

# Pengembangan Sistem Kotak Amal Berbasis ESP32 Dan Sensor TCS3200 Untuk Monitoring Dan Analisis Donasi Real-Time

Reza Andriyanti<sup>1</sup>, Arbansyah<sup>1</sup>, Muhammad Taufiq Sumadi<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup> Fakultas Sains Dan Teknologi, Program Studi Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur, Samarinda, Indonesia

<sup>2</sup> program Studi Teknik Informatika, Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Samarinda, Samarinda, Indonesia

Email: <sup>1</sup>2011102441079@umkt.ac.id, <sup>2</sup>arb381@umkt.ac.id, msumadi@polnes.ac.id

Email Penulis Korespondensi: msumadi@polnes.ac.id

Submitted: 06/09/2024; Accepted: 28/03/2025; Published: 28/03/2025

**Abstrak**—Pengembangan sistem kotak amal berbasis ESP32 dan sensor TCS3200 bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan transparansi dalam pengelolaan donasi yang sebelumnya dilakukan secara manual. Sistem ini dirancang untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan nominal uang kertas, menampilkan status donasi pada LCD OLED, serta mengirimkan notifikasi melalui bot Telegram. Pengujian sensor TCS3200 menunjukkan bahwa rentang nilai RGB untuk uang kertas Rupiah Indonesia dari Rp 1.000 hingga Rp 100.000 bervariasi, dengan nilai minimum dan maksimum untuk setiap komponen warna. Misalnya, uang Rp 1.000 memiliki rentang warna biru 6-9, hijau 7-9, dan merah 7-9. Sensor dapat mendeteksi nominal uang kertas dengan akurasi meskipun terdapat ketidakstabilan pembacaan yang dipengaruhi oleh kondisi pencahayaan dan interferensi warna. LCD OLED berhasil menampilkan pesan sesuai dengan kondisi sistem, dan notifikasi melalui bot Telegram diterima dengan baik dalam kondisi jaringan yang stabil. Sistem ini berfungsi dengan baik, memudahkan pemantauan, dan meningkatkan transparansi dalam pengelolaan donasi.

**Kata Kunci:** Kotak Amal; IoT; ESP32; TCS3200; Monitoring Donasi

**Abstract**—The development of a donation box system based on ESP32 and TCS3200 sensor aims to enhance the efficiency and transparency of donation management previously conducted manually. This system is designed to detect and classify banknote denominations, display donation status on an OLED LCD, and send notifications through a Telegram bot. Testing of the TCS3200 sensor revealed that the RGB value ranges for Indonesian Rupiah banknotes from Rp 1,000 to Rp 100,000 vary, with minimum and maximum values for each color component. For example, Rp 1,000 banknotes have a blue color range of 6-9, green 7-9, and red 7-9. The sensor can detect banknote denominations accurately despite some instability in readings influenced by lighting conditions and color interference. The OLED LCD successfully displays messages corresponding to system conditions, and notifications via the Telegram bot are received properly under stable network conditions. This system functions effectively, facilitating monitoring and enhancing transparency in donation management.

**Keywords:** Donation Box; IoT; ESP32; TCS3200; Donation Monitoring

## 1. PENDAHULUAN

Dalam era digital yang semakin berkembang, teknologi memiliki peran penting dalam berbagai aspek kehidupan manusia, tak terkecuali dalam sektor amal dan donasi [1], [2]. Transformasi ini sangat penting karena metode tradisional semakin tidak memadai di tengah tuntutan modern akan kecepatan dan akuntabilitas [3]. Salah satu penerapan mendasar dari evolusi teknologi ini adalah pada pengembangan sistem kotak amal digital yang dirancang untuk menggantikan keterbatasan kotak amal fisik konvensional. Inovasi ini bukan sekadar pembaruan, melainkan fondasi untuk merevolusi cara lembaga amal mengumpulkan, mengelola, dan melaporkan dana sumbangan.

Penggunaan teknologi pada bidang amal dan donasi dapat memberikan sejumlah manfaat substansial, terutama dalam meningkatkan efisiensi, transparansi, serta kemudahan dalam memantau dan menganalisis donasi yang masuk [4], [5]. Efisiensi tercapai melalui otomatisasi proses pencatatan yang sebelumnya manual dan memakan waktu. Transparansi meningkat karena setiap transaksi dapat direkam secara digital dan real-time, sehingga mengurangi potensi penyimpangan [6], [7]. Kemudahan juga didapatkan oleh pengelola dana dan donatur yang dapat mengakses informasi kapan saja dan dari mana saja, menciptakan ekosistem donasi yang lebih responsif dan tepercaya.

Teknologi kunci yang menjadi tumpuan untuk mengembangkan sistem kotak amal modern ini adalah Internet of Things (IoT) [8]. Internet of Things (IoT) merupakan salah satu inovasi teknologi yang memungkinkan perangkat fisik untuk saling terhubung dan berkomunikasi melalui Internet. Konsep ini memungkinkan objek sehari-hari, seperti kotak amal, untuk menjadi "pintar" dan menghasilkan data yang dapat diolah [9]. Dengan demikian, integrasi IoT pada kotak amal memungkinkan sistem tersebut untuk tidak hanya menerima donasi, tetapi juga memantau dan menganalisis donasi yang masuk secara efektif dan efisien tanpa memerlukan intervensi manusia secara berkelanjutan [10].

Saat ini, kotak amal yang umumnya ditemukan di berbagai tempat ibadah, sekolah, dan pusat perbelanjaan, masih mengandalkan metode manual. Metode konvensional ini melibatkan pengumpulan dan pencatatan donasi berupa uang kertas atau koin yang dikumpulkan dalam kotak amal fisik, tanpa adanya pemantauan dan analisis secara real-time. Akibatnya, data donasi hanya dapat diperoleh setelah kotak amal dibuka, dihitung, dan dicatat secara fisik, yang seringkali dilakukan dengan frekuensi yang jarang.

Ketergantungan pada metode manual ini menimbulkan sejumlah risiko operasional yang signifikan [11]. Metode ini tidak hanya memakan waktu dan tenaga karena proses penghitungan dan pencatatan yang dilakukan berulang, tetapi juga rentan terhadap berbagai risiko. Risiko utama mencakup ketidakakuratan dalam pencatatan

akibat human error dan, yang lebih krusial, kurang transparan dalam pengelolaan dana. Tanpa adanya jejak audit digital, sulit bagi donatur atau pengelola untuk memverifikasi jumlah donasi yang sebenarnya dan bagaimana dana tersebut dikelola.

Penting untuk mengkaji penelitian sebelumnya yang telah merintis penggunaan teknologi sensor pada sistem keuangan. Misalnya, penelitian yang dilakukan telah berhasil mengembangkan sistem keuangan masjid berbasis aplikasi Android yang menggunakan sensor warna TCS34725 [12]. Sensor ini berfungsi untuk membaca nilai uang kertas yang dimasukkan, dengan tujuan utama membuat manajemen keuangan masjid menjadi lebih efisien dan transparan. Studi ini membuktikan kelayakan integrasi sensor untuk otentikasi dan pencatatan nominal uang.

Penelitian lain juga menunjukkan potensi teknologi sensor dalam mendeteksi dan mengidentifikasi uang. Sebuah studi lain fokus pada pengembangan sistem pendeteksi dan nominal uang untuk penyandang tunanetra menggunakan kombinasi sensor UV GYML 8511 dan TCS3200 [13]. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat ini mampu mendeteksi keaslian uang dengan tingkat keberhasilan yang tinggi, mencapai persentase tertinggi pada nominal Rp 2.000,00 (100%) dan terendah pada nominal Rp 50.000,00 (85%). Temuan ini menggarisbawahi keandalan sensor optik, khususnya seri TCS, dalam aplikasi yang memerlukan pengenalan uang kertas berdasarkan karakteristik visualnya.

Berpijak dari keterbatasan sistem manual dan keberhasilan studi-studi sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem kotak amal berbasis ESP32 dan sensor TCS3200 yang mampu melakukan monitoring dan analisis donasi secara real-time serta mengirimkan notifikasi langsung ke Telegram. Pemilihan ESP32 didasarkan pada kemampuannya sebagai mikrokontroler berdaya rendah yang memiliki modul Wi-Fi terintegrasi, menjadikannya ideal untuk aplikasi IoT [14].

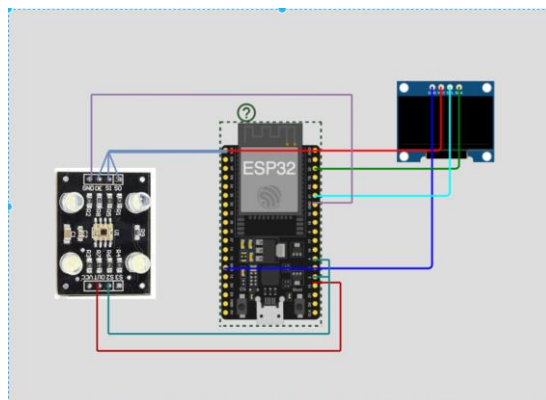
Sistem yang diusulkan ini memanfaatkan kemampuan inti ESP32 sebagai mikrokontroler yang terhubung ke internet dan sensor TCS3200 untuk mendeteksi warna uang kertas. Sensor TCS3200 bekerja dengan mengukur intensitas cahaya yang dipantulkan dari uang kertas, yang kemudian dikonversi menjadi data warna digital [15]. Data warna ini akan diproses oleh ESP32 untuk menentukan nominal uang yang masuk berdasarkan algoritma pengenalan warna yang telah dikalibrasi, dan kemudian mengirimkannya ke cloud atau server [16].

Melalui perpaduan teknologi ini, sistem kotak amal berbasis IoT ini diharapkan dapat memberikan solusi yang akurat, efisien, dan transparan dalam memantau jumlah donasi. Dengan adanya monitoring real-time dan notifikasi otomatis via Telegram, sistem ini secara signifikan dapat meningkatkan akuntabilitas dalam pengelolaan dana donasi. Pada akhirnya, inovasi ini berfungsi sebagai jembatan yang menghubungkan kemudahan teknologi digital dengan kebutuhan mendasar lembaga amal akan manajemen keuangan yang tepercaya dan dapat diaudit, menempatkan standar baru dalam pengumpulan donasi.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Perancangan dan Perangkat Keras

Perancangan merupakan tahap krusial dalam pembuatan suatu sistem, khususnya dalam konteks perangkat keras “Pengembangan Sistem Kotak Amal Berbasis ESP32 dan Sensor TCS3200 untuk Monitoring dan Analisis Donasi Real-Time” merupakan inovasi yang menggabungkan teknologi mikrokontroler ESP32 dan Sensor TCS3200 untuk menciptakan sistem pemantauan dan analisis donasi secara langsung [17]. Dengan menggunakan ESP32 sebagai otak sistem, perangkat ini dapat terhubung ke internet melalui Wifi, memungkinkan pengumpulan data donasi secara langsung dan pengiriman informasi ke server atau platform cloud untuk analisis lebih lanjut [18]. Sensor TCS3200 digunakan untuk mendeteksi warna uang kertas yang dimasukkan ke dalam kotak amal, sehingga memungkinkan untuk memonitor jenis dan jumlah donasi secara akurat [19]. Dengan adanya kemampuan real-time, pemantauan donasi dapat dilakukan secara efisien dan transparan, memungkinkan organisasi amal atau Lembaga pengelola untuk mengambil Keputusan yang cepat dan tepat berdasarkan data yang diperoleh. Dengan demikian, perangkat keras ini tidak hanya memfasilitasi pengumpulan donasi secara efektif, tetapi juga memungkinkan analisis untuk meningkatkan efisiensi dan transparansi dalam manajemen donasi [20].

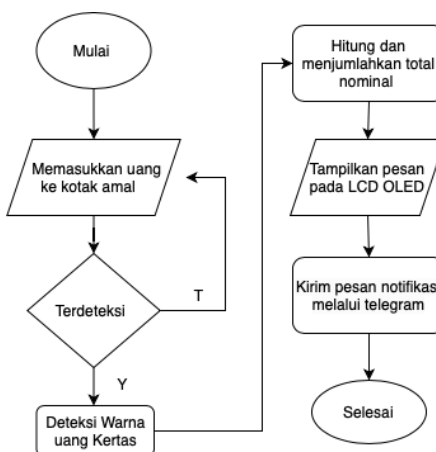


**Gambar 1.** Skematik Sistem Kotak Amal

Berdasarkan gambar 1 koneksi wiring pada sistem ini mencakup sensor TCS3200 dan OLED Display yang terhubung ke ESP32. Pada sensor TCS3200, S0 dan S1 dihubungkan ke 3.3V, S2 ke Pin 2 ESP32, S3 ke Pin 4 ESP32, OUT ke Pin 15 ESP32, serta VCC dan GND masing-masing ke 3.3V dan GND ESP32. Untuk OLED Display, VCC dihubungkan ke 3.3V, GND ke GND, SCL ke Pin 21 ESP32, dan SDA ke Pin 22 ESP32. Pengaturan ini memungkinkan sensor TCS3200 untuk mendeteksi warna dan mengirim data ke ESP32, yang kemudian ditampilkan pada OLED Display melalui komunikasi I2C. Wiring ini memastikan semua komponen menerima daya yang sesuai dan berfungsi optimal dalam sistem.

**2.2 Perancangan Perangkat Lunak**

Perancangan Perangkat lunak untuk Sistem kotak amal berbasisi ESP32 dan Sensor TCS3200 melibatkan beberapa Langkah utama dalam flowchart berikut



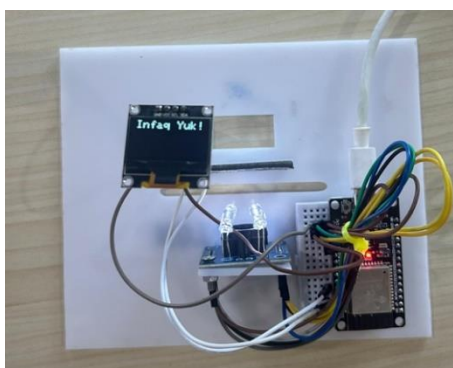
**Gambar 2.** Flowchart

Berdasarkan flowchart pada gambar 2, peneliti dapat memahami cara kerja keseluruhan sistem secara umum, sehingga dapat membuat program yang sesuai dengan alur kerja sistem tersebut.

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisi hasil pengujian dan analisis sistem kotak amal berbasis ESP32 dan sensor TCS3200 untuk monitoring dan analisis donasi real-time. Proses pengujian dimulai dengan langkah pertama, yaitu memverifikasi setiap komponen yang terlibat, seperti sensor TCS3200, mikrokontroler ESP32, dan BreadBoard. Langkah-langkah ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap komponen utama beroperasi sesuai dengan program yang telah diprogram. Ini meliputi verifikasi fungsi dari ESP32 dan sensor TCS3200, serta pengecekan koneksi yang tepat pada setiap komponen sesuai dengan skema rangkaian yang telah dirancang.

Pengujian yang dilakukan mencakup berbagai aspek, termasuk tes fungsionalitas untuk TCS3200 guna memastikan pengukuran warna uang yang akurat. Pengujian untuk ESP32 dilakukan dengan memverifikasi kemampuan mikrokontroler dalam mengatur dan mengontrol operasi keseluruhan sistem kotak amal. Ini meliputi pengujian fungsi dasar ESP32 seperti pembacaan data dari sensor TCS3200 serta komunikasi dengan komponen lain seperti modul WiFi untuk mengirimkan data ke server. Sementara itu, pengujian untuk relay difokuskan pada kehandalan dan ketepatan dalam mengatur aliran daya listrik untuk mengontrol perangkat terkait. Gambar 3.1 menunjukkan gambaran visual mengenai fisik dari perangkat yang telah dirakit dan diuji.



**Gambar 3.** Rangkaian Fisik Alat

### 3.1 Pengujian Sensor TCS3200

Sensor TCS3200 digunakan untuk mendeteksi warna nominal uang yang dimasukkan ke dalam kotak amal. Sebelum sensor berhasil membaca nominal uang, sensor akan mendeteksi warnanya terlebih dahulu selama 5 detik. Selama periode ini, sensor akan mengukur dan mencatat nilai warna dari tiga komponen utama: Red, Green, dan Blue. Nilai-nilai ini akan ditampilkan secara real-time pada serial monitor.

```

14:58:35.333 -> Red Freq = 12   Green Freq = 10   Blue Freq = 10
14:58:35.904 -> Red Freq = 14   Green Freq = 11   Blue Freq = 11
14:58:36.476 -> Red Freq = 14   Green Freq = 11   Blue Freq = 11
14:58:37.052 -> Red Freq = 15   Green Freq = 12   Blue Freq = 12
14:58:37.629 -> Red Freq = 15   Green Freq = 12   Blue Freq = 13
14:58:38.199 -> Red Freq = 16   Green Freq = 13   Blue Freq = 13
14:58:38.774 -> Red Freq = 17   Green Freq = 14   Blue Freq = 14
14:58:39.348 -> Red Freq = 17   Green Freq = 14   Blue Freq = 14
14:58:39.921 -> Red Freq = 18   Green Freq = 15   Blue Freq = 14
14:58:40.497 -> Red Freq = 19   Green Freq = 14   Blue Freq = 14
14:58:41.074 -> Red Freq = 19   Green Freq = 14   Blue Freq = 14
14:58:41.649 -> Red Freq = 18   Green Freq = 14   Blue Freq = 13
    
```

**Gambar 4.** Serial Monitor hasil pembacaan sensor

Setelah pengukuran selesai, data yang telah terkumpul akan dianalisis untuk menentukan nilai yang paling sering muncul (modus) untuk masing-masing komponen warna, serta rentang nilai yang diukur (nilai minimum dan maksimum). Nilai-nilai ini akan digunakan untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan nominal uang berdasarkan warnanya. Untuk mendeteksi warna tersebut, digunakan nilai minimum dan maksimum dengan penyesuaian nilai warna menggunakan rumus berikut:

$$KW_{min} = minimum - 2 \tag{1}$$

$$KW_{max} = maximum + 2 \tag{2}$$

Keterangan:

KWmin = Komponen Warna (R,G, dan B) minimal








Min = Nilai minimal Pembacaan sensor

KWmax = Komponen Warna (R,G, dan B) maksimal

Max = Nilai Maximum Pembacaan Sensor

Dengan menggunakan rumus 1 dan 2, kita dapat menghitung nilai rentang warna RGB. Pada tabel 3.1 menunjukkan hasil pembacaan sensor TCS3200 untuk menentukan nilai rentang RGB terhadap mata uang :

**Tabel 1.** Pengujian Sensor TCS3200 menentukan Nilai Rentang RGB

NO	UANG	GAMBAR	NILAI RENTANG RGB		
			R <sub>min</sub> - R <sub>max</sub>	G <sub>min</sub> - G <sub>max</sub>	B <sub>min</sub> - B <sub>max</sub>
1	Rp 1.000		6-9	7-9	7-9
2	Rp 2.000		11-14	9-12	9-12
3	Rp 5.000		15-17	15-18	15-18
4	Rp 10.000		14-18	12-16	13-16
5	Rp 20.000		16-20	15-18	15-18
6	Rp 50.000		20-25	14-17	14-17
7	Rp 100.000		27-34	25-30	24-30

Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian sensor TCS3200 untuk menentukan rentang nilai RGB (Merah, Hijau, Biru) pada berbagai nominal uang kertas Rupiah Indonesia, dari Rp 1.000 hingga Rp 100.000. Rentang nilai RGB ini mencatat variasi warna dengan nilai minimum dan maksimum untuk setiap komponen warna. Misalnya, uang Rp 1.000 memiliki rentang warna biru 6-9, hijau 7-9, dan merah 7-9. Pengujian ini membantu dalam identifikasi dan verifikasi uang kertas menggunakan sensor warna. Sensor TCS3200 diimplementasikan dalam rangkaian alat donasi berbasis ESP32, melibatkan pemasangan komponen utama seperti ESP32, sensor TCS3200, dan modul komunikasi. Proses pembacaan nilai sensor dan konfigurasi awal dilakukan untuk memastikan alat beroperasi optimal. Serangkaian pengujian, termasuk respons terhadap berbagai warna dan konsistensi pembacaan dalam kondisi pencahayaan berbeda, dilakukan pada uang kertas emisi 2022 untuk memastikan kinerja optimal sensor. Terlihat pada gambar 3.2 dibawah ini



**Gambar 5.** Foto Pengujian Sensor TCS3200

**Tabel 2.** Pengujian Sensor TCS3200 yang membaca Warna Nominal Uang

No	Uang	Uji 1	Uji 2	Uji 3	Uji 4	Uji 5	Uji 6	Uji 7	Uji 8	Uji 9	Uji 10
1	1.000	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2	2.000	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3	5.000	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4	10.000	✓	✓	✓	X	✓	✓	X	✓	✓	✓
5	20.000	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	X
6	50.000	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
7	100.000	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Berdasarkan hasil pembacaan nominal uang kertas emisi tahun 2022 yang dilakukan dalam 10 kali percobaan untuk setiap nominal, ditemukan bahwa pembacaan untuk nominal Rp10.000 mengalami kegagalan sebanyak 2 kali, dan nominal Rp20.000 juga mengalami kegagalan 2 kali dalam pembacaannya. Hal Ini disebabkan nilai RGB pada kedua nominal tersebut memiliki selisih yang hampir sama. Adapun faktor lain yaitu, variasi dalam kondisi pencahayaan yang mempengaruhi hasil pembacaan sensor, interferensi dari warna atau objek lain yang ada di sekitar sensor saat pengujian berlangsung, serta posisi dan orientasi uang kertas yang tidak konsisten saat dilakukan pengujian.

**3.2 Pengujian LCD1 OLED 0,96”**

Pada tahap pengujian ini, dilakukan verifikasi terhadap fungsi dan tampilan LCD OLED 0,96" yang digunakan dalam sistem KOTAK AMAL. Pengujian ini dibagi menjadi dua :



**Gambar 6.** Tampilan LCD sebelum uang masuk

Sebelum uang dimasukkan ke dalam kotak amal, layar LCD OLED 0,96" akan menampilkan pesan "Infaq Yuk!". Pesan ini dirancang sebagai ajakan dan motivasi kepada para donatur untuk berinfaq. Tampilan ini diatur untuk selalu aktif ketika sistem dalam keadaan siap menerima donasi. Setelah uang dimasukkan ke dalam kotak amal dan terdeteksi oleh sensor warna TCS3200, sistem akan secara otomatis mengubah tampilan pada layar LCD OLED 0,96". Pesan yang ditampilkan akan berubah menjadi "Jazakallahu Khairan!", yang berarti "Semoga Allah membalasmu dengan kebaikan". Pergantian tampilan ini bertujuan untuk memberikan apresiasi dan ucapan terima kasih kepada para pemberi atas kontribusi sumbangan yang telah diberikan.



**Gambar 7.** Tampilan LCD setelah uang masuk

Pengujian ini memastikan bahwa LCD OLED 0,96" dapat menampilkan pesan yang tepat pada kondisi yang sesuai, serta memberikan umpan balik visual yang efektif kepada donatur. Hal ini diharapkan dapat meningkatkan kepuasan dan motivasi donatur untuk terus berinfaq melalui KOTAK AMAL.

### 3.2 Pengujian Notifikasi Telegram

Pengujian terhadap sistem notifikasi Telegram yang terintegrasi dengan kotak donasi berbasis ESP32 dan sensor TCS3200 bertujuan untuk memverifikasi bahwa setiap donasi yang dimasukkan memicu pengiriman notifikasi real-time ke aplikasi Telegram, serta menilai keakuratan data dan kestabilan koneksi. Pengujian mencakup skenario memasukkan donasi tunggal maupun bertahap, yang berhasil memicu notifikasi dengan detail jumlah dan waktu transaksi yang tepat. Proses pengiriman pesan dari ESP32 ke Telegram dimulai dengan sensor TCS3200 yang mendeteksi donasi dan mengirimkan informasi ke ESP32. ESP32 menggunakan WiFiManager untuk mengelola koneksi Wi-Fi, secara otomatis menghubungkan ke jaringan yang telah dikonfigurasi atau membuat titik akses sementara ("AutoConnectAP") untuk konfigurasi manual. Setelah terkoneksi, ESP32 mendapatkan alamat IP lokal dan mengatur waktu melalui Network Time Protocol (NTP) dengan ``configTime(0, 0, "pool.ntp.org")``, penting untuk sinkronisasi waktu transaksi.

ESP32 menggunakan klien yang aman (``WiFiClientSecure``) dengan sertifikat root untuk koneksi terenkripsi ke ``api.telegram.org``. Dengan koneksi ini, ESP32 mengirim permintaan HTTP GET ke server API Telegram, memanfaatkan token bot dan ID chat sebelumnya untuk memastikan pengiriman pesan yang sukses. Meskipun menghadapi kendala seperti koneksi Wi-Fi lambat dan kesalahan pembacaan sensor, notifikasi tetap terkirim meskipun data mungkin tidak selalu akurat. Koneksi ESP32 ke server Telegram umumnya stabil tanpa jeda yang signifikan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem notifikasi Telegram berfungsi dengan baik, namun ada ruang untuk perbaikan dalam mengatasi masalah koneksi jaringan dan meningkatkan akurasi sensor untuk keandalan sistem yang lebih baik.

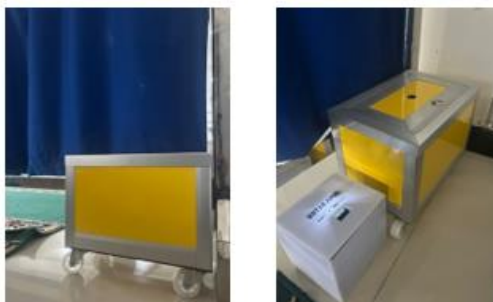


**Gambar 8.** Notifikasi Telegram

### 3.3 Implementasi Alat

Alat yang telah melalui proses pengujian akan diimplementasikan langsung pada kotak amal di musholla. Gambar di bawah ini menampilkan kondisi kotak amal sebelum dan sesudah pemasangan alat yang telah selesai dibuat, memberikan gambaran jelas tentang perbedaan dan peningkatan fungsi monitoring donasi yang dihasilkan.

Implementasi ini tidak hanya memperlihatkan bagaimana alat tersebut terpasang secara fisik, tetapi juga menekankan efektivitas sistem dalam mendeteksi dan mencatat donasi secara real-time. Dengan pemasangan alat ini, diharapkan transparansi dan efisiensi dalam pengelolaan donasi meningkat secara signifikan, memastikan penghitungan donasi yang lebih akurat dan dapat dipantau secara langsung.



**Gambar 9.** Kotak Amal Sebelum dan Sesudah Diletak Di Musholla

Pada gambar 9 di atas, memperlihatkan bahwa terdapat sebuah kotak berwarna putih yang merupakan perangkat sistem monitoring donasi yang telah terpasang pada kotak amal. Di dalam kotak tersebut, terdapat beberapa komponen penting seperti ESP32, sensor TCS3200, dan modul Wi-Fi. ESP32 berfungsi sebagai mikrokontroler yang mengendalikan seluruh sistem dan mengirimkan data ke server untuk monitoring real-time. Sensor TCS3200 digunakan untuk mendeteksi warna uang kertas yang dimasukkan, sementara modul Wi-Fi memungkinkan alat untuk terhubung ke jaringan internet dan mengirimkan data donasi secara online.

Perangkat ini terhubung dengan sensor TCS3200 yang dipasang di dalam kotak amal, tepatnya di area dimana uang kertas dimasukkan. Sensor ini mendeteksi warna uang yang dimasukkan, dan ketika mendeteksi adanya perubahan warna yang sesuai dengan uang kertas, sensor akan mengirimkan sinyal ke ESP32 untuk mencatat jumlah donasi dan mengirimkan data ke server. Dengan demikian, alat ini dapat memberikan laporan donasi secara real-time dan mempermudah pengelolaan serta pemantauan donasi di musholla.

Adapun Analisis hasil pengujian yang bertujuan untuk mengetahui kelayakan alat yang digunakan dapat bekerja ketika digunakan, bisa dilihat pada table dibawah ini

**Tabel 3.** Analisis Hasil Pengujian Sistem Kotak Amal

No	Pengujian	Proses	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian
1	Pengujian Sensor TCS3200	Memasukkan uang kertas ke dalam kotak amal	Sensor mendeteksi uang kertas dan mengirimkan data ke NodeMCU ESP32	Sensor berhasil mendeteksi uang kertas, namun nilai deteksi manual yang digunakan dalam sistem ini kurang stabil, yang berdampak pada akurasi deteksi nominal uang. Pembacaan Nilai sensor yang tidak tepat menyebabkan variasi dalam hasil deteksi yang tidak konsisten.
2	Pengujian LCD OLED 0.96"	Menampilkan status "Infaq Yuk" saat sistem aktif dan mengubah pesan menjadi "Jazakallahu Khairan!" setelah uang terdeteksi	LCD OLED menampilkan pesan "Infaq Yuk" saat sistem aktif dan berubah menjadi "Jazakallahu Khairan!" setelah uang terdeteksi	LCD OLED berhasil menampilkan pesan "Infaq Yuk" saat sistem aktif dan berubah menjadi "Jazakallahu Khairan!" setelah uang terdeteksi
3	Pengujian Notifikasi Bot Telegram	Mengirimkan data deteksi donasi ke bot Telegram	Notifikasi diterima oleh pengguna yang berwenang di aplikasi Telegram dalam waktu real-time	Notifikasi berhasil diterima dengan kondisi Jaringan stabil dan tepat di aplikasi Telegram

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan terhadap sistem kotak amal berbasis ESP32 dan sensor TCS3200 untuk monitoring dan analisis donasi secara real-time, dapat disimpulkan bahwa sistem kotak amal berbasis ESP32 yang dilengkapi dengan sensor TCS3200 menunjukkan kemampuan yang baik dalam mendeteksi nominal uang kertas. Meskipun demikian, akurasi deteksi ini masih dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti kondisi pencahayaan dan interferensi warna dari lingkungan sekitar. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dari 10 percobaan,



terdapat beberapa kegagalan dalam mendeteksi nominal Rp10.000 dan Rp20.000. Kegagalan ini disebabkan oleh selisih nilai RGB yang hampir sama serta variasi dalam kondisi pencahayaan yang memengaruhi akurasi deteksi. Oleh karena itu, kalibrasi lebih lanjut diperlukan untuk meningkatkan stabilitas pembacaan. Implementasi sistem ini berhasil menyediakan mekanisme analisis donasi secara real-time. Setiap donasi yang masuk dapat segera terdeteksi dan dicatat secara otomatis. Notifikasi real-time yang dikirimkan melalui bot Telegram memungkinkan pengelola donasi untuk segera mengetahui jumlah dan nominal donasi yang diterima. Hal ini sangat membantu dalam memantau donasi secara langsung dan memberikan informasi yang akurat dan terkini mengenai pengelolaan donasi. Implementasi sistem ini berhasil meningkatkan efisiensi dan transparansi dalam pengelolaan donasi. Sistem ini memungkinkan deteksi donasi secara real-time, pencatatan otomatis, dan notifikasi langsung ke pengelola donasi melalui Telegram. Dengan demikian, sistem ini mempermudah proses pengelolaan donasi, mengurangi kemungkinan kesalahan manusia, dan memberikan laporan yang akurat dan dapat dipercaya. Implementasi dan pengujian sistem di musholla telah membuktikan bahwa sistem ini dapat beroperasi dengan efektif dan memberikan kontribusi yang berarti untuk pengelolaan donasi di musholla

## REFERENCES

- [1] F. Tamimi and S. Munawaroh, "Teknologi Sebagai Kegiatan Manusia Dalam Era Modern Kehidupan Masyarakat," *Saturnus : Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, vol. 2, no. 3, pp. 66–74, 2024.
- [2] Siti Ma'shumah, Ellys Kumala Pramathaningthyas, and Fathur Rohman, "Sistem Monitoring Pemberian Pakan Ikan Di Aquarium Ikan Hias Menggunakan Aplikasi Blynk Dengan Memanfaatkan Teknologi Iot," *Uranus : Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, Sains dan Informatika*, vol. 2, no. 3, pp. 13–26, 2024, doi: 10.61132/uranus.v2i3.194.
- [3] D. Oktareza, A. Noor, E. Saputra, and A. V. Yulianingrum, "Transformasi Digital 4.0: Inovasi yang Menggerakkan Perubahan Global," *CENDEKIA: Jurnal Hukum, Sosial & Humaniora*, vol. 2, no. 3, pp. 661–672, 2024, [Online]. Available: <https://doi.org/10.5281/zenodo.12742216>
- [4] A. Almaghrabi and A. Alhogail, "Blockchain-based donations traceability framework," *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, vol. 34, no. 10, pp. 9442–9454, 2022, doi: 10.1016/j.jksuci.2022.09.021.
- [5] R. M. Ellahi, L. C. Wood, and A. E. D. A. Bekhit, "Blockchain-Driven Food Supply Chains: A Systematic Review for Unexplored Opportunities," *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 14, no. 19, 2024, doi: 10.3390/app14198944.
- [6] M. I. Rahmawati and A. Subardjo, "INTERNET OF THINGS (IoT) DAN BLOCKCHAIN DALAM PERSPEKTIF AKUNTANSI," *Jurnal Akuntansi dan Keuangan*, vol. 28, no. 1, pp. 28–36, 2023, doi: 10.23960/jak.v28i1.828.
- [7] M. Soori, R. Dastres, and B. Arezoo, "AI-powered blockchain technology in industry 4.0, a review," *Journal of Economy and Technology*, vol. 1, no. November 2023, pp. 222–241, 2023, doi: 10.1016/j.ject.2024.01.001.
- [8] F. Yasharsujud, I. Ruslianto, and . S., "Sistem Keamanan Kotak Amal Berbasis Internet of Things (Iot)," *Coding Jurnal Komputer dan Aplikasi*, vol. 11, no. 1, p. 51, 2023, doi: 10.26418/coding.v11i1.58035.
- [9] M. Mansour *et al.*, "Internet of Things: A Comprehensive Overview on Protocols, Architectures, Technologies, Simulation Tools, and Future Directions," *Energies (Basel)*, vol. 16, no. 8, pp. 1–39, 2023, doi: 10.3390/en16083465.
- [10] N. H. Mohamed, S. Khan, and S. Jagtap, "Modernizing Medical Waste Management: Unleashing the Power of the Internet of Things (IoT)," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 15, no. 13, pp. 1–21, 2023, doi: 10.3390/su15139909.
- [11] R. Akbar and D. S. Nugrahini, "ANALISIS MANAJEMEN RISIKO DALAM OPERASIONAL USAHA ROTI BAKAR 77," *JOIPAD: Journal of Islamic Philanthropy and Disaster*, vol. 2, no. 2, pp. 66–96, 2022.
- [12] N. Anggraini, Z. Zulkifli, and N. Hakiem, "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*, vol. 24, no. 1, pp. 11–24, 2024, doi: 10.30812/matrik.v24i1.4209.
- [13] A. Bahri and H. Harmadi, "Sistem Pendeteksi Keaslian dan Nominal Uang untuk Penyandang Tunanetra Menggunakan Sensor UV GYML 8511 dan TCS3200," *Jurnal Fisika Unand*, vol. 12, no. 2, pp. 317–322, 2023, doi: 10.25077/jfu.12.2.316-321.2023.
- [14] D. Hercog, T. Lerher, M. Truntič, and O. Težak, "Design and Implementation of ESP32-Based IoT Devices," *Sensors*, vol. 23, no. 15, pp. 1–20, 2023.
- [15] R. Albar and A. Darmawan, "Alat Deteksi Nominal Uang Kertas Rupiah & Dollar Bagi Penyandang Tunanetra Berbasis Arduino Uno," *Journal of Informatics and ...*, vol. 7, no. 1, pp. 46–55, 2021, [Online]. Available: <http://jurnal.uui.ac.id/index.php/jics/article/view/1388>
- [16] J. Arshad *et al.*, "A federated learning model for intelligent cattle health monitoring system using body area sensors and IoT," *Egyptian Informatics Journal*, vol. 27, no. September 2023, p. 100488, 2024, doi: 10.1016/j.eij.2024.100488.
- [17] M. Mulyadi, C. Austin, and S. Octaviani, "Implementasi IoT dengan ESP 32 Untuk Pemantauan Kondisi Suhu Secara Jarak Jauh Menggunakan MQTT Pada AWS," *Jurnal Elektro*, vol. 15, no. 2, pp. 46–55, 2022.
- [18] A. Noerifanza, "Analisa Kelayakan Modul Esp32 Sebagai Kamera untuk Pengenalan Objek Sehari-hari," *Journal of Computer Electronic and Telecommunications*, vol. 3, no. 2, 2022, doi: 10.52435/complete.v3i2.263.
- [19] M. A. Sabara, B. Niam, and R. Darpono, "Alat Deteksi Nominal Uang Kertas Untuk Penyandang Tuna Netra Dengan Metode Deteksi Warna," *Jurnal Riset Rekayasa Elektro*, vol. 5, no. 2, p. 129, 2023, doi: 10.30595/jrre.v5i2.19784.
- [20] M. Masrukhan and Riska Khajiyah Isnaini, "Optimalisasi Teknologi dan Strategi Pemasaran Digital dalam Meningkatkan Daya Saing UMKM Bakpia Wong Yogyakarta," *Jurnal Nuansa : Publikasi Ilmu Manajemen dan Ekonomi Syariah*, vol. 3, no. 1, pp. 282–300, 2025, doi: 10.61132/nuansa.v3i1.1630.