

Rancang Bangun Sistem Keamanan Benda Pajangan dengan Notifikasi Telegram

A.A Jaya Kesuma Wardana^{a1}, I Gede Santi Astawa^{a2}, I Putu Satwika^{a3}

^aProgram Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Udayana
Jalan Raya Kampus UNUD, Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali, Indonesia
¹wardana.2308561124@student.unud.ac.id
²santi.astawa@unud.ac.id
³satwika@unud.ac.id

Abstract

The security of valuable display objects remains a significant concern, as most existing systems only detect general motion and are not capable of identifying specific positional changes of objects. This study aims to develop a system for detecting changes in object position using an ultrasonic sensor. The proposed system utilizes an ultrasonic sensor integrated with an ESP32 to measure distance in real-time and detect object displacement or loss. Experimental testing was conducted within a distance range of 0.5 to 20 cm, with 10 trials consisting of 5 tests for object displacement and 5 tests for object removal. The results show that the system is capable of detecting both object movement and loss effectively, while successfully sending notifications with an average response time of 1716 ms.

Keywords: Security System, ESP32, HC-SR04, Ultrasonic Sensor, Telegram Notification

1. Pendahuluan

Benda pajangan seperti patung, tembikar, dan lukisan seringkali memiliki nilai estetika, historis, maupun ekonomis yang tinggi. Oleh sebab itu, keamanan terhadap benda-benda tersebut sangat penting, khususnya di tempat seperti rumah, galeri seni, museum, dan toko koleksi. Salah satu ancaman yang sering terjadi adalah pencurian yang dilakukan secara diam-diam tanpa disadari oleh pemiliknya.

Seiring berkembangnya teknologi, khususnya dalam bidang *Internet of Things* (IoT), berbagai solusi keamanan kini dapat dirancang dengan lebih efisien dan terjangkau. Salah satu perangkat yang umum digunakan adalah ESP32, yaitu mikrokontroler dengan konektivitas *Wi-Fi* dan *Bluetooth* yang mendukung integrasi dengan berbagai sensor. Salah satu sensor yang telah terbukti efektif untuk mengukur jarak dan mendeteksi perubahan posisi objek adalah sensor ultrasonik HC-SR04.

Penelitian ini merancang sebuah sistem keamanan berbasis ESP32 dan sensor ultrasonik HC-SR04 yang mampu mendeteksi perubahan posisi atau perpindahan benda pajangan. Ketika benda dipindahkan atau dicuri, sistem akan mengirimkan notifikasi melalui aplikasi Telegram kepada pemilik barang sebagai langkah preventif terhadap pencurian.

Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas sistem keamanan berbasis IoT. Ulandari et al. mengembangkan sistem *monitoring* keamanan rumah berbasis IoT, namun fokusnya tidak terbatas pada keamanan benda pajangan[1]. Cakrayuda merancang sistem keamanan menggunakan ESP32-CAM dan sensor gerak *Passive Infrared* (PIR) untuk mendeteksi gerakan umum, bukan perubahan posisi spesifik dari suatu objek[2]. Sementara itu, penelitian oleh Putro dan Wellem membuktikan bahwa sensor ultrasonik mampu mendeteksi jarak dengan akurasi tinggi, meskipun aplikasinya difokuskan pada sistem kendaraan bermotor [3].

Dengan adanya sistem ini, diharapkan pemilik benda dapat segera mengetahui apabila terjadi perpindahan atau pencurian, sehingga keamanan benda bernilai dapat ditingkatkan.

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode rekayasa sistem yang mencakup langkah-langkah perancangan, implementasi, dan pengujian sistem keamanan benda pajangan menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor ultrasonik HC-SR04. Setiap tahapan disusun dengan logis untuk mendapatkan hasil yang diharapkan. Berikut adalah langkah-langkahnya:

2.1. Identifikasi Masalah dan Kebutuhan

Tahap awal penelitian ini adalah mengidentifikasi permasalahan nyata yang di mana beberapa orang khawatir dengan benda-benda pajangan mereka yang terkadang memiliki nilai historis, estetika, dan nilai ekonomis yang tinggi sehingga rentan untuk terjadi pencurian. Dari permasalahan ini, dirumuskan kebutuhan akan sebuah sistem keamanan yang bisa memberitahu pengguna secara *real time*.

2.2. Studi Literatur

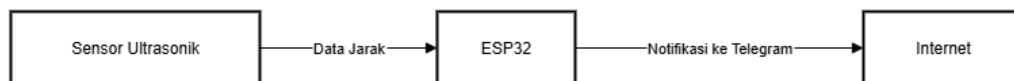
Pada penelitian ini peneliti melakukan studi literatur dari berbagai jurnal, artikel, dan video YouTube terkait penggunaan sensor ESP32, sensor ultrasonik HC-SR04 serta notifikasi bot dari aplikasi Telegram dalam sistem keamanan. Studi ini memiliki tujuan untuk mendapatkan pemahaman tentang cara kerja beberapa komponen, Teknik integrasi, kelebihan dan kekurangannya untuk mendukung rancangan sistem yang dibuat.

2.3. Perancangan Sistem

Pada bagian ini dilakukan perancangan, yang meliputi:

a. Diagram Blok

Diagram Blok adalah bentuk diagram proses yang berfungsi untuk sistem yang terspesialisasi pada aktivitas rekayasa. Bentuk diagram disusun dengan sudut pandang *high level* atau tidak memperlihatkan bagian sistem secara detail[5].



Gambar 1. Diagram Blok

Diagram blok pada Gambar 1 menjelaskan alur kerja sistem keamanan. Yang pertama, sensor ultrasonik berfungsi untuk mengukur jarak antara sensor dan objek (benda pajangan). Sensor ini akan terus melakukan pemantauan. Apabila terjadi perubahan jarak (misalnya karena benda dipindahkan atau diambil), maka sensor akan mengirimkan data jarak ke ESP32.

Selanjutnya, ESP32 berperan sebagai unit pengolah utama. Setelah menerima data dari sensor, ESP32 akan mengevaluasi apakah perubahan tersebut melebihi batas ambang yang telah ditentukan. Jika ya, ESP32 akan mengirimkan peringatan melalui koneksi internet, dalam bentuk notifikasi yang dikirimkan ke layanan Telegram yang sudah terintegrasi.

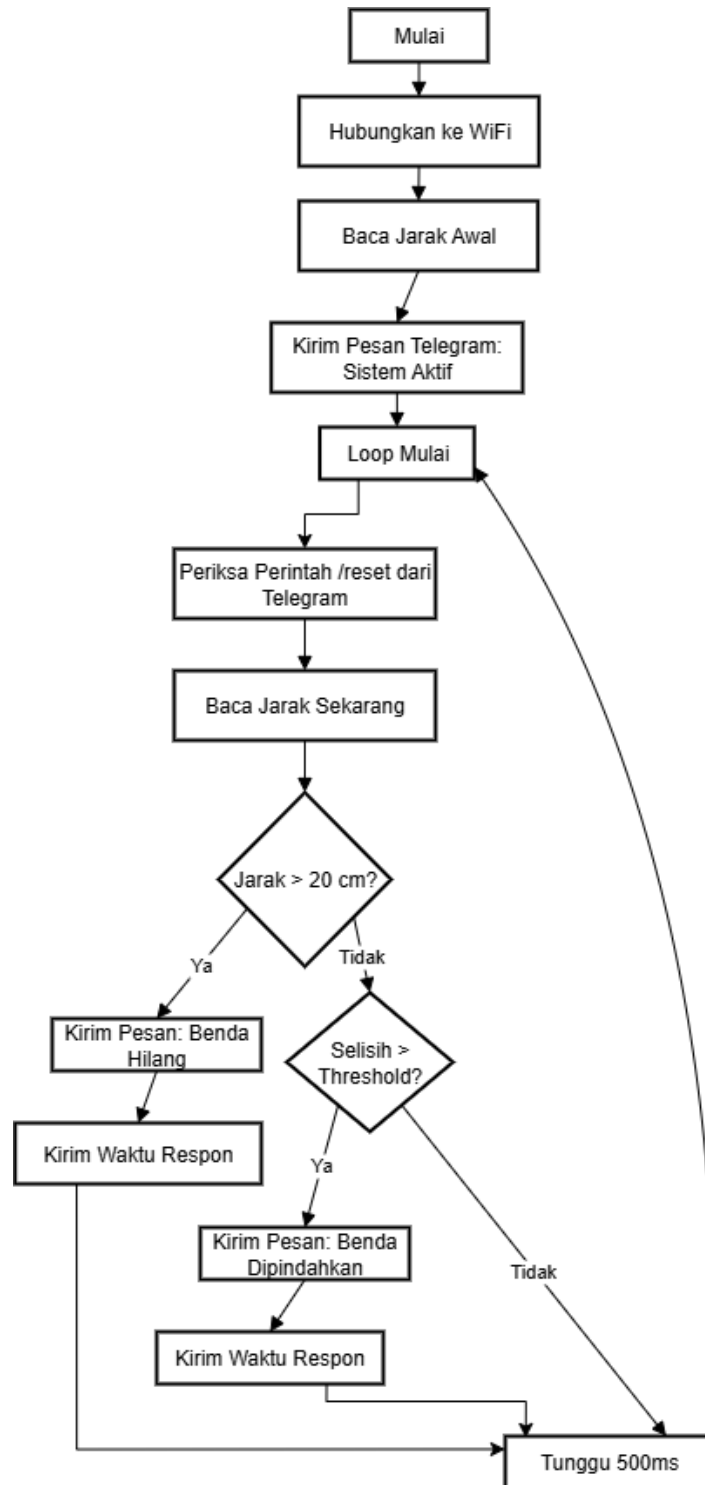
b. Rangkaian Elektronik

Rangkaian elektronik pada sistem ini terdiri dari beberapa komponen yaitu:

- **ESP32**
ESP32 adalah sebuah mikrokontroler yang dikembangkan oleh Espressif Systems merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Mikrokontroler ini sudah memiliki modul *Wi-Fi* dalam chip sehingga mendukung untuk membuat sistem aplikasi[4]. Dengan konektivitas *Wi-Fi* dan *Bluetooth* yang sudah terintegrasi. Perangkat ini digunakan untuk memproses data dari sensor ultrasonik HC-SR04 dan mengirimkan notifikasi menggunakan jaringan *Wi-Fi* ESP32 di sini bertindak sebagai otak.
- **Sensor Ultrasonik HC-SR04**
Sensor ultrasonik adalah sensor yang digunakan untuk mengukur jarak. Sensor ini dilengkapi dengan dua buah transduser ultrasonik, yakni satu berperan sebagai pemancar (transmitter) dan satu lagi sebagai penerima (receiver). Cara kerjanya berdasarkan pantulan gelombang suara, sehingga keberadaan objek pada jarak tertentu dari sensor dapat terdeteksi. Ketika transmitter memancarkan gelombang suara dan gelombang tersebut mengenai suatu objek, maka gelombang akan dipantulkan kembali dan diterima oleh receiver. Waktu yang dibutuhkan gelombang untuk kembali setelah dipantulkan digunakan untuk menghitung jarak antara sensor dan objek tersebut[3].
- **Breadboard dan Kabel Jumper**
Breadboard dan kabel *jumper* digunakan untuk menyusun komponen tanpa harus melakukan proses penyolderan.
- **Kabel USB**
Kabel USB berfungsi untuk memberikan daya ke ESP32 dan mengirimkan data dari sensor.

c. Diagram Alur Program (*Flowchart*)

Flowchart adalah representasi visual dalam bentuk gambar atau diagram yang menunjukkan alur proses secara berurutan, baik satu arah maupun dua arah. *Flowchart* digunakan untuk menggambarkan langkah-langkah dan urutan prosedur dari suatu program atau sistem [5].



Gambar 2. Flowchart Cara Kerja Sistem

Flowchart pada Gambar 2. Menggambarkan cara kerja sistem keamanan. Program dimulai dengan menghubungkan *Wi-Fi* ke ESP32 dan membaca jarak awal antara sensor dan benda sebagai acuan. Setelah itu, sistem mengirimkan pesan ke akun Telegram pengguna sistem telah aktif beserta informasi jarak awal benda yang terdeteksi. Program berjalan dalam loop untuk terus memantau perintah /reset dari Telegram dan membaca jarak terkini. Jika jarak melebihi 20 cm, sistem mengirim pesan bahwa benda hilang. Jika terdapat perubahan melebihi ambang batas, sistem mengirim pesan bahwa benda dipindahkan. Jika tidak ada perubahan signifikan, sistem menunggu 500 ms sebelum mengulangi proses.

2.4 Implementasi Sistem

a. Pemrograman Mikrokontroler

Proses ini menjelaskan pengisian program pada ESP32 menggunakan Arduino IDE:

- Langkah pertama adalah instal terlebih dahulu Arduino IDE
- Instal *board* ESP32 di Arduino IDE
- Tulis kode program untuk membaca sensor ultrasonik
- Tambahkan logika perbandingan jarak dan pengiriman pesan
- Integrasi API Telegram Melalui *HTTP request*
- Upload kode ke ESP32 dan lakukan pengecekan dari serial monitor

b. Integrasi Sistem Notifikasi

Proses ini menjelaskan bagaimana sistem bisa terhubung ke telegram:

- Langkah pertama adalah membuat bot menggunakan @botfather dan mendapatkan token bot.
- Selanjutnya dapatkan chat id dengan menggunakan @userinfobot
- Melakukan pengujian pengiriman pesan
- Menggabungkan fungsi deteksi perubahan jarak dengan fungsi pengiriman notifikasi ke Telegram.

2.5. Pengujian dan Pengambilan Data

Sistem yang sudah selesai dirancang kemudian akan diuji melalui beberapa skenario untuk memastikan fungsionalitasnya, antara lain:

a. Skenario 1: Benda Dipindahkan

Objek pajangan akan dipindahkan sejauh minimal 0,5 cm hingga kurang dari 20 cm, untuk melihat apakah sistem dapat mendeteksi perpindahan objek dan mengirim notifikasi

b. Skenario 2: Benda Hilang

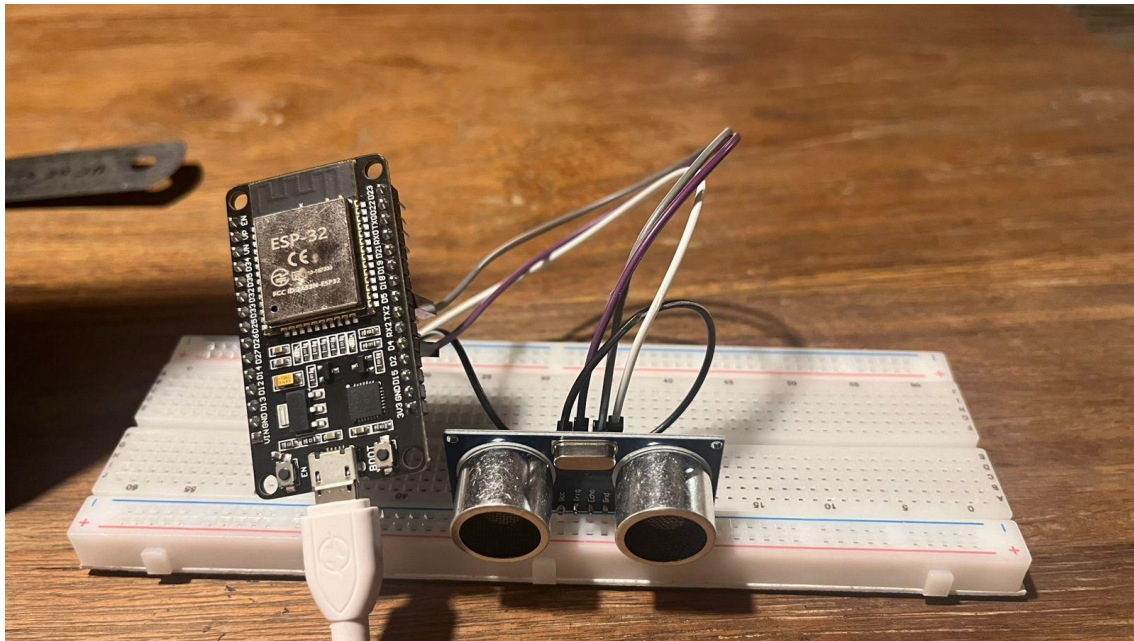
Objek pajangan akan diambil sepenuhnya dari jangkauan sensor, untuk menguji apakah sistem mampu mengenali kondisi kehilangan objek.

3. Hasil dan Diskusi

3.1. Hasil Perancangan sistem

Perancangan sistem dilakukan dengan beberapa tahap. Tahap pertama adalah mengumpulkan semua komponen yang dibutuhkan seperti ESP32, sensor ultrasonik HC-SR04, breadboard, kabel jumper, dan kabel USB. Tahap selanjutnya adalah menghubungkan ESP32 dan sensor ultrasonik HC-SR04, dengan cara menghubungkan pin VCC pada sensor ultrasonik ke pin VIN pada ESP32 yang berfungsi untuk memberi daya pada sensor. Selanjutnya, pin GND pada sensor dihubungkan ke pin GND pada ESP32. Pin TRIG pada sensor ultrasonik dihubungkan ke pin D4 pada ESP32 untuk mengirim sinyal, dan pin ECHO pada sensor dihubungkan ke pin D5 untuk menerima pantulan sinyal. Kabel jumper dan breadboard digunakan untuk menghubungkan pin antar komponen, dan terakhir kabel USB digunakan untuk mengirim data

hasil ke komputer. Selanjutnya, kita akan mengonfigurasi ESP32 dengan cara mengisi program ke dalam board menggunakan Arduino IDE agar ESP32 dapat menjalankan fungsinya dan pengiriman notifikasi melalui Telegram secara otomatis. Hasil perancangan sistem dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah.



Gambar 3. Hasil Perancangan Sistem

3.1. Hasil Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan dalam beberapa skenario untuk mengevaluasi keakuratan sistem dalam mendeteksi perubahan posisi benda dan ketepatan pengiriman notifikasi ke Telegram. Berikut hasil dari beberapa skenario pengujian:

a. Skenario 1: Benda Dipindahkan

Pada Tabel 1 akan ditampilkan hasil dari pengujian benda dipindahkan:

Tabel 1. Hasil Pengujian Benda Dipindahkan

No	Jarak Awal (cm)	Jarak Baru (cm)	Notifikasi	Waktu Respon
1	6.80 cm	11.14 cm	berhasil terkirim	1573 ms
2	4.23 cm	6.48 cm	berhasil terkirim	1569 ms
3	5.19 cm	2.94 cm	berhasil terkirim	1727 ms
4	3.91 cm	8.09 cm	berhasil terkirim	1831ms
5	13.85	3.59 cm	berhasil terkirim	1730 ms

b. Skenario 2: Benda Hilang

Pada Tabel 2 akan ditampilkan hasil pengujian Benda diambil:

Tabel 2. Hasil Pengujian Benda diambil

No	Jarak Awal (cm)	Jarak Baru (cm)	notifikasi	Waktu Respon
1	6.15 cm	>20 cm	berhasil terkirim	1714 ms

No	Jarak Awal (cm)	Jarak Baru (cm)	notifikasi	Waktu Respon
2	2.62 cm	>20 cm	berhasil terkirim	1736 ms
3	8.09 cm	>20 cm	berhasil terkirim	1743 ms
4	7.45 cm	>20 cm	berhasil terkirim	1586 ms
5	14.86 cm	>20 cm	berhasil terkirim	1802 ms

Berdasarkan hasil pengujian yang bisa dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2 sistem keamanan benda pajangan telah berhasil untuk mendeteksi benda dipindahkan dan benda hilang dan sistem berhasil mengirimkan notifikasi.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian, sistem keamanan benda pajangan menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor ultrasonik HC-SR04 telah berhasil dikembangkan. Sistem ini mampu mendeteksi perubahan posisi atau kehilangan benda secara akurat dan mengirimkan notifikasi pada aplikasi Telegram. Pengujian pada dua skenario, yaitu benda dipindahkan dan benda hilang, menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan respon yang cepat dengan waktu pengiriman notifikasi rata-rata di bawah dua detik. Dengan demikian, sistem ini dapat menjadi solusi untuk meningkatkan keamanan terhadap benda-benda pajangan yang rawan dicuri.

Daftar Pustaka

- [1]. O. Ulandari, I. Riyana, S. Siregar, G. Pramana, M. Sugianto, and R. M. Utomo, "Rancang Bangun Prototype Sistem Monitoring Keamanan Rumah Menggunakan NodeMCU ESP32 dengan Multisensor Berbasis Website," DOI, 2023.
- [2]. L. Cakrayuda, "SICEMOT: Sistem Keamanan Cerdas Berbasis Esp32-Cam, Sensor Gerak, Dan Notifikasi Telegram," Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan, vol. 13, no. 2, Apr. 2025, doi: 10.23960/jitet.v13i2.6420.
- [3]. Y. J. Putro and T. Wellem, "Implementasi Sistem untuk Mendeteksi Jarak Aman Kendaraan Bermotor menggunakan Arduino dan Sensor Ultrasonik," Jurnal Sistem Komputer dan Informatika (JSON), vol. 4, no. 3, p. 459, Mar. 2023, doi: 10.30865/json.v4i3.5853.
- [4]. Imran and M. Rasul, "Pengembangan Tempat Sampah Pintar Menggunakan ESP32," 2020.
- [5]. T. Sulistyorini, N. Sofi, and E. Sova, "Pemanfaatan Nodemcu Esp8266 Berbasis Android (Blynk) Sebagai Alat Alat Mematikan Dan Menghidupkan Lampu," JUIT, vol. 1, no. 3, 2022.

Halaman ini sengaja dibiarkan kosong