

RANCANG BANGUN INTERNET OF THINGS SISTEM KEAMANAN RUMAH BERBASIS ESP32 DAN SENSOR PIR

Zaenal Mutaqin Subekti ¹⁾, Ramdani ²⁾

¹⁾ Teknik Informatika, Universitas Bani Saleh, Bekasi, Indonesia

²⁾ Teknik Komputer, Universitas Bani Saleh, Bekasi, Indonesia

dst

Email : zaenalms@ubs.ac.id ¹⁾, ramdani@ubsl.ac.id ²⁾

ABSTRAK

Keamanan rumah merupakan salah satu aspek penting yang perlu diperhatikan untuk melindungi penghuni dan aset dari berbagai ancaman seperti pencurian dan penyusupan. Sistem keamanan konvensional umumnya masih memiliki keterbatasan dalam melakukan pemantauan secara real-time dan jarak jauh. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem keamanan rumah berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor Passive Infrared (PIR) sebagai pendeteksi gerakan. Metode penelitian yang digunakan meliputi tahapan perencanaan, analisis kebutuhan, desain sistem, implementasi, dan pengujian. Sistem yang dikembangkan terdiri atas sensor PIR, ESP32, LED, buzzer, dan platform IoT yang terhubung ke internet melalui jaringan Wi-Fi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor PIR mampu mendeteksi gerakan dengan baik pada jarak 1 hingga 6 meter, yang ditandai dengan aktifnya LED dan buzzer serta tampilnya status "Ada Gerakan" pada dashboard monitoring. Pada jarak 7 hingga 8 meter, sensor tidak lagi mendeteksi gerakan sehingga sistem berada dalam kondisi normal. Pengujian konektivitas juga menunjukkan bahwa koneksi Wi-Fi, koneksi platform IoT, pengiriman data real-time, dan monitoring dashboard berjalan dengan baik. Berdasarkan hasil tersebut, sistem yang dikembangkan mampu berfungsi secara efektif sebagai solusi keamanan rumah berbasis IoT yang mendukung monitoring secara real-time dan jarak jauh.

Kata Kunci : Internet of Things, ESP32, Sensor PIR, Sistem Keamanan Rumah, Monitoring Real Time.

ABSTRACT (Times New Roman 11, Italic, spasi 1)

Home security is an important aspect that must be considered to protect residents and property from various threats, such as theft and unauthorized intrusion. Conventional security systems generally have limitations in providing real-time and remote monitoring capabilities. This study aims to design and develop a home security system based on the Internet of Things (IoT) using an ESP32 microcontroller and a Passive Infrared (PIR) sensor for motion detection. The research method consisted of five stages: planning, requirements analysis, system design, implementation, and testing. The developed system integrates a PIR sensor, ESP32, LED indicator, buzzer alarm, and a cloud-based monitoring platform connected through a Wi-Fi network. The testing results showed that the PIR sensor was able to detect motion effectively at distances ranging from 1 to 6 meters, as indicated by the activation of the LED and buzzer and the display of the "Motion Detected" status on the monitoring dashboard. At distances of 7 to 8 meters, the sensor was unable to detect motion, causing the system to remain in its normal state. Connectivity testing also demonstrated successful Wi-Fi connection, IoT platform integration, real-time data transmission, and dashboard monitoring. Based on these results, the proposed system can effectively function as an IoT-based home security solution that supports real-time and remote monitoring.

Keywords: *Internet of Things, ESP32, PIR Sensor, Home Security System, Real Time Monitoring.*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) telah membawa perubahan signifikan dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk pada bidang keamanan rumah. Meningkatnya aktivitas masyarakat di luar rumah menyebabkan kebutuhan akan sistem keamanan yang mampu melakukan pemantauan secara otomatis dan real-time menjadi semakin penting. Sistem keamanan rumah konvensional umumnya masih mengandalkan pengawasan langsung oleh penghuni atau penggunaan perangkat alarm sederhana yang memiliki keterbatasan dalam memberikan informasi secara cepat dan akurat ketika terjadi gangguan keamanan.

Kasus pencurian dan tindakan kriminal di lingkungan permukiman masih menjadi permasalahan yang sering terjadi. Ketika rumah ditinggalkan dalam keadaan kosong, pemilik rumah sering kali tidak dapat mengetahui secara langsung apabila terdapat aktivitas mencurigakan di area rumahnya. Kondisi ini menyebabkan keterlambatan dalam pengambilan tindakan sehingga berpotensi menimbulkan kerugian materi maupun psikologis bagi pemilik rumah. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem keamanan yang mampu mendeteksi keberadaan manusia atau pergerakan objek secara otomatis serta memberikan informasi secara cepat kepada pengguna.

Salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk mendukung sistem keamanan rumah adalah penggunaan sensor Passive Infrared (PIR) yang mampu mendeteksi perubahan radiasi inframerah yang dipancarkan oleh tubuh manusia. Sensor PIR memiliki keunggulan berupa konsumsi daya yang rendah, harga yang relatif terjangkau, serta kemampuan mendeteksi gerakan dalam area tertentu. Integrasi sensor PIR dengan mikrokontroler berbasis Wi-Fi seperti ESP32 memungkinkan pengembangan sistem keamanan rumah yang dapat melakukan monitoring secara real-time melalui jaringan internet.

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan suatu sistem keamanan rumah yang mampu mendeteksi keberadaan manusia secara otomatis dan memberikan informasi secara cepat kepada pengguna. Penelitian ini menawarkan solusi berupa perancangan dan pembangunan sistem keamanan rumah berbasis IoT dengan memanfaatkan ESP32 sebagai pengendali utama dan sensor PIR sebagai perangkat pendeteksi gerakan.

Sistem yang dikembangkan bekerja dengan cara mendeteksi pergerakan manusia menggunakan sensor PIR. Ketika sensor mendeteksi adanya gerakan, ESP32 akan memproses informasi tersebut dan mengaktifkan perangkat keluaran seperti buzzer atau lampu indikator sebagai alarm lokal. Selain itu, data deteksi dapat dikirimkan ke platform IoT berbasis cloud sehingga pengguna dapat memantau kondisi keamanan rumah secara real-time melalui perangkat smartphone atau komputer yang terhubung ke internet.

Dengan adanya sistem ini diharapkan proses pengawasan keamanan rumah dapat dilakukan secara otomatis, efektif, dan mampu meningkatkan respon pengguna terhadap potensi gangguan keamanan.

2. METODE

Pada dasarnya bagian ini menjelaskan bagaimana macam bahan yang digunakan.

2.1 Perancangan

Tahap perencanaan merupakan tahap awal yang dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan dan menentukan tujuan penelitian. Pada tahap ini dilakukan studi literatur mengenai teknologi Internet of Things (IoT), ESP32, sensor PIR, serta sistem keamanan rumah yang telah dikembangkan sebelumnya.

2.2 Analisis Kebutuhan

Tahap analisis kebutuhan dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan sistem baik dari sisi perangkat keras maupun perangkat lunak.

a. Kebutuhan Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

Tabel 1. Kebutuhan Perangkat Keras

No	Komponen	Fungsi
1	ESP32	Mikrokontroler dan pengolah data
2	Sensor PIR	Mendeteksi gerakan manusia
3	Buzzer	Alarm peringatan
4	LED	Indikator status deteksi
5	Kabel Jumper	Penghubung komponen
6	Breadboard	Media perakitan rangkaian
7	Catu Daya	Sumber tegangan sistem

b. Kebutuhan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan meliputi:

Tabel 2. Kebutuhan Perangkat Lunak

No	Perangkat Lunak	Fungsi
1	Arduino IDE	Pemrograman ESP32
2	Browser Web	Monitoring dashboard
3	Sistem Operasi Windows	Platform pengembangan

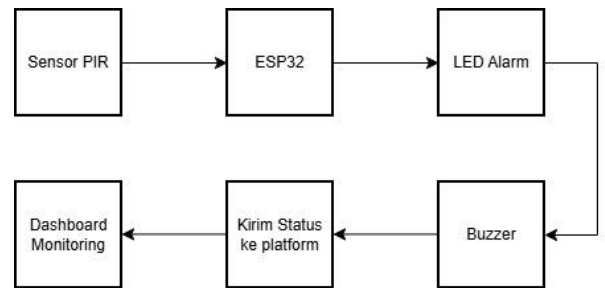
c. Kebutuhan Fungsional

- Mendeteksi gerakan manusia menggunakan sensor PIR.
- Mengaktifkan buzzer ketika gerakan terdeteksi.
- Menyalakan LED sebagai indikator alarm.

2.3 Design

Tahap desain dilakukan untuk merancang arsitektur sistem, diagram alir, dan rancangan perangkat keras yang akan digunakan

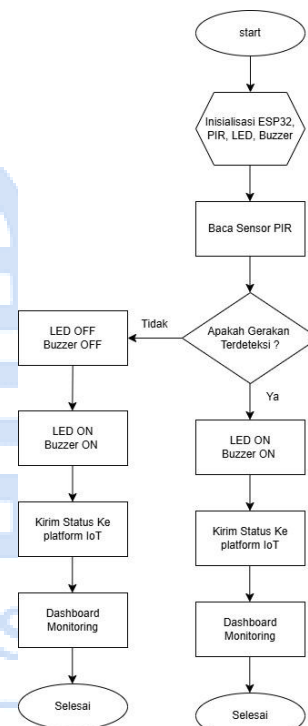
a. Design Arsitektur Sistem



Gambar 1. Design arsitektur sistem

b. Design Alur Sistem

Alur kerja sistem sebagai berikut:



Gambar 2. Flowcart sistem

- Sensor PIR mendeteksi adanya gerakan.
- ESP32 membaca status sensor.
- Jika terdapat gerakan:
 - LED menyala.
 - Buzzer aktif.
 - Status "Gerakan Terdeteksi" dikirim ke dashboard monitoring.
- Jika tidak ada Gerakan :
 - LED mati.
 - Buzzer tidak aktif.
 - Status "Tidak Ada Gerakan" ditampilkan pada dashboard.

- Dashboard menampilkan status deteksi secara real-time.

2.4 Implementasi

Tahap implementasi merupakan proses merealisasikan desain sistem menjadi perangkat yang dapat beroperasi. Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini meliputi:

- a. Implementasi Perangkat Keras
Merangkai ESP32 dengan sensor PIR, Menghubungkan LED dan buzzer ke ESP32, Melakukan koneksi catu daya.
- b. Implementasi Perangkat Lunak
Membuat program pembacaan sensor PIR, Membuat program pengendalian LED dan buzzer, Mengimplementasikan koneksi WiFi pada ESP32, Mengintegrasikan ESP32 dengan platform Adafruit IO.

2.5 Pengujian

Tahap pengujian dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem yang telah dibangun.

Metode pengujian yang digunakan adalah Black Box Testing dan pengujian performa sistem.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil

Penelitian ini menghasilkan sebuah sistem keamanan rumah berbasis Internet of Things (IoT) yang memanfaatkan ESP32 sebagai pengendali utama dan sensor PIR sebagai pendeteksi gerakan. Sistem yang dikembangkan mampu mendeteksi keberadaan manusia atau objek bergerak di area pengawasan, mengaktifkan alarm lokal berupa LED dan buzzer.

- a. Hasil Implementasi Perangkat Keras
Implementasi perangkat keras terdiri atas beberapa komponen utama yaitu ESP32, sensor PIR, LED indikator, buzzer, dan koneksi Wi-Fi. Sensor PIR berfungsi mendeteksi perubahan radiasi inframerah yang dihasilkan oleh pergerakan manusia. Ketika sensor mendeteksi gerakan, sinyal

digital dikirimkan ke ESP32 untuk diproses lebih lanjut.

Tabel 2. Konfigurasi Perangkat Keras

Komponen	Fungsi
ESP32	Pengendali sistem dan komunikasi IoT
Sensor PIR	Deteksi gerakan manusia
LED	Indikator visual alarm
Buzzer	Alarm suara
Wi-Fi	Komunikasi data ke cloud

- b. Hasil Implementasi Perangkat Keras
Perangkat lunak dikembangkan menggunakan Arduino IDE. Program yang dibuat terdiri dari beberapa fungsi utama, yaitu:
 1. Membaca status sensor PIR.
 2. Mengaktifkan LED dan buzzer ketika gerakan terdeteksi.
 3. Mengirimkan data status ke platform cloud IoT.
 4. Menampilkan hasil monitoring secara real-time.

Ketika sensor PIR mendeteksi gerakan, sistem menghasilkan keluaran berupa:

- LED menyala.
- Buzzer aktif.
- Status "Gerakan Terdeteksi" dikirim ke dashboard monitoring.

Sebaliknya, ketika tidak terdapat gerakan:

- LED mati.
- Buzzer tidak aktif.
- Status "Tidak Ada Gerakan" ditampilkan pada dashboard.

- c. Hasil Pengujian
Pengujian dilakukan dengan mengamati kemampuan sensor PIR dalam mendeteksi gerakan pada berbagai jarak. Status buzzer, status led dan dashboard monitoring.

Tabel 3. Hasil Pengujian sensor, buzzer, led dan dashboard monitoring.

Jarak (Meter)	Status Deteksi	Buzzer	LED	Dashboard Monitoring
1	Terdeteksi	ON	ON	ada Gerakan

2	Terdeteksi	ON	ON	ada Gerakan
3	Terdeteksi	ON	ON	ada Gerakan
4	Terdeteksi	ON	ON	ada Gerakan
5	Terdeteksi	ON	ON	ada Gerakan
6	Terdeteksi	ON	ON	ada Gerakan
7	Tidak Terdeteksi	OFF	OFF	Tidak ada Gerakan
8	Tidak Terdeteksi	OFF	OFF	Tidak ada Gerakan

Pengujian konektivitas dilakukan untuk mengetahui keberhasilan pengiriman data dari ESP32 ke platform IoT.

Tabel 4. Hasil Pengujian Pengiriman Data

No	Pengujian	Hasil
1	Koneksi Wi-Fi	Berhasil
2	Koneksi Platform IoT	Berhasil
3	Pengiriman Data Real-Time	Berhasil
4	Monitoring Dashboard	Berhasil

3.2. Pembahasan

Penulisan satuan di dalam artikel memperhatikan aturan sebagai-berikut:

a. Analisis Kemampuan Sistem Dalam Mendeteksi Gerakan.

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, sistem keamanan rumah yang dikembangkan mampu mendeteksi pergerakan manusia menggunakan sensor PIR dengan baik. Ketika terjadi perubahan radiasi inframerah akibat adanya pergerakan manusia di area sensor, sensor menghasilkan sinyal digital yang kemudian diproses oleh ESP32 untuk mengaktifkan alarm dan mengirimkan informasi ke platform IoT.

b. Analisis Respon Sistem Keamanan.

Pengujian menunjukkan bahwa respon sistem berlangsung secara cepat setelah

sensor mendeteksi gerakan. Aktivasi LED dan buzzer terjadi hampir secara langsung tanpa keterlambatan yang signifikan. Selain itu, status deteksi juga berhasil dikirim ke dashboard monitoring secara real-time melalui jaringan internet.

3.3. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada laboratorium FTID yang sudah memberikan akses untuk menggunakan peralatan internet of things.

4. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem keamanan rumah berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan ESP32 dan sensor PIR, dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Sistem keamanan rumah yang dibangun menggunakan ESP32 dan sensor PIR berhasil diimplementasikan dengan baik serta mampu mendeteksi keberadaan gerakan manusia secara otomatis.
- Berdasarkan hasil pengujian sensor PIR, sistem mampu mendeteksi gerakan pada jarak 1 hingga 6 meter dengan tingkat keberhasilan 100%, yang ditandai dengan aktifnya buzzer, LED, serta tampilnya status "Ada Gerakan" pada dashboard monitoring. Sementara itu, pada jarak 7 hingga 8 meter sensor tidak lagi mampu mendeteksi gerakan sehingga buzzer dan LED berada pada kondisi OFF serta dashboard menampilkan status "Tidak Ada Gerakan".
- Sistem alarm yang terdiri dari LED dan buzzer mampu bekerja sesuai dengan kondisi yang terdeteksi oleh sensor PIR. Ketika gerakan terdeteksi, LED dan buzzer aktif secara otomatis, sedangkan ketika tidak terdapat gerakan, kedua perangkat tersebut berada pada kondisi nonaktif.
- Hasil pengujian konektivitas menunjukkan bahwa ESP32 berhasil terhubung ke jaringan Wi-Fi dan platform

IoT dengan baik. Pengiriman data secara real-time dari ESP32 ke dashboard monitoring juga berjalan dengan sukses tanpa mengalami kegagalan selama proses pengujian.

- e. Dashboard monitoring berhasil menampilkan informasi kondisi keamanan rumah secara real-time sesuai dengan data yang diperoleh dari sensor PIR. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan teknologi IoT mampu meningkatkan kemampuan monitoring jarak jauh pada sistem keamanan rumah.

4.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

- a. Menambahkan fitur notifikasi otomatis melalui aplikasi pesan instan, email, atau smartphone sehingga pengguna dapat menerima peringatan secara langsung ketika sistem mendeteksi adanya Gerakan.
- b. Menambahkan sensor keamanan lainnya seperti sensor magnetik pintu, sensor asap, sensor gas, atau sensor getaran untuk meningkatkan cakupan dan tingkat keamanan sistem.
- c. Mengimplementasikan protokol komunikasi IoT yang lebih ringan seperti MQTT untuk meningkatkan efisiensi pengiriman data dan mengurangi penggunaan bandwidth jaringan.

Dengan pengembangan tersebut, sistem keamanan rumah berbasis ESP32 dan sensor PIR diharapkan dapat menjadi solusi yang lebih cerdas, andal, dan sesuai dengan kebutuhan sistem keamanan modern berbasis Internet of Things.

5. DAFTAR PUSTAKA

Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M. and Ayyash, M. (2015) 'Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and

Applications', IEEE Communications Surveys & Tutorials, 17(4), pp. 2347–2376.

Atzori, L., Iera, A. and Morabito, G. (2010) 'The Internet of Things: A Survey', Computer Networks, 54(15), pp. 2787–2805.

Bahga, A. and Madiseti, V.K. (2015) Internet of Things: A Hands-On Approach. Blacksburg, VA: VPT Publishing.

Banzi, M. and Shiloh, M. (2022) Getting Started with Arduino. 4th edn. Sebastopol, CA: O'Reilly Media.

Buyya, R. and Dastjerdi, A.V. (2016) Internet of Things: Principles and Paradigms. Burlington, MA: Morgan Kaufmann.

Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S. and Palaniswami, M. (2013) 'Internet of Things (IoT): A Vision, Architectural Elements, and Future Directions', Future Generation Computer Systems, 29(7), pp. 1645–1660.

Kurniawan, A. (2019) Internet of Things Projects with ESP32. Birmingham: Packt Publishing.

Margolis, M. (2020) Arduino Cookbook. 3rd edn. Sebastopol, CA: O'Reilly Media.

Monk, S. (2023) Programming Arduino: Getting Started with Sketches. 3rd edn. New York: McGraw-Hill Education.

Raj, P. and Raman, A. (2017) The Internet of Things: Enabling Technologies, Platforms, and Use Cases. Boca Raton, FL: CRC Press.

Stallings, W. (2021) Wireless Communications and Networks. 3rd edn. Harlow: Pearson Education.

Tanenbaum, A.S. and Bos, H. (2023) Computer Networks. 6th edn. Boston: Pearson.

Yick, J., Mukherjee, B. and Ghosal, D. (2008) 'Wireless Sensor Network Survey', Computer Networks, 52(12), pp. 2292–2330.

Zanella, A., Bui, N., Castellani, A., Vangelista, L. and Zorzi, M. (2014) 'Internet of Things for Smart Cities', IEEE Internet of Things Journal, 1(1), pp. 22–32.

Ray, P.P. (2018) 'A Survey on Internet of Things Architectures', Journal of King Saud

University – Computer and Information
Sciences, 30(3), pp. 291–319.

