computing*, *28*(5), 3–40.

Garcia, E. F. (2020). Integrating Telegram API for real-time sensor data notification and two-way control using ESP32 platforms. *International Journal of Robotics and Automation*, *15*(3), 210–217.

Espressif Systems. (2024). *ESP32-WROOM-32 series datasheet (v3.2)*. Espressif Documentation. https://www.espressif.com/en/support/documents/datasheets.

Agus Alim, Lukmanulhakim, A., & W, C. (2025). Development of a smart air pollution detection system utilizing MQ2 sensor and Node MCU ESP8266 with Telegram integration. *Jurnal Ekonomi Manajemen Sistem Informasi*, *6*(3), 1634–1640.

Jayaweera, H., & Godaliyadda, D. (2023). Design and implementation of a low-cost IoT-based fire and security surveillance system. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, *13*(2), 1735–1744.

Ramadhan, A., & Kusumo, N. (2024). Performance analysis of PIR sensor module HC-SR501 for human detection distance and sensitivity. *International Journal of Sensor Networks and Data Communications*, *13*(1), 123–130.

Smith, A. D., & Jones, B. L. (2021). Evaluation of low-cost gas sensors for environmental monitoring in smart city applications. *Journal of Sensor and Actuator Networks*, *10*(2), 45-58.

Hanwei Electronics. (n.d.). *Technical data: MQ-2 gas sensor*. Hanwei Electronics Co., Ltd. https://www.winsen-sensor.com/d/files/semiconductor/mq-2.pdf.

Ruuhwan, R., Rizal, S., & Guntara, R. G. (2020). Analisis performa sensor PIR HC-SR501 dan MQ-2 berbasis mikrokontroler Arduino terhadap Telegram sebagai media notifikasi. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, *8*(1), 44-50.