

Desain dan Pengembangan Robot Monitoring Keamanan Berbasis Internet of Things dengan Dukungan Transmisi Video Real-Time Menggunakan ESP32-CAM

¹Theofilus Herly Hatonangan Samosir, ²Layli Ana
¹Sistem Komputer, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan

E-mail: ¹theosamosir@unpam.ac.id, ²dosen03084@unpam.ac.id

ABSTRAK

Keamanan merupakan aspek penting dalam melindungi rumah, kantor, dan gudang dari potensi penyusupan dan pencurian. Sistem pengawasan konvensional yang menggunakan kamera CCTV statis terbatas karena hanya dapat memantau area tertentu dan tidak dapat bergerak untuk mencakup area yang tidak teramati. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun robot pemantauan keamanan berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan ESP32-CAM dengan transmisi video real-time. Sistem yang dikembangkan terdiri dari ESP32-CAM sebagai mikrokontroler dan modul kamera, Modul Penggerak Motor L298N, dua motor DC, sasis robot, dan baterai sebagai sumber daya. Robot dikendalikan melalui antarmuka web yang dapat diakses menggunakan smartphone atau laptop melalui jaringan Wi-Fi. Kamera ESP32-CAM menampilkan aliran video real-time, memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi lingkungan dan mengontrol pergerakan robot ke berbagai arah. Metode penelitian yang digunakan adalah Riset dan Pengembangan (R&D), yang meliputi tinjauan pustaka, analisis kebutuhan, desain perangkat keras dan perangkat lunak, implementasi sistem, serta pengujian dan analisis data. Parameter pengujian meliputi keberhasilan kontrol gerak robot, kualitas streaming video, waktu respons sistem, dan jangkauan koneksi Wi-Fi. Hasil penelitian diharapkan dapat menunjukkan bahwa sistem tersebut mampu menampilkan video secara real-time dan mengendalikan robot dengan respons yang baik. Prototipe ini dapat menjadi solusi pemantauan keamanan yang efektif, fleksibel, dan ekonomis.

Kata kunci : *Internet of Things, ESP32-CAM, robot monitoring, keamanan, video streaming real-time.*

ABSTRACT

Security is a crucial aspect in protecting homes, offices, and warehouses from potential intrusions and theft. Conventional surveillance systems using static CCTV cameras are limited in that they can only monitor a specific area and cannot move to cover unobserved areas. This research aims to design and build an Internet of Things (IoT)-based security monitoring robot using an ESP32-CAM with real-time video transmission. The developed system consists of an ESP32-CAM as a microcontroller and camera module, an L298N Motor Driver Module, two DC motors, a robot chassis, and a battery as a power source. The robot is controlled through a web interface accessible using a smartphone or laptop via a Wi-Fi network. The ESP32-CAM's camera displays a real-time video stream, allowing users to monitor environmental conditions and control the robot's movements in various directions. The research method used was Research and Development (R&D), which included literature review, requirements analysis, hardware and software design, system implementation, and data testing and analysis. Test parameters included the success of the robot's motion control, video streaming quality, system response time, and Wi-Fi connection range. The research results are expected to demonstrate that the system is capable of displaying real-time video and controlling the robot with good responsiveness. This prototype could be an effective, flexible, and economical security monitoring solution.

Keyword : *Internet of Things, ESP32-CAM, robot monitoring, security, real-time video streaming.*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) telah memberikan dampak signifikan terhadap berbagai bidang kehidupan, termasuk sistem keamanan dan pengawasan. IoT memungkinkan berbagai perangkat elektronik saling terhubung melalui jaringan internet sehingga dapat melakukan pertukaran data secara real-time tanpa memerlukan interaksi manusia secara langsung. Pemanfaatan IoT pada sistem keamanan memberikan kemudahan dalam melakukan pemantauan kondisi lingkungan secara jarak jauh dengan tingkat efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan sistem konvensional (Anjani 2020). Sistem pengawasan keamanan yang umum digunakan saat ini masih didominasi oleh penggunaan kamera CCTV statis. Meskipun mampu merekam aktivitas pada area tertentu, kamera CCTV memiliki keterbatasan dalam menjangkau titik-titik yang tidak berada dalam cakupan pengamatan kamera. Kondisi tersebut menyebabkan adanya area blind spot yang berpotensi dimanfaatkan oleh pihak yang tidak bertanggung jawab untuk melakukan tindakan kriminal. Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Pratama, Martias, and Adianto 2023) sistem pengawasan bergerak berbasis robot mampu meningkatkan efektivitas pemantauan hingga area yang sulit dijangkau oleh kamera statis. Kemajuan teknologi mikrokontroler telah menghadirkan berbagai perangkat yang mendukung implementasi IoT, salah satunya adalah ESP32-CAM. Modul ini mengintegrasikan mikrokontroler ESP32 dengan kamera OV2640 yang memiliki kemampuan transmisi gambar melalui jaringan Wi-Fi. Selain memiliki ukuran yang ringkas, ESP32-CAM juga menawarkan biaya implementasi yang

relatif rendah sehingga banyak digunakan dalam pengembangan sistem monitoring dan keamanan berbasis IoT (Zakaria et al. 2024).

Penelitian mengenai robot monitoring berbasis IoT terus mengalami perkembangan. Robot monitoring memungkinkan pengguna melakukan pengawasan lingkungan secara fleksibel dengan mengendalikan pergerakan robot melalui jaringan internet. Penelitian yang dilakukan oleh (Wijaya and Rino 2024) menunjukkan bahwa penggunaan robot monitoring dengan kamera real-time dapat meningkatkan kemampuan observasi lingkungan dibandingkan sistem pengawasan tetap karena mampu menjangkau area yang lebih luas dan dinamis. Selain kemampuan mobilitas, aspek transmisi video secara real-time menjadi faktor penting dalam sistem monitoring keamanan. Video streaming memungkinkan pengguna memperoleh informasi visual secara langsung mengenai kondisi lingkungan yang sedang dipantau. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Dwi Imaniawan, Wijiarto, and Mulyanto 2020) sistem video streaming berbasis ESP32-CAM mampu memberikan performa yang baik untuk kebutuhan monitoring jarak dekat dengan waktu respons yang relatif cepat dan konsumsi daya yang rendah.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun robot monitoring keamanan berbasis IoT menggunakan ESP32-CAM dengan transmisi video real-time. Sistem yang dikembangkan diharapkan mampu memberikan solusi pengawasan yang lebih fleksibel, efektif, dan ekonomis dibandingkan sistem pengawasan konvensional. Selain itu, penelitian ini juga menguji kemampuan kontrol pergerakan robot, kualitas video streaming, serta jangkauan konektivitas

Wi-Fi untuk mendukung implementasi sistem keamanan yang optimal.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Internet Of Things

Internet of Things (IoT) adalah konsep yang memungkinkan berbagai perangkat fisik saling terhubung melalui internet untuk secara otomatis bertukar data, tanpa memerlukan interaksi manusia secara langsung. Teknologi IoT menggunakan sensor, aktuator, mikrokontroler, dan jaringan komunikasi untuk mengumpulkan dan mengirimkan informasi secara real-time. Di sektor keamanan, IoT banyak digunakan untuk memantau sistem, mengendalikan perangkat dari jarak jauh, dan mengirimkan pemberitahuan kepada pengguna ketika kondisi tertentu terjadi (Imamah, WP, and Reynaldi 2022). Penerapan IoT dalam sistem keamanan dapat meningkatkan efisiensi pemantauan lingkungan, karena data dapat diakses kapan saja dan di mana saja melalui perangkat yang terhubung ke internet (Nannung et al. 2025)

2.2 ESP32-CAM

ESP32-CAM adalah modul mikrokontroler berbasis ESP32 yang dilengkapi dengan kamera OV2640 dan konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth. Modul ini menawarkan kemampuan pemrosesan data yang tinggi dan konsumsi daya yang relatif rendah, sehingga banyak digunakan dalam aplikasi pemantauan berbasis IoT. Keunggulan ESP32-CAM terletak pada kemampuannya untuk menangkap dan mengirimkan video secara real-time melalui jaringan nirkabel tanpa memerlukan perangkat tambahan yang kompleks (Hanafie, Kamal, and Ramadhan 2022)

Menurut (Herly, Samosir, and Hidayat n.d.) , ESP32-CAM merupakan solusi ekonomis untuk pengembangan sistem keamanan karena biaya implementasinya yang lebih rendah dibandingkan dengan sistem kamera pengawasan konvensional.

2.3 Modul Driver Motor L298N

L298N adalah modul penggerak motor yang berfungsi sebagai pengontrol kecepatan dan arah untuk motor DC. Modul ini bertindak sebagai antarmuka antara mikrokontroler dan motor, memungkinkan mikrokontroler untuk mengontrol motor dengan arus yang lebih besar dari kapasitas pin output mikrokontroler. Dalam penelitian ini, L298N digunakan untuk mengontrol dua motor DC yang berfungsi sebagai penggerak utama robot. Dengan menyesuaikan logika pada pin input penggerak motor, robot dapat bergerak maju, mundur, berbelok kanan, atau berbelok kiri sesuai dengan perintah yang diberikan melalui antarmuka web (Ipanhar 2022)

2.4 Robot Monitoring Keamanan

Robot pemantau adalah perangkat bergerak yang dirancang untuk memantau lingkungan secara otomatis atau dikendalikan dari jarak jauh oleh pengguna. Robot ini biasanya dilengkapi dengan kamera, sensor, dan sistem komunikasi yang memungkinkan pengguna untuk mendapatkan informasi real-time tentang kondisi lingkungan. Penggunaan robot pemantau dalam sistem keamanan menawarkan fleksibilitas yang lebih besar daripada kamera statis, karena robot dapat bergerak di sekitar area yang ingin diamatinya. Penelitian oleh (Pratama, Martias, and Adianto 2023) menunjukkan bahwa robot pemantau berbasis IoT dapat meningkatkan cakupan pengawasan dan mengurangi titik buta yang sering ditemukan pada sistem CCTV konvensional.

2.5 Sistem Pemantauan berbasis Web

Sistem pemantauan berbasis web adalah aplikasi yang memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengontrol perangkat melalui browser, tanpa perlu menginstal aplikasi tambahan. Antarmuka web menyediakan akses yang

mudah, karena dapat dijalankan pada berbagai perangkat seperti smartphone, tablet, dan komputer. Menurut (Utama and Kolago 2024) Penggunaan server web terintegrasi pada ESP32-CAM memungkinkan pengguna untuk mengakses video streaming dan mengontrol perangkat secara real-time melalui jaringan Wi-Fi. Pendekatan ini meningkatkan fleksibilitas dan kemudahan penggunaan sistem pemantauan keamanan berbasis IoT.

3. METODOLOGI

Metode penelitian yang digunakan dalam studi ini adalah Penelitian dan Pengembangan (R&D). Metode R&D dipilih karena studi ini bertujuan untuk merancang, membangun, dan menguji produk berupa robot pemantau keamanan berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan ESP32-CAM dengan transmisi video real-time. Metode ini mencakup tahapan analisis kebutuhan, desain sistem, implementasi, pengujian, dan evaluasi kinerja sistem yang dikembangkan.

3.1 Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem mengilustrasikan hubungan antara komponen yang digunakan dalam penelitian ini. Sistem robot pemantauan keamanan berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan ESP32-CAM dirancang untuk memungkinkan pengguna memantau dan mengontrol robot secara real-time melalui jaringan Wi-Fi menggunakan smartphone atau laptop. Dalam sistem yang dikembangkan, ESP32-CAM berfungsi sebagai pengontrol pusat dan perangkat streaming video. ESP32-CAM terhubung ke jaringan Wi-Fi dan menjalankan server web yang dapat diakses pengguna melalui browser. Ketika pengguna mengakses alamat IP ESP32-CAM, sistem menampilkan antarmuka pemantauan yang berisi tampilan video real-time dan tombol navigasi untuk mengontrol

pergerakan robot. Perintah yang diberikan oleh pengguna melalui antarmuka web dikirim ke ESP32-CAM melalui jaringan Wi-Fi. ESP32-CAM kemudian memproses perintah ini dan mengirimkan sinyal kontrol ke modul penggerak motor L298N. Penggerak motor kemudian mengontrol arah putaran motor DC, sehingga robot dapat bergerak maju, mundur, berbelok kiri atau kanan sesuai instruksi pengguna. Selain mengontrol pergerakan robot, ESP32-CAM juga mengaktifkan kamera OV2640 untuk menangkap gambar secara langsung. Data video yang ditangkap oleh kamera diproses dan dialirkan ke browser pengguna, memungkinkan tampilan lingkungan yang dipantau secara real-time.

Sistem ini ditenagai oleh baterai yang terpasang pada robot. Baterai tersebut menyediakan daya untuk ESP32-CAM, penggerak motor L298N, dan motor DC, memungkinkan seluruh sistem beroperasi secara otonom, tanpa memerlukan sumber daya eksternal.

ARSITEKTUR SISTEM PADA ROBOT MONITORING KEAMANAN BERBASIS IoT MENGGUNAKAN ESP32-CAM



Gambar 3.1 Arsitektur Sistem

3.2 Diagram Blok Sistem

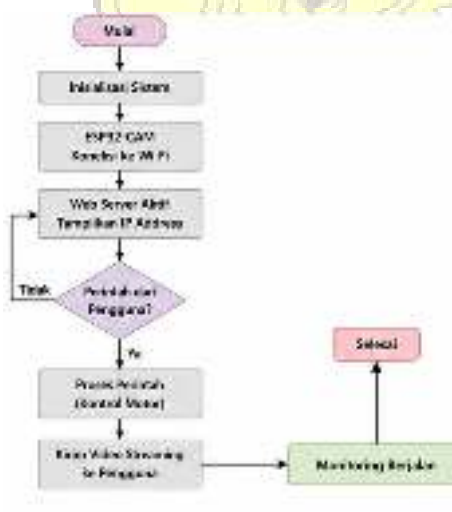
Diagram blok sistem digunakan untuk menggambarkan hubungan antar komponen yang terdapat pada robot monitoring keamanan berbasis IoT menggunakan ESP32-CAM. Sistem terdiri dari tiga bagian utama yaitu input, proses, dan output. Berikut gambar pada Gambar 3.2 sebagai penjelasan diagram blok sistem



Gambar 3.2 Diagram Blok Sistem

3.3 Flowchart Sistem

Flowchart sistem digunakan untuk menggambarkan alur kerja robot monitoring keamanan berbasis IoT menggunakan ESP32-CAM mulai dari proses inialisasi hingga pengendalian robot dan pengiriman video secara real-time kepada pengguna. Flowchart ini menunjukkan hubungan antara pengguna, jaringan Wi-Fi, ESP32-CAM, kamera, dan motor penggerak robot.



Gambar 3.3 Flowchart Sistem

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini adalah sebuah prototipe robot monitoring keamanan berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan ESP32-CAM yang mampu melakukan pemantauan lingkungan secara real-time melalui

jaringan Wi-Fi. Sistem yang dikembangkan terdiri dari ESP32-CAM sebagai mikrokontroler dan modul kamera, driver motor L298N sebagai pengendali motor, dua motor DC sebagai penggerak robot, baterai sebagai sumber daya, serta antarmuka web yang digunakan untuk mengontrol robot dan menampilkan video streaming. Robot dapat dikendalikan menggunakan smartphone maupun laptop yang terhubung pada jaringan Wi-Fi yang sama dengan ESP32-CAM. Pengguna dapat memantau kondisi lingkungan melalui tampilan video real-time sekaligus mengendalikan pergerakan robot ke berbagai arah sesuai kebutuhan pemantauan.

4.1 Implementasi Perangkat Keras

Implementasi perangkat keras dilakukan dengan merangkai seluruh komponen sesuai dengan desain sistem yang telah dirancang

Komponen yang digunakan terdiri dari :

No	Komponen	Fungsi
1	ESP32-CAM	Mikrokontroler dan kamera monitoring
2	Driver Motor L298N	Pengendali arah dan kecepatan motor
3	Motor DC	Penggerak robot
4	Chassis Robot	Kerangka robot
5	Baterai	Sumber daya sistem
6	Smartphone / Laptop	Media monitoring dan kontrol

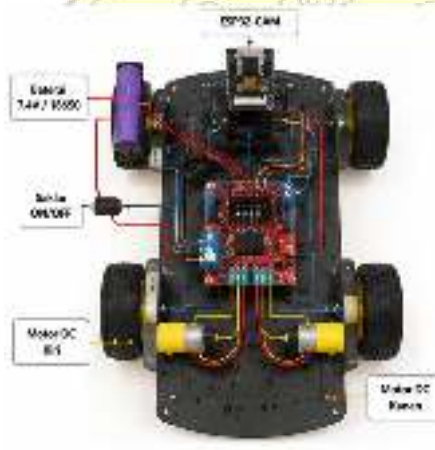
Table 4.1 Komponen Perangkat

ESP32-CAM dihubungkan dengan modul driver motor L298N melalui

pin GPIO yang berfungsi sebagai sinyal kendali motor. Driver motor kemudian mengontrol putaran motor DC sehingga robot dapat bergerak sesuai perintah yang diterima dari pengguna.

4.2 Tampilan Perangkat Keras

Tampilan perangkat keras adalah bentuk fisik dari robot pemantauan keamanan berbasis IoT yang telah dikembangkan dan diimplementasikan. Perangkat keras ini terdiri dari beberapa komponen terintegrasi utama untuk memungkinkan fungsi pemantauan dan pengendalian waktu nyata bagi robot.



Gambar 4.2 Tampilan Perangkat keras

4.3 Implementasi Perangkat Lunak

Flowchart Perangkat lunak dikembangkan menggunakan Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C++. Program yang ditanamkan pada ESP32-CAM memiliki beberapa fungsi utama yaitu:

- Menghubungkan perangkat ke jaringan Wi-Fi.
- Menjalankan web server.
- Menampilkan video streaming secara real-time.
- Menerima perintah kontrol dari pengguna.
- Mengendalikan driver motor L298N.
- Mengatur pergerakan robot sesuai perintah.

Ketika ESP32-CAM berhasil terhubung ke jaringan Wi-Fi, sistem akan menghasilkan alamat IP yang dapat diakses melalui browser pengguna.

4.4 Tampilan Antarmuka

Antarmuka web berfungsi sebagai media interaksi antara pengguna dan robot monitoring. Halaman web terdiri dari dua bagian utama yaitu:

- Tampilan pada Website Smartphone

Gambar dibawah adalah pengujian robot melalui smartphone melalui website dengan mengakses ip address yang saling terhubung dengan robot



Gambar 4.3 Tampilan Website

- Tampilan Navigasi Robot

Gambar berikut adalah tampilan navigasi untuk menggerakkan atau mengendalikan robot



Gambar 4.4 Tampilan Navigasi

4.5 Pengujian

A. Pengujian Blackbox

Pengujian dilakukan dengan memberikan perintah melalui halaman web dan mengamati respons robot.

No	Perintah	Respon Robot	Status
1	Maju	Robot bergerak Maju	Berhasil
2	Mundur	Robot bergerak Mundur	Berhasil
3	Kiri	Robot berbelok kiri	Berhasil
4	Kanan	Robot berbelok kanan	Berhasil
5	Stop	Robot berhenti	Berhasil

Table 4.2 Pengujian Blackbox

Pada Table 4.2 Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh perintah dapat diterima dan dijalankan dengan baik oleh sistem

B. Pengujian Jangkauan Wifi

Pengujian dilakukan dengan mengukur kemampuan sistem dalam mempertahankan koneksi pada berbagai jarak.

Jarak	Kondisi Sistem
5 Meter	Sangat Baik
10 Meter	Baik
15 Meter	Baik
20 Meter	Cukup
>20 Meter	Terjadi penurunan sinyal

Table 4.2 Pengujian Jangkauan Wifi

Hasil menunjukkan bahwa kualitas koneksi dipengaruhi oleh jarak dan hambatan fisik yang berada di antara robot dan perangkat pengguna.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa robot pemantauan keamanan berbasis IoT dengan ESP32-CAM telah berhasil dikembangkan dan diimplementasikan. Sistem ini memungkinkan pemantauan lingkungan secara real-time melalui streaming video dan kontrol pergerakan robot melalui antarmuka web yang terhubung ke jaringan Wi-Fi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semua fungsi sistem, baik transmisi video maupun navigasi robot, bekerja sesuai rencana. Oleh karena

merupakan solusi pemantauan keamanan yang efisien, fleksibel, dan ekonomis untuk berbagai lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anjani, Aisah Puri. 2020. "Implementasi Search Engine Optimization (SEO) Pada Website Hanger Kayu Berlogo Sebagai Media Promosi." 10(2): 519–33.
- Dwi Imaniawan, Fabriyan Fandi, Ragil Wijianto, and Joko Dwi Mulyanto. 2020. "Penerapan Search Engine Optimization Untuk Meningkatkan Peringkat Website Pada Search Engine Results Page Google (Studi Kasus: Www.Superbengkel.Co.Id)." *EVOLUSI: Jurnal Sains dan Manajemen* 8(2).
- Hanafie, Ahmad, Kamal, and Rahmat Ramadhan. 2022. "Perancangan Alat Pendeteksi Gerak Sebagai Sistem Keamanan Menggunakan ESP32 CAM Berbasis IoT." *Jurnal Teknologi dan Komputer (JTEK)* 2(2). <https://jtek.ft-uim.ac.id/index.php/jtek/article/view/101>.
- Herly, Theofilus, Hatonangan Samosir, and Imam Hidayat. "Perancangan Sistem Monitoring Volume Air Dengan Sensor Ultrasonic HC-SR04 Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno." 10(1): 84–90.
- Imamah, Nurul, Sutiyono WP, and Ari Reynaldi. 2022. "Perancangan Dan Implementasi Sistem Monitoring Keamanan Toko Berbasis Internet of Things (IoT) Dengan Menggunakan Mikrokontroler ESP32-CAM." *Computing: Jurnal Informatika* 9(2): 70–79. <https://ejournal.unibba.ac.id/index.php/computing/article/view/1025>.
- Ipanhar. 2022. "Perancangan Sistem Monitoring Pintu Otomatis Berbasis IoT Menggunakan ESP32-CAM." *Sigma Teknika* 5(2). <https://www.journal.unrika.ac.id/index.php/sigmateknika/article/view/4590>.
- Nannung, Jumita, Alimuddin Sa'ban Miru, Muliadi, and Gunawan. 2025. "Development of an IoT-Based Home Security System Prototype Using Multisensors and ESP32-CAM." *Journal of Embedded Systems, Security and Intelligent Systems*. <https://journal.unm.ac.id/index.php/JESSI/article/view/8456>.
- Pratama, Muhamad Puji Putra, Martias, and Harna Adianto. 2023. "Alat Keamanan Menggunakan Sensor Gerak Dengan ESP32 Cam Berbasis IoT." *INSANtek* 4(2): 69–76. <https://jurnal.bsi.ac.id/index.php/insantek/article/view/2117>.
- Utama, Y A K, and D P Kolago. 2024. "Desain Dan Analisis Akurasi Alat Ukur Ketinggian Air Di Sungai Untuk Sistem Peringatan Dini Bencana Banjir Berbasis Internet of Things." *Infotronik: Jurnal Teknologi Informasi dan Elektronika* 9(1).
- Wijaya, AnathaPindika, and Rino. 2024. "Flood Monitoring Early Warning System Using Internet of Things-Based Telegram." *bit-Tech* 6(3).
- Zakaria, Rahman, Citra Dewi, Hastuti, and Fadli Ranuharja. 2024. "Doorbell Monitoring System Using ESP32-CAM Based on Internet of Things (IoT)." *Journal of Industrial Automation and Electrical Engineering*. <https://jiaee.ppj.unp.ac.id/index.php/jiaee/article/view/48>.