

Rancang Bangun Sistem Keamanan Kotak Amal Berbasis IoT Untuk Antisipasi Ketika Terjadi Pencurian

Suheri Caniago¹, Diono^{2*}

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Batam, Batam, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL	ABSTRAK
<p>Sejarah Artikel: Diterima: Juni 2025 Revisi: Juni 2025 Diterima: Juli 2025 Dipublikasi: Juli 2025</p> <p>Kata Kunci: IoT, ESP32, RFID, Donation Box, Security System.</p> <p>*Penulis Korespondensi: suhericaniago12@gmail.com</p>	<p>Kotak amal Masjid sering menjadi target pencurian yang menyebabkan kerugian finansial dan menurunkan kepercayaan jamaah. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem keamanan kotak amal berbasis <i>Internet of Things</i> (IoT) guna mendeteksi ancaman dan memberikan peringatan dini. Sistem menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan sensor getar SW-420, RFID RC522 untuk autentikasi, GPS Neo-6M untuk pelacakan lokasi, sensor <i>infrared</i>, serta <i>buzzer</i> sebagai <i>alarm</i>. Fitur notifikasi <i>real-time</i> diimplementasikan melalui aplikasi telegram. Metode yang digunakan mencakup perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, integrasi modul, serta pengujian sistem secara menyeluruh. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu mendeteksi getaran dan pembacaan kartu RFID dengan akurasi tinggi, serta mengirimkan koordinat lokasi GPS secara tepat. Notifikasi dikirimkan rata-rata dalam waktu dua detik. Konsumsi daya efisien memungkinkan perangkat beroperasi hingga delapan jam menggunakan baterai 12 volt. Sistem ini efektif meningkatkan keamanan dan keandalan kotak amal berbasis teknologi modern.</p> <p>ABSTRACT <i>Mosque donation boxes are often targeted for theft, causing financial losses and reducing the congregation's trust. This study aims to design and build an Internet of Things (IoT)-based donation box security system to detect threats and provide early warnings. The system uses an ESP32 microcontroller integrated with an SW-420 vibration sensor, RFID RC522 for authentication, Neo-6M GPS for location tracking, infrared sensors, and a buzzer as an alarm. The real-time notification feature is implemented through the Telegram application. The methods include hardware and software design, module integration, and comprehensive system testing. The test results show that the system can detect vibrations and RFID card readings with high accuracy, and send GPS location coordinates accurately. Notifications are sent in an average of two seconds. Efficient power consumption allows the device to operate for up to eight hours using a 12-volt battery. This system effectively improves the security and reliability of modern technology-based donation boxes.</i></p>

PENDAHULUAN

Kotak amal merupakan wadah yang digunakan untuk menampung sumbangan uang dari jamaah sebagai bentuk otoritas masjid dalam mendukung kegiatan keagamaan, sosial, serta kemakmuran lingkungan sekitarnya (Yasharsujud et al., 2023). Namun, karena minimnya pengawasan dan sistem pengamanan, kotak amal sering menjadi sasaran tindak kejahatan, khususnya pencurian isi kotak amal yang berisi hasil pengumpulan dana dari masyarakat.

Di Kota Batam, kasus pencurian kotak amal tercatat terjadi secara berulang. Berdasarkan laporan dari TribunBatam.id dan Batamnews.co.id, terdapat beberapa insiden pencurian kotak amal di masjid-masjid wilayah Batam, termasuk di Kecamatan Nongsa, yang dilakukan bahkan hingga sepuluh kotak sekaligus. Tingginya angka pencurian tersebut berpotensi menurunkan semangat kebersamaan, gotong royong, dan kepedulian sosial di lingkungan masjid.

Untuk menjawab permasalahan ini, diperlukan sistem keamanan kotak amal yang mampu memberikan peringatan secara real-time ketika terjadi percobaan pencurian. Sistem ini harus mampu mendeteksi upaya paksa terhadap kotak amal, serta mengirimkan notifikasi langsung kepada pengurus masjid. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan merancang prototipe sistem keamanan berbasis Internet of Things (IoT), yang dilengkapi dengan sensor getar sebagai pendeteksi gerakan, RFID sebagai akses autentikasi pengguna, buzzer sebagai alarm, serta modul komunikasi Telegram sebagai media pengiriman pesan secara real-time

Teknologi IoT memungkinkan perangkat seperti sensor, mikrokontroler, dan modul komunikasi untuk saling terintegrasi dan memberikan respons otomatis terhadap kejadian tertentu[1]. Dengan menggunakan mikrokontroler ESP32, sistem dapat menghubungkan berbagai sensor dengan jaringan internet dan mengirimkan data secara cepat dan efisien. Kombinasi RFID card yang hanya dimiliki oleh marbot masjid juga menambahkan lapisan autentikasi, mencegah akses oleh pihak yang tidak berkepentingan. Buzzer akan memberikan peringatan suara ketika sensor getar mendeteksi getaran atau pembukaan paksa, sementara koordinat lokasi dapat dilacak melalui modul GPS[2].

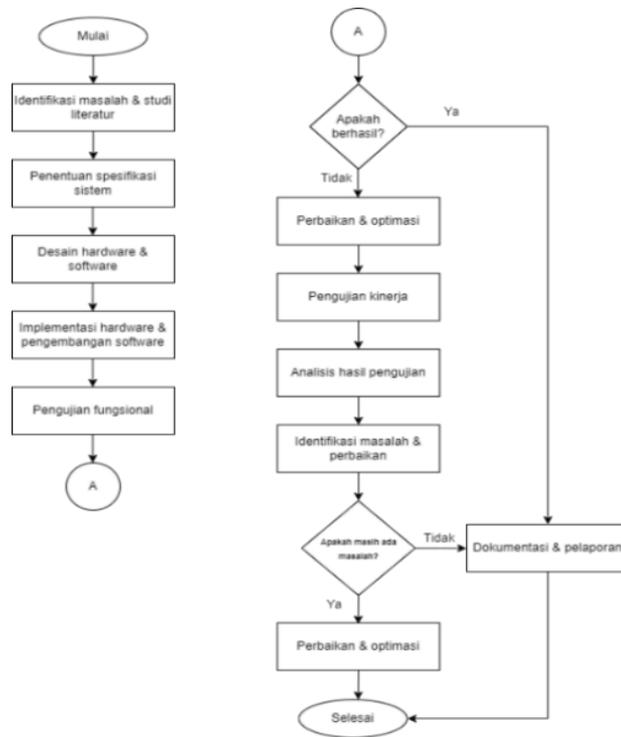
Selain itu, perkembangan teknologi digital turut mengubah cara masyarakat berdonasi, termasuk di lingkungan masjid. Penggunaan uang tunai kini mulai tergantikan oleh sistem pembayaran non-tunai yang lebih praktis, cepat, dan aman. Salah satu inovasi yang mendukung tren ini adalah Quick Response Code Indonesian Standard (QRIS), standar nasional kode QR dari Bank Indonesia yang memfasilitasi pembayaran digital lintas platform. QRIS memungkinkan jamaah berdonasi seperti infaq, sedekah, atau wakaf hanya dengan memindai kode menggunakan aplikasi seperti GoPay, OVO, DANA, LinkAja, ShopeePay, atau mobile banking.

Integrasi sistem keamanan kotak amal dengan platform digital seperti QRIS memberikan dua manfaat utama. Pertama, memperkuat keamanan fisik kotak amal melalui sistem pemantauan dan alarm berbasis IoT. Kedua, mempermudah jamaah berdonasi secara elektronik tanpa kontak fisik—relevan dalam konteks kenyamanan. Selain itu, sistem ini juga mendukung transparansi dan pencatatan transaksi secara digital untuk meningkatkan akuntabilitas dana masjid[3].

Dengan merancang dan membangun sistem keamanan kotak amal berbasis IoT, diharapkan dapat memberikan perlindungan yang lebih baik terhadap sumbangan jamaah serta meningkatkan rasa aman dan kepercayaan komunitas terhadap pengelolaan dana sosial di masjid.

METODE PENELITIAN

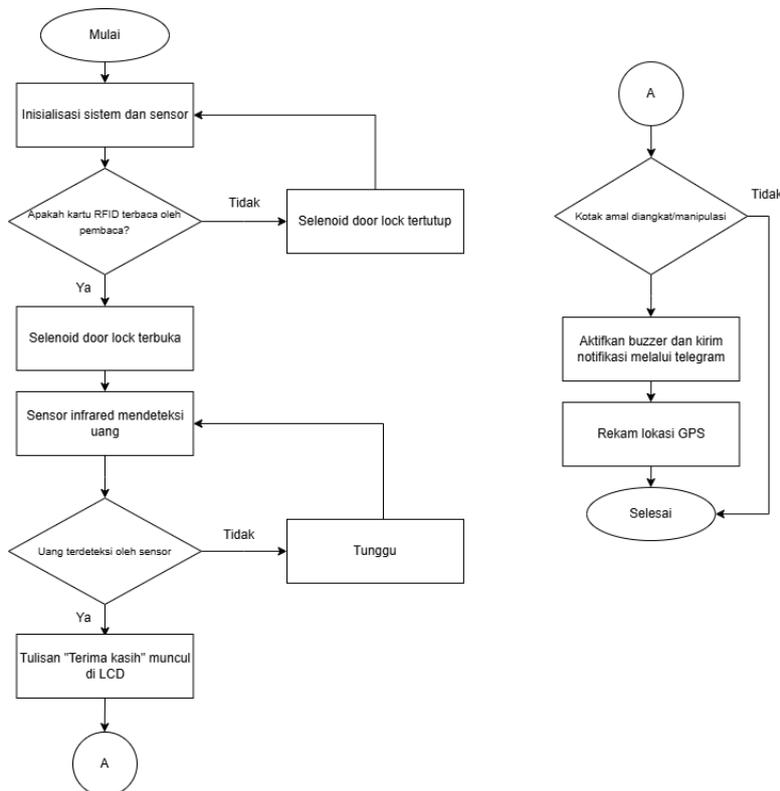
Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental dalam merancang dan membangun sistem keamanan kotak amal berbasis Internet of Things (IoT). Fokus penelitian adalah pada integrasi sensor dan modul komunikasi yang mampu mendeteksi ancaman pencurian dan memberikan notifikasi secara real-time. Untuk dapat membangun sistem keamanan kotak amal berbasis IoT, diperlukan langkah-langkah pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir

a. Perancangan Sistem Kerja Dari Alat Yang Akan Dibangun

Untuk dapat membangun suatu alat sesuai yang diinginkan, maka perancangan sistem kerja suatu alat dari awal hingga akhir perlu dilakukan. Dengan merancang sistem kerja suatu alat, perancang mampu untuk menentukan proses kerja secara sistematis. Diagram alir sistem kerja alat yang akan dibangun dapat dilihat pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. Diagram Alir Sistem Kerja**b. Perancangan Perangkat Keras**

Desain perangkat keras menjadi elemen kunci dalam pengembangan proyek ini. Diagram blok ini akan mengilustrasikan komponen-komponen yang akan digunakan dalam implementasi sistem keamanan kotak amal berbasis IoT. Gambar diagram blok dapat dilihat pada gambar 3 berikut.

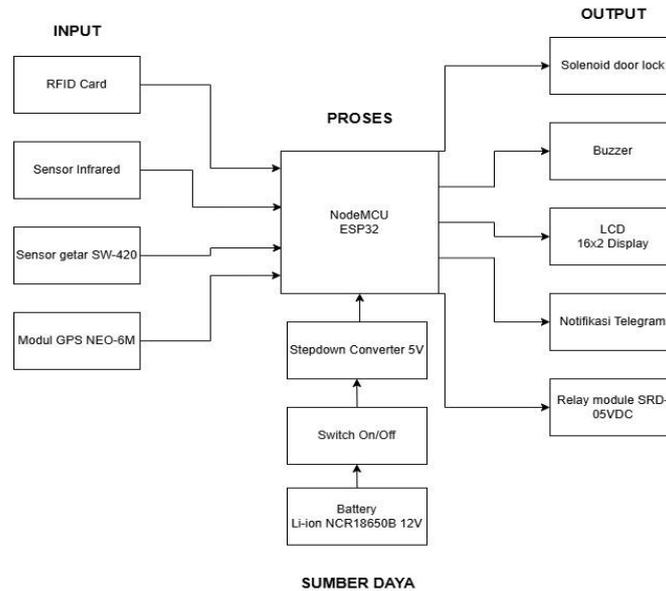
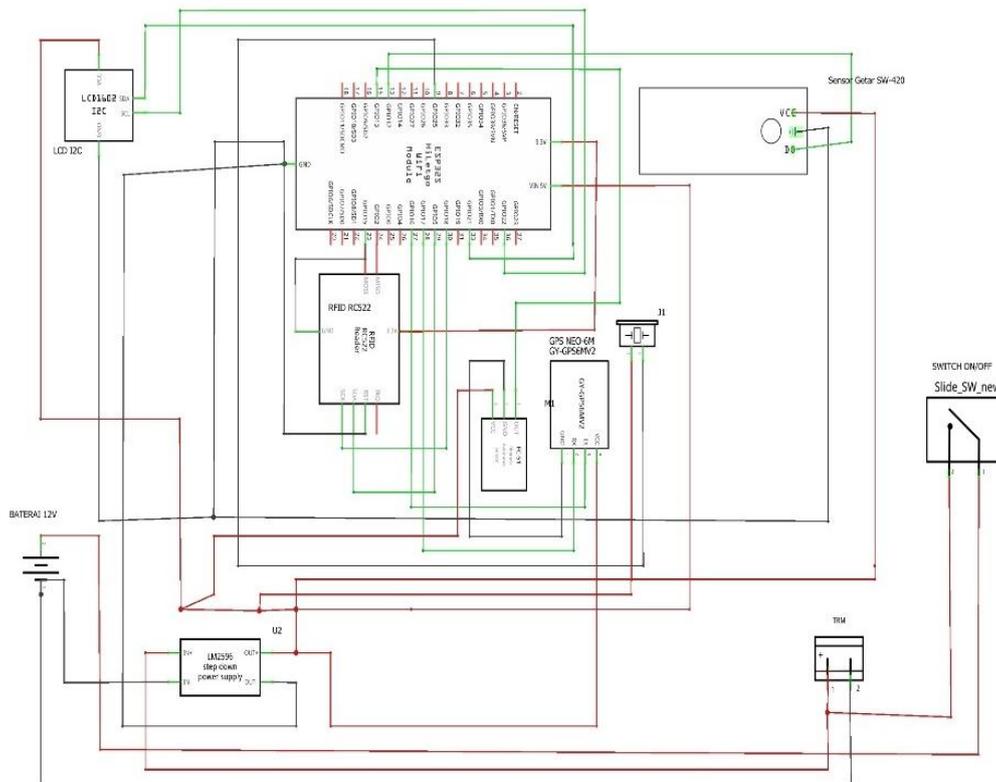
**Gambar 3.** Blok Diagram Sistem**c. Desain Elektrikal**

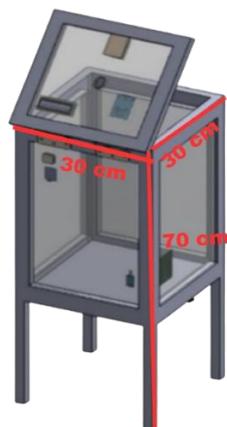
Diagram koneksi elektrikal menggambarkan hubungan antar komponen dan memastikan fungsi sistem melalui pengujian. Desain elektrikal dapat dilihat pada gambar 4 berikut.



Gambar 4. Desain Elektrikal

d. Desain Mekanikal

Desain mekanikal proyek ini menggunakan kotak amal berbahan kaca dan aluminium untuk memberikan durabilitas dan tampilan yang modern. Kotak amal berbahan aluminium dipilih karena tahan korosi dan ringan, sementara penggunaan kaca memberikan tampilan transparan dan estetika yang elegan. Desain mekanikal dapat dilihat pada gambar 5 berikut.



Gambar 5.1 Desain Mekanikal



Gambar 5.2 Prototipe kotak amal berbasis IoT

Prototipe kotak amal dirancang menggunakan rangka aluminium dan dinding berbahan kaca transparan untuk memudahkan pemantauan isi. Dimensi fisik kotak adalah panjang 30 cm, lebar 30 cm, dan tinggi 70 cm, dengan empat kaki penyangga untuk stabilitas. Desain ini mempertimbangkan kekuatan mekanis, serta ruang yang cukup untuk pemasangan komponen elektronik seperti sensor, ESP32, modul GPS, RFID, dan sistem daya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Pengujian Notifikasi Telegram

Pengujian notifikasi Telegram dilakukan dengan memicu sensor getar tanpa menggunakan kartu RFID. Sistem berhasil mengirimkan pesan otomatis ke aplikasi Telegram berisi notifikasi adanya gangguan serta koordinat GPS. Rata-rata waktu pengiriman pesan adalah 2 detik, terhitung sejak sensor mendeteksi getaran hingga pesan diterima di perangkat pengguna. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan ESP32 sebagai pengendali utama dapat mengelola komunikasi data secara efisien dan real-time[4]. Pengujian notifikasi telegram dapat dilihat pada gambar 6 berikut.



Gambar 6. Hasil Pengujian Notifikasi Telegram

b. Pengujian Sensor Getar SW-420

Sensor getar diuji untuk mengetahui sensitivitas terhadap berbagai tingkat getaran. Pada guncangan ringan, sensor tidak langsung aktif, namun pada guncangan sedang hingga kuat (seperti dorongan tangan atau benturan benda), sistem langsung memberikan respon. Hal ini menunjukkan bahwa sensor memiliki ambang sensitivitas yang cukup baik dan dapat dikalibrasi ulang untuk menghindari false alarm dari getaran lingkungan seperti kendaraan atau aktivitas di sekitarnya. Pengujian sensor getar SW-420 dapat dilihat pada gambar 7 berikut.



Gambar 7. Pengujian Sensor Getar

c. Pengujian RFID RC522

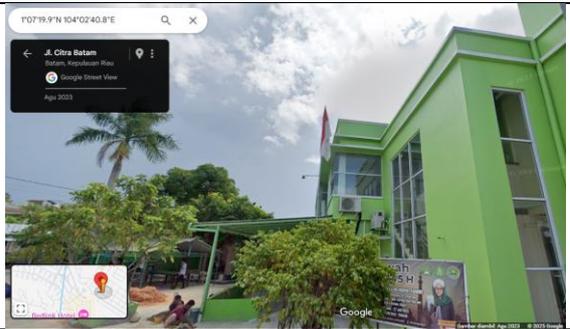
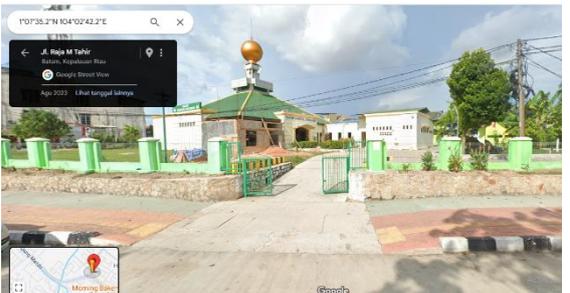
Pengujian fitur RFID dilakukan dengan memindai kartu RFID untuk mengautentikasi akses. Prosedur pengujian melibatkan pemrograman modul RFID RC522 untuk membaca UID kartu dan memeriksa apakah UID tersebut terdaftar. Hasilnya, sistem berhasil mendeteksi kartu RFID dengan akurasi 90% sesuai dengan kartu UID yang telah didaftarkan. Pengujian RFID RC522 dapat dilihat pada gambar 8 berikut.

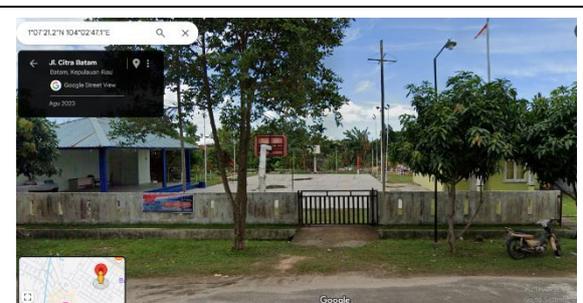
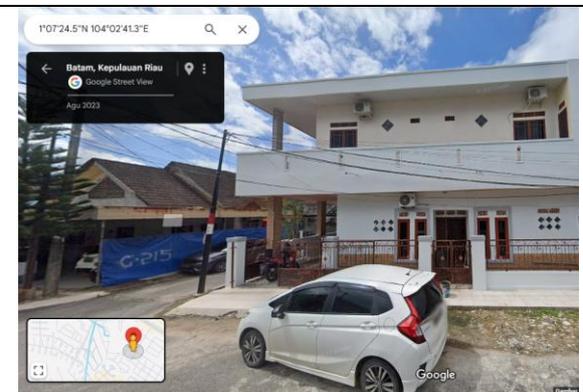
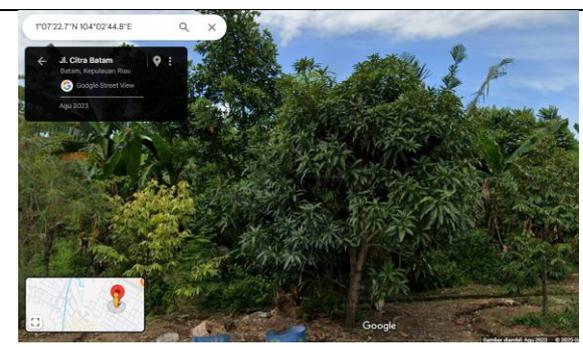
Tabel 1. Pengujian RFID

Skenario pengujian	Kondisi	Hasil pengujian
RFID membaca kartu yang terdaftar	Jarak kartu 3 cm dari reader	Kartu berhasil terbaca, solenoid aktif
RFID membaca kartu yang tidak terdaftar	Kartu tidak terdaftar dalam sistem	Solenoid tidak aktif
Jarak kartu terlalu jauh	Kartu berjarak > 4 cm dari reader	Tidak ada respon dari sistem
Kartu digerakkan cepat diatas reader	Kartu melewati reader dengan kecepatan tinggi	Kartu berhasil terbaca dan solenoid aktif

d. Pengujian GPS Neo-6M

Tabel 2. Pengujian GPS diberbagai lokasi

Kondisi lokasi	Koordinat yang didapatkan	Akurasi (meter)	Gambar tampilan di Gmaps
Masjid dengan struktur kaca	Getaran terdeteksi! Lokasi: https://www.google.com/maps/?q=1.122182,104.044678	10	
Masjid dengan struktur beton	Getaran terdeteksi! Lokasi: https://www.google.com/maps/?q=1.126453,104.045067	20	

<p>Lapangan terbuka (fasum)</p>	<p>Getaran terdeteksi! Lokasi: https://www.google.com/maps/?q=1.122553,104.046417</p>	<p>10</p>	
<p>Dalam kendaraan bergerak</p>	<p>Getaran terdeteksi! Lokasi: https://www.google.com/maps/?q=1.123466,104.044792</p>	<p>20</p>	
<p>Lt 4 gedung utama Polibatam</p>	<p>Getaran terdeteksi! Lokasi: https://www.google.com/maps/?q=1.118358,104.048370</p>	<p>500</p>	
<p>Di kebun atau lingkungan pepohonan</p>	<p>Getaran terdeteksi! Lokasi: https://www.google.com/maps/?q=1.122979,104.045769</p>	<p>10</p>	
<p>Di area jalan terbuka</p>	<p>Getaran terdeteksi! Lokasi: https://www.google.com/maps/?q=1.122872,104.045700</p>	<p>10</p>	

e. Analisa Konsumsi Daya

Analisis konsumsi daya bertujuan untuk memastikan bahwa sistem dapat beroperasi dalam waktu yang cukup dengan sumber daya yang tersedia selama waktu yang diperlukan[5] dilakukan pengukuran arus (I) yang dikonsumsi selama operasi dan mengukur tegangan operasi (V). Daya yang dikonsumsi oleh setiap komponen dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$P = V \times I \quad (1)$$

Keterangan :

P : daya dalam watt (W),

V : tegangan dalam volt (V)

I : arus dalam ampere (A).

Setelah menghitung konsumsi daya untuk setiap komponen, jumlahkan semua nilai untuk mendapatkan total konsumsi daya sistem :

$$P (\text{Total}) = \sum (V_i \times I_i) \quad (2)$$

Keterangan : V_i dan I_i adalah tegangan dan arus untuk komponen ke-i

Tabel 3. Analisa konsumsi daya

Komponen	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
NodeMCU ESP32	4,98	0,375	1,872
GPS NEO-6M	4,75	0,040	0,190
RFID Reader (RC522)	3,24	0,025	0,081
Sensor getar SW-420	4,94	0,020	0,098
Buzzer	4,93	0,030	0,148
LCD Display	4,69	0,065	0,305
Sensor Infrared	4,97	0,015	0,074
Relay	4,98	0,110	0,547
Solenoid door lock	12,93	0,350	4,523
Total konsumsi daya			7,838

Berdasarkan tabel Analisa konsumsi daya diatas menunjukkan sistem dapat beroperasi stabil selama sekitar 7–8 jam, sesuai dengan perhitungan.

f. Implementasi IoT

Dengan memanfaatkan teknologi IoT, sistem ini dirancang untuk memberikan perlindungan ekstra terhadap kotak amal melalui pemanfaatan berbagai teknologi canggih. Salah satu fitur utama adalah pengiriman notifikasi secara real-time melalui aplikasi Telegram. Fitur ini memberikan keuntungan signifikan dalam meningkatkan kecepatan respons, memungkinkan DKM Masjid untuk segera mengambil Langkah pencegahan yang diperlukan jika terdeteksi adanya ancaman pencurian. Dengan adanya notifikasi ini, DKM Masjid tidak

hanya mendapatkan informasi secara instan, tetapi juga memiliki kemampuan untuk melacak lokasi kotak amal jika terjadi perpindahan tanpa izin.

g. Analisis Kinerja Perangkat Keras

Tabel 4. Pengujian kinerja perangkat keras

Komponen	Metode pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian
RFID RC522	Memindai kartu RFID mengecek data yang diterima	Kartu RFID terdeteksi dan data terbaca	Berhasil mendeteksi kartu dan membaca data
Sensor Getar SW-420	Menggoyangkan sensor dan memeriksa sinyal keluaran	Sinyal aktif Ketika sensor digoyangkan	Sinyal aktif terdeteksi
Komponen	Metode pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian
Buzzer	Mengaktifkan <i>buzzer</i> melalui program	Buzzer berbunyi sesuai perintah	Buzzer berbunyi dengan baik selama delay yang ditentukan
ESP32	Menjalankan semua program dan memeriksa semua pin	Semua pin berfungsi dan program berjalan	Semua pin berfungsi dengan baik
GPS NEO-6M	Mengaktifkan modul GPS dan memeriksa koordinat lokasi	Koordinat Lokasi terbaca	Koordinat Lokasi terbaca dengan Tingkat akurasi 10 meter
Sensor <i>Infrared</i>	Mendeteksi uang menggunakan sensor <i>Infrared</i> dan memeriksa tulisan yang muncul di LCD display	Ketika sensor <i>Infrared</i> mendeteksi uang, maka LCD display akan menampilkan pesan “terima kasih infaq, sedekahnya”.	Tampilan tulisan “terima kasih infaq, sedekahnya” muncul di LCD

Berdasarkan pada tabel diatas, Perangkat keras sistem menunjukkan kinerja yang baik, RFID RC522 mampu mendeteksi kartu dengan akurasi tinggi, dan sensor getar SW-420 berhasil mendeteksi getaran dengan sensitivitas yang dapat disesuaikan atau dikalibrasi. Modul GPS NEO-6M memberikan hasil koordinat lokasi yang akurat, yang sangat penting untuk pelacakan kotak amal jika dipindahkan ke lokasi lain. Ketiga komponen ini menunjukkan sinergi yang optimal, mendukung stabilitas dan keandalan sistem secara keseluruhan.

Namun, perlu dicatat bahwa GPS membutuhkan waktu lebih lama untuk menangkap sinyal Ketika berada di area tertutup. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan modul GPS dalam menerima sinyal satelit yang terhalang oleh struktur bangunan atau material lainnya. Sebagai Solusi, pemasangan antena eksternal dapat membantu mempercepat proses akuisisi sinyal dan meningkatkan keakuratan koordinasi lokasi.

h. Analisis Efektivitas Sistem dan Stabilitas Jaringan IoT

Efektivitas sistem diuji dengan menggunakan rumus :

$$E = \frac{N_{berhasil}}{N_{total}} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan :

E = efektivitas fitur

$N_{berhasil}$ = jumlah kejadian yang berhasil dideteksi oleh fitur

N_{total} = total kejadian yang diuji.

Tabel 5. Pengujian kinerja perangkat keras

Fitur	Total percobaan (N_{total})	Berhasil ($N_{berhasil}$)	Gagal	Efektivitas (%)	Rata-Rata Waktu (detik)
Deteksi uang	30	30	0	100	-
Deteksi getaran	30	27	3	90	-
Autentikasi RFID	30	27	3	90	-
Pengiriman Notifikasi (jaringan stabil)	30	30	0	100	2
Pengiriman Notifikasi (jaringan tidak stabil)	30	25	5	83,3	3,5

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan pada sistem keamanan kotak amal berbasis Internet of Things (IoT), dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Sistem ini mampu mendeteksi ancaman dengan mengintegrasikan fitur deteksi getaran, autentikasi RFID, dan pelacakan GPS, sehingga meningkatkan keamanan.
2. Sistem dapat mengirimkan notifikasi secara real-time melalui aplikasi Telegram dengan waktu rata-rata 2 detik setelah ancaman terdeteksi, dan membunyikan buzzer sebagai peringatan lokal jika terjadi perpindahan tanpa izin. Selain itu, sistem juga dapat melacak lokasi kotak amal dengan akurasi ± 10 meter.
3. Teknologi RFID memastikan hanya pihak berwenang yang dapat membuka kotak amal, meningkatkan perlindungan dari akses tidak sah.
4. Sistem ini dapat beroperasi hingga 8 jam menggunakan baterai 12 volt, menjadikannya Solusi andal untuk keamanan kotak amal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. A. Darmawan, M. Ulfah, and A. S. Irtawaty, "Sistem Keamanan Kotak Amal Berbasis NodeMCU Menggunakan Bot Telegram," *J. Tek. Elektro Dan Komputasi ELKOM*, vol. 5, no. 1, pp. 28–37, Mar. 2023, doi: 10.32528/elkom.v5i1.9370.
- [2] A. Nugroho and A. Almasri, "Alat Keamanan Kotak Amal Untuk Mengatasi Pencurian Berbasis GSM," *Voteteknika Vocat. Tek. Elektron. Dan Inform.*, vol. 9, no. 3, p. 52, Sep. 2021, doi: 10.24036/voteteknika.v9i3.113081.
- [3] Athifah Idran Tsabitha Aidin and Ayu Ruqayyah Yunus, "Penerapan Qris Pada Masjid Sebagai Metode Sedekah Yang Efektif," *Tawazun J. Ekon. Islam*, vol. 3, no. 3, Dec. 2023, doi: 10.24252/attawazun.v3i3.42921.
- [4] D. Hermawan, J. Jufrizel, A. Ullah, and A. Faizal, "Rancang Bangun Keamanan Kotak Amal dengan Akses Fingerprint Menggunakan ESP32-Cam dan Telegram Berbasis IOT," *J. MEDIA Inform. BUDIDARMA*, vol. 7, no. 3, p. 1013, Jul. 2023, doi: 10.30865/mib.v7i3.6252.
- [5] T. Y. Irawan, Y. L. Prambodo, and I. Zulkarnain, "Rancang Bangun Alat Pengamanan Kotak Amal Menggunakan Sensor Sidik Jari dan SMS Gateway Berbasis Mikrokontroler," *Sist. Komput. Dan Teknol. Intelegrasi Artifisial SIKOMTIA*, vol. 1, no. 1, pp. 1–12, Dec. 2022, doi: 10.59039/sikomtia.v1i1.1.