

Implementasi IoT pada Kotak Donasi dengan Sensor TCS3200 untuk Deteksi Uang Kertas Menggunakan *Firebase* dan *Bot Telegram*

Nenny Anggraini^{1*}, Muhammad Akhil Shaeku²

^{1,2}Teknik Informatika, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta, Jl. Ir H. Juanda No.95, Ciputat, Kec. Ciputat Tim., Kota Tangerang Selatan, Banten 15412
e-mail: ¹nenny.anggraini@uinjkt.ac.id, ²muhammad.akhil21@mhs.uinjkt.ac.id

*Corresponding author

Submitted Date: December 2th, 2024
Revised Date: December 24th, 2024

Reviewed Date: December 17th, 2024
Accepted Date: December 24th, 2024

Abstract

Mosques are the center of Muslim spiritual and community life, thus requiring effective financial management. This research aims to develop a smart donation box based on Internet of Things (IoT) technology to improve efficiency and transparency in donation management. This research methodology uses a prototyping method consisting of the stages of Communication, Quick Planning, Quick Modeling, Construction, and Evaluation, which are designed to quickly produce functional prototypes. The results showed that the smart donation box was able to detect and count paper money with an optimal success rate of 85% at a sensor distance of 1 cm. However, the detection rate decreased to 57% at a distance of 0.5cm and 42% at a distance of 1.5cm, indicating that the position of the sensor significantly affects performance. The system enables real-time financial monitoring through the Telegram app, significantly increasing the transparency of mosque financial management.

Keywords: Donation Box, Internet of Things, Monitoring, TCS3200, Firebase, Telegram Bot, Raspberry Pi

Abstrak

Masjid merupakan pusat kehidupan spiritual dan komunitas umat Muslim, sehingga membutuhkan pengelolaan keuangan yang efektif. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan kotak donasi pintar berbasis teknologi Internet of Things (IoT) guna meningkatkan efisiensi dan transparansi dalam pengelolaan donasi. Metodologi penelitian ini menggunakan pendekatan *prototyping* yang terdiri dari tahapan Perencanaan Cepat, Pemodelan Cepat, Konstruksi, dan Evaluasi, yang dirancang untuk menghasilkan *prototipe* fungsional secara cepat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kotak donasi pintar mampu mendeteksi dan menghitung nominal uang kertas dengan tingkat keberhasilan optimal sebesar 85% pada jarak sensor 1 cm. Namun, tingkat deteksi menurun menjadi 57% pada jarak 0,5 cm dan 42% pada jarak 1,5 cm, menunjukkan bahwa posisi sensor memengaruhi kinerja secara signifikan. Sistem ini memungkinkan pemantauan keuangan secara real-time melalui aplikasi Telegram, sehingga transparansi pengelolaan keuangan masjid meningkat secara signifikan.

Kata Kunci: Kotak Donasi, Internet of Things, Monitoring, TCS3200, Firebase, Bot Telegram, Raspberry Pi

1. Pendahuluan

Masjid memiliki peranan yang vital bagi umat Islam, bukan hanya sebagai tempat untuk melaksanakan ibadah wajib seperti shalat, tetapi juga sebagai pusat kegiatan yang mendukung perkembangan keagamaan, pendidikan, dan sosial yang bermanfaat. (Julendra et al., 2022). Masjid menjadi tempat berkumpulnya komunitas untuk mempererat hubungan silaturahmi, melakukan

kajian keislaman, serta melaksanakan kegiatan amal yang bermanfaat bagi masyarakat luas. Agar masjid dapat terus berfungsi dengan baik, diperlukan pendanaan yang memadai untuk mendukung operasional dan berbagai kegiatan yang diselenggarakan. Pendanaan ini biasanya berasal dari kontribusi umat dalam bentuk infaq, sedekah, wakaf, atau donasi lainnya (Marhayati, 2020).



Salah satu sarana yang umum digunakan untuk mengumpulkan dana adalah kotak donasi (Lenap et al., 2020). Kotak donasi sering kali ditempatkan di area masjid atau lokasi strategis lainnya untuk memfasilitasi jamaah yang ingin berdonasi. Namun, Berdasarkan observasi di 10 masjid di sekitar kampus UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, termasuk Masjid Fathullah, hampir semua masjid masih menggunakan kotak donasi konvensional. Setelah dana terkumpul, petugas masjid harus membuka kotak donasi, menyortir uang secara manual, dan melakukan perhitungan satu per satu (Hanif et al., 2024). Proses ini membutuhkan waktu lama, tenaga, dan rentan terhadap kesalahan manusia, terutama jika jumlah dana yang terkumpul cukup besar.

Selain itu, pengelolaan dana masjid yang tidak transparan seringkali menjadi isu yang mempengaruhi tingkat kepercayaan para donatur (Mahardika et al., 2022). Berdasarkan kuesioner penelitian yang dilakukan pada 20 jamaah masjid disekitar kampus UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, 80% jamaah merasa ragu jika informasi penggunaan dana tidak disampaikan secara jelas atau akurat. Kurangnya transparansi ini dapat berdampak pada berkurangnya jumlah donasi yang diterima oleh masjid. Oleh karena itu, diperlukan solusi untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan dana serta transparansi dalam pelaporan kepada jamaah.

Peneliti mengedepankan pengembangan kotak donasi pintar berbasis teknologi untuk mengatasi keterbatasan tersebut. Dengan memanfaatkan teknologi seperti robotik dan Internet of Things (IoT), kotak donasi ini akan dilengkapi dengan kemampuan mendeteksi uang kertas yang dimasukkan, menghitung jumlahnya secara otomatis, dan menyimpan data secara *real-time* di *Firebase*, sebuah platform *cloud* yang andal. Informasi jumlah dana yang terkumpul juga dapat diakses oleh masyarakat melalui *bot* Telegram, sehingga transparansi pengelolaan dana dapat ditingkatkan. Inovasi ini diharapkan tidak hanya mempermudah pengelolaan dana masjid, tetapi juga meningkatkan kepercayaan dan partisipasi umat dalam mendukung keberlanjutan kegiatan masjid.

Teknologi robotik mendukung otomatisasi berbagai proses yang sebelumnya dilakukan secara manual (Chakraborti et al., 2020; Macrorie et al., 2021), sedangkan internet of Things (IoT) adalah sebuah konsep teknologi di mana perangkat-perangkat fisik yang berbeda, seperti sensor, alat

elektronik, kendaraan, dan perangkat lainnya, dihubungkan melalui jaringan internet untuk saling berbagi data dan berkomunikasi (Laghari et al., 2021). Dengan menggabungkan teknologi Robotik dan IoT, perangkat dapat saling terhubung dan berkomunikasi melalui jaringan internet, memungkinkan pertukaran data secara real-time kapanpun dan dimanapun selama terkoneksi ke internet (Khang et al., 2023). Contoh teknologi robotik yang bisa kita manfaatkan untuk penelitian ini adalah *Raspberry Pi*. *Raspberry Pi* adalah mikrokontroler dengan kemampuan komputasi yang unggul (Oltean, 2019). Perangkat ini dapat diintegrasikan dengan berbagai jenis sensor dan modul komunikasi, sehingga memungkinkan pengembangan beragam sistem robotik sesuai dengan sensor dan teknologi yang diterapkan (Mathe et al., 2022). Untuk memungkinkan pemantauan mikrokontroler *Raspberry Pi* dari jarak jauh, diperlukan sebuah platform IoT yang berfungsi sebagai penghubung antara pengguna dan sistem robotik melalui koneksi internet (Mudaliar & Sivakumar, 2020).

Salah satu platform IoT yang gratis dan mudah digunakan adalah Telegram *Bot*. Fitur ini tersedia di aplikasi Telegram dan memungkinkan pengguna untuk mengontrol serta memantau perangkat secara langsung (R. A. Candra et al., 2019) (Anggraini et al., 2024). Melalui Telegram *Bot*, data yang diperoleh dari sensor dapat diakses secara instan, sehingga mempermudah pengawasan dengan cara yang efisien dan transparan. Penelitian ini juga memanfaatkan teknologi *Firebase* untuk menyimpan data sensor yang dihasilkan oleh *Raspberry Pi*. *Firebase* adalah platform berbasis *cloud* yang menawarkan kemudahan dalam pengelolaan dan akses data (Li et al., 2018). Kombinasi antara *Firebase* dan Telegram *Bot* memungkinkan data dari kotak donasi pintar disimpan dan diakses secara real-time oleh banyak pengguna, termasuk jamaah masjid. Hal ini meningkatkan transparansi serta memudahkan donatur dan pengurus masjid dalam memantau total donasi yang terkumpul.

Dalam penelusuran literatur, peneliti menemukan berbagai penelitian yang mengembangkan sistem pendeteksi dan penghitung uang untuk kotak donasi pintar. Ramadhan dkk mengembangkan sebuah alat otomatis untuk mengelola penerimaan zakat, infaq, dan shodaqoh dengan memanfaatkan teknologi Internet of Things (IoT) (Ramadhan et al., n.d.). Alat ini dirancang untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan uang

kertas dan logam, kemudian mengirimkan data hasil pembacaan ke internet untuk diakses secara *real-time* melalui aplikasi atau web. Pada penelitian Ivan dkk juga dibuat robot kotak amal serupa yang bisa menghitung uang kertas yang masuk secara otomatis. Pada tahap pengujian, diketahui uang akan sulit terdeteksi jika uang berada dalam kondisi kusut (Syahruli et al., 2022). Selain untuk kotak donasi, sensor warna TCS3200 juga bisa digunakan pada *vending machine* untuk mendeteksi uang masuk seperti pada penelitian Vicky Mora dkk yang mengembangkan *vending machine* menggunakan *mikrokontroler* Arduino (Alkautsar & Husnaini, 2021). Saat uang kertas terdeteksi, LCD akan menampilkan nominal uang dan servo akan aktif untuk mengeluarkan minuman.

Selanjutnya, penelitian Joni Eka dkk mengembangkan alat pengenalan uang kertas menggunakan sensor GY-31 berbasis arduino untuk membantu tuna netra. Pada pengujianya, alat ini mencapai akurasi 88,57% saat mendeteksi nominal uang kertas (J. E. Candra et al., 2023). Penelitian berikutnya dilakukan oleh Habib & Faiza yang mengembangkan alat penghitung uang koin otomatis yang terintegrasi dengan IoT menggunakan sensor LDR (Gushardi & Faiza, 2022).

Berdasarkan uraian di atas, beberapa penelitian memiliki kekurangan karena tidak menggunakan teknologi IoT, hal ini menyebabkan jamaah tidak dapat memantau jumlah uang yang masuk ke kotak donasi secara *real-time* dari mana saja. Dengan demikian, *novelty* atau kebaruan dari penelitian ini mengintegrasikan antara platform IoT Telegram *Bot* agar jamaah bisa melihat jumlah donasi yang masuk dan *Firestore* untuk menyimpan data pemasukan donasi yang tertata berdasarkan waktu.

Pengembangan kotak donasi pintar yang efektif pasti akan dihadapkan pada sejumlah tantangan. Pertama, perlu ditentukan bagaimana kotak donasi pintar akan mendeteksi dan membedakan jumlah uang yang masuk ke dalam kotak. Kedua, penting untuk mengidentifikasi platform Internet of Things (IoT) yang paling sesuai untuk mengembangkan kotak donasi pintar. Platform IoT yang dipilih harus dapat diakses dengan mudah oleh jamaah untuk memastikan transparansi pendapatan keuangan masjid dari infak dan sedekah.

Berdasarkan beberapa tinjauan pustaka, faktor kebaruan, dan tantangan yang akan dihadapi,

penelitian ini mengembangkan kotak donasi pintar yang dilengkapi dengan sistem monitoring dan otomasi berbasis *Raspberry Pi* dan Telegram *Bot*. Kotak donasi ini dapat mendeteksi otomatis uang kertas yang masuk dan menghitung jumlah uang yang masuk secara otomatis. Penerapan teknologi IoT menggunakan *Firestore* untuk menyimpan data jumlah uang yang dikirim dari *Raspberry Pi*, yang kemudian dapat diakses oleh seluruh jamaah melalui *bot* Telegram. Untuk menentukan nominal uang masuk, dalam penelitian ini digunakan metode *Threshold* saat proses pengembangan, peneliti mengumpulkan data-data kode RGB dari masing-masing nominal uang kertas yang ada dan menentukan rentang kode RGB untuk masing-masing nominal uang karena nilai nya tidak tetap. Rentang kode RGB tersebut nantinya digunakan sebagai acuan untuk menentukan nominal dari uang kertas yang masuk ke dalam kotak amal.

Sistem ini memiliki beberapa komponen utama, termasuk sensor warna dan inframerah. Sensor warna TCS3200 membedakan jenis uang kertas yang dimasukkan ke dalam kotak donasi. Sensor ini dapat mengenali berbagai warna uang kertas berdasarkan kode RGB yang dideteksi dan menentukan berapa nominal uang yang masuk berdasarkan kode RGB tersebut, sehingga memudahkan penghitungan dan pelaporan jumlah donasi yang terkumpul.

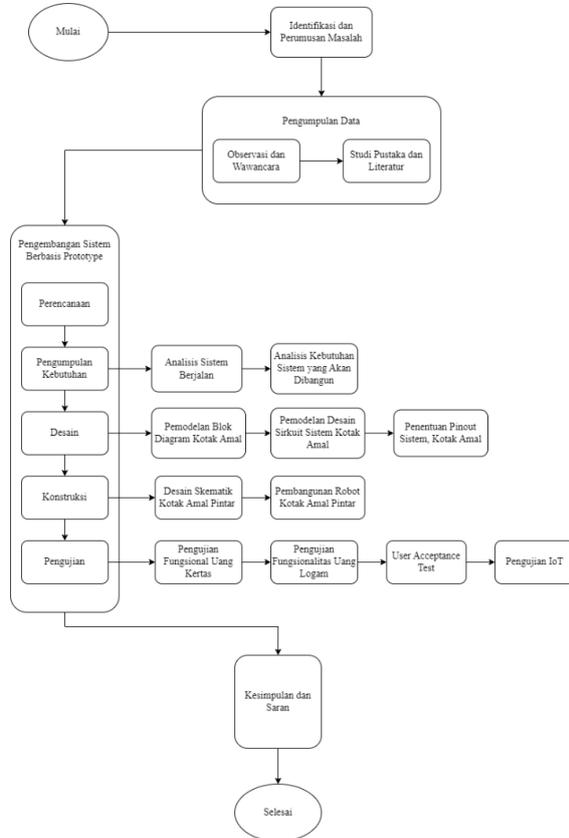
Pengembangan kotak donasi pintar ini diharapkan dapat mengatasi berbagai masalah yang dihadapi pada sistem kotak donasi konvensional. Sistem yang diusulkan menawarkan transparansi yang lebih baik dengan memungkinkan donatur dan pengelola untuk memantau jumlah donasi secara *real-time*. Selain itu, proses pengumpulan dan penghitungan uang menjadi lebih efisien dan akurat. Kotak donasi pintar dapat menjadi solusi yang lebih aman, transparan, dan efisien untuk mengumpulkan dan mengelola dana amal. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk memberikan kontribusi nyata dalam meningkatkan pengelolaan dana masjid melalui teknologi modern.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggabungkan metodologi penelitian kualitatif dan kuantitatif dengan aspek kualitatifnya melibatkan tinjauan literatur guna memahami kerangka teori dan studi-studi sebelumnya yang berkaitan dengan subjek ini. Secara kuantitatif, penelitian ini menggunakan analisis statistik untuk mengukur efektivitas dan



interaksi pengguna dengan kotak donasi pintar. Dengan mengintegrasikan kedua metode ini, penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan keandalan dan validitas hasil yang diperoleh. Alur penelitian ini ditunjukkan pada gambar 1 sebagai berikut.



Gambar 1. Alur penelitian

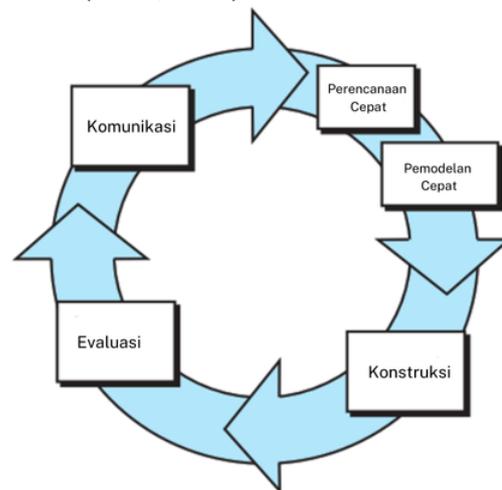
2.1 Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan dua metode utama dalam pengumpulan data, yaitu observasi dan studi pustaka, yang saling melengkapi untuk memberikan landasan yang kuat bagi penelitian. Metode observasi digunakan dengan mengamati secara langsung proses penerimaan infak dan sedekah pada kotak donasi di masjid-masjid sekitar Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta. Observasi ini bertujuan untuk mendapatkan data primer dan memberikan pemahaman mendalam mengenai praktik penerapan konsep yang sedang diteliti, serta memberikan gambaran nyata mengenai proses yang berjalan di lapangan. Dengan pendekatan ini, peneliti dapat melihat secara langsung bagaimana interaksi dan penggunaan kotak donasi berlangsung.

Selain itu, metode studi pustaka diterapkan untuk memperkaya wawasan dan memperkuat argumen penelitian. Studi ini dilakukan dengan mengumpulkan referensi dari berbagai sumber yang memiliki kredibilitas tinggi, seperti buku, buku elektronik, jurnal ilmiah, makalah, dan situs web resmi. Sumber-sumber ini memberikan dasar teori yang kokoh dan mendukung interpretasi data yang diperoleh dari hasil observasi. Kombinasi kedua metode ini memastikan bahwa penelitian dilakukan dengan pendekatan yang menyeluruh dan mendalam, sehingga hasil yang diperoleh dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

2.2 Metode Pengembangan

Penelitian ini menggunakan metode *prototyping* sebagai kerangka kerja untuk mengembangkan sistem kotak donasi pintar berbasis Internet of Things (IoT). Pendekatan ini melibatkan lima tahap utama, yaitu komunikasi, perencanaan cepat, pemodelan cepat, konstruksi, dan evaluasi, yang dirancang untuk menghasilkan prototipe sistem yang sesuai kebutuhan dan siap diimplementasikan seperti yang ditunjukkan pada gambar 2 (Lantz, 1986).



Gambar 2. Metode prototipe

- a. **Komunikasi**
 Tahap ini dimulai dengan interaksi langsung antara peneliti dan pengguna potensial, seperti petugas amal dan anggota komunitas. Wawancara dilakukan untuk memahami kebutuhan spesifik mereka terkait proses donasi. Hasil dari tahap ini menjadi dasar dalam merancang sistem yang dapat mempermudah pengguna dalam kegiatan donasi, memastikan solusi yang ditawarkan relevan dengan kebutuhan lapangan.
- b. **Perencanaan Cepat**

Setelah wawasan dari tahap komunikasi diperoleh, peneliti menganalisis dan merumuskan kebutuhan teknis sistem. Pada tahap ini, ditentukan gambaran umum cara kerja kotak donasi pintar, termasuk spesifikasi sensor yang dibutuhkan dan platform IoT yang akan digunakan, seperti Firebase untuk penyimpanan data dan Bot Telegram untuk menampilkan informasi secara *real-time*.

c. Pemodelan Cepat

Tahap ini mencakup pembuatan prototipe awal, seperti diagram blok sistem yang menjelaskan hubungan antara komponen utama, serta desain awal rangkaian elektronik. Model ini memberikan panduan teknis yang jelas untuk proses konstruksi sistem, memastikan setiap komponen berfungsi dalam kerangka desain keseluruhan.

d. Konstruksi

Prototipe mulai dikembangkan berdasarkan model yang telah dirancang. Peneliti membangun sistem menggunakan *Raspberry Pi 3* sebagai mikrokontroler utama, merancang fitur deteksi dan penghitungan uang kertas secara otomatis, mengonfigurasi *Firestore* untuk menyimpan data donasi, dan mengembangkan *Bot Telegram* untuk menampilkan jumlah donasi secara *real-time*. Semua elemen sistem dirancang untuk berfungsi secara integratif.

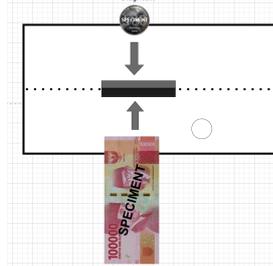
e. Evaluasi

Tahap terakhir adalah pengujian prototipe untuk memastikan bahwa sistem berfungsi sesuai dengan desain awal. Uji coba dilakukan untuk menilai kemampuan prototipe, seperti deteksi uang kertas, penghitungan otomatis, dan pengiriman data ke *Bot Telegram*. Pengguna aktif dilibatkan untuk memberikan umpan balik terhadap prototipe, yang digunakan untuk melakukan penyempurnaan lebih lanjut, sehingga sistem dapat memenuhi kebutuhan dengan efektif dan efisien.

3. Hasil dan Pembahasan

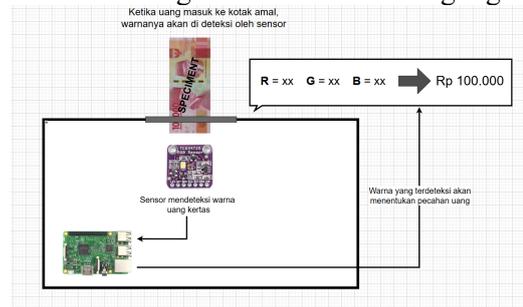
Penelitian ini telah menghasilkan sebuah prototipe kotak donasi pintar menggunakan *Raspberry Pi 3* sebagai mikrokontroler utama, sensor TCS 3200 sebagai media dan *Firestore* yang dikoneksikan ke telegram sehingga mempermudah pengelola masjid dalam melakukan perhitungan jumlah saldo kotak donasi melalui *bot telegram*. Apabila pengelola ingin mengetahui jumlah saldo yang didapatkan, pengelola hanya perlu mengakses *bot telegram* dengan pilihan yang disediakan, maka jumlah saldo akan ditampilkan.

3.1 Desain Kotak Donasi



Gambar 3. Tampilan atas kotak donasi

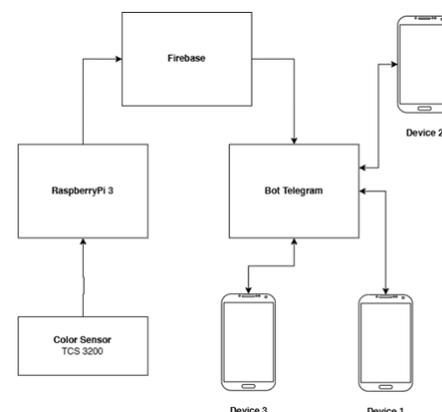
Bagian atas kotak donasi dirancang menyerupai kotak donasi konvensional dengan satu lubang sebagai tempat memasukkan uang infaq. Agar perhitungan otomatis berjalan optimal, sistem ini tidak dirancang untuk menerima uang logam.



Gambar 4. Tampilan samping kotak donasi

Pada sistem kotak donasi, terdapat sensor warna yang dirancang untuk mendeteksi nominal uang kertas yang dimasukkan melalui lubang. *Raspberry Pi* telah diprogram untuk mengenali rentang warna RGB pada setiap jenis uang kertas. Ketika uang kertas dimasukkan, sensor warna akan membaca warna tersebut untuk menentukan nominalnya. Namun, penting untuk memastikan sisi putih uang kertas tidak menghadap sensor guna menghindari kesalahan pembacaan.

3.2 Blok Diagram Kotak Donasi Pintar



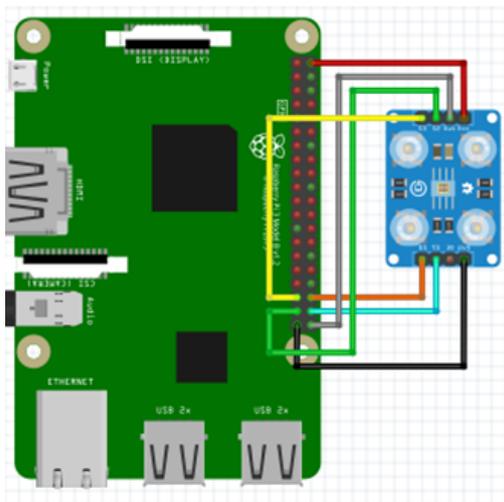
Gambar 5. Blok diagram kotak donasi pintar

Pada gambar 5 ditunjukkan blok diagram sistem yang digunakan untuk menghitung dan memproses data infaq yang masuk dengan penjelasan sebagai berikut:

1. *Raspberry Pi 3* digunakan sebagai mikrokontroler untuk memproses nominal uang yang masuk kedalam kotak donasi pintar, nominal yang masuk akan dihitung lalu disimpan kedalam basis data.
2. *TCS 3200* merupakan sensor warna yang digunakan untuk melihat rentang warna RGB pada uang kertas. Pemrosesan nominal berdasarkan rentang warna RGB tersebut dilakukan di mikrokontroler.
3. *Firebase* merupakan basis data cloud yang digunakan untuk mengelola data yang telah diproses oleh mikrokontroler *Raspberry Pi 3*.
4. *Telegram Bot* merupakan platform IoT yang nantinya menjadi gerbang antara jamaah dengan kotak donasi. Setiap orang dapat mengakses *bot* telegram kotak donasi untuk mengetahui nominal infaq pada tiap kotak donasi pintar yang terpasang di masjid.

3.3 Wiring Diagram Kotak Donasi Pintar

Setiap sensor akan membaca lingkungannya, hingga mendeteksi adanya uang yang masuk ke dalam kotak donasi pintar. Data dari sensor tersebut akan diterima oleh *Raspberry Pi 3* untuk dilakukan pengidentifikasian nominal uang yang masuk, kemudian mengirimkan data tersebut ke basis data. Sambungan dari sensor TCS3200 ke *Raspberry Pi 3* yang digunakan ditunjukkan pada gambar 6 dan detail sambungan *pinout*-nya ditunjukkan pada tabel 1.



Gambar 6. Wiring diagram

Tabel 1. Pinout sensor TCS3200 dan *Raspberry Pi 3*

Component	Component Pin	Raspberry Pi 3
RGB Color Sensor TCS 3200	VCC	5V
	GND	GND
	OUT	Pin 12
	S0	Pin 8
	S1	Pin 9
	S2	Pin 10
	S3	Pin 1

Pada gambar 7 dan 8 ditunjukkan tampilan kotak donasi pintar yang sudah selesai dikembangkan.



Gambar 7. Tampilan kotak donasi pintar dengan telegram bot



Gambar 8. Tampilan atas dari kotak donasi pintar

3.4 Uji Coba Produk

Tahap pengujian akan dilakukan dengan melakukan pengujian fungsionalitas, serta user acceptance test. Parameter yang digunakan dalam pengujian ini yaitu pendeteksian nominal uang yang masuk ke dalam kotak donasi, serta

penggunaan telegram bot untuk mengetahui informasi jumlah infaq.

Tabel 2. Pengujian fungsionalitas

No	Jumlah	Tes Produk								
		1			2			3		
		Cm	Y	N	Cm	Y	N	Cm	Y	N
1		✓	-		✓	-		-	✓	
2		✓	-		✓	-		✓	-	
3		✓	-		✓	-		✓	-	
4		0.5	✓	-	1	✓	-	1.5	-	✓
5		-	✓		✓	-		✓	-	
6		-	✓		-	✓		-	✓	
7		-	✓		✓	-		-	✓	

Tabel 2 menunjukkan hasil dari pengujian fungsional pada lubang pada kotak donasi untuk sisi uang kertas. Ada 3 skenario yang dilakukan untuk setiap nominal uang kertas. Ketiga skenario yang diuji tersebut merupakan jarak antara uang kertas dengan sensor, yaitu 0.5cm, 1cm, dan 1.5cm. Berdasarkan hasil uji coba, deteksi optimal tercapai pada jarak 1 cm antara sensor dan uang kertas, dengan tingkat keberhasilan 85%. Pada jarak ini, semua nominal kecuali pecahan Rp. 2.000 berhasil terdeteksi tanpa kesalahan. Namun, ketika jarak sensor diubah menjadi 0,5 cm atau 1,5 cm, tingkat deteksi menurun secara signifikan, masing-masing menjadi 57% dan 42%. Hal ini menunjukkan bahwa jarak sensor memainkan peran penting dalam efektivitas deteksi.

3.5 User Acceptance Test

Hasil pengujian *User Acceptance Test* pada kotak donasi pintar yang mendeteksi nominal uang kertas menggunakan sensor warna TCS 3200 menunjukkan kinerja yang cukup baik dalam mendeteksi berbagai nominal uang kertas pada jarak 1cm. Hasil pengujian *User Acceptance Test* seperti yang telah ditunjukkan pada tabel 3 menunjukkan bahwa dari 25 percobaan yang

dilakukan, terdapat 4 kegagalan yang berarti tingkat kegagalan kotak donasi pintar adalah 16%.

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, ditemukan bahwa salah satu penyebab kegagalan kotak donasi pintar dalam mendeteksi nominal uang adalah posisi uang kertas saat dimasukkan. Ketika sisi putih uang kertas menghadap sensor, sistem mengalami kesulitan dalam mengidentifikasi nominal berdasarkan warna. Temuan ini menunjukkan perlunya aturan khusus dalam penggunaan kotak donasi pintar yang dikembangkan, agar sistem dapat berfungsi secara optimal. Salah satu solusi yang disarankan adalah melipat uang kertas sebanyak satu hingga dua kali sehingga sisi putih tidak terlihat di bagian luar. Langkah ini bertujuan untuk meminimalkan potensi kesalahan deteksi pada sistem kotak donasi pintar.

Tabel 3. Hasil pengujian *User Acceptance Test*

User Acceptance Test			
User	Percobaan	Nominal	Status
1	1	Rp 20.000	Berhasil
	2	Rp 10.000	Berhasil
	3	Rp 5.000	Berhasil
	4	Rp 2.000	Gagal
	5	Rp 1.000	Berhasil
2	1	Rp 10.000	Berhasil
	2	Rp 5.000	Berhasil
	3	Rp 2.000	Berhasil
	4	Rp 2.000	Berhasil
	5	Rp 1.000	Berhasil
3	1	Rp 100.000	Berhasil
	2	Rp 20.000	Berhasil
	3	Rp 10.000	Gagal
	4	Rp 5.000	Berhasil
	5	Rp. 1.000	Berhasil
4	1	Rp 50.000	Berhasil
	2	Rp 20.000	Berhasil
	3	Rp 10.000	Berhasil
	4	Rp 2.000	Gagal
	5	Rp 1.000	Berhasil

1	Rp 50.000	Berhasil
2	Rp 10.000	Berhasil
5	Rp 5.000	Gagal
4	Rp 2.000	Berhasil
5	Rp 1.000	Berhasil

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan prototipe kotak donasi pintar berbasis Internet of Things (IoT) yang dilengkapi dengan sensor TCS3200, Raspberry Pi 3, Firebase, dan bot Telegram untuk mendeteksi, menghitung, serta melaporkan nominal uang kertas secara *real-time*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi nominal uang dengan tingkat akurasi optimal pada jarak sensor 1 cm, dengan tingkat keberhasilan mencapai 85%.

Meskipun demikian, beberapa kendala ditemukan, seperti kesulitan pendeteksian ketika sisi putih uang kertas menghadap sensor. Untuk mengatasi hal tersebut, disarankan agar uang kertas dilipat sedemikian rupa sehingga sisi putihnya tidak terlihat oleh sensor. Sistem ini menunjukkan potensi untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan donasi, meminimalkan kesalahan manual, dan memperkuat transparansi melalui fitur akses data *real-time* oleh donatur dan pengelola masjid.

Referensi

- Alkautsar, V. M., & Husnaini, I. (2021). Perancangan Vending Machine Menggunakan Uang Kertas Berbasis Arduino. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 2(2), 142–147.
- Anggraini, N., Zulkifli, Z., Hakiem, N., & Arifin, V. (2024). Development of Smart Charity Box Monitoring Robot in Mosque with Internet of Things and Firebase using Raspberry Pi. *MATRIK: Jurnal Manajemen, Teknik Informatika Dan Rekayasa Komputer*, 24(1), 12–24.
- Candra, J. E., Firmanto, A., & Burhan, R. M. (2023). Penerapan Sensor Warna Gy-31 Sebagai Alat Bantu Tuna Netra Untuk Mengenali Uang Kertas Rupiah Berbasis Arduino. *The Indonesian Journal of Computer Science*, 12(5).
- Candra, R. A., Ilham, D. N., Hardisal, H., & Sriwahyuni, S. (2019). Light Control Design by Using Social Media Telegram Applications Based on Internet Of Things (IoT). *Sinkron: Jurnal Dan Penelitian Teknik Informatika*, 3(2), 200–204.
- Chakraborti, T., Isahagian, V., Khalaf, R., Khazaeni, Y., Muthusamy, V., Rizk, Y., & Unuvar, M. (2020). From Robotic Process Automation to Intelligent Process Automation: –Emerging Trends–. *Business Process Management: Blockchain and Robotic Process Automation Forum: BPM 2020 Blockchain and RPA Forum, Seville, Spain, September 13–18, 2020, Proceedings 18*, 215–228.
- Gushardi, H., & Faiza, D. (2022). Perancangan dan Pembuatan Alat Penghitung Jumlah Uang Otomatis Terintegrasi Internet of Things. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(1).
- Hanif, P., Auliya, Z., Marlina, R., Fuaddah, F. E., Sari, Y. R., Hidayah, K. N., Juniarsih, N., Natalia, K., Saputra, R., & Lubis, A. R. (2024). Pemberdayaan Pengelolaan Keuangan Masjid Berbasis Kotak Amal Transparable Masjid Al-Mujahidin Desa Sukasari Kabupaten Seluma. *MENYALA: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(1), 119–126.
- Julendra, A. K. M., Sholihah, N. H., & Zaida, A. N. (2022). Determinan Praktik Pengembangan Infaq Sedekah Masjid Di Indonesia (Studi Knowledge, Attitude And Practice). *Asyafina Journal: Jurnal Akademi Pesantren*, 1(2), 27–52.
- Khang, A., Rath, K. C., Satapathy, S. K., Kumar, A., Das, S. R., & Panda, M. R. (2023). Enabling the future of manufacturing: integration of robotics and IoT to smart factory infrastructure in industry 4.0. In *Handbook of Research on AI-Based Technologies and Applications in the Era of the Metaverse* (pp. 25–50). IGI Global.
- Laghari, A. A., Wu, K., Laghari, R. A., Ali, M., & Khan, A. A. (2021). A review and state of art of Internet of Things (IoT). *Archives of Computational Methods in Engineering*, 1–19.
- Lantz, K. E. (1986). *The prototyping methodology*. Prentice-Hall, Inc.
- Lenap, I. P., Fitriyah, N. F. N., & Akhmad, Z. (2020). Praktik Manajemen Keuangan Masjid Dan Potensi Dana Masjid. *Jurnal Riset Akuntansi Aksioma*, 19(1), 69–88.
- Li, W.-J., Yen, C., Lin, Y.-S., Tung, S.-C., & Huang, S. (2018). JustIoT Internet of Things



- based on the Firebase real-time database. *2018 IEEE International Conference on Smart Manufacturing, Industrial & Logistics Engineering (SMILE)*, 43–47.
- Macrorie, R., Marvin, S., & While, A. (2021). Robotics and automation in the city: a research agenda. *Urban Geography*, 42(2), 197–217.
- Mahardika, M., Prasetyo, A., & Amalia, F. A. (2022). Akuntabilitas dan transparansi pengelolaan keuangan masjid. *EL MUHASABA: Jurnal Akuntansi (e-Journal)*, 13(2), 135–147.
- Marhayati, N. (2020). The Dynamic of Infaq and Sadaqah: According to the Social Facilitation Theory. *Proceedings of the 1st International Conference on Religion and Mental Health, ICRMH 2019, 18-19 September 2019, Jakarta, Indonesia*.
- Mathe, S. E., Pamarthy, A. C., Kondaveeti, H. K., & Vappangi, S. (2022). A review on raspberry pi and its robotic applications. *2022 2nd International Conference on Artificial Intelligence and Signal Processing (AISP)*, 1–6.
- Mudaliar, M. D., & Sivakumar, N. (2020). IoT based real time energy monitoring system using Raspberry Pi. *Internet of Things*, 12, 100292.
- Oltean, S.-E. (2019). Mobile robot platform with arduino uno and raspberry pi for autonomous navigation. *Procedia Manufacturing*, 32, 572–577.
- Ramadhan, A., Ramadhan, D. A., Ramadhansyah, F., Firmansyah, G., & Agustien, S. O. B. (n.d.). *KOTAK AMAL PINTAR BERBASIS INTERNET OF THINGS DENGAN METODE PENGHITUNGAN UANG SECARA OTOMATIS*.
- Syahruli, I. A., Prayudha, J., & Ramadhan, M. (2022). Rancang Bangun Kotak Amal Penghitung Uang Otomatis Dengan Sensor TCS (Sensor Warna) Menggunakan Metode Counter. *Jurnal Sistem Komputer Triguna Dharma (JURSIK TGD)*, 1(5), 168–178.

