

Simulasi Sistem Peringatan Dini Berbasis Sensor Gerak Ultrasonik Untuk Pencegahan Pencurian

Arjunnajah Muhammad Samhan^{1*}, Dwi Joko Supriyanto², Musa Muhammad Isa Al'Azzam³

¹Teknik Informatika/Illmu Komputer
(Universitas Duta Bangsa)

²Teknik Informatika/Illmu Komputer
(Universitas Duta Bangsa)

³Teknik Informatika/Illmu Komputer
(Universitas Duta Bangsa)

^{1*}arjunnajah.samhan239@gmail.com

²dwyjs22@gmail.com

³alazzam3776@gmail.com

Abstrak— Peningkatan angka kejahatan, khususnya pencurian, mendorong perlunya sistem keamanan yang lebih responsif dan modern dibandingkan sistem konvensional. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem peringatan dini berbasis sensor gerak ultrasonik HC-SR04 yang terintegrasi dengan mikrokontroler ESP32. Sistem ini dilengkapi dengan buzzer sebagai alarm dan sistem notifikasi real-time melalui aplikasi Telegram, yang memungkinkan pengguna menerima peringatan segera saat terdeteksi adanya pergerakan mencurigakan dalam radius kurang dari 200 cm. Proses pengembangan dimulai dari perancangan perangkat keras dan pemrograman mikrokontroler, diikuti dengan simulasi dan pengujian sistem menggunakan platform WOKWI. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu merespons secara cepat dan akurat terhadap aktivitas mencurigakan, dengan waktu respons rata-rata sekitar 2–3 detik. Sistem ini bekerja efektif dalam membedakan kondisi aman dan tidak aman, serta memberikan notifikasi yang tepat sasaran kepada pengguna. Keunggulan dari sistem ini terletak pada kemudahan implementasi, biaya yang relatif rendah, dan fleksibilitas dalam pengembangan lebih lanjut. Dengan potensi integrasi teknologi tambahan seperti kamera CCTV dan kecerdasan buatan (AI), sistem ini sangat relevan untuk diterapkan di berbagai lingkungan seperti rumah tinggal, kos-kosan, dan toko kecil. Penelitian ini menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi Internet of Things (IoT) dalam sistem keamanan dapat memberikan solusi yang efektif, praktis, dan terjangkau untuk masyarakat.

Kata Kunci— Sensor Ultrasonik, ESP32, Keamanan, Telegram, Sistem Peringatan Dini, IoT, Buzzer

Abstract— The increasing number of criminal cases, particularly theft, highlights the need for a more responsive and modern security system compared to conventional methods. This study aims to develop an early warning system based on the HC-SR04 ultrasonic motion sensor integrated with the ESP32 microcontroller. The system is equipped with a buzzer as an alarm and real-time notification capability via the Telegram application, allowing users to receive immediate alerts when suspicious movement is detected within a distance of less than 200 cm. The development process involved hardware design and microcontroller programming, followed by simulation and system testing using the WOKWI platform. Test results showed that the system responded quickly and accurately to suspicious activities, with an average response time of approximately 2–3 seconds. The system effectively distinguished between safe and unsafe conditions and provided timely and targeted notifications to users. The main advantages of this system include its ease of implementation, relatively low cost, and flexibility for further development. With potential integration of additional technologies such as CCTV cameras and artificial intelligence (AI), the system is highly relevant for deployment in environments such as residential homes, boarding houses, and small shops. This research demonstrates that the utilization of Internet of Things (IoT)-based technologies in security systems offers an effective, practical, and affordable solution for the public.

Keywords— Ultrasonic Sensor, ESP32, Security, Telegram, Early Warning System, IoT, Buzzer.

I. PENDAHULUAN

Keamanan properti pribadi seperti rumah, toko, dan kendaraan menjadi perhatian utama di tengah meningkatnya angka kejahatan, khususnya pencurian. Permintaan akan sistem keamanan yang lebih responsif dan modern, yang secara efektif mampu mendeteksi aktivitas mencurigakan, telah menjadi prioritas [1]. Sistem keamanan konvensional seperti kunci mekanis dan alarm dasar sering kali tidak mampu memberikan perlindungan yang memadai, karena umumnya tidak mampu memberikan peringatan secara *real-time* maupun merespons secara proaktif terhadap aktivitas mencurigakan di area yang diamankan.

Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, integrasi teknologi cerdas dalam sistem keamanan semakin dibutuhkan. Studi sebelumnya telah menunjukkan bahwa penerapan sistem keamanan berbasis sensor dan mikrokontroler itu efektif [2]. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem peringatan dini berbasis deteksi gerakan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dan mikrokontroler ESP32, yang dirancang khusus untuk mengidentifikasi pergerakan mencurigakan dan mengaktifkan alarm serta mengirimkan notifikasi real-time via Telegram. Penggunaan ESP32 untuk monitoring dan notifikasi keamanan telah banyak diterapkan [3].

Untuk meningkatkan keamanan properti, sistem ini mengintegrasikan deteksi gerak berbasis sensor dan komunikasi nirkabel sebagai solusi yang terjangkau dan efisien. Teknologi sensor ultrasonik seperti HC-SR04 telah umum diterapkan dalam berbagai aplikasi deteksi gerak dan pengenalan aktivitas [4]. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem peringatan dini berbasis deteksi gerakan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 yang terintegrasi dengan mikrokontroler ESP32, dirancang khusus untuk mengidentifikasi pergerakan mencurigakan. Sistem ini akan mengaktifkan alarm bunyi dan mengirimkan notifikasi real-time kepada

pemilik properti melalui aplikasi Telegram. Metode notifikasi instan via Telegram ini telah banyak diterapkan di berbagai sistem monitoring berbasis IoT untuk efektivitas komunikasi [5-7]. Proses pengembangan meliputi perancangan perangkat keras dan pemrograman mikrokontroler, serupa dengan pengembangan sistem keamanan otomatis yang melibatkan mikrokontroler [8]. Selain itu, penelitian ini juga memanfaatkan simulasi menggunakan platform Wokwi untuk memvalidasi fungsionalitas sistem sebelum implementasi fisik. Ke depan, sistem ini berpotensi dikembangkan dengan penambahan fitur seperti integrasi CCTV, klasifikasi objek berbasis AI, dan sumber daya cadangan

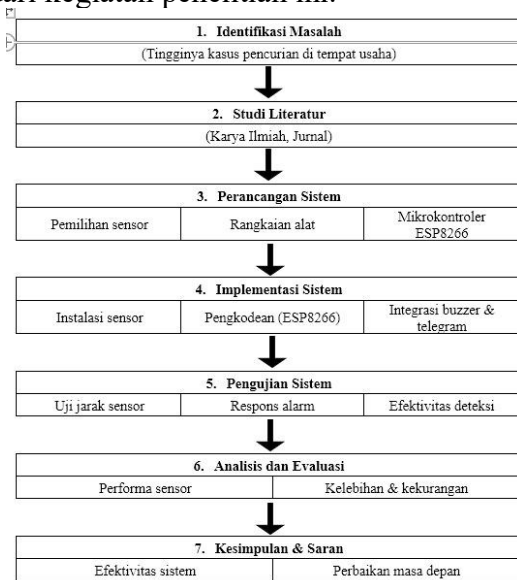
II. METODOLOGI PENELITIAN

Proses pengembangan sistem ini didahului dengan perancangan perangkat keras dan pemrograman mikrokontroler, sebuah pendekatan yang sering digunakan dalam berbagai penelitian sistem keamanan, seperti pengembangan sistem pengamanan pintu berbasis mikrokontroler [9]. Metode penelitian ini mengadopsi pendekatan eksperimen rekayasa perangkat keras dan lunak. Diawali dengan studi literatur komprehensif, peneliti melakukan kajian pustaka mendalam mengenai berbagai sistem keamanan berbasis sensor, khususnya yang memanfaatkan sensor gerak ultrasonik HC-SR04, mikrokontroler ESP32, dan sistem komunikasi notifikasi real-time melalui platform Telegram. Kajian ini menemukan bahwa teknologi sensor ultrasonik seperti HC-SR04 telah umum diterapkan dalam berbagai aplikasi deteksi gerak dan pengenalan aktivitas, serta pemanfaatan ESP32 untuk monitoring dan notifikasi keamanan melalui platform seperti Telegram telah banyak diimplementasikan. Literatur ini menjadi dasar esensial dalam menentukan desain sistem yang efisien dan tepat sasaran. Berikutnya, penelitian ini melakukan tahap uji coba dan validasi fungsionalitas sistem menggunakan simulasi di platform Wokwi, sebagai dasar hasil penelitian ini.

Setelah desain sistem dirasa matang, dilakukan pembuatan dan perakitan alat. Komponen dirakit pada papan sirkuit dan mikrokontroler diprogram agar mampu membaca data dari sensor ultrasonik, mendeteksi perubahan jarak sebagai indikasi adanya gerakan, serta mengaktifkan alarm dan mengirimkan pesan notifikasi ke Telegram secara real-time. Pendekatan integrasi notifikasi dan pengawasan melalui smartphone ini merupakan fitur penting dalam sistem keamanan rumah modern yang banyak diterapkan [10].

Selanjutnya dilakukan pengujian sistem dengan cara mensimulasikan berbagai kondisi pergerakan di hadapan sensor, baik dalam situasi normal maupun saat tidak ada gerakan. Pengujian ini mencakup aspek akurasi deteksi gerakan, kecepatan respon alarm, dan ketepatan sistem dalam mengirimkan notifikasi melalui Telegram. Data hasil pengujian kemudian dicatat dan dianalisis untuk mengevaluasi kinerja sistem, termasuk meninjau parameter seperti keakuratan deteksi, kemungkinan kesalahan seperti false positive atau false negative, dan kecepatan respon sistem.

Sebagai tahap akhir, seluruh proses mulai dari perancangan hingga evaluasi sistem didokumentasikan secara menyeluruh dalam bentuk laporan dan jurnal ilmiah yang menjadi luaran utama dari kegiatan penelitian ini.



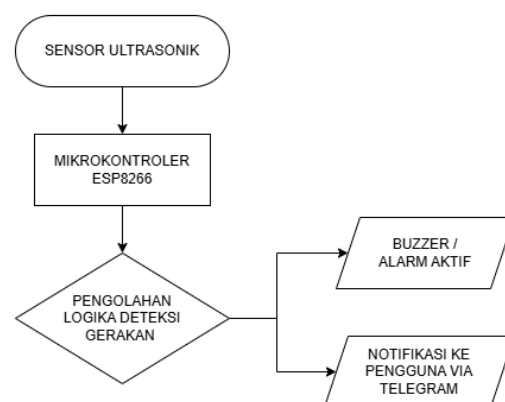
Gambar 1. Alur Metode Penelitian

NO	NAMA KOMPONEN	JUMLAH
1.	Mikrokontroler (ESP32)	1 Buah
2.	Sensor Ultrasonik (HC-SR04)	1 Buah
3.	Buzzer/ Alarm	1 Buah
4.	Telegram	1 Buah
5.	Kabel Jumper	6 Buah

Tabel 1. Alat dan Bahan

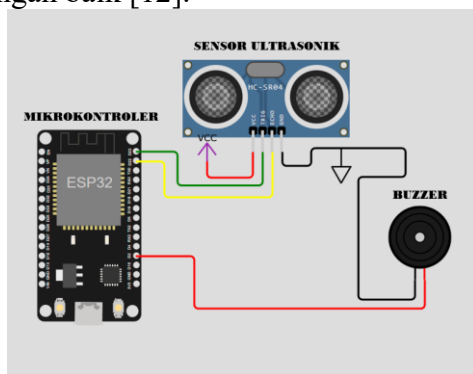
RANCANGAN SISTEM

Dalam pembuatan alat perancangan sistem sangat dibutuhkan, karena perancangan sistem adalah salah satu dasar sebelum diimplementasikan ke dalam bentuk alat. Perancangan sistem merupakan hal yang sangat mutlak yang biasanya dilakukan oleh seorang programmer atau seorang engineering karena hal tersebut yang sangat menentukan berhasil atau tidaknya alat yang akan dibuat. Jika semua tahapan dilakukan dengan baik dan memenuhi standar yang ditentukan, di mulai dari pembuatan diagram, alur hingga komponen alat yang akan digunakan maka hasilnya pasti sesuai dengan penggambaran awal pembuatan alatnya. Selain itu rancangan juga memudahkan pemrograman untuk menjalankan sistem supaya dapat berjalan sesuai dengan source code yang dimasukkan kedalam mikrokontroler. Jika tidak ada program maka sistem tidak dapat dijalankan karena source code program itu sangat penting dalam perancangan prototipe yang dibuat [11]. Perancangan sistem ini dibuat berdasarkan Diagram Blok untuk memberi gambaran cara sistem kerja dari alat yang akan dibuat dan digunakan.



Gambar 2. Diagram Blok Sistem

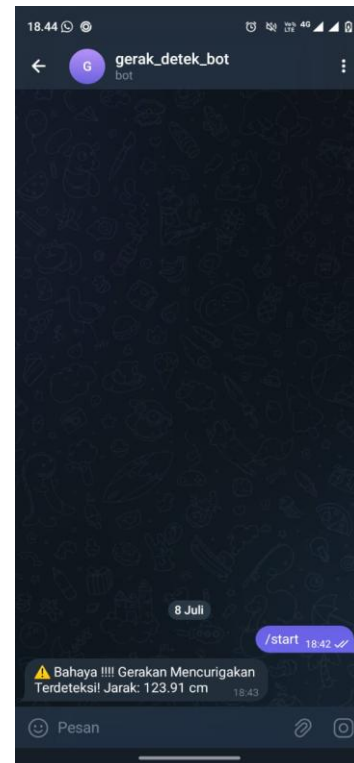
Selanjutnya, rangkaian skematik alat dirancang menggunakan simulator WOKWI dalam bentuk gambaran. Perancangan rangkaian keseluruhan alat terdiri dari empat elemen penting yang saling terintegrasi. Elemen-elemen penting tersebut yaitu rangkaian input, rangkaian pengendali, rangkaian output dan juga software program yang saling terintegrasi. Rangkaian yang terdiri dari komponen-komponen elektronika baik berupa input atau output yang dibutuhkan oleh mikrokontroler agar dapat berfungsi dengan baik [12].



Gambar 3. Rangkaian Komponen

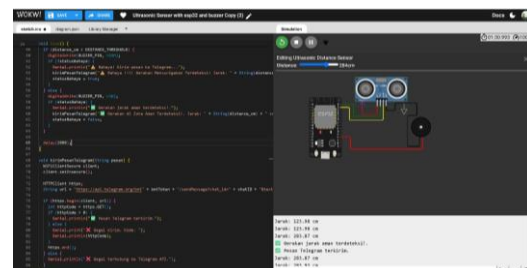
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Simulasi sistem peringatan dini berbasis sensor gerak ultrasonik untuk pencegahan pencurian ini menggunakan simulator WOKWI untuk mengevaluasi sistem pendeteksi aktivitas mencurigakan berbasis sensor ultrasonik HC-SR04 yang dikendalikan oleh ESP32, dengan indikator buzzer dan notifikasi serial. Sistem akan mendeteksi keberadaan objek yang jaraknya kurang dari 200 cm dari sensor kemudian akan mengirimkan sinyal kepada kontroler yang nantinya akan mengirimkan *output* secara langsung terhadap buzzer dan juga Telegram yang memungkinkan pengguna bisa segera menentukan langkah pengamanan secepatnya.



Gambar 3. Hasil Pengujian Jarak Kurang dari 200 cm

Berdasarkan Pengujian sistem pada Gambar 3 menggunakan simulator WOKWI, sensor ultrasonik HC-SR04 membaca jarak 123.91 cm, yang berada di bawah ambang batas 200 cm. Kemudian Sistem memicu alarm (buzzer aktif) dan memberikan notifikasi peringatan “Bahaya! Gerakan Mencurigakan Terdeteksi! Jarak: 123.91 cm”. Dalam Pengujian tersebut sistem mampu mendeteksi keberadaan objek yang mendekati batas aman dan merespon dengan cepat melalui peringatan audio dan visual (Telegram).





Gambar 4. Hasil Pengujian Jarak Lebih dari 200 cm

Berdasarkan Pengujian sistem pada Gambar 4 menggunakan simulator WOKWI, sensor ultrasonik HC-SR04 membaca jarak 283.87 cm, yang berada di atas ambang batas 200 cm. Kemudian Sistem tidak mengaktifkan alarm (buzzer) dan menampilkan status aman “Gerakan di Zona Aman Terdeteksi!. Jarak: 28387 cm”. Dalam Pengujian tersebut sistem tidak memberikan alarm jika tidak ada objek mencurigakan dalam radius yang ditentukan.

Tabel 2. Hasil Pengujian

Kondisi / Jarak Object	Status Alarm	Status Notifikasi	Pesan ke Pengguna
105.98 cm	Hidup	Terkirim ke pengguna	BAHAYA! Gerakan mencurigakan terdeteksi.
123.91 cm	Hidup	Terkirim ke pengguna	BAHAYA! Aktivitas mencurigakan terdeteksi.
103.98 cm	Hidup	Terkirim ke pengguna	BAHAYA! Aktivitas mencurigakan terdeteksi.
198.97 cm	Hidup	Terkirim ke pengguna	BAHAYA! Aktivitas mencurigakan terdeteksi.
205.63 cm	Mati	Terkirim ke pengguna	Gerakan di Zona Aman terdeteksi
250.77 cm	Mati	Terkirim ke pengguna	Gerakan di Zona Aman terdeteksi
283.87 cm	Mati	Terkirim ke pengguna	Gerakan di Zona Aman terdeteksi

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem peringatan dini berbasis sensor gerak ultrasonik HC-SR04 yang terintegrasi dengan mikrokontroler ESP32, buzzer sebagai alarm, dan notifikasi real-time melalui aplikasi Telegram. Sistem ini terbukti mampu mendeteksi pergerakan mencurigakan secara akurat pada jarak kurang dari 200 cm, dengan respons cepat sekitar 2–3 detik.

Berdasarkan hasil pengujian menggunakan simulator WOKWI, sistem menunjukkan performa yang efektif dalam memberikan peringatan dini, serta mampu membedakan kondisi aman dan mencurigakan dengan baik. Keandalan sistem ini menjadikannya solusi praktis dan ekonomis untuk meningkatkan keamanan,

khususnya pada area yang tidak selalu diawasi secara langsung.

Selain itu, sistem ini bersifat fleksibel untuk dikembangkan lebih lanjut, seperti integrasi dengan kamera CCTV, kecerdasan buatan (AI) untuk klasifikasi objek, serta penambahan sumber daya cadangan agar tetap berfungsi saat listrik padam. Temuan ini juga selaras dengan penelitian terdahulu yang membuktikan efektivitas pemanfaatan Internet of Things (IoT) dalam sistem keamanan berbasis sensor dan mikrokontroler.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh sivitas akademika Universitas Duta Bangsa atas fasilitas dan dukungan selama penelitian ini. Apresiasi khusus juga disampaikan kepada Bapak Pramono, M.Kom., atas bimbingan dan masukannya yang berharga.

REFERENSI

- [1] I. Ullah and Q. H. Mahmoud, "Design and Development of a Deep Learning-Based Model for Anomaly Detection in IoT Networks," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 95346–95361, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3094024.
- [2] W. Raditya et al., "Penerapan sistem keamanan gerbang rumah berbasis Telegram menggunakan ESP8266," *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer (JTIKOM)*, vol. 3, no. 2, pp. 93–103, 2022.
- [3] M. Nizam, H. Yuana, and Z. Wulansari, "Mikrokontroler ESP 32 sebagai alat monitoring pintu berbasis WEB," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 6, no. 2, pp. 767–772, 2022.
- [4] B. Fu, N. Damer, F. Kirchbuchner, and A. Kuijper, "Sensing Technology for Human Activity Recognition: A Comprehensive Survey," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 83820–83840, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2991891.
- [5] Y. S. Pardosi, W. S. Hamonangan, and Syofian, "Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Lingkungan Berbasis IoT dengan Notifikasi Telegram," *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 8, no. 3, pp. 1494–1502, 2022.
- [6] M. R. Darmawan, "Implementasi Monitoring Pintu Rumah Menggunakan Kamera ESP32 Dan Aplikasi Telegram Berbasis IoT Untuk Smarthome Security," 2020, p. 18.
- [7] A. D. Mulyanto, "Pemanfaatan Bot Telegram Untuk Media Informasi Penelitian," *Jurnal Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi*, vol. 4, no. 1, pp. 49–50, 2020.
- [8] A. I. Yusuf, S. Samsugi, and F. Trisnawati, "Sistem pengaman pintu otomatis dengan mikrokontroler Arduino dan module RF remote," *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kendali dan Listrik (JIMEL)*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2020.
- [9] P. E. S. Dita, A. Al Fahrezi, P. Prasetyawan, and A. Amarudin, "Sistem Keamanan Pintu Menggunakan Sensor Sidik Jari Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3," *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer*, vol. 2, no. 1, pp. 121–135, 2021.
- [10] S. Arta, A. Mulyana, and A. G. Permana, "Perancangan Dan Implementasi Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Sensor Nirkabel Dengan Fitur Notifikasi Dan Pengawasan Video Melalui Smartphone Android," *Jurnal Teknik*, vol. 8, no. 1, pp. 3891–3896, 2020.
- [11] Pratama, R.D., Samsugi, S. And Sembiring, J.P., 2022. Alat Deteksi Ketinggian Air Menggunakan Sensor Ultrasonik Dengan Database. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, 3(1), Pp.45-55.
- [12] O. Hermawan dan N. Syafitri, "Rancang Bangun Sistem Pengendali Purwarupa Pintu Gerbang Otomatis Berbasis Mikrokontroler ATmega 328P," *Prosiding Diseminasi FTI Genap 2021/2022*, pp. 1–10.