

**IMPLEMENTASI SENSOR DAN SISTEM IoT PADA KOTAK AMAL
PINTAR UNTUK PENGHITUNGAN DANA SECARA REAL-TIME
DAN NOTIFIKASI MELALUI TELEGRAM**

Ilham Firanda

Univeristas Muhammadiyah Kalimantan Timur

E-mail: ilhanfirand12@gmail.com

Abstract

This research aims to design and develop an Internet of Things (IoT)-based smart charity box system to improve the efficiency, accuracy, and transparency of charity fund management. The system uses a TCS3200 sensor to detect banknotes based on colour, a proximity sensor to recognise coins, and an ESP32 microcontroller to process data and send real-time notifications via Telegram application. The test results show that the system is able to detect banknotes with high accuracy, process the data automatically, and send notifications without significant delay, thus supporting efficient and transparent fund accounting. With this system, manual errors can be minimised, and charity box management becomes more modern and integrated. This research is expected to make a significant contribution to the development of IoT technology in the social and religious fields.

Keywords — IoT, Smart Charity Box, TCS3200 Sensor, Proximity Sensor, Telegram API, ESP32.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem kotak amal pintar berbasis Internet of Things (IoT) guna meningkatkan efisiensi, akurasi, dan transparansi pengelolaan dana amal. Sistem menggunakan sensor TCS3200 untuk mendeteksi nominal uang kertas berdasarkan warna, sensor proximity untuk mengenali uang koin, serta mikrokontroler ESP32 untuk memproses data dan mengirimkan notifikasi real-time melalui aplikasi Telegram. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi nominal uang dengan akurasi tinggi, memproses data secara otomatis, dan mengirimkan notifikasi tanpa keterlambatan signifikan, sehingga mendukung penghitungan dana secara efisien dan transparan. Dengan sistem ini, kesalahan manual dapat diminimalkan, dan pengelolaan kotak amal menjadi lebih modern dan terintegrasi. Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan teknologi IoT di bidang sosial dan keagamaan.

Kata Kunci — IoT, Kotak Amal Pintar, Sensor TCS3200, Sensor Proximity, Telegram API, ESP32.

1. PENDAHULUAN

Dalam era digital yang semakin berkembang pesat, teknologi Internet of Things (IoT) telah mengubah berbagai aspek kehidupan manusia, termasuk dalam pengelolaan aktivitas sosial dan keagamaan. Berdasarkan laporan, jumlah perangkat IoT di dunia diprediksi mencapai lebih dari 50 miliar pada tahun 2020 (Hakim et al. 2020). IoT memungkinkan berbagai perangkat terhubung ke internet, berkomunikasi, dan bertukar data secara otomatis tanpa intervensi manusia.

Dalam konteks sosial, salah satu penerapan IoT yang menarik perhatian adalah pada pengelolaan dana amal. Penggunaan IoT pada kotak amal pintar dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam menghitung dana secara otomatis serta menyediakan pengawasan lebih baik melalui notifikasi real-time (Hamrul and Rasyid 2023). Hal ini

menjawab tantangan dalam proses pengumpulan dana yang selama ini dilakukan secara manual, memakan waktu, dan rentan terhadap kesalahan penghitungan maupun pencurian.

Namun, meskipun teknologi IoT menawarkan banyak manfaat, tantangan yang muncul terkait implementasi kotak amal pintar adalah bagaimana memastikan sistem ini berjalan dengan aman, andal, dan mudah diakses oleh pengelola. Selain itu, integrasi sistem IoT untuk penghitungan dana secara real-time dan pemberitahuan otomatis melalui aplikasi seperti Telegram menghadirkan tantangan teknis dalam menjaga keakuratan data, sinkronisasi, serta keamanan kotak amal dari gangguan eksternal (Ivan Ade Syahruli 2022). Penggunaan sensor TCS3200 untuk mendeteksi nominal uang secara otomatis dapat meningkatkan efisiensi, namun pengelola juga harus memastikan bahwa sistem tersebut dapat terus beroperasi dengan baik tanpa hambatan teknis.

Sistem pengelolaan kotak amal secara manual sering menghadapi tantangan berupa ketidakakuratan penghitungan dana akibat kesalahan manusia, terutama jika jumlah uang yang dihitung besar atau dalam kondisi rusak. Selain itu, sistem manual juga memerlukan waktu lama dalam menyusun laporan karena melibatkan pengumpulan dana secara berkala dan pembuatan rekapitulasi yang tidak dilakukan secara real-time. Untuk mengatasi keterbatasan ini, sistem kotak amal pintar berbasis IoT menawarkan solusi melalui penggunaan sensor otomatis dan notifikasi real-time.

Teknologi kotak amal pintar berbasis IoT memiliki keunggulan signifikan dibandingkan metode manual dan teknologi RFID seperti yang dijelaskan oleh Abdullah et al. (2020). Dalam sistem IoT, informasi donasi dapat diproses dan diperbarui secara otomatis serta disimpan dalam basis data cloud, memungkinkan pengawasan real-time dan akses dari berbagai perangkat tanpa keterbatasan lokasi. Sebaliknya, sistem RFID masih memerlukan interaksi fisik antara tag RFID dan pembaca, yang dapat membatasi efisiensi dalam aplikasi yang memerlukan pemantauan jarak jauh (Bestari and Wibowo 2023).

Studi terbaru juga menunjukkan bahwa penerapan IoT dalam pengelolaan donasi dapat meningkatkan transparansi, memungkinkan donatur dan pengelola untuk melihat riwayat transaksi secara real-time (Setiawan, Hariono, and Hasbullah 2024). Penelitian ini juga menunjukkan bahwa penggunaan Telegram API untuk notifikasi donasi dapat meningkatkan kepercayaan publik terhadap transparansi pengelolaan dana amal.

Dengan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem kotak amal pintar berbasis IoT yang dilengkapi dengan sensor untuk menghitung dana secara real-time serta mengirimkan notifikasi otomatis melalui aplikasi Telegram. Sistem ini memanfaatkan mikrokontroler untuk mengintegrasikan berbagai sensor yang dapat mendeteksi dan mencatat setiap donasi yang masuk serta mengirimkan data tersebut secara langsung kepada pengelola melalui Telegram.

2. METODE

Penelitian ini dilaksanakan dengan pendekatan pengembangan sistem yang meliputi perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Adapun tahapan penelitian adalah sebagai berikut:

Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Kecamatan Samarinda Utara, Kabupaten Kutai Timur, Provinsi Kalimantan Timur, sebagai lokasi uji coba sistem kotak amal pintar.

Objek Penelitian:

Objek penelitian adalah kotak amal pintar berbasis IoT yang dilengkapi dengan sensor TCS3200 untuk mendeteksi uang kertas dan sensor proximity untuk mendeteksi koin.

Alat dan Bahan

- Mikrokontroler ESP32: Digunakan sebagai pusat pengolahan data dengan fitur WiFi dan Bluetooth.(Kevin Setya Nugraha 2024).
- Sensor Warna TCS3200: Digunakan untuk mendeteksi warna uang kertas guna mengidentifikasi nominalnya. (Rose et al. 2023).
- Sensor Proximity: Digunakan untuk mendeteksi keberadaan logam pada uang koin. (Hidayat and Windarjoto 2022).
- Breadboard: Digunakan untuk merakit rangkaian elektronik prototipe. (Triyatna and Ardiansyah 2022).
- LCD/OLED: Digunakan untuk menampilkan data secara real-time. (Natsir, Bayu Rendra, and Derby Yudha Anggara 2019).

Penggunaan Software

- Arduino IDE: Digunakan untuk pemrograman mikrokontroler ESP32 dengan bahasa C/C++. (slamet purwo santosa & fajar wijayanto 2022).
- Telegram Bot API: Digunakan untuk pengiriman notifikasi real-time ke pengguna melalui aplikasi Telegram.(Citra Lenardo 2020).

Prosedur Penelitian

A. Studi Literatur

Pada tahap ini, penulis mengumpulkan dan menelaah berbagai sumber referensi, termasuk jurnal ilmiah, artikel, dan buku yang relevan dengan konsep IoT, sensor (TCS3200 dan sensor proximity), serta penerapan sistem notifikasi melalui Telegram. Studi literatur ini digunakan untuk memperoleh dasar teori dan metode yang akan diterapkan dalam pengembangan sistem kotak amal pintar.

B. Analisis Kebutuhan

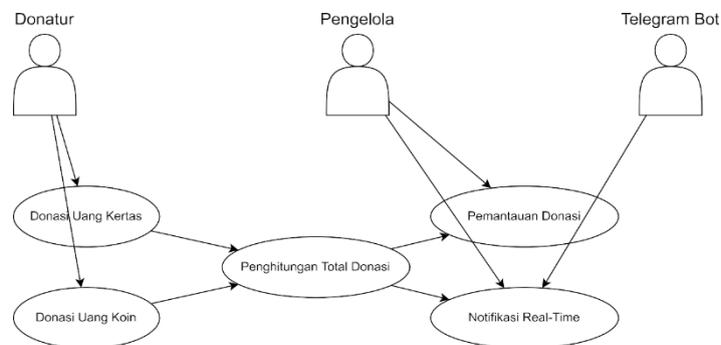
Penulis melakukan identifikasi kebutuhan sistem, baik dari sisi perangkat keras maupun perangkat lunak. Tahap ini mencakup analisis spesifikasi sensor, mikrokontroler ESP32, serta kebutuhan fungsional seperti akurasi deteksi, kecepatan proses data, dan integrasi dengan Telegram untuk notifikasi real-time.

C. Perakitan Perangkat Keras

Pada tahap ini, komponen-komponen seperti sensor TCS3200, sensor proximity, mikrokontroler ESP32, breadboard, dan LCD/OLED dirakit bersama untuk membuat prototipe sistem. Perakitan dilakukan secara bertahap dengan pengujian awal pada masing-masing komponen untuk memastikan fungsinya sebelum integrasi lebih lanjut.

D. Perancangan Perangkat Lunak

Penulis mengembangkan perangkat lunak dengan menggunakan Arduino IDE. Proses ini meliputi pembuatan kode untuk membaca data sensor, memproses data pada ESP32, dan mengirimkan notifikasi melalui Telegram Bot API. Disusun pula flowchart dan use case pada gambar 2.1 yang menggambarkan alur kerja sistem.



Gambar 1 Diagram Usecase

Gambar 1 menunjukkan diagram Use Case yang menggambarkan interaksi antara aktor dalam sistem kotak amal pintar berbasis IoT. Terdapat dua aktor utama dalam sistem ini, yaitu Donatur dan Pengelola.

Donatur berperan sebagai pengguna yang memasukkan uang ke dalam kotak amal. Sistem kemudian mendeteksi uang yang dimasukkan, apakah berupa uang kertas atau uang koin, menggunakan sensor TCS3200 dan sensor proximity. Setelah nominal uang dikenali, sistem akan menambahkan jumlahnya ke total donasi.

Pengelola bertugas untuk memantau transaksi donasi yang terjadi dalam sistem. Data hasil penghitungan uang akan dikirimkan melalui notifikasi real-time menggunakan Telegram Bot, sehingga pengelola dapat langsung mengetahui jumlah uang yang masuk tanpa harus membuka kotak amal secara manual.

E. Desain Sistem

Desain sistem mencakup penyusunan skema dan diagram rangkaian yang menggambarkan hubungan antar komponen, serta penentuan alur integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak. Desain ini juga mencakup pertimbangan keamanan dan kemudahan akses sistem, sehingga dapat dioperasikan secara real-time.

F. Pengujian Sistem

Tahap pengujian dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sistem secara menyeluruh. Pengujian mencakup verifikasi akurasi sensor TCS3200 dalam mendeteksi warna uang kertas, efektivitas sensor proximity dalam mendeteksi uang logam, serta kemampuan ESP32 dalam memproses data dan mengirim notifikasi melalui Telegram. Hasil pengujian dianalisis untuk mengidentifikasi kendala teknis dan menentukan langkah perbaikan jika diperlukan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem kotak amal pintar berbasis IoT telah diuji dalam beberapa skenario untuk mengukur keakuratan deteksi uang kertas dan koin, serta efisiensi pengiriman notifikasi real-time melalui Telegram. Pengujian dilakukan pada sensor TCS3200, sensor proximity, mikrokontroler ESP32, LCD, dan sistem notifikasi bot Telegram.

Pengujian Sensor TCS3200

Sensor TCS3200 digunakan untuk mendeteksi warna uang kertas sebagai metode identifikasi nominal. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor ini mampu mengenali uang dengan tingkat akurasi tinggi untuk nominal Rp2.000, Rp5.000, Rp10.000, Rp20.000, dan Rp50.000. Namun, ditemukan bahwa uang Rp1.000 sering terbaca sebagai Rp2.000 atau Rp5.000 akibat kesamaan warna dan faktor pencahayaan. Hasil pengujian ditunjukkan pada table 1.

Tabel 1 Pengujian sensor TCS3200

No	Nominal Uang Kertas	Parameter Uji	Metode Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Aktual	Status
	1.000 IDR	Pengujian warna uang 1.000 IDR	Masukkan uang 1.000 IDR ke depan sensor TCS3200 dan periksa pembacaan warna.	Sensor membaca warna dengan benar sesuai dengan rentang yang telah ditentukan.	Sensor terkadang membaca sebagai 5.000 IDR atau 2.000 IDR.	Gagal/Akurat

2	2.000 IDR	Pengujian warna uang 2.000 IDR	Masukkan uang 2.000 IDR dan pastikan sensor membaca warna sesuai dengan nominal.	Sensor membaca warna dengan benar, sesuai dengan rentang warna uang 2.000 IDR.	Sensor membaca warna dengan benar	Berhasil
3	5.000 IDR	Pengujian warna uang 5.000 IDR	Masukkan uang 5.000 IDR ke depan sensor dan cek pembacaan warna.	Sensor membaca warna dengan benar, sesuai dengan nominal uang 5.000 IDR.	Sensor membaca warna dengan benar	Berhasil
4	10.000 IDR	Pengujian warna uang 10.000 IDR	Masukkan uang 10.000 IDR dan periksa pembacaan warna dari sensor.	Sensor berhasil mendeteksi warna uang 10.000 IDR dengan benar.	Sensor membaca warna dengan benar	Berhasil
5	20.000 IDR	Pengujian warna uang 20.000 IDR	Masukkan uang 20.000 IDR dan amati apakah sensor mendeteksi warna yang tepat.	Sensor membaca warna dengan benar sesuai dengan rentang yang telah ditentukan.	Sensor membaca warna dengan benar	Berhasil
6	50.000 IDR	Pengujian warna uang 50.000 IDR	Masukkan uang 50.000 IDR dan uji pembacaan warna yang terdeteksi oleh sensor.	Sensor mendeteksi warna uang 50.000 IDR dengan benar sesuai rentang warna yang diharapkan.	Sensor membaca warna dengan benar	Berhasil

7	100.000 IDR	Pengujian warna uang 100.000 IDR	Masukkan uang 100.000 IDR dan periksa apakah sensor mendeteksi warna dengan benar.	Sensor membaca warna dengan benar sesuai dengan nominal uang 100.000 IDR.	Sensor membaca warna dengan benar	Berhasil
---	----------------	--	--	--	---	----------

Pengujian sensor Proximity

Pengujian menunjukkan bahwa sensor proximity dapat mendeteksi logam dalam waktu yang sangat singkat, dan berhasil menentukan nilai logam berdasarkan durasi deteksi. Sensor ini memberikan hasil yang konsisten dan sesuai dengan ekspektasi, dengan status pengujian yang berhasil. Hasil pengujian ditunjukkan pada table 2.

Tabel 2 Hasil Pengujian Sensor Proximity

No	Nominal Koin	Metode Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Aktual	Status
1	Rp 100	Masukkan koin Rp 100 ke jalur sensor proximity, ukur durasi deteksi, dan periksa nilai yang dihitung sistem.	Sistem mendeteksi koin Rp 100 dan menampilkan pesan "Logam Terdeteksi: Rp 100".	"Logam Terdeteksi: Rp 100".	Berhasil
2	Rp 200	Masukkan koin Rp 200 ke jalur sensor proximity, ukur durasi deteksi, dan periksa nilai yang dihitung sistem.	Sistem mendeteksi koin Rp 200 dan menampilkan pesan "Logam Terdeteksi: Rp 200".	"Logam Terdeteksi: Rp 200".	Berhasil
3	Rp 1.000	Masukkan koin Rp 1.000 ke jalur	Sistem mendeteksi koin Rp	"Logam Terdeteksi: Rp 1.000".	Berhasil

Mikrokontroler ESP32

Mikrokontroler ESP32 diuji untuk memastikan pemrosesan data dari sensor berjalan optimal. Hasil pengujian menunjukkan bahwa ESP32 berhasil mengintegrasikan pembacaan data dari sensor, melakukan perhitungan nominal donasi, dan mengirimkan informasi ke LCD dan Telegram secara real-time. Hasil pengujian ditunjukkan pada table 3.

Tabel 3 Pengujian Mikrokontroler ESP32

No	Komponen	Metode Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Status
	ESP32 & LCD (OLED)	<ul style="list-style-type: none"> - Nyalakan ESP32 dan pastikan LCD menyala. - Periksa apakah tampilan awal pada layar OLED muncul dengan benar (misalnya "Infaq Yuk!"). 	Tampilan awal muncul di layar OLED.	Berhasil
2	ESP32 & Sensor TCS3200	<ul style="list-style-type: none"> - Masukkan uang kertas dengan warna tertentu di depan sensor TCS3200. - Periksa apakah sensor dapat mendeteksi warna dengan benar. 	Sensor mendeteksi warna sesuai dengan nominal uang yang dimasukkan dan ditampilkan di LCD.	Berhasil
3	ESP32 & Sensor Proximity	<ul style="list-style-type: none"> - Masukkan koin dengan nilai tertentu di depan sensor proximity. - Periksa apakah sensor dapat 	Sensor proximity mendeteksi koin dan menampilkan nilai pada layar OLED.	Berhasil

Pengujian LCD

LCD digunakan untuk menampilkan nominal uang yang terdeteksi dan total donasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tampilan LCD bekerja dengan baik dalam berbagai kondisi pencahayaan, dengan format nominal rupiah yang jelas dan akurat. Hasil pengujian ditunjukkan pada table 4.

Tabel 4 Pengujian LCD

No	Komponen	Metode Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Status
1	ESP32 & LCD (OLED)	- Nyalakan ESP32 dan pastikan LCD menyala. - Periksa apakah tampilan awal pada layar OLED muncul dengan benar (misalnya "Infaq Yuk!").	Tampilan awal muncul di layar OLED.	Berhasil
2	ESP32 & Sensor TCS3200	- Masukkan uang kertas dengan warna tertentu di depan sensor TCS3200. - Periksa apakah sensor dapat mendeteksi warna dengan benar.	Sensor mendeteksi warna sesuai dengan nominal uang yang dimasukkan dan ditampilkan di LCD.	Berhasil
3	ESP32 & Sensor Proximity	- Masukkan koin dengan nilai tertentu di depan sensor proximity. - Periksa apakah sensor dapat	Sensor proximity mendeteksi koin dan menampilkan nilai pada layar OLED.	Berhasil

Pengujian Bot Telegram

Pengujian bot Telegram, bot berhasil mengirimkan pesan dengan informasi yang akurat mengenai donasi yang masuk. Bot Telegram menerima perintah dari ESP32 dan mengirimkan pemberitahuan kepada pengguna dengan tepat. Seluruh pengujian untuk bot Telegram menunjukkan hasil yang sesuai dengan harapan, dan status pengujian bot Telegram adalah berhasil. Hasil pengujian ditunjukkan pada tabel 5.

Tabel 5 Pengujian Bot Telegram

No	Uji Parameter	Metode Pengujian	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Aktual	Status
1	Koneksi ke Telegram	Nyalakan sistem dan periksa apakah bot berhasil terkoneksi ke API Telegram.	Bot menampilkan pesan "Bot started up" di Telegram dan pada serial monitor.	Bot menampilkan pesan "Bot started up"	Berhasil

2	Pengiriman Pesan Awal	Kirim pesan awal dari kode (misalnya "Bot started up") ke chat ID.	Pesan awal berhasil terkirim ke Telegram.	Pesan awal berhasil terkirim ke Telegram. "Bot started up"	Berhasil
3	Pesan Deteksi Uang Masuk	Masukkan uang (contoh: Rp 50.000 dan lihat apakah pesan nominal terkirim ke Telegram.	Pesan seperti "Uang Masuk: Rp 50,000\nTotal Keseluruhan: Rp 20.000 terkirim dengan benar.	Pesan seperti "Uang Masuk: Rp 50,000\nTotal Keseluruhan: Rp 50.000 terkirim dengan benar	Berhasil
4	Pesan Deteksi Logam	Masukkan logam (contoh: koin) dan periksa apakah pesan deteksi logam terkirim ke Telegram.	Pesan seperti "Logam Terdeteksi: Rp 500\nTotal Keseluruhan: Rp 500" terkirim.	Pesan "Gagal Mengirim pesan ke Telegram"	Gagal
5	Akurasi Format Rupiah	Periksa apakah pesan yang dikirim menggunakan format rupiah dengan pemisah ribuan yang benar.	Semua nominal pada pesan terkirim dalam format contoh "Rp 2,000".	Semua nominal pada pesan terkirim dalam format "Rp 2.000".	Berhasil
6	Stabilitas Bot dalam Jangka Waktu Panjang	Biarkan sistem berjalan selama 1-2 jam dan pantau apakah bot tetap dapat mengirim pesan tanpa error atau jeda waktu yang lama.	Pesan terus terkirim dengan stabil selama pengujian.	Pesan terus terkirim dengan stabil selama pengujian.	Berhasil

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, pengembangan kotak amal pintar berbasis IoT terbukti efektif dalam merancang dan mengimplementasikan sistem yang terintegrasi dengan sensor TCS3200 untuk mendeteksi nominal uang kertas berdasarkan warna, sensor proximity untuk mendeteksi koin berdasarkan durasi deteksi logam, serta mikrokontroler ESP32 untuk memproses data dan mengirimkan notifikasi real-time melalui Telegram. Pengujian perangkat keras menunjukkan bahwa sensor TCS3200 memiliki akurasi tinggi dalam mengenali nominal uang kertas, sementara sensor proximity mampu mendeteksi berbagai nominal koin dengan tingkat keandalan yang baik. Selain itu,

perangkat lunak yang dikembangkan dapat memproses data sensor secara akurat, menghitung total donasi, dan mengintegrasikan sistem dengan API Telegram guna memberikan notifikasi real-time kepada pengelola. Integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak menghasilkan sistem yang bekerja secara efektif sebagai satu kesatuan, memberikan efisiensi dalam penghitungan donasi, meningkatkan akurasi pencatatan, serta menyediakan transparansi lebih baik melalui notifikasi real-time. Meskipun sistem ini telah berfungsi dengan baik, masih terdapat beberapa keterbatasan, seperti ketergantungan pada koneksi Wi-Fi yang stabil dan ketidakmampuan sensor proximity dalam membedakan koin dengan karakteristik material atau ukuran yang serupa.

Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut antara lain peningkatan kinerja sensor proximity dengan menggunakan sensor yang lebih presisi, seperti sensor berbasis kamera atau teknologi RFID, guna meningkatkan akurasi dalam mendeteksi dan membedakan koin dengan karakteristik serupa. Selain itu, disarankan untuk menambahkan fitur penyimpanan sementara pada ESP32 agar transaksi tetap tercatat ketika koneksi Wi-Fi terganggu dan dapat dikirimkan saat koneksi kembali tersedia. Pengujian sistem di berbagai kondisi lingkungan, termasuk lokasi dengan sinyal Wi-Fi rendah, juga perlu dilakukan untuk memastikan kinerja optimal dalam berbagai situasi. Pengembangan aplikasi pendukung pada perangkat seluler dapat menjadi solusi untuk mempermudah pengelola dalam melihat data riwayat donasi, membuat laporan otomatis, serta mengatur pengaturan sistem. Selain itu, aspek keamanan fisik perlu ditingkatkan dengan menambahkan fitur pengamanan seperti kamera pengawas atau sensor getaran guna melindungi kotak amal dari potensi pencurian atau manipulasi.

REFERENCES

- Bestari, Dea Nurina, and Antoni Wibowo. 2023. "An IoT-Based Real-Time Weather Monitoring System Using Telegram Bot and Thingsboard Platform." *International Journal of Interactive Mobile Technologies* 17(6):4–19. doi: 10.3991/ijim.v17i06.34129.
- Citra Lenardo, Gilang. 2020. "Pemanfaatan Bot Telegram Sebagai Media Informasi Akademik Di STMIK Hang Tuah Pekanbaru (Utilization of Telegram Bot as Academic Information Media at STMIK Hang Tuah Pekanbaru)." 1(4):351–57.
- Hakim, Luqman, Wahyu Andhyka Kusuma, Mahar Faiqurahman, and Supriyanto. 2020. "Over The Air Update Firmware Pada Perangkat IoT Dengan Protokol MQTT." *Jurnal Sistem Dan Informatika (JSI)* 14(2):99–105. doi: 10.30864/jsi.v14i2.244.
- Hamrul, Heliawati, and Nurdina Rasyid. 2023. *Perancangan Sistem Keamanan Kotak Amal Berbasis Internet of Things*. Vol. 1.
- Hidayat, Dwi Rahmat, and Windarjoto Windarjoto. 2022. "Comparison of Proximity Sensor Responsiveness Levels on Samsung Smartphones." *Linguistics and Culture Review* 6:194–200. doi: 10.21744/lingcure.v6ns3.2130.
- Ivan Ade Syahruli, Jaka Prayudha, Mukhlis Ramadhan. 2022. "Rancang Bangun Kotak Amal Penghitung Uang Otomatis Dengan Sensor TCS (Sensor Warna) Menggunakan Metode Counter." 1(5):168–78.
- Kevin Setya Nugraha, Arisa Olivia Putra, Legenda Prameswono Pratama. 2024. "Rancang Bangun Smart Keyless Locker Dengan BLE Tag Dan ESP32 Pada Loker Kunci Ruang Lab Di Laboratorium Jakarta Global University."
- Natsir, M., Dwi Bayu Rendra, and Acep Derby Yudha Anggara. 2019. "IMPLEMENTASI IOT UNTUK SISTEM KENDALI AC OTOMATIS PADA RUANG KELAS DI UNIVERSITAS SERANG RAYA." *Jurnal Pengembangan Riset & Observasi Sistem Komputer* 6(1).
- Rose, Martinus Mujur, Suzan Zefi, Rapiko Duri, Rizky Adeliza Ambarini, Sarinda Aprita Dimalya, Mujur@polsri Ac Id, Program Studi, Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik,

- Elektro Politeknik, and Negeri Sriwijaya. 2023. PENDETEKSI KADAR GULA MELALUI URINE MENGGUNAKAN SENSOR WARNA BERBASIS INTERNET OF THINGS.
- Setiawan, Deni, Tholib Hariono, and Kh A. Wahab Hasbullah. 2024. "Design of a Smart Donation Box Based on IoT." *NEWTON: Networking and Information Technology* 3(2):43–53.
- slamet purwo santosa & fajar wijayanto. 2022. "RANCANG BANGUN AKSES PINTU DENGAN SENSOR SUHU DAN HANDSANITIZER OTOMATIS BERBASIS ARDUINO." *Jurnal Elektro* vol 10.
- Triyatna, Tian, and Syahrudin Ardiansyah. 2022. "PROTOTYPE SISTEM ABSENSI SISWA/I DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR RFID BERBASIS ARDUINO UNO." *Jurnal Pengembangan Riset & Observasi Sistem Komputer* Vol. 9. doi: <https://doi.org/10.30656/prosisko.v9i1.4744>.