E-ISSN: 3047-941X
Halaman 78-94
Volume 3 Nomor 1 Tahun 2026

Kotak Infaq Otomatis Berbasis IoT dengan Sistem Keamanan dan Media Edukasi

Muhammad Abi Aufa[1], Hadi Syahputra, S.Kom., M Kom.[2], Okta Andrica Putra, S.Kom., M.Kom.[3]

[1] Program Studi Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Putra Indonesia YPTK Padang
[2] Program Studi Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Putra Indonesia YPTK Padang
[3] Program Studi Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Putra Indonesia YPTK Padang
e-mail: Muhammaddabi98@gmail.com

Abstrak

Infaq merupakan salah satu bentuk ibadah sosial yang memiliki peran penting dalam meningkatkan kepedulian dan solidaritas masyarakat. Namun, penggunaan kotak infaq konvensional masih memiliki berbagai keterbatasan, terutama pada aspek keamanan, transparansi, serta kurangnya media edukasi dan ajakan berinfaq. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun kotak infaq otomatis berbasis Internet of Things (IoT) yang dilengkapi dengan sistem keamanan dan pengeras suara sebagai media edukasi. Sistem ini menggunakan Arduino Mega sebagai pengendali pembacaan sensor dan ESP32 sebagai modul komunikasi IoT. Beberapa sensor yang digunakan antara lain sensor infrared dan load cell untuk mendeteksi pemasukan serta berat uang infaq, sensor getar dan sensor magnetik sebagai sistem keamanan, serta modul DFPlayer Mini dan speaker untuk menyampaikan pesan edukatif secara otomatis. Data dari sensor diproses oleh Arduino Mega dan dikirimkan oleh ESP32 secara real-time melalui jaringan internet untuk keperluan monitoring jarak jauh. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi aktivitas pemasukan infaq, memantau kondisi keamanan kotak, serta memberikan notifikasi dan informasi secara real-time. Selain itu, pengeras suara dapat berfungsi dengan baik sebagai media edukasi dan ajakan berinfaq. Dengan demikian, kotak infaq otomatis berbasis IoT ini diharapkan dapat meningkatkan keamanan, transparansi, serta efektivitas pengelolaan dana infaq

Kata kunci: *kotak infaq otomatis, internet of things, Arduino Mega, ESP32, sistem keamanan, pengeras suara.*

E-ISSN: 3047-941X
Halaman 78-94
Volume 3 Nomor 1 Tahun 2026

Abstract

Donations are a form of social worship that plays an important role in increasing community awareness and solidarity. However, the use of conventional donation boxes still has various limitations, especially in terms of security, transparency, and the lack of educational media and invitations to donate. This study aims to design and build an Internet of Things (IoT)-based automatic donation box equipped with a security system and a loudspeaker as an educational medium. This system uses an Arduino Mega as a sensor reading controller and an ESP32 as an IoT communication module. Several sensors used include infrared sensors and load cells to detect the entry and weight of donation money, vibration sensors and magnetic sensors as a security system, and a DFPlayer Mini module and speaker to convey educational messages automatically. Data from the sensors is processed by the Arduino Mega and sent by the ESP32 in real-time via the internet for remote monitoring purposes. Test results show that the system is able to detect donation input activities, monitor the security conditions of the box, and provide notifications and information in real-time. In addition, the loudspeaker can function well as an educational medium and invitation to donate. Thus, this IoT-based automatic donation box is expected to improve the security, transparency, and effectiveness of donation fund management.

Keywords: automatic donation box, internet of things, Arduino Mega, ESP32, security system, loudspeaker

LATAR BELAKANG

Pendahuluan

Infaq merupakan salah satu bentuk ibadah sosial yang berperan penting dalam meningkatkan kepedulian dan solidaritas masyarakat. Pada praktiknya, penghimpunan dana infaq masih banyak menggunakan kotak infaq konvensional yang ditempatkan di masjid, mushalla, atau ruang publik. Namun, sistem konvensional tersebut memiliki berbagai keterbatasan, terutama pada aspek keamanan, transparansi, dan pemantauan kondisi kotak infaq secara berkelanjutan. Risiko pencurian, pembukaan paksa, serta tidak adanya informasi kondisi kotak secara real-time menjadi permasalahan yang sering terjadi dan dapat menurunkan kepercayaan masyarakat terhadap pengelolaan dana infaq.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengusulkan penerapan teknologi Internet of Things (IoT) untuk meningkatkan keamanan dan kemampuan monitoring pada kotak infaq. Penelitian yang dilakukan oleh Mahdi *et al.* menunjukkan bahwa integrasi sensor getar dan sensor magnetik dengan sistem IoT mampu meningkatkan keamanan serta memberikan notifikasi kondisi kotak infaq secara real-time [1]. Pendekatan lain juga diterapkan dengan menambahkan sistem keamanan berbasis sidik jari yang terintegrasi dengan IoT untuk

mencegah akses tidak sah pada kotak infaq [2]. Hasil penelitian tersebut membuktikan bahwa teknologi IoT dapat menjadi solusi yang efektif dalam meningkatkan keamanan dan transparansi pengelolaan dana infaq.

Selain itu, perkembangan teknologi IoT memungkinkan penggunaan lebih dari satu mikrokontroler dalam satu sistem untuk mengoptimalkan kinerja. Kombinasi Arduino Mega sebagai pengendali pembacaan sensor dan ESP32 sebagai modul komunikasi IoT telah diterapkan pada berbagai sistem monitoring berbasis sensor dan terbukti mampu meningkatkan keandalan pengolahan data serta pengiriman informasi secara real-time [3]. Arsitektur sistem semacam ini relevan untuk diterapkan pada kotak infaq otomatis yang membutuhkan pembacaan sensor yang stabil serta konektivitas internet yang andal.

Berdasarkan permasalahan dan penelitian terdahulu tersebut, penelitian ini merancang dan membangun kotak infaq otomatis berbasis IoT yang dilengkapi dengan sistem keamanan dan pengeras suara sebagai media edukasi dan ajakan berinfaq. Sistem menggunakan Arduino Mega untuk mengolah data dari sensor infrared, load cell, sensor getar, dan sensor magnetik, sedangkan ESP32 digunakan sebagai modul komunikasi IoT untuk pengiriman data dan notifikasi secara real-time. Selain itu, modul DFPlayer Mini dan speaker digunakan untuk menyampaikan pesan edukatif secara otomatis kepada masyarakat. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam meningkatkan keamanan, transparansi, serta efektivitas pengelolaan dana infaq di era digital.

Landasan Teori

Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan konsep yang memungkinkan berbagai perangkat fisik untuk saling terhubung melalui jaringan internet sehingga mampu mengumpulkan, mengirim, dan menerima data secara otomatis tanpa keterlibatan manusia secara langsung. Teknologi IoT mengintegrasikan sensor, mikrokontroler, dan sistem komunikasi jaringan untuk mendukung proses monitoring dan pengendalian secara real-time. Penerapan IoT telah berkembang luas pada berbagai bidang, termasuk sistem monitoring, keamanan, dan otomasi, karena mampu meningkatkan efisiensi, akurasi data, serta kemudahan pengawasan jarak jauh [4].

ESP32

ESP32 merupakan mikrokontroler berbasis IoT yang dikembangkan oleh Espressif Systems dengan arsitektur dual-core Xtensa LX6 dan kecepatan hingga 240 MHz. Modul ini mendukung konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth (Classic dan BLE) serta memiliki jumlah GPIO dan protokol komunikasi yang lengkap, sehingga banyak digunakan pada aplikasi IoT modern [5].Pada penelitian ini, ESP32 berfungsi sebagai modul komunikasi dan pengendali utama untuk mengirim data sensor, menerima perintah pengguna, serta mengintegrasikan sistem kotak infaq otomatis dengan platform IoT.

Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 merupakan papan mikrokontroler berbasis ATmega2560 yang memiliki jumlah pin input/output yang besar, sehingga sesuai digunakan pada sistem dengan banyak sensor dan aktuator [6].Dalam sistem kotak infaq otomatis, Arduino Mega digunakan untuk membaca data dari berbagai sensor dan mengendalikan perangkat output sebelum data diteruskan ke ESP32.

Sensor Getar SW-420

Sensor getar SW-420 merupakan sensor digital yang mendeteksi adanya getaran atau benturan melalui perubahan kondisi internalnya. Sensor ini umum digunakan sebagai sistem keamanan karena memiliki sensitivitas yang baik terhadap gangguan fisik [7].Pada penelitian ini, sensor getar digunakan untuk mendeteksi aktivitas mencurigakan pada kotak infaq sebagai bagian dari sistem keamanan.

Magnetic Switch

Magnetic switch bekerja berdasarkan perubahan medan magnet dan digunakan untuk mendeteksi kondisi buka atau tutup suatu objek. Sensor ini banyak digunakan pada sistem keamanan karena bersifat sederhana, stabil, dan andal [8].Dalam sistem yang dirancang, magnetic switch digunakan untuk mendeteksi pembukaan pintu kotak infaq tanpa izin.

Sensor Sidik Jari

Sensor sidik jari merupakan teknologi biometrik yang digunakan untuk autentikasi berdasarkan pola unik sidik jari manusia. Metode ini memiliki tingkat keamanan yang tinggi dan banyak diterapkan pada sistem kontrol akses [9].Pada penelitian ini, sensor sidik jari digunakan untuk membatasi akses pembukaan kotak infaq hanya kepada pengguna yang berwenang.

Sensor Infrared

Sensor infrared (IR) merupakan sensor optoelektronik yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan objek berdasarkan pantulan cahaya inframerah. Sensor ini memiliki respon cepat dan konsumsi daya rendah [10].Sensor IR digunakan untuk mendeteksi pemasukan uang pada kotak infaq secara otomatis.

Load Cell dan Modul HX711

Load cell digunakan untuk mengukur berat berdasarkan perubahan resistansi strain gauge, sedangkan modul HX711 berfungsi sebagai penguat dan konverter sinyal analog ke digital [11].Kombinasi load cell dan HX711 digunakan untuk mengukur berat uang infaq yang masuk sehingga pencatatan dana menjadi lebih akurat.

DFPlayer Mini

DFPlayer Mini merupakan modul pemutar audio mandiri yang mendukung format MP3 dan WAV serta dapat dikendalikan melalui komunikasi serial. Modul ini mampu menghasilkan audio yang stabil tanpa rangkaian tambahan [12].Pada sistem ini, DFPlayer Mini digunakan sebagai media penyampaian pesan edukatif dan ajakan berinfaq.

Solenoid Lock

Solenoid lock merupakan aktuator elektromagnetik yang digunakan sebagai pengunci otomatis berbasis listrik. Solenoid bekerja dengan menarik plunger ketika dialiri arus sehingga mekanisme pengunci dapat dibuka [13].Solenoid lock digunakan untuk meningkatkan keamanan fisik kotak infaq.

OLED Display

OLED merupakan teknologi layar self-emissive yang memiliki kontras tinggi dan konsumsi daya rendah. OLED SSD1306 banyak digunakan sebagai tampilan sistem IoT karena mudah diintegrasikan dengan mikrokontroler [14].OLED digunakan untuk menampilkan status dan informasi sistem kotak infaq otomatis.

Buzzer dan Speaker Mini

Buzzer digunakan sebagai indikator suara atau alarm pada kondisi tertentu, sedangkan speaker mini digunakan sebagai keluaran audio untuk pesan suara [15].Kombinasi buzzer dan speaker digunakan sebagai media peringatan serta penyampaian informasi suara pada sistem kotak infaq otomatis.

METODE

Kerangka Kerja Penelitian

Kerangka kerja penelitian menjelaskan tahapan penelitian yang dilakukan mulai dari studi literatur, perancangan sistem, pembuatan alat, pengujian sistem, hingga analisis hasil. Kerangka kerja ini bertujuan untuk memberikan gambaran alur penelitian secara sistematis dan terstruktur.

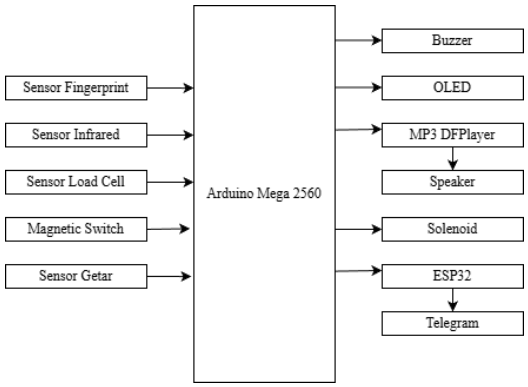


Gambar. Kerangka Kerja Penelitian

Konsep Blok Sistem

Konsep blok sistem menggambarkan hubungan antar komponen utama dalam sistem kotak infaq otomatis. Sistem diawali dari sensor-sensor yang bertugas mendeteksi kondisi fisik kotak infaq, seperti pemasukan uang dan keamanan. Data dari sensor diproses oleh Arduino Mega 2560 kemudian diteruskan ke ESP32 untuk dikirimkan ke platform IoT.

ESP32 berfungsi sebagai penghubung antara sistem dengan jaringan internet sehingga data dapat dimonitor secara real-time. Output sistem berupa tampilan informasi pada OLED, bunyi peringatan dari buzzer dan speaker, serta pengendalian solenoid lock sebagai sistem pengunci otomatis.



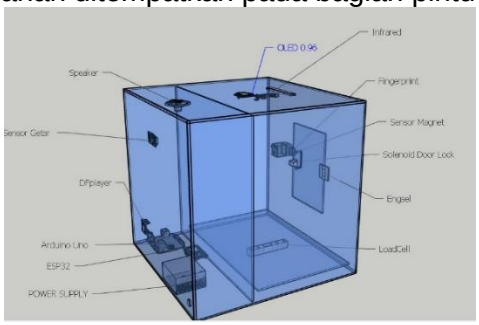
Gambar. Diagram Blok Sistem Kotak Infaq Otomatis

Arsitektur Perangkat Keras Sistem

Seluruh sensor dan aktuator pada sistem dihubungkan ke Arduino Mega 2560 sebagai pengendali utama. Sensor getar SW-420, magnetic switch, sensor infrared, dan sensor sidik jari terhubung melalui pin input digital dan komunikasi serial. Sensor load cell dihubungkan melalui modul HX711 menggunakan antarmuka digital. Arduino Mega kemudian berkomunikasi dengan ESP32 melalui komunikasi serial untuk mengirimkan data hasil pembacaan sensor ke platform IoT. ESP32 berfungsi sebagai modul komunikasi internet, sedangkan Arduino Mega bertugas mengolah data dan mengendalikan aktuator seperti solenoid lock, buzzer, speaker, dan OLED display.

Desain Fisik Alat

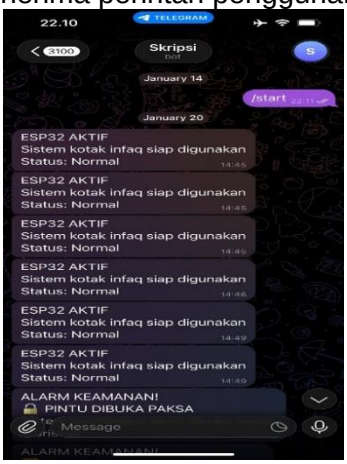
Desain fisik alat menunjukkan bentuk akhir dari kotak infaq otomatis yang telah dirakit. Penempatan sensor dan komponen disesuaikan dengan fungsi masing-masing agar sistem dapat bekerja secara optimal. Sensor infrared dan load cell ditempatkan pada jalur pemasukan uang, sedangkan sensor keamanan ditempatkan pada bagian pintu dan badan kotak.



Gambar. Desain Fisik Kotak Infaq Otomatis

Desain Software

Perangkat lunak sistem dirancang untuk mengolah data sensor, mengatur logika kerja sistem, serta mengirimkan data ke platform IoT. Program pada Arduino Mega bertugas membaca sensor dan mengendalikan aktuator, sedangkan program pada ESP32 bertugas mengirimkan data ke server dan menerima perintah pengguna.

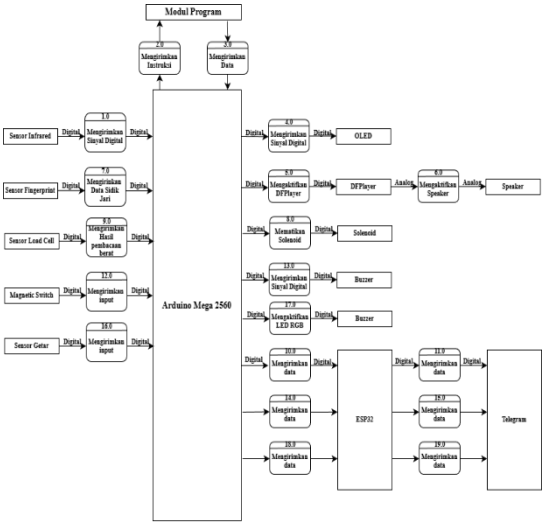


Gambar. Tampilan Sistem Monitoring IoT

Proses Kerja Sistem

Data Flow Diagram (DFD)

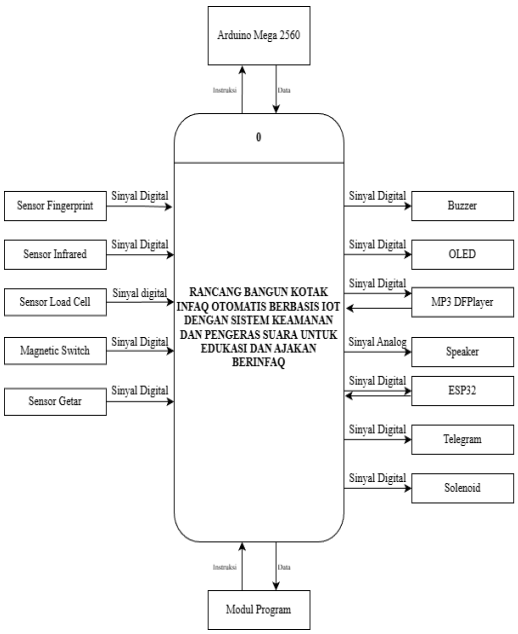
DFD Level 0 menggambarkan aliran data dalam sistem, mulai dari sensor yang mengumpulkan data, hingga data yang diproses oleh mikrokontroler dan dikirimkan ke platform IoT. Pengguna juga dapat memberikan perintah yang akan diproses kembali oleh sistem.



Gambar. Data Flow Diagram (DFD) Level 0

Context Diagram

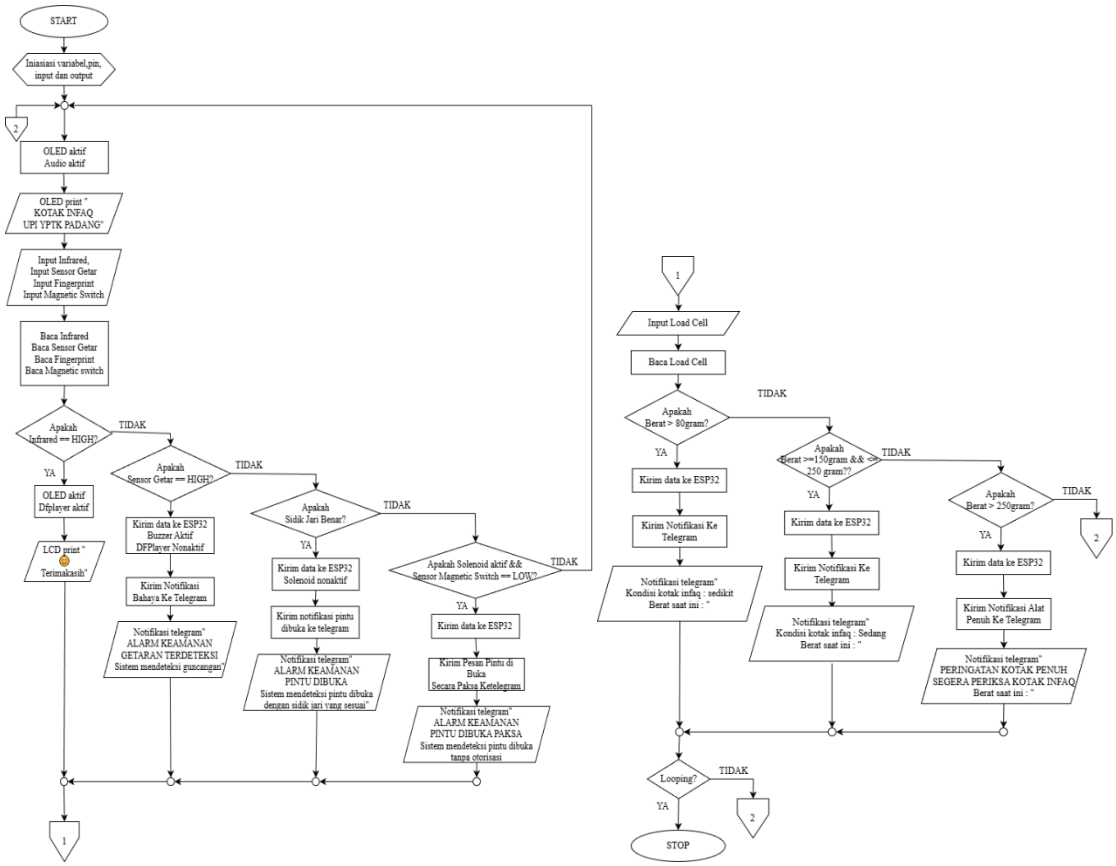
Context diagram merupakan DFD tingkat tertinggi yang hanya memuat satu proses utama, merepresentasikan keseluruhan sistem. Entitas eksternal (terminator) digambarkan dengan persegi panjang dan berkomunikasi langsung dengan sistem melalui aliran data atau penyimpanan eksternal. Komunikasi antar terminator tidak diperbolehkan, sehingga semua pertukaran data melewati sistem. Diagram ini memudahkan pemahaman batasan sistem dan interaksi dengan lingkungan eksternal secara keseluruhan**.**



Gambar. Context Diagram

Flowchart Sistem

Flowchart sistem menggambarkan alur kerja kotak infaq otomatis secara keseluruhan. Proses dimulai dari inisialisasi sistem, pembacaan sensor, pengolahan data, pengambilan keputusan, hingga pengiriman data dan pemberian output berupa tampilan, suara, dan penguncian sistem.

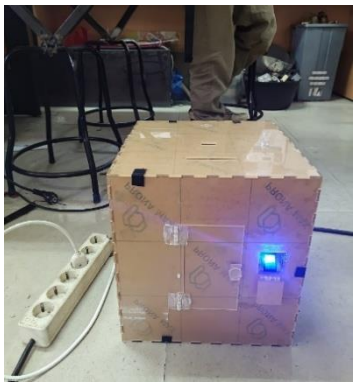


Gambar. Flowchart Sistem Kotak Infaq Otomatis

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini adalah sebuah prototype kotak infaq otomatis berbasis Internet of Things (IoT) yang dilengkapi dengan sistem keamanan, monitoring kapasitas, serta fitur audio edukasi. Sistem dirancang menggunakan ESP32 sebagai pengendali utama yang terintegrasi dengan berbagai sensor dan aktuator, antara lain sensor infrared, load cell, sensor getar, sensor magnetic switch, sensor sidik jari, DFPlayer Mini, solenoid lock, buzzer, speaker, dan layar OLED.

Prototype kotak infaq yang dikembangkan dapat dilihat pada Gambar 8, yang menunjukkan tampilan fisik alat beserta penempatan komponen utama pada tahap awal perakitan.



Gambar. Prototype awal kotak infaq otomatis berbasis IoT

Prinsip Kerja dan Pengujian Sensor Infrared

Sensor infrared berfungsi sebagai pendeteksi awal aktivitas donasi pada kotak infaq. Sensor mendeteksi keberadaan objek berupa uang yang melewati jalur masuk donasi dan menghasilkan sinyal logika HIGH, sedangkan kondisi LOW menunjukkan tidak adanya objek. Sinyal ini digunakan untuk mengaktifkan tampilan visual dan audio sebagai respon sistem.

Respon sistem terhadap kondisi sensor infrared ditunjukkan pada Tabel 1. Ketika donasi terdeteksi, sistem menampilkan pesan “Terima kasih” pada layar OLED dan memutar suara ucapan terima kasih. Pada kondisi siaga, sistem menampilkan teks “Kotak Infaq” dan memutar suara ajakan berinfaq.

Sensor Infrared	OLED	DFPlayer
Sensor Infrared == HIGH	OLED print” Terimakasih”	Keluar suara terimakasih
Sensor Infrared == LOW	OLED print”Kotak infaq”	Memutar suara ajakan berinfaq

Tabel. Respon Sistem terhadap Kondisi Sensor Infrared

Pengujian fungsional dilakukan untuk memastikan kinerja sensor infrared dalam mendeteksi objek donasi. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 2, yang menunjukkan

bahwa sensor infrared mampu mendeteksi objek berupa uang kertas dan uang koin dengan baik serta memberikan respon sistem sesuai dengan perancangan.

No	Percobaan	Jenis Objek	Kondisi Sensor	Respon Sistem
1	Percobaan 1	Uang kertas	HIGH	Sistem mendeteksi donasi dan menampilkan pesan terima kasih
2	Percobaan 2	Uang koin	HIGH	Sistem mendeteksi donasi dan memutar suara ucapan terima kasih
3	Percobaan 3	Tidak ada objek	LOW	Sistem berada pada kondisi siaga dan menampilkan teks "Kotak Infaq"

Tabel. Hasil Pengujian Sensor Infrared

Pengujian Sistem Keamanan dan Monitoring Kotak Infaq

Pengujian sistem keamanan dan monitoring dilakukan untuk memastikan bahwa setiap kondisi tidak normal pada kotak infaq dapat terdeteksi dan direspon secara otomatis oleh sistem. Sistem ini mengintegrasikan beberapa komponen, yaitu sensor getar, load cell, magnetic switch, dan sensor sidik jari yang berfungsi untuk meningkatkan keamanan serta memudahkan pemantauan kondisi kotak infaq.

Sensor getar digunakan untuk mendeteksi adanya guncangan atau benturan pada kotak infaq. Ketika getaran terdeteksi, sistem akan mengaktifkan buzzer sebagai alarm peringatan dan mengirimkan notifikasi melalui aplikasi Telegram. Load cell berfungsi untuk memantau berat isi kotak infaq, di mana sistem akan mengirimkan peringatan ketika berat melebihi batas yang telah ditentukan sebagai indikasi kotak penuh. Magnetic switch digunakan untuk mendeteksi kondisi pintu kotak infaq, sedangkan sensor sidik jari berfungsi sebagai sistem autentikasi untuk mengontrol akses pembukaan kunci solenoid.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh komponen sistem keamanan dan monitoring bekerja sesuai dengan perancangan. Setiap kondisi yang tidak normal dapat terdeteksi dengan baik dan direspon secara otomatis oleh sistem melalui alarm dan notifikasi, sehingga meningkatkan tingkat keamanan dan kemudahan pengelolaan kotak infaq berbasis IoT.

Tabel 3. Hasil Pengujian Sistem Keamanan dan Monitoring

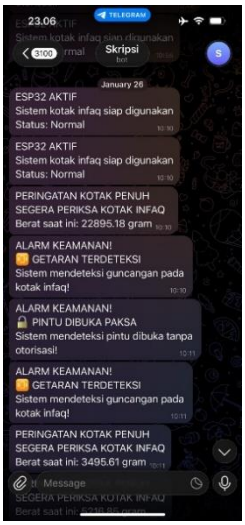
Komponen	Kondisi Uji	Respon Sistem
Sensor getar	Getaran terdeteksi (HIGH)	Buzzer aktif dan notifikasi Telegram "Alarm keamanan – getaran terdeteksi"
Sensor getar	Tidak ada getaran (LOW)	Buzzer nonaktif

Load cell	Berat > 500 gram	Notifikasi Telegram “Peringatan kotak penuh” disertai informasi berat
Load cell	Berat ≤ 500 gram	Tidak ada notifikasi
Magnetic switch	Pintu dibuka tanpa otorisasi	Buzzer aktif dan notifikasi Telegram “Alarm pintu dibuka paksa”
Sensor sidik jari	Sidik jari sesuai	Solenoid membuka kunci
Sensor sidik jari	Sidik jari tidak sesuai	Solenoid tetap terkunci

Pengujian Notifikasi Telegram

Pengujian notifikasi Telegram dilakukan untuk memastikan sistem mampu mengirimkan informasi kondisi kotak infaq secara real-time kepada pengelola. Notifikasi dikirimkan ketika terjadi kondisi tertentu, seperti terdeteksinya getaran, pintu dibuka tanpa otorisasi, serta ketika berat isi kotak infaq melebihi batas yang telah ditentukan.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berhasil mengirimkan notifikasi Telegram sesuai dengan kondisi yang terdeteksi oleh sensor. Setiap peringatan yang dikirimkan memuat informasi yang jelas, sehingga pengelola dapat segera mengetahui status keamanan dan kapasitas kotak infaq tanpa harus melakukan pemeriksaan langsung. Dengan demikian, penggunaan Telegram sebagai media monitoring dinilai efektif dan mendukung penerapan sistem kotak infaq berbasis IoT.



Gambar. Tampilan notifikasi dan fitur informasi sidik jari melalui Telegram

Tabel. Hasil Pengujian Notifikasi Telegram

Kondisi Sistem	**Isi Notifikasi**
Getaran terdeteksi	Alarm keamanan – getaran terdeteksi
Pintu dibuka paksa	Alarm keamanan – pintu dibuka tanpa otorisasi
Berat > 500 gram	Peringatan kotak penuh disertai informasi berat

Berdasarkan hasil pengujian pada Gambar 9 dan Tabel 4, sistem berhasil mengirimkan notifikasi sesuai dengan kondisi yang terdeteksi. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan Telegram efektif sebagai media monitoring dan peringatan pada sistem kotak infaq berbasis IoT.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem kotak infaq otomatis berbasis Internet of Things (IoT) berhasil diimplementasikan dan berfungsi sesuai dengan tujuan penelitian. Sensor infrared mampu mendeteksi aktivitas donasi dengan baik dan memicu respon sistem berupa tampilan visual dan audio.

Sistem keamanan dan monitoring yang terdiri dari sensor getar, load cell, magnetic switch, dan sensor sidik jari mampu mendeteksi kondisi tidak normal serta memberikan respon otomatis melalui alarm dan notifikasi Telegram. Pemanfaatan Telegram sebagai media monitoring terbukti efektif dalam memberikan informasi kondisi kotak infaq secara real-time kepada pengelola.

Secara keseluruhan, sistem yang dirancang mampu meningkatkan aspek keamanan, transparansi, dan kemudahan pengelolaan kotak infaq dibandingkan dengan metode konvensional.

DAFTAR PUSTAKA

[1] K. Mahdi, S. Saniman, and A. F. Boy, “Sistem Keamanan Dan Monitoring Kotak Infaq Masjid Berbasis Internet of Things (IoT),” Jurnal Sistem Komputer, vol. 3, no. 5, 2023. https://ojs.trigunadharma.ac.id/index.php/jskom/article/view/7066

[2] R. Arianti, Z. Azmi, and K. Ibnutama, “Rancang Bangun Sistem Keamanan Kotak Infaq Dengan Fingerprint Berbasis IoT,” Jurnal Cyber Tech, vol. 3, no. 11, 2024. https://ojs.trigunadharma.ac.id/index.php/jct/article/view/4010

[3] P. E. Broto, “Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Portable Berbasis IoT menggunakan Arduino Mega dan ESP32,” Jurnal INSYPRO, vol. 8, no. 1, 2023. https://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/insypro/article/view/37466

[4] A. Syahfitri, “Internet of Things (IoT), Sejarah, Teknologi, dan Penerapannya,”Uranus: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, Sains dan Informatika,vol. 3, no. 1, pp. 113–120, 2025. doi: 10.61132/uranus.v3i1.667.

[5] Espressif Systems, “ESP32 Series Datasheet,” Espressif Systems, 2020.[Online].Available:https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf

[6] Arduino, “Arduino Mega 2560 Rev3,” Arduino Documentation, 2021.[Online].Available:https://docs.arduino.cc/hardware/mega-2560

[7] M. Al Afgan, D. Titan, dan A. Djatmiko, “Perancangan Sistem KeamananMenggunakan Sensor Getar SW-420 Berbasis Mikrokontroler,”Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer, vol. 9, no. 2, pp. 85–92, 2021.

[8] A. Khalil, M. Hidayat, dan R. Putra, “Anti-Break Alarm Design UsingMagnetic Switch Sensor,” International Journal of Electronics and Communication, vol. 6, no. 1, pp. 33–39, 2024.

[9] A. Nursyarif, R. Arbansyah, dan S. Sumadi, “Sistem Keamanan Berbasis Sensor Sidik Jari dan Internet of Things,” Jurnal Informatika dan Elektronika, vol. 12, no. 1, pp. 15–23, 2024.

[10] M. Zulkarnain, H. Prasetyo, dan A. Fadli, “Implementasi Sensor Infrared pada Sistem Deteksi Objek,” Jurnal Robotika dan Sistem Kendali, vol. 5, no. 2, pp. 44–50, 2024.

[11] A. Suparman, I. Kurniawan, dan T. Rahmawati, “Pengukuran Berat Digital Menggunakan Load Cell dan Modul HX711,” Jurnal Instrumentasi dan Sensor, vol. 8, no. 1, pp. 1–8, 2024.

[12] R. Hutasuhut, “Implementasi DFPlayer Mini sebagai Media Notifikasi Suara pada Sistem Embedded,” Jurnal Teknik Elektro dan Komputer, vol. 11, no. 3, pp. 120–126, 2023.

[13] R. Asih dan M. Hasibuan, “Perancangan Smart Door Lock Menggunakan Solenoid Berbasis IoT,” Jurnal Sistem Keamanan Digital, vol. 4, no. 2, pp. 55–61, 2023.

[14] N. Andriany, A. Yacoub, dan D. Sanjaya, “Penggunaan OLED SSD1306 sebagai Media Tampilan pada Sistem Monitoring IoT,” Jurnal Teknologi Informasi, vol. 10, no. 1, pp. 9–15, 2023.

[15] R. Hermawan, D. Putri, dan S. Wibowo, “Implementasi Buzzer sebagai Alarm Peringatan pada Sistem Embedded,” Jurnal Elektronika Terapan, vol. 7, no. 1, pp. 20–26, 2020.