Jiskom (Jurnal Sistem Komputer)
Volume 01, Nomor 01, November 2026
ISSN Online : xxxx-xxxx
DOI : -

Sistem Deteksi Nominal Uang dan Pencatatan Data Melalui Google Sheet pada Kotak Amal Berbasis Mikrokontroler ESP32

Aysah Sinta Wati[1)*], Moh. Abdul Kholik[2)], Cicilia Puji Rahayu[3)]
[1*,2,3)]Universitas Surakarta, Indonesia
aysahsinta29@gmail.com@gmail.com[1)*]

Submit : 23 September 2026 | Diterima : 30 Oktober 2026 | Terbit : 4 November 2026

ABSTRAK

Kotak amal merupakan sarana yang umum digunakan untuk mengumpulkan dana sosial dan keagamaan. Namun, proses pencatatan donasi pada kotak amal konvensional masih dilakukan secara manual sehingga berpotensi menimbulkan kesalahan pencatatan dan kurangnya transparansi dalam pengelolaan dana. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem deteksi nominal uang serta pencatatan data donasi secara otomatis menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor warna TCS3200 berbasis Internet of Things (IoT). Metode yang digunakan adalah penelitian dan pengembangan (Research and Development) dengan model prototipe. Sistem dirancang menggunakan sensor warna TCS3200 untuk membaca karakteristik warna uang kertas berdasarkan nilai RGB, kemudian data diproses oleh ESP32 untuk mengidentifikasi nominal uang. Hasil identifikasi selanjutnya dikirimkan melalui jaringan Wi-Fi dan disimpan secara otomatis pada Google Sheets menggunakan layanan Google Apps Script. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi nominal uang kertas pecahan Rp1.000, Rp2.000, Rp5.000, Rp10.000, Rp20.000, Rp50.000, dan Rp100.000, serta mengirimkan data ke Google Sheets secara real-time. Sistem juga mampu memberikan notifikasi menggunakan buzzer sebagai indikator keberhasilan atau kegagalan deteksi. Secara keseluruhan, sistem yang dikembangkan dapat meningkatkan efisiensi, transparansi, dan kemudahan pengelolaan data donasi dibandingkan dengan metode pencatatan manual.

Kata Kunci : deteksi nominal uang, *google sheets*, *internet of things* (IoT), kotak amal, mikrokontroler ESP32, sensor TCS3200

ABSTRACT

Donation boxes are commonly used to collect social and religious funds. However, the recording process in conventional donation boxes is still performed manually, which may lead to recording errors and a lack of transparency in fund management. This study aims to design and implement a banknote denomination detection and donation data recording system using an ESP32 microcontroller and a TCS3200 color sensor based on the Internet of Things (IoT). The method used is the Research and Development (R&D) method with a prototype development model. The system utilizes the TCS3200 color sensor to read the color characteristics of banknotes based on RGB values, and the acquired data are processed by the ESP32 to identify the denomination *of the inserted banknote. The identification results are then transmitted via a Wi-Fi network and automatically stored in Google Sheets through the Google Apps Script service. The testing results indicate that the system is capable of detecting IDR 1,000, IDR 2,000, IDR 5,000, IDR 10,000, IDR 20,000, IDR 50,000, and IDR 100,000 banknotes and successfully transmitting the data to Google Sheets in real time. The system also provides notifications through a buzzer to indicate successful or failed detection. Overall, the developed system improves the efficiency, transparency, and ease of donation data management compared with conventional manual recording methods.*

Jiskom (Jurnal Sistem Komputer)
Volume 01, Nomor 01, November 2026
ISSN Online : xxxx-xxxx
DOI : -

Keyword : currency denomination detection, google sheets, internet of things (iot), charity box, ESP32 microcontroller, TCS3200 sensor

1. PENDAHULUAN

Kotak amal merupakan salah satu instrument penting dalam pengumpulan dana untuk kegiatan sosial dan keagamaan di Indonesia yang umum digunakan oleh masjid, gereja, maupun organisasi nirlaba. Namun, sistem kotak amal konvensional masih menghadapi masalah transparansi dan akurasi dalam pencatatan donasi, karena penghitungan manual berpotensi menimbulkan kesalahan maupun kecurangan (Sari & Putra, 2020). Kondisi ini dapat menurunkan kepercayaan masyarakat terhadap lembaga penerima donasi, sehingga diperlukan inovasi teknologi untuk meningkatkan efisiensi dan keamanan proses pengumpulan dana.

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) yang pesat telah dimanfaatkan pada berbagai bidang, termasuk sistem pengumpulan dana. Mikrokontroler ESP32 menawarkan konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth yang memungkinkan integrasi perangkat dengan platform cloud sehingga data dapat dipantau secara real-time (Kumar & Sharma, 2019). Penerapan IoT pada kotak amal dapat mengatasi keterbatasan sistem manual dengan menyediakan pencatatan yang otomatis dan transparan. Deteksi nominal uang menjadi aspek krusial dalam sistem kotak amal modern karena memungkinkan identifikasi jenis dan jumlah uang yang dimasukkan tanpa intervensi manusia (Wijaya et al., 2021), sementara integrasi dengan Google Sheets menambah nilai tambah berupa penyimpanan cloud yang mudah diakses dan dianalisis untuk kebutuhan akuntabilitas organisasi (Rahman & Ali, 2022).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini merancang dan mengimplementasikan sistem kotak amal berbasis mikrokontroler ESP32 yang mengintegrasikan sensor warna TCS3200 untuk mendeteksi nominal uang kertas secara otomatis serta mencatat data donasi secara real-time pada Google Sheets. Sistem ini diharapkan dapat menjawab permasalahan minimnya transparansi dan akurasi pada pengelolaan kotak amal konvensional, sekaligus menjadi solusi praktis yang dapat diadopsi oleh berbagai lembaga sosial dan keagamaan di Indonesia.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian yang dilakukan oleh Zahra et al. (2024) dengan judul **"Kotak Amal Berbasis ESP"** mengembangkan sistem donasi pintar yang memanfaatkan mikrokontroler ESP32 atau ESP8266 untuk meningkatkan keamanan, efisiensi, dan transparansi dalam pengelolaan dana. Sistem yang dikembangkan dilengkapi dengan sensor ultrasonik untuk mendeteksi jumlah donasi, solenoid lock sebagai sistem pengaman

kotak amal, serta teknologi komunikasi berbasis Wi-Fi atau ESP-NOW yang mampu memberikan notifikasi secara *real-time* kepada pengelola. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sensor ultrasonik memiliki tingkat akurasi dan waktu respons yang baik dalam mendeteksi perubahan kondisi isi kotak amal sehingga dapat digunakan sebagai sistem pemantauan otomatis. Namun demikian, penelitian tersebut masih memiliki keterbatasan karena hanya berfokus pada pemantauan kapasitas kotak amal dan sistem keamanan, tanpa mampu mengidentifikasi nominal uang yang dimasukkan maupun melakukan pencatatan nilai donasi berdasarkan nominal uang secara otomatis.

Penelitian berikutnya dilakukan oleh Suriana et al. (2022) **dengan** judul **"Rancang Bangun Sistem Pengaman Kotak Dana Punia Berbasis Mikrokontroler NodeMCU ESP32 dan Aplikasi Telegram".** Penelitian ini merancang sistem keamanan kotak dana menggunakan NodeMCU ESP32 yang terhubung dengan aplikasi Telegram sebagai media pengiriman notifikasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ESP32 mampu memberikan koneksi internet yang stabil sehingga notifikasi dapat dikirim secara *real-time* ketika terjadi aktivitas pada kotak dana. Meskipun demikian, penelitian ini hanya berfokus pada aspek keamanan dan notifikasi, sehingga belum dilengkapi dengan kemampuan mendeteksi nominal uang yang masuk maupun menyimpan data donasi secara otomatis pada media penyimpanan berbasis *cloud*. Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh Noerifanza et al. (2022) memanfaatkan modul ESP32-CAM sebagai sistem deteksi objek berbasis kamera. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ESP32 tidak hanya dapat digunakan sebagai mikrokontroler, tetapi juga mampu melakukan pengolahan citra sederhana untuk mendukung sistem monitoring berbasis Internet of Things. Akan tetapi, penelitian tersebut hanya memanfaatkan kamera untuk mendeteksi objek dan belum diarahkan pada identifikasi nominal uang maupun pencatatan transaksi donasi secara otomatis.

Penelitian lain dilakukan oleh Athallah Ramadhan, Dyon Athallah Ramadhan, Ferdina Ramadhansyah, Gilang Firmansyah, dan Saktiawan Okto Bertha Agustien (2021) dengan judul **"Kotak Amal Pintar Berbasis Internet of Things dengan Metode Penghitungan Uang Secara Otomatis".** Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem kotak amal yang mampu menerima uang, menghitung jumlah uang secara otomatis, kemudian menyimpan hasil perhitungan sehingga dapat dipantau melalui aplikasi atau web. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu meningkatkan efisiensi pencatatan dana donasi dibandingkan dengan proses manual. Namun, penelitian tersebut belum memanfaatkan sensor warna sebagai metode identifikasi nominal uang kertas serta belum menggunakan Google Sheets sebagai media penyimpanan data berbasis *cloud* yang mudah diakses secara *real-time*. Penelitian yang dilakukan oleh Ardi Hasrudianto (2022) dengan judul **"Rancang Bangun Sistem**

Penghitung Jumlah Uang Kertas pada Brankas Berbasis Arduino Uno" merancang sebuah sistem penghitung uang kertas menggunakan sensor warna TCS3200 dan Arduino Uno. Sensor TCS3200 digunakan untuk membaca nilai RGB uang yang dimasukkan ke dalam brankas, kemudian hasil identifikasi ditampilkan pada LCD, sedangkan motor DC digunakan untuk menarik uang secara otomatis ke dalam brankas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sensor TCS3200 mampu membedakan warna uang kertas sehingga dapat digunakan sebagai dasar identifikasi nominal uang. Akan tetapi, sistem tersebut masih menggunakan Arduino Uno sehingga belum mendukung komunikasi Internet of Things secara langsung. Selain itu, data hasil identifikasi hanya ditampilkan pada LCD dan belum tersimpan secara otomatis pada basis data berbasis *cloud*.

Berdasarkan hasil kajian terhadap penelitian-penelitian terdahulu tersebut, dapat diketahui bahwa sebagian besar penelitian masih berfokus pada aspek keamanan kotak amal, pemantauan kondisi kotak, maupun penghitungan jumlah uang tanpa mengintegrasikan identifikasi nominal uang, teknologi *Internet of Things*, dan penyimpanan data berbasis *cloud* dalam satu sistem yang terpadu. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan perancangan sistem kotak amal berbasis ESP32 dengan memanfaatkan sensor warna TCS3200 sebagai pendeteksi nominal uang kertas. Data nominal yang berhasil diidentifikasi akan dihitung secara otomatis sebagai total donasi, kemudian dikirim dan disimpan ke *Google Sheets* melalui jaringan internet sehingga informasi donasi dapat dipantau secara *real-time*. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan diharapkan mampu meningkatkan akurasi identifikasi nominal uang, mempermudah proses pencatatan transaksi donasi, serta meningkatkan transparansi dalam pengelolaan dana kotak amal.

3. METODE

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan model pengembangan sistem berbasis prototipe (prototype). Model prototipe dipilih karena memungkinkan proses pengembangan dilakukan secara bertahap melalui perancangan, pembuatan, pengujian, dan penyempurnaan sistem secara berulang hingga diperoleh hasil yang sesuai dengan kebutuhan, termasuk untuk mengatasi kendala akurasi deteksi nominal uang pada kondisi pencahayaan yang kurang optimal maupun pada uang yang mengalami kerusakan fisik. Penelitian dilaksanakan di Masjid Miftahul Jannah, Jalan Bonoroto RT04/RW25, Kelurahan Mojosongo, Kecamatan Jebres, Kota Surakarta, dengan pertimbangan ketersediaan jaringan internet yang stabil serta kemudahan akses terhadap komponen elektronik yang dibutuhkan.

1. **Analisis Kebutuhan Sistem**

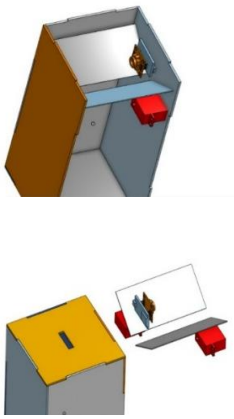
Kebutuhan fungsional sistem meliputi kemampuan mendeteksi nominal uang dengan akurasi minimal 90%, mencatat data donasi ke Google Sheets dengan format waktu dan nominal,

Jiskom (Jurnal Sistem Komputer)
Volume 01, Nomor 01, November 2026
ISSN Online : xxxx-xxxx
DOI : -

serta tetap berfungsi saat dilakukan pengujian berulang tanpa gangguan koneksi. Kebutuhan non-fungsional meliputi waktu deteksi dan pencatatan tidak lebih dari 5 detik per transaksi, konsumsi daya maksimum 160 mA sesuai spesifikasi ESP32, serta pengiriman data yang dilindungi koneksi HTTPS.

2. **Perancangan Perangkat Keras**

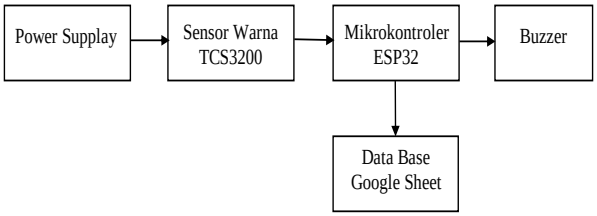
Kotak amal dirancang berbentuk balok berbahan akrilik dengan slot pemasukan uang kertas pada bagian atas. Sensor warna TCS3200 dipasang tepat di bawah jalur masuk uang untuk membaca karakteristik warna berdasarkan nilai RGB (Red, Green, Blue), sedangkan mikrokontroler ESP32 ditempatkan di dalam kotak sebagai pusat pengendali yang memproses data dari sensor. Buzzer digunakan sebagai indikator suara ketika uang berhasil terdeteksi, dan power supply berupa adaptor charger USB 5 Volt digunakan sebagai sumber daya seluruh rangkaian. Desain kotak amal ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain Kotak Amal Berbasis IoT

3. **Diagram Blok**

Diagram blok digunakan untuk menggambarkan hubungan antara komponen perangkat lunak dan perangkat keras dalam penyusun sistem kotak amal berbasis *Internet of Things* (IoT). Berikut adalah penggambaran diagram blok secara jelas dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Blok.

Sistem kotak amal berbasis *Internet of Things* (IoT) ini dirancang untuk mengotomatisasi proses pendeteksian nominal uang kertas serta pencatatan transaksi secara digital. Sistem ini memanfaatkan mikrokontroler ESP32 sebagai unit pemroses utama, sensor warna TCS3200 sebagai perangkat input, buzzer sebagai indikator suara, serta *Google Sheets* sebagai media penyimpanan data berbasis jaringan. Integrasi seluruh komponen tersebut memungkinkan pengelolaan data donasi dilakukan secara *real-time*, akurat, dan mudah diakses oleh pengelola kotak amal.

Catu daya berfungsi sebagai sumber tegangan bagi seluruh rangkaian agar sistem dapat beroperasi secara stabil. Tegangan dari adaptor disesuaikan dengan kebutuhan masing-masing komponen, terutama ESP32, sensor TCS3200, dan buzzer. Setelah sistem diaktifkan, ESP32 melakukan proses inisialisasi yang meliputi konfigurasi pin *input-output*, pengaturan komunikasi dengan sensor, aktivasi buzzer, serta koneksi modul WiFi internal. Tahap ini bertujuan untuk memastikan seluruh komponen berada dalam kondisi siap pakai sebelum sistem melakukan pendeteksian.

Sensor TCS3200 digunakan untuk membaca karakteristik warna uang kertas yang dimasukkan ke dalam kotak amal. Sensor ini bekerja dengan mendeteksi intensitas cahaya merah (*red*), hijau (*green*), dan biru (*blue*) yang dipantulkan oleh permukaan uang. Nilai RGB tersebut dikonversi menjadi sinyal frekuensi yang kemudian dibaca oleh ESP32 sebagai data mentah. Untuk meningkatkan akurasi, dilakukan proses kalibrasi guna menyesuaikan hasil pembacaan sensor terhadap kondisi pencahayaan dan karakteristik fisik uang.

Data hasil pembacaan sensor selanjutnya diproses oleh ESP32 pada tahap pemrosesan data. Pada tahap ini dilakukan normalisasi data serta pencocokan nilai RGB dengan data referensi nominal uang yang telah ditentukan sebelumnya. Proses klasifikasi ini menggunakan batas ambang (*threshold*) tertentu sehingga sistem dapat mengidentifikasi nominal uang secara otomatis, seperti Rp2.000, Rp5.000, Rp10.000, dan nominal lainnya. Apabila data yang diperoleh tidak sesuai dengan referensi, sistem akan memberikan status gagal atau melakukan pembacaan ulang.

Buzzer digunakan sebagai indikator audio untuk memberikan notifikasi terhadap hasil pendeteksian sistem. Ketika nominal uang berhasil dikenali dan data berhasil diproses, buzzer akan mengeluarkan bunyi pendek sebagai tanda bahwa transaksi telah diterima dan dicatat. Sebaliknya, apabila terjadi kesalahan pembacaan atau nominal uang tidak terdeteksi, buzzer dapat mengeluarkan bunyi berbeda sebagai indikator kegagalan. Penggunaan buzzer membantu pengguna mengetahui kondisi sistem secara langsung tanpa perlu melihat tampilan data.

Setelah nominal uang berhasil diidentifikasi, ESP32 memanfaatkan konektivitas WiFi untuk mengirimkan data ke jaringan internet. Data yang dikirimkan mencakup informasi nominal, waktu

transaksi, dan status pendeteksian. Pengiriman data dilakukan melalui layanan *Google Apps Script* yang terhubung dengan *Google Sheets*. Dengan mekanisme ini, pencatatan transaksi dapat dilakukan secara otomatis tanpa keterlibatan pengguna secara langsung.

Google Sheets berperan sebagai basis data sistem kotak amal berbasis IoT. Data yang diterima dari ESP32 disimpan dalam bentuk tabel yang dapat diperbarui secara *real-time*. Selain sebagai media penyimpanan, *Google Sheets* juga memungkinkan dilakukan pengolahan data, seperti perhitungan total donasi, pembuatan rekapitulasi transaksi, serta penyajian laporan yang dapat diakses secara daring oleh pihak pengelola.

Secara keseluruhan, diagram blok sistem dimulai dari pemberian catu daya, proses inisialisasi ESP32, pembacaan warna uang menggunakan sensor TCS3200, pemrosesan dan klasifikasi nominal, pemberian notifikasi menggunakan buzzer, pengiriman data melalui jaringan WiFi, hingga penyimpanan data pada *Google Sheets*. Rancangan sistem ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi, transparansi, dan keandalan dalam pengelolaan kotak amal berbasis teknologi IoT.

4. **Cara Kerja Sistem**

Proses kerja sistem dimulai ketika uang kertas dimasukkan ke dalam slot kotak amal. Sensor TCS3200 membaca karakteristik warna uang berdasarkan nilai RGB, kemudian data hasil pembacaan dikirim ke ESP32 untuk dibandingkan dengan data referensi nominal uang yang telah dikalibrasi sebelumnya. Setelah nominal uang berhasil dikenali, ESP32 mengaktifkan buzzer sebagai indikator keberhasilan, kemudian mengirimkan data berupa nominal uang, tanggal, dan waktu transaksi melalui jaringan Wi-Fi ke Google Sheets menggunakan layanan Google Apps Script.

5. **Metode Pengujian**

Pengujian sistem dilakukan melalui empat skenario, yaitu: (1) pengujian deteksi nominal uang sesuai data kalibrasi sensor; (2) pengujian respons sistem terhadap uang yang tidak sesuai atau tidak terdeteksi; (3) pengujian pengiriman data ke Google Sheets; dan (4) pengujian kesesuaian alur kerja sistem terhadap flowchart perancangan. Selain itu, dilakukan pula pengujian Black Box untuk memastikan seluruh fungsi input dan output sistem berjalan sesuai kebutuhan tanpa memperhatikan struktur program.

6. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Berdasarkan serangkaian pengujian yang telah dilakukan, sistem kotak amal berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan sensor warna TCS3200 dan mikrokontroler ESP32 dapat

Jiskom (Jurnal Sistem Komputer)
Volume 01, Nomor 01, November 2026
ISSN Online : xxxx-xxxx
DOI : -

bekerja sesuai dengan perancangan yang telah dibuat. Pengujian dilakukan pada proses deteksi nominal uang, penanganan kondisi gagal deteksi, pengiriman data ke *Google Sheets*, serta kesesuaian sistem terhadap flowchart yang telah dirancang.

Pada pengujian deteksi nominal uang, sistem mampu mengenali seluruh nominal uang yang telah dikalibrasi, yaitu Rp1.000, Rp2.000, Rp5.000, Rp10.000, Rp20.000, Rp50.000, dan Rp100.000. Sensor TCS3200 berhasil membaca nilai warna uang kertas dan ESP32 dapat mengklasifikasikan nominal sesuai data referensi yang tersimpan pada program. Setiap nominal yang berhasil dikenali ditandai dengan bunyi buzzer sebagai indikator keberhasilan dan data transaksi berhasil dikirim ke *Google Sheets* secara otomatis. Pada pengujian kondisi gagal deteksi, sistem mampu menolak objek yang tidak sesuai dengan data referensi, seperti uang kusut, kondisi pencahayaan yang kurang stabil, maupun objek selain uang kertas. Sistem melakukan pembacaan ulang hingga tiga kali percobaan. Apabila setelah tiga kali percobaan nominal uang tetap tidak dapat dikenali, sistem menghentikan proses identifikasi, buzzer tidak berbunyi, dan data tidak dikirim ke *Google Sheets.* Mekanisme ini berhasil mencegah pencatatan data yang tidak valid sehingga meningkatkan keakuratan sistem.

Tabel 1. Hasil Pengujian

No	Skenario Pengujian	Input	Hasil Pengujian	Status
1	Menghidupkan Sistem	ESP32 diberi catu daya	ESP32 menyala dan menjalankan program	Berhasil
2	Koneksi WiFi	*Password* benar	ESP32 berhasil terhubung ke jaringan WiFi	Berhasil
3	Koneksi WiFi gagal	*Password* salah	ESP32 gagal tersambung dan mencoba *re connect*	Berhasil
4	Sensor membaca uang Rp1.000	Uang Rp 1.000 dimasukkan	Sensor mengenali nominal Rp 1.000	Berhasil
5	Sensor membaca uang Rp2.000	Uang Rp 2.000 dimasukkan	Sensor mengenali nominal Rp 2.000	Berhasil
6	Sensor membaca uang Rp5.000	Uang Rp 5.000 dimasukkan	Sensor mengenali nominal Rp 5.000	Berhasil
7	Sensor membaca uang Rp10.000	Uang Rp 10.000 dimasukkan	Sensor mengenali nominal Rp 10.000	Berhasil
8	Sensor membaca uang Rp20.000	Uang Rp 20.000 dimasukkan	Sensor mengenali nominal Rp 20.000	Berhasil
9	Sensor membaca uang Rp50.000	Uang Rp 50. 000 dimasukkan	Sensor mengenali nominal Rp 50.000	Berhasil
10	Sensor membac	Uang Rp100	Sensor mengenali	Berhasil

	a uang Rp100.000	.000 dimasukkan	nominal Rp 100.000	
11	Sensor membaca benda selain uang	Kertas Putih atau benda lain	Sistem tidak mengenali nominal dan tidak menambah saldo	Berhasil
12	Buzzer notifikasi nominal	Uang berhasil dikenali	Buzzer berbunyi sesuai jumlah bunyi yang tetelah diprogram	Berhasil
13	Pengiriman data ke *Google Sheet*	Nominal berhasil dideteksi	Data nominal ,waktu, dan total terkirim ke *Google Sheet*	Berhasil
14	Tidak ada koneksi *internet*	Wifi dimatikan	Data gagal dikirim, sistem tetap berjalan tanpa crash	Berhasil
15	Perhitungan total donasi	Beberapa uang dimasukkan berturut – turut	Total donasi bertambah sesuainominal yang masuk	Berhasil
16	Pengiriman data berulang	Uang dimasukkan beberapa kali	Sistem transaksi satu kali pada *Google Sheet*	Berhasil

Pengujian pengiriman data menunjukkan bahwa ESP32 dapat terhubung dengan jaringan WiFi dan mengirimkan data hasil deteksi ke *Google Sheets* melalui *Google Apps Script* secara *real-time*. Data yang dikirim meliputi nominal uang, tanggal, dan waktu transaksi. Seluruh data yang berhasil dideteksi tersimpan dengan baik pada *Google Sheets* tanpa mengalami kehilangan data selama proses pengujian.

Hasil pengujian kesesuaian sistem dengan *flowchart* menunjukkan bahwa seluruh tahapan sistem berjalan sesuai dengan rancangan. Proses inisialisasi ESP32, pembacaan sensor TCS3200, klasifikasi nominal uang, aktivasi buzzer, pengiriman data melalui jaringan WiFi, hingga penyimpanan data ke *Google Sheets* dapat dilakukan secara berurutan dan tanpa kendala yang berarti.

Secara keseluruhan, hasil pengujian membuktikan bahwa sistem kotak amal berbasis IoT yang dikembangkan telah mampu menjalankan fungsi utama berupa identifikasi nominal uang, pemberian indikator keberhasilan melalui buzzer, serta pencatatan data donasi secara otomatis ke *Google Sheets.* Sistem juga mampu menangani kondisi kegagalan deteksi dengan baik sehingga dapat meningkatkan keandalan dan akurasi pencatatan donasi.

Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, sistem kotak amal berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor warna TCS3200, buzzer, dan *Google Sheets* mampu menjalankan fungsi utama sesuai dengan perancangan yang telah dibuat. Sistem berhasil mengintegrasikan proses deteksi nominal uang, pengolahan data, pemberian notifikasi, serta pencatatan transaksi secara otomatis dalam satu sistem yang saling terhubung.

Sensor TCS3200 berperan sebagai komponen utama dalam proses identifikasi nominal uang. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor mampu membaca karakteristik warna uang kertas dan menghasilkan nilai RGB yang digunakan sebagai parameter identifikasi nominal. Data RGB tersebut kemudian diproses oleh ESP32 dan dibandingkan dengan nilai referensi yang telah diperoleh melalui proses kalibrasi. Keberhasilan sistem dalam mengenali nominal uang menunjukkan bahwa metode identifikasi berdasarkan warna dapat diterapkan pada sistem kotak amal otomatis. Meskipun demikian, hasil pengujian menunjukkan bahwa akurasi pembacaan sensor masih dipengaruhi oleh beberapa faktor eksternal, seperti intensitas cahaya lingkungan, posisi uang saat melewati sensor, serta kondisi fisik uang kertas. Uang yang kusut, terlipat, atau memiliki tingkat keausan yang tinggi dapat menyebabkan perubahan nilai RGB sehingga memengaruhi hasil identifikasi. Oleh karena itu, diperlukan proses kalibrasi yang baik dan kondisi pencahayaan yang stabil agar sistem dapat bekerja secara optimal. Dari sisi pengolahan data, mikrokontroler ESP32 mampu memproses hasil pembacaan sensor dengan cepat dan mengklasifikasikan nominal uang sesuai dengan data referensi yang tersimpan pada program. Waktu pemrosesan yang relatif singkat memungkinkan sistem memberikan respons secara real-time terhadap setiap uang yang dimasukkan ke dalam kotak amal. Hal ini menunjukkan bahwa ESP32 memiliki kemampuan yang memadai untuk digunakan sebagai pengendali utama pada sistem yang dikembangkan.

Penggunaan buzzer sebagai media notifikasi juga memberikan kontribusi terhadap kemudahan penggunaan sistem. Buzzer akan berbunyi ketika nominal uang berhasil dikenali oleh sistem sebagai indikator bahwa proses identifikasi dan pencatatan data telah berhasil dilakukan. Sebaliknya, apabila nominal uang tidak dapat dikenali setelah tiga kali percobaan pembacaan, buzzer tidak akan berbunyi dan proses identifikasi dihentikan. Dengan adanya mekanisme tersebut, pengguna dapat mengetahui keberhasilan proses deteksi secara langsung tanpa harus melihat data yang tersimpan pada *Google Sheets*.

Selain itu, integrasi ESP32 dengan *Google Sheets* melalui *Google Apps Script* terbukti mampu mendukung proses pencatatan data secara otomatis dan real-time. Setiap transaksi yang berhasil diproses dapat langsung tersimpan pada spreadsheet tanpa memerlukan pencatatan manual. Fitur ini memberikan keuntungan berupa peningkatan transparansi dan kemudahan dalam melakukan monitoring terhadap jumlah donasi yang masuk. Pengelola dapat mengakses data kapan saja melalui internet sehingga proses pengelolaan kotak amal menjadi lebih efisien. Pada kondisi ketika nominal uang tidak dapat dikenali setelah tiga kali proses pembacaan ulang, sistem tidak akan mengirimkan data ke *Google Sheets* dan transaksi tersebut tidak dicatat pada sistem. Mekanisme ini diterapkan untuk mencegah

tersimpannya data yang tidak valid sehingga keakuratan data donasi yang tersimpan tetap terjaga. Dengan demikian, hanya data hasil identifikasi yang berhasil dan sesuai dengan referensi yang akan dicatat oleh sistem.

Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan telah mampu memenuhi tujuan penelitian, yaitu mendeteksi nominal uang secara otomatis, memberikan notifikasi kepada pengguna melalui buzzer, serta mencatat data donasi secara *real-time* ke *Google Sheets*. Sistem ini berpotensi meningkatkan efisiensi, akurasi, dan transparansi dalam pengelolaan kotak amal dibandingkan metode pencatatan konvensional yang masih dilakukan secara manual.

7. KESIMPULAN

Sistem yan dihasilkan mampu mendeteksi dan mengklasifikasikan nominal uang kertas yang bernilai Rp1.000,00, Rp2.000,00, Rp5.000,00, Rp10.000,00, Rp20.000,00, Rp50.000,00 hingga Rp100.000,00 dengan tingkat keberhasilan baik pada kondisi pencahayaan normal. Selain itu, proses pengiriman data ke *Google Sheets* berjalan dengan lancar tanpa mengalami kegagalan pengiriman selama pengujian. Sistem ini mampu meningkatkan transparansi dan efisiensi dalam pengelolaan kotak amal, serta dapat dijadikan model awal untuk penerapan donasi digital berbasis IoT.

8. REFERENSI

Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M., & Ayyash, M. (2015). Internet of Things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 17(4), 2347–2376.

Alkautsar, V. M., dan Husnaini, I. (2021). Perancangan Vending Machine Menggunakan Uang Kertas Berbasis Arduino, *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia* , vol. 2, pp. 142-147.

Ardimansyah, Abdul Rauf, Anita Sari, Enrico Wijaya. 2021. Sistem Keamanan Kotak Amal Uang Dengan Terintegrasi Telegram Aplikasi Manajemen Keuangan dan Informasi Kegiatan Masjid Muhammad Cheng Hoo Berbasis Mobile, *Jurnal Prosiding Seminar Ilmiah Sistem Informasi Dan Teknologi Informasi* , vol. x, pp. 57-65.

Ashton, K. (2009). That “Internet of Things” thing. *RFID Journal*, 22(7), 97–114.

Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The Internet of Things: A survey. Computer Networks, 54(15), 2787–2805.

Azhar, M., & Nurhadi, A. (2022). Implementasi sistem pencatatan donasi berbasis Internet of Things. *Jurnal Teknologi Informasi*, 10(2), 85–92.

Badan Amil Zakat Nasional. (2023). *Fikih Zakat, Infak, Sedekah, dan Dana Sosial Keagamaan*. Jakarta: BAZNAS.

Baihaq, M. A,. (2023). Kotak Amal Penyortir Uang Logam dan Uang Kertas dengan Sistem Perhitungan Secara Realtime. Universitas Negeri Jakarta, JAKARTA

Basri,R., Sholva, Y., Novriando, H. (2022). Aplikasi Penjadwalan Penjemputan Tabung Infaq di Kota Pontianak Berbasis Android (Studi Kasus Lazismu

Kalbar), *Jurnal sistem dan teknologi informasi* , vol. 10, pp. 160-167.

Bima Mayesa Jofi Putra1, Almasri,. (2023). Sistem Keamanan Kotak Amal Uang Dengan Terintegrasi Telegram Berbasis Mikrokontroler ESP32, *Jurnal Pendidikan tambusai* , vol. 6, pp. 16834-16844.

Buyya, R., Dastjerdi, A. V., & Calheiros, R. N. (2019). *Internet of Things: Principles and paradigms*. Morgan Kaufmann.

Espressif Systems. (2023). ESP32 Technical Reference Manual. Espressif Systems.

Fauzi Yasharsujud, [2]Ikhwan Ruslianto, [3]Suhardi , "SISTEM KEAMANAN KOTAK AMAL BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)," *Jurnal computer dan aplikasi* , vol. 6, pp. 51-61, 2023.

Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645–1660.

Hamrul, H., Rasyid, N., Suhardi, & Sakaria. (2023). Perancangan Sistem Keamanan Kotak Amal Berbasis Internet of Things. *Prosiding Seminar Nasional Pemanfaatan Sains Dan Teknologi Informasi 2023*, *1*(1), 33–40.

Hidayat, R., & Lestari, P. (2022). Sistem kotak amal pintar berbasis IoT untuk meningkatkan transparansi donasi. Jurnal Sistem Informasi, 16(1), 55–63.

Fikri1, I., Syafarina, G.A., dan Rusdina. (2021). Perancangan dan Implementasi Sistem Informasi Pengelolaan Mesjid Habib Hamid Bin Abbas Albahasyim Berbasis Web. *Jurnal Teknik Mesin UNISKA* , vol. 6, pp. 8-13.

Iksan, M., & Tjahjadi, N. (2018). Penggunaan mikrokontroler ESP32 pada sistem Internet of Things. *Jurnal Teknik Elektro*, 6(2), 101–108.

Kementerian Agama Republik Indonesia. (2021). *Pedoman Pengelolaan Zakat dan Wakaf*. Jakarta: Kementerian Agama RI.

Khan, R., & Gupta, S. (2014). Strain gauge-based load cell design and analysis. *International Journal of Engineering Research*, 3(2), 112–118.

Kumar, R., & Sharma, V. (2019). *Internet of Things: Applications and Challenges*. IEEE Transactions on Industrial Informatics, 14(3), 1125-1134.

Kurniawan, D., & Pratama, I. (2020). Implementasi sensor warna TCS3200 pada sistem deteksi objek berbasis mikrokontroler. Jurnal Teknik Elektro, 8(2), 77–84.

Latifah, H., Ramadhan, R., & Putra, A. (2019). Analisis sensor warna TCS3200 pada sistem pendeteksi objek. *Jurnal Elektronika dan Instrumentasi*, 8(1), 33–40.

Liu, Y., & Zhao, H. (2020). Implementation of HX711 load cell amplifier for IoT-based weighing systems. *Journal of Sensor Technology*, 10(1), 25–33.

Masnur, M., Alam, S., & Muhammad, F. N. (2021). Rancang Bangun Sistem Keamanan Motor Dengan Pengenalan Sidik Jari Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Sintaks Logika*, *1*(1), 1–7. https://doi.org/10.31850/jsilog.v1i1.671

Akil, M., Muchtar, A., Fitriati, A,. (2020). Desain Kotak Amal Mesjid Tanpa Sentuh dalam Upaya Menghadapi Tatanan Normal Baru pada Tempat Ibadah. *Jurnal Media Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer* , vol. 3, pp. 57-63.

Novalia, E., & Voutama, A. (2022). Black Box Testing dengan Teknik Equivalence Partitions pada Aplikasi Android M-

Magazine Mading Sekolah. *Syntax: Jurnal Informatika*, 11(1), 23 35.https://doi.org/10.35706/syji.v11i01.6413

Nasution, R., Putri, D., & Hariyani, S. (2015). Pengendalian motor servo sebagai aktuator pada sistem otomatis. *Jurnal Teknik Kendali*, 3(1), 12–19.

Qalbi1, N.I., dkk. (2020). Rancang Bangun Kotak Amal Cerdas Sebagai Solusi Ketidak Efisienan Pendistribusi Kotak Amal Di Masjid, *Jurnal media Elektrik*, vol. 2, pp. 25-32, 2020.

Pambudi, B.C., Desriyanti, Vidyastari, R.I. (2021). Pengaman Kotak Amal Masjid Dilengkapi Gps Dan Sms Gateway, *Jurnal SinarFe7-3* , pp. 1-5.

Prihanto, D. (2019). Pengembangan prototipe perangkat elektronik berbasis mikrokontroler untuk sistem otomasi. *Prosiding Seminarium Nasional Teknologi*, 4, 112–118.

Putra, A., & Nugroho, S. (2021). Rancang bangun sistem monitoring donasi berbasis web dan mikrokontroler. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa*, 10(3), 140–148.

Rahman, F., & Sari, N. (2022). Development of IoT-based weight monitoring system using load cell and ESP32. *Journal of Intelligent Systems and Electronics*, 7(4), 144–152.

Rahman, M., & Ali, S. (2022). *Cloud Integration for Data Logging in IoT Applications*. ACM Computing Surveys, 55(4), 1-25.

Ramadhan, A., & Yulianto, F. (2021). *Perancangan sistem pendeteksi objek menggunakan sensor TCS3200 dan infrared*. Jurnal Elektro dan Komputer, 7(1), 23–31.

Santoso, B., & Wibowo, A. (2020). Implementasi cloud computing pada sistem monitoring berbasis IoT. Jurnal Teknologi Informasi, 14(2), 101–108.

Sari, D., & Putra, R. (2020). Analisis transparansi pengelolaan dana amal pada lembaga sosial. *Jurnal Akuntansi Sosial*, 5(2), 66–74.

Smith, J., & Hashim, A. (2016). Principles and applications of load cell sensors in measurement systems. *Measurement Science Review*, 16(3), 145–152.

Suriana, I., Putu, A., & Dewi, N. (2022). Rancang bangun sistem pengaman kotak dana punia berbasis NodeMCU ESP32 dan aplikasi Telegram. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 9(3), 201–210.

Suriana, I., Putu, A., & Dewi, N. (2022). Rancang bangun sistem pengaman kotak dana punia berbasis NodeMCU ESP32 dan aplikasi Telegram. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, *9*(3), 201–210.

Surya, F.K., Alfan Rosid. (2022). Rancang Bangun Sistem Penggalangan Dana Menggunakan Framework Codeigniter Pada Pondok Pesantren Mabaro Berbasis Web. *Jurnal Seminar Nasional Inovasi Teknologi*, pp. 103-108.

Tan, J., & Lim, K. (2021). Lightweight machine learning implementation on microcontroller-based systems. *International Journal of Embedded Systems*, *13*(2), 89–97.

Tan, J., & Lim, K. (2021). Lightweight machine learning implementation on microcontroller-based systems. *International Journal of Embedded Systems*, 13(2), 89–97.

Wijaya, T., Pratama, A., & Nugroho, S. (2021). Sensor-based currency detection for automated donation systems. *International Journal of Electrical Engineering*, 8(1), 78–92.

Zahra, N., Akbar, M., & Fikri, A. (2024). Perancangan sistem keamanan kotak

amal berbasis Internet of Things. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi*, 1(1), 33–40.

Zhang, L., Chen, W., & Zhou, Y. (2018). Performance analysis of single-point load cells for high-precision digital scales. *Sensors and Actuators A: Physical*, 270, 234–241.