

PENGEMBANGAN KAS SEKOLAH DI MTS ALMANSUR: INTEGRASI ESP32, SENSOR WARNA TCS3200, DAN ANTARMUKA PENGGUNA REAL-TIME BERBASIS FIREBASE

Bagas Irvan Maulana¹, Ardelia Astriany Rizky²

^{1,2}Program Studi Teknik Komputer

^{1,2}Politeknik Piksi Ganesha

E-mail: [¹bagasirvan0@gmail.com](mailto:bagasirvan0@gmail.com), [²ardelia.astriany@gmail.com](mailto:ardelia.astriany@gmail.com)

ABSTRACT

This research aims to design and build an Internet of Things (IoT)-based cash system using an microcontroller integrated with the Firebase Realtime Database. The system is designed to automatically record student deposit transactions using the TCS3200 color sensor, then send the data to Firebase using the ESP32 module. The stored data can be accessed by students in real-time through the Firebase interface. The system workflow begins with attendance using the keypad, followed by students inserting money into the cash register. The TCS3200 color sensor detects the nominal amount of money based on the corresponding color, then the servo motor functions to drop the money into the cash box. The sensor detection accuracy is affected by lighting conditions and the distance between the sensor and the object. The test results show that the system built is able to improve transparency, accuracy, and efficiency in cash management at school, while making it easier for students to make cash payments.

Keywords: *Class Fund, Firebase, TCS3200, ESP32*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem uang kas berbasis *Internet of Things (IoT)* menggunakan mikrokontroler yang terintegrasi dengan *Firebase Realtime Database*. Sistem dirancang untuk mencatat transaksi setoran siswa secara otomatis melalui sensor warna TCS3200, kemudian mengirimkan data ke Firebase menggunakan modul ESP32. Data yang tersimpan dapat diakses oleh siswa secara *real-time* melalui antarmuka Firebase. Alur kerja sistem dimulai dengan absensi menggunakan keypad, dilanjutkan dengan siswa memasukkan uang ke mesin kas. Sensor warna TCS3200 mendeteksi nominal uang berdasarkan warna yang sesuai, kemudian motor servo berfungsi menjatuhkan uang ke dalam kotak kas. Akurasi deteksi sensor dipengaruhi oleh kondisi pencahayaan dan jarak antara sensor dengan objek. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem yang dibangun mampu meningkatkan transparansi, akurasi, dan efisiensi dalam pengelolaan uang kas di sekolah, sekaligus memudahkan siswa dalam melakukan pembayaran kas.

Kata Kunci: Uang Kas, Firebase, TCS3200, ESP32

PENDAHULUAN

Mengelola uang kas merupakan kegiatan di sekolah yang harus dilakukan secara teliti dan transparan (Kurniawati & Rizky, 2020). Pada umumnya, kegiatan ini masih sering menggunakan metode manual dalam pencatatannya, sehingga berpotensi terjadi kesalahan input, keterlambatan laporan, dan bahkan kehilangan data. Kondisi ini dapat

memengaruhi akurasi pencatatan serta menimbulkan kecurigaan terhadap transparansi pengelolaan dana kas (DR HA Rusdiana et al., 2022).

Pemanfaatan *Internet of Things (IoT)* dapat menjadi solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut. Penerapan khusus pada sistem pengelolaan kas siswa masih sangat terbatas, sehingga penelitian ini memiliki nilai kebaruan. Sistem yang memanfaatkan mikrokontroler ESP32, dan sensor warna TCS3200 ini dirancang untuk mendeteksi nominal uang kertas yang dimasukkan oleh siswa, kemudian mencatat transaksi secara otomatis, dan menyimpannya ke *Firebase Realtime Database* (Alfayed, 2025). Seluruh proses berlangsung cepat, akurat, dan dapat diakses secara *real-time* oleh pihak sekolah maupun siswa tanpa harus menunggu rekap manual. Data keuangan yang tersimpan di database akan aman, sehingga meminimalkan risiko kehilangan data penting. Penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi IoT dan basis data cloud dapat meningkatkan transparansi sekaligus efisiensi.

KAJIAN PUSTAKA

A. Pengembangan Kas Sekolah

Pengembangan kas sekolah merupakan proses perancangan, dan penyempurnaan sistem pengelolaan uang kas manual (Wardani et al., 2025). Tujuan dari pengembangan kas ini adalah agar pengelolaan keuangan dapat lebih transparan, dan lebih efektif. Dengan menggunakan teknologi *Internet of Things (IoT)*, nominal uang akan tersimpan secara digital dan *real-time*. Sistem ini terbukti meningkatkan akurasi karena mengurangi kesalahan manusia saat rekap manual dilakukan, serta meminimalkan resiko uang hilang. Dengan terhubung pada firebase, akuntabilitas juga meningkat karena setiap nominal yang terdeteksi memiliki jejak digital yang tidak dapat dimanipulasi.

B. ESP32

ESP32 merupakan mikrokontroler canggil karena kemampuannya yang serbaguna seperti memiliki modul Wi-Fi bawaan dan memori yang lebih besar (Putra et al., 2025). Hal ini mengakibatkan ESP32 memiliki kecepatan pemrosesan lebih tinggi dibandingkan mikrokontroler yang lebih sederhana. Dengan banyaknya pin input/output, ESP32 dapat berintegrasi dengan berbagai sensor, dan sangat memungkinkan untuk terhubung dengan jaringan internet. Pada sistem ini ESP32 dihubungkan dengan Firebase agar data nominal uang yang tersimpan dapat diakses kapan saja. Hal ini didukung oleh penelitian-penelitian terdahulu yang menunjukkan bahwa penggunaan ESP32 dapat meningkatkan kinerja sistem monitoring maupun transaksi digital.

C. Sensor TCS3200

TCS3200 merupakan komponen yang dirancang untuk mendeteksi warna suatu objek (Afrillia, 2020). Sensor ini mengukur intensitas cahaya yang dipantulkan dari objek. Sensor dilengkapi cahaya putih yang berisi spektrum semua warna yang terlihat. Ketika cahaya dipancarkan, cahaya yang dipantulkan akan

kembali ke sensor. Sensor warna TCS3200 terbukti efektif karena mampu mengubah intensitas warna objek menjadi sinyal digital, sehingga dapat dimanfaatkan untuk mengenali warna benda, pemilahan barang, hingga deteksi uang. Pada sistem ini sensor diintegrasikan dengan ESP32 sehingga mikrokontroler dapat mengidentifikasi nominal uang berdasarkan warna yang terdeteksi.

D. Fungsi Perangkat

Memahami setiap fungsi dari perangkat penting dilakukan. Tujuan dari pemahaman tersebut agar ESP32 dapat berintegrasi terhadap komponen-komponen lain dalam rancangan tersebut, dan menciptakan sistem yang berjalan dengan baik dan efektif. Fungsi setiap komponen dapat dilihat pada penjelasan jelas **Tabel 1**.

Tabel 1. Fungsi Komponen

Gambar	Nama Perangkat	Fungsi Sederhana
	ESP32	Mikrokontroler utama yang mengatur semua proses.
	Sensor Warna TCS3200	Mendeteksi warna uang untuk mengenali nominal.
	Keypad 4x4	Memasukkan ID siswa dan PIN.
	LCD I2C 16x2	Menampilkan informasi saldo, status, dan menu.
	Servo	Menggerakkan mekanisme saat uang diterima.
	Kabel Jumper	Menghubungkan pin antar komponen di rangkaian.
	Firebase Database	Menyimpan saldo dan riwayat transaksi.
	Arduino IDE	Program komputer yang dirancang khusus untuk memprogram papan Arduino.

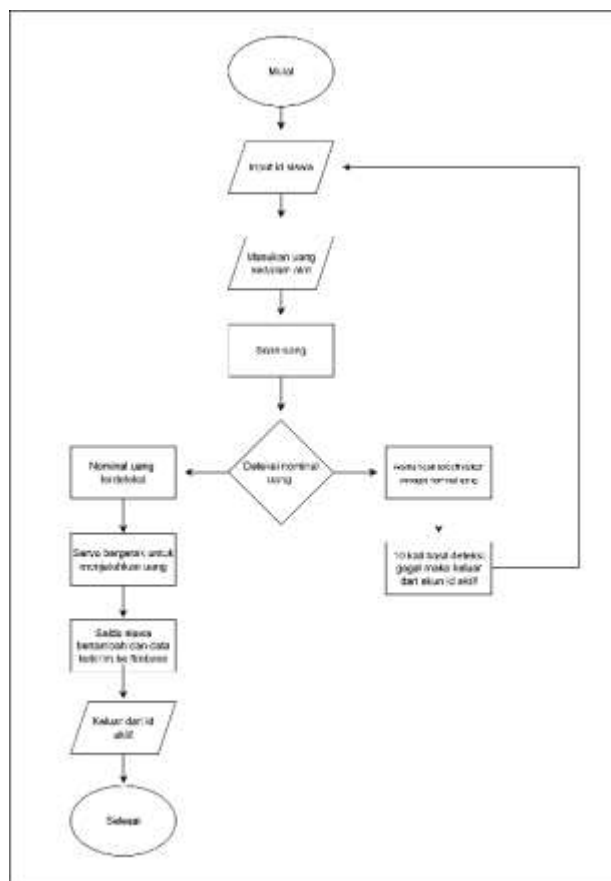
METODE/ ANALISIS PERANCANGAN

A. Metode Penelitian

Metode penelitian adalah prosedur yang digunakan untuk memastikan penelitian terorganisir dengan cara menyediakan langkah yang jelas dari awal hingga akhir penelitian (Sukriah et al., 2024). Metode penelitian membantu pengembang untuk mengumpulkan data secara akurat. Metode yang digunakan pada Pengembangan Kas Sekolah ini metode R&D (*Research and Development*). Metode R&D merupakan pendekatan yang digunakan untuk mengembangkan dan menyempurnakan produk sehingga menjadi solusi praktis yang dapat digunakan langsung oleh pengguna (Okpatrioka, 2023).

B. Flowchart

Penelitian ini menggunakan flowchart sebagai diagram visual yang menggambarkan urutan langkah-langkah dalam proses berjalannya alat, seperti yang terlihat pada **Gambar 1**.



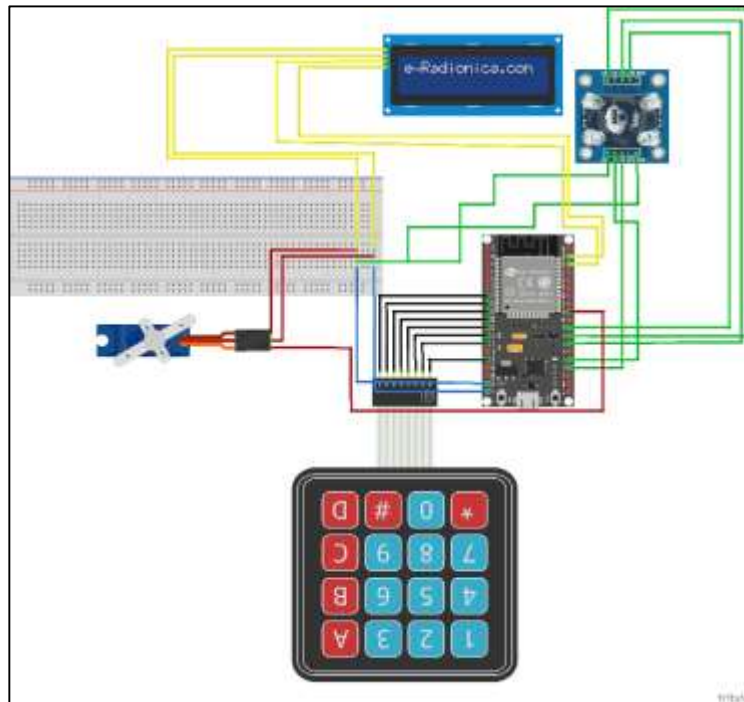
Gambar 1. Flowchart

C. Analisis Rancangan

1. Hardware Design

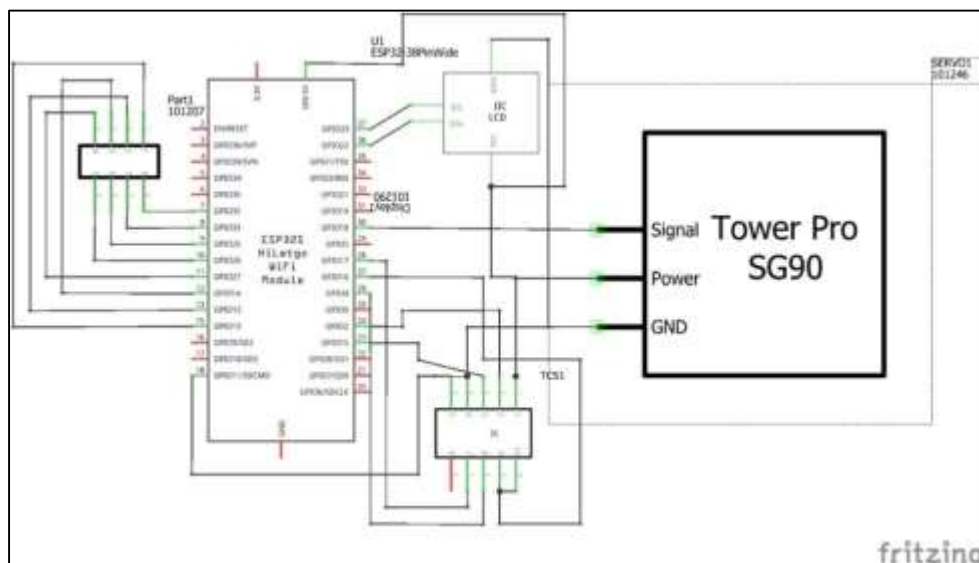
Implementasi sistem kas ini menggunakan komponen utama berupa mikrokontroler ESP32 yang diintegrasikan dengan komponen lainnya

sehingga sistem dapat bekerja secara otomatis. Skema perancangan perangkat keras dibuat menggunakan perangkat lunak Fritzing untuk menggambarkan arsitektur *Internet of Things (IoT)*. Skema perancangan tersebut ditunjukkan pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Hardware Design

Berdasarkan **gambar 3**, rangkaian berpusat pada mikrokontroler ESP32 yang terhubung dengan sensor warna TCS3200 dan keypad 4x4 sebagai perangkat masukan (input), serta motor servo dan LCD 16x2 sebagai perangkat keluaran (output).



Gambar 3. Schematic

2. Software Design

Sistem ini dapat berfungsi dengan baik dikarenakan adanya dua perangkat lunak utama. Firebase yang berfungsi sebagai backend, dan Arduino IDE sebagai penghubung antara kode dan perangkat keras.

a. Firebase

Firebase adalah platform yang dibuat oleh perusahaan google platform pengembangan aplikasi seluler dan juga web. Fungsinya antara lain :

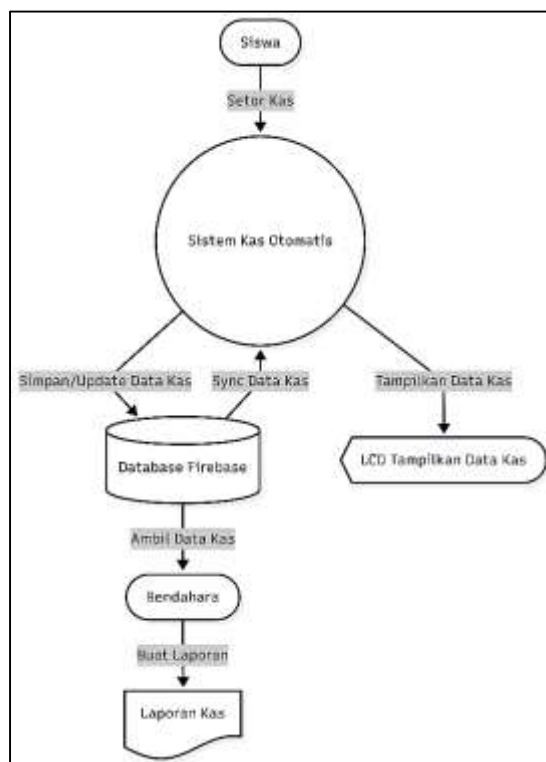
- Penyimpanan Data : Firebase dapat menyimpan data transaksi (ID siswa, jumlah uang, dan waktu) yang dikirim dari esp32 secara instan. Fitur ini dapat memudahkan admin dalam hal akurasi dan juga transparansi
- Sinkronisasi *Real-Time* : Setiap kali ada data yang masuk ke firebase maka system akan otomatis memperbaharui data di semua perangkat terhubung dan mengurangi kebutuhan melakukan refresh pada halaman secara manual.
- Otentikasi dan Keamanan : Firebase menyediakan fitur otentikasi yang memungkinkan hanya pengguna yang berwenang (misalnya, guru atau bendahara) yang bisa mengakses dan mengelola data kas. Ini memastikan kerahasiaan dan keamanan informasi keuangan.

b. Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah perangkat lunak yang digunakan untuk memprogram mikrokontroler ESP32(Kusumah & Pradana, 2019). IDE ini bertindak sebagai alat komunikasi antara komputer dan perangkat keras. Tahap pemrograman mikrokontroler ESP32 dilakukan menggunakan perangkat lunak Arduino IDE. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa C, kemudian dikompilasi dan diunggah ke dalam mikrokontroler. Dengan demikian, sistem dapat dijalankan dan hasilnya ditampilkan secara *real-time* melalui LCD serta tersimpan di Firebase sebagai bagian dari implementasi sistem *Internet of Things (IoT)*.

3. DFD (*Data Flow Diagram*)

DFD ini menggambarkan alur data saat siswa melakukan setor kas melalui sistem kas siswa, data kemudian disimpan pada *Firebase Realtime Database*, bendahara dapat melihat laporan saldo, dan siswa memperoleh informasi saldo dari database yang ditampilkan melalui LCD yang dipresentasikan pada **Gambar 4**.



Gambar 4. DFD

4. Pin ESP32

Pin yang ada di ESP32 pada rancangan ini diatur sebagai penghubung berbagai komponen sesuai fungsinya. Sensor warna TCS3200 menggunakan pin S0 dan S1 sebagai pengatur frekuensi keluaran, lalu pin S2 dan S3 untuk memilih filter warna mana yang akan dibaca. Hasil deteksi berupa sinyal digital keluar melalui pin OUT. Motor servo yang terhubung ke pin 18 berfungsi sebagai pengatur sudut dengan sinyal PWM yang nantinya menjatuhkan uang ke bawah kotak kas. Keypad 4x4 sebagai input siswa dengan pin 13–27 mewakili baris dan kolom dalam tombol. Sebagai media informasi menggunakan LCD I2C yang terhubung ke pin SDA dan SCL untuk jalur komunikasi serial. Pin ESP32 dan komponen yang saling terhubung dapat dilihat dari pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Pairing Pin ESP32 dan Komponen

Pin ESP32	Komponen / Perangkat	Keterangan Fungsi
15	TCS.S0 (Sensor warna TCS3200)	Pin kontrol frekuensi sensor warna.
2	TCS.S1 (TCS3200)	Pin kontrol frekuensi sensor warna.
4	TCS.S2 (TCS3200)	Pin seleksi filter warna.
16	TCS.S3 (TCS3200)	Pin seleksi filter warna.

Pin ESP32	Komponen / Perangkat	Keterangan Fungsi
17	TCS.OUT (TCS3200)	Pin keluaran pulsa dari sensor warna.
18	Servo	Kontrol sudut servo (PWM).
13	Keypad kolom 1	Input tombol keypad.
12	Keypad kolom 2	Input tombol keypad.
14	Keypad kolom 3	Input tombol keypad.
27	Keypad kolom 4	Input tombol keypad.
26	Keypad baris 1	Input tombol keypad.
25	Keypad baris 2	Input tombol keypad.
33	Keypad baris 3	Input tombol keypad.
32	Keypad baris 4	Input tombol keypad.
21	LCD I2C SDA	Data LCD (I2C).
22	LCD I2C SCL	Clock LCD (I2C).

Alur kerja sistem dimulai ketika siswa sebagai *end user* memasukkan ID yang telah tersedia atau melakukan pendaftaran terlebih dahulu melalui keypad 4x4. Untuk memudahkan proses input, LCD digunakan sebagai antarmuka tampilan. Setelah ID berhasil dimasukkan, siswa dapat menambahkan uang ke dalam sistem. Sensor warna TCS3200 kemudian melakukan deteksi nominal berdasarkan nilai warna yang telah ditentukan melalui proses kalibrasi.

Data transaksi yang berhasil diproses akan tersimpan secara *real-time* pada basis data Firebase, meliputi saldo siswa, total saldo keseluruhan, serta waktu transaksi yang dapat diakses bendahara sebagai admin. Motor servo berfungsi sebagai mekanisme penerimaan uang yang telah terdeteksi dengan benar, sehingga sistem siap melanjutkan ke transaksi berikutnya (Alfonsia Sanci & Astriany Rizky, 2023). Apabila tidak ada uang yang terdeteksi atau terjadi kegagalan deteksi sebanyak 10 kali, maka ID akun akan otomatis keluar (auto logout) untuk menjaga keamanan dan integritas sistem.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Implementasi

Hasil implementasi sistem kas siswa berbasis ESP32 menunjukkan bahwa sistem dapat berjalan dengan baik serta terintegrasi dengan komponen lain, yaitu sensor TCS3200, LCD 16x2, keypad, motor servo, dan database Firebase. Pengujian awal menghasilkan temuan sebagai berikut:

1. Modul ESP32 dapat terhubung ke jaringan WiFi sekolah dengan cepat, rata-rata dalam waktu 2–4 detik. Sinkronisasi data tersebut dapat dilihat pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Sinkronisasi Data ke Firebase

2. Data saldo siswa, total saldo, dan waktu transaksi dapat tersimpan di Firebase secara *real-time*, sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 6**.



Gambar 6. Tampilan Awal Menu Real-Time

3. Sensor TCS3200 mampu mendeteksi warna uang dengan mengukur tiga komponen warna (merah, hijau, biru) serta membandingkannya dengan batas bawah dan batas atas setelah dilakukan proses kalibrasi yang dijelaskan pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Hasil Kalibrasi Warna

Nominal Uang	Batas Bawah Merah (R)	Batas Atas Merah (R)	Batas Bawah Hijau (G)	Batas Atas Hijau (G)	Batas Bawah Biru (B)	Batas Atas Biru (B)
Rp1.000	69	79	69	79	65	75
Rp2.000	87	98	81	92	63	73
Rp5.000	59	69	79	89	70	80
Rp10.000	74	85	66	77	44	55
Rp20.000	74	84	62	72	22	32
Rp50.000	86	100	71	84	52	64
Rp100.000	61	71	83	93	57	67

4. LCD 16x2 berfungsi sebagai media output untuk menampilkan ID siswa, hasil deteksi uang, saldo siswa, serta total saldo.
5. Motor servo berperan dalam mekanisme penyaluran uang dengan rata-rata respon 1 detik

B. Tampilan Antarmuka Pengguna (*User Interface*)

LCD digunakan untuk memberikan informasi langsung kepada siswa mengenai transaksi kas. Beberapa tampilan antarmuka yang dihasilkan, antara lain:

1. Tampilan awal berupa informasi cara memasukkan ID siswa dapat dilihat di **Gambar 7** dan data ID siswa dijelaskan pada **Tabel 4**.



Gambar 7. Tampilan Awal LCD

Tabel 4. Data ID Siswa

ID Siswa	Keterangan
1001	Aktif
1002	Aktif
1003	Aktif
1004	Aktif
1005	Aktif
1006	Aktif
1007	Aktif
1008	Aktif
1009	Aktif
1010	Aktif

2. Tampilan saldo individu siswa.
3. Indikator status transaksi (berhasil atau gagal). Contoh informasi pada LCD:
 - a. Uang berhasil terdeteksi → menampilkan saldo terbaru seperti yang ditampilkan pada **Gambar 8**.



Gambar 8. Menampilkan Jumlah dan Total

- b. Uang tidak terdeteksi → menampilkan pesan kesalahan seperti yang ditampilkan pada **Gambar 9**.



Gambar 9. Menampilkan Pesan Gagal

C. Integrasi dengan Firebase

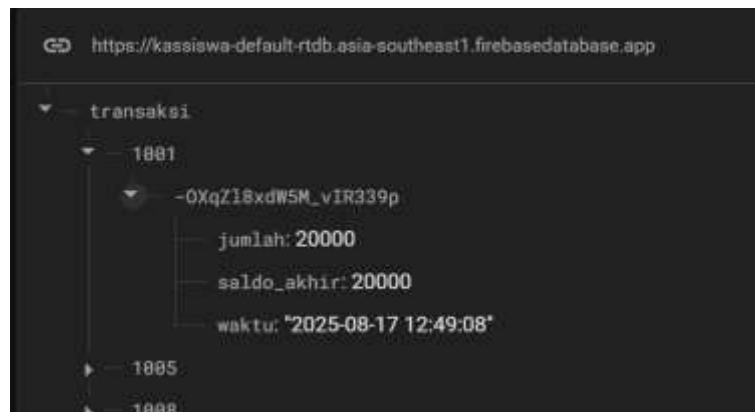
Setiap transaksi kas dikelola menggunakan fungsi `updateSaldoDiFirebase()` dan `updateTotalSaldoDiFirebase()` pada program Arduino IDE. Fungsi ini memastikan bahwa:

1. Data saldo siswa dan total saldo ter-update secara langsung (*real-time*) di Firebase yang dapat dilihat pada tampilan **Gambar 10**.



Gambar 10. Tampilan Saldo Siswa

2. Waktu transaksi tercatat dalam format timestamp, sehingga memudahkan proses audit dan pelacakan riwayat transaksi pada **Gambar 11**.



Gambar 11. Menampilkan Saldo dan Waktu

- Jarak optimal antara ESP 32 ke sumber wifi < 10m agar tidak terjadi kegagalan saat mengirim data ke firebase. Serial monitor akan menampilkan nominal uang yang terdeteksi dan data siswa seperti yang dapat dilihat pada **Gambar 12** dan jika tidak berhasil maka serial monitor akan menampilkan pesan gagal dikirimkan ke Firebase seperti yang ditampilkan pada **Gambar 13**.

```
08:06:30.834 -> Terdeteksi: Rp20,000
08:06:32.813 -> Setor Rp20,000 ke ID 1001. Saldo baru: Rp40000.00
08:06:32.813 -> Menggerakkan servo...
08:06:33.860 -> Saldo berhasil diperbarui di Firebase
08:06:33.902 -> Waktu update berhasil dicatat di Firebase
08:06:33.984 -> Total saldo berhasil diupdate di Firebase
08:06:34.030 -> Transaksi berhasil dicatat di Firebase
```

Gambar 12. Transaksi Berhasil

```
07:59:11.945 -> > WARN.mRunUntil: Terminating because the ssl engine closed.
07:59:11.945 -> > ERROR.write: Failed while waiting for the engine to enter BR_SSL_SENDAPP.
08:00:11.987 -> > ERROR.mRunUntil: SSL internals timed out!
08:00:11.987 -> > ERROR.mConnectSSL: Failed to initialize the SSL layer.
08:00:11.987 -> > ERROR.mConnectSSL: Unknown error code.
08:00:21.998 -> Gagal update saldo Firebase: response payload read timed out
```

Gambar 13. Transaksi Gagal

D. Analisis Kinerja Sistem

Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh analisis sebagai berikut:

- Pengujian menggunakan keypad berhasil dengan 10 ID siswa awal, serta mendukung penambahan hingga maksimal 40 ID tambahan, sesuai dengan keterbatasan kapasitas memori ESP32.
- Seluruh ID siswa tersimpan otomatis di Firebase. Jika jumlah siswa melebihi 50 ID, LCD akan menampilkan pesan kesalahan.
- Jika siswa gagal melakukan pendeteksian uang sebanyak 10 kali berturut-turut, sistem otomatis mengeluarkan ID agar tidak ada akun yang tertinggal.
- Pengujian mode kalibrasi membutuhkan waktu rata-rata 5–7 detik per nominal uang.

```
08:07:24.471 -> == MODE KALIBRASI ==
08:07:24.471 -> 1. Letakkan uang di bawah sensor
08:07:24.517 -> 2. Tekan nomor nominalnya:
08:07:24.517 -> - 1: Rp1,000
08:07:24.517 -> - 2: Rp2,000
08:07:24.517 -> - 3: Rp5,000
08:07:24.517 -> - 4: Rp10,000
08:07:24.517 -> - 5: Rp20,000
08:07:24.517 -> - 6: Rp50,000
08:07:24.517 -> - 7: Rp100,000
08:07:24.517 -> - #: Selesai kalibrasi
08:07:24.517 -> =====
08:07:28.661 -> Mulai kalibrasi untuk Rp20,000
08:07:37.452 -> Hasil Kalibrasi untuk Rp20,000: R(60-75) G(51-65) B(17-28)
08:07:37.452 -> Tekan nomor uang lain untuk kalibrasi atau '#' untuk selesai
```

Gambar 14. Kalibrasi Warna

E. Pembahasan

Hasil pengujian **Gambar 15** membuktikan bahwa sistem kas siswa berbasis ESP32 dapat berjalan sesuai tujuan yang dirancang. Integrasi sensor warna TCS3200 memungkinkan sistem mengenali nominal uang Rp1.000,00 hingga Rp100.000,00 tanpa input manual, meskipun akurasi masih bergantung pada intensitas cahaya dan jarak sensor.



Gambar 15. Hasil Pengujian

Proses transaksi hingga pencatatan ke Firebase berlangsung relatif cepat, yaitu 1–2 detik. Input ID siswa melalui keypad terbukti efektif, sementara LCD berfungsi sebagai media informasi. Penambahan fitur total saldo pada LCD meningkatkan transparansi dan memudahkan proses pengecekan.

Dengan demikian, rancangan ini mampu bekerja secara efektif dalam menjalankan sistem kas sekolah, serta memberikan kontribusi terhadap digitalisasi manajemen keuangan dengan biaya yang relatif rendah. Namun demikian, terdapat beberapa keterbatasan sistem, antara lain:

1. Sensor warna sensitif terhadap perubahan intensitas cahaya lingkungan.
2. LCD 16x2 hanya dapat menampilkan informasi maksimal 2 baris dengan 16 karakter per baris.
3. Skalabilitas terbatas, karena sistem belum diuji untuk transaksi dalam jumlah besar (misalnya ratusan transaksi per hari). Hal ini dapat berpotensi menimbulkan bottleneck pada Firebase atau keterbatasan ESP32.
4. Koneksi internet harus stabil; gangguan jaringan dapat menyebabkan keterlambatan sinkronisasi data.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, implementasi sistem kas siswa berbasis ESP32 dapat berjalan dengan baik serta terintegrasi dengan berbagai komponen pendukung. Sensor warna TCS3200 berfungsi mendeteksi warna untuk menentukan nominal uang, keypad 4x4 digunakan sebagai media input, sedangkan data transaksi tersimpan dengan aman dan akurat di Firebase. LCD 16x2 berperan sebagai media informasi, dan motor servo

berfungsi sebagai mekanisme penerimaan uang secara otomatis. Dengan sistem ini proses pencatatan kas menjadi lebih efisien, mengurangi human error serta terjadi transparansi dalam pengelolaan keuangan kas siswa. Selaian itu, penggunaan komponen mikrokontroler ESP 32 sebagai komponen utama dalam sistem terbukti hemat daya dan juga biaya, menjadikan solusi ekonomis untuk skala sekolah. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem memiliki potensi untuk menjadi solusi bagi sekolah dalam membangun sistem kas berbasis *Internet of Things (IoT)* yang efisien, transparan, dan layak diterapkan. Kedepannya system ini memiliki ruang untuk berkembang seperti menambahkan fitur keamanan untuk pengambilan uang kas, notifikasi kepada gadget tiap siswa, serta keamanan ganda menggunakan deteksi wajah. Sistem ini juga memiliki potensi untuk diintegrasikan dengan sistem administrasi lainnya yang ada di sekolah seperti pembayaran uang SPP (Sumbangan Pembinaan Pendidikan), uang donasi, dan transaksi yang dilakukan di kantin sekolah.

DAFTAR PUSTAKA

Website:

- Afrillia, Y. (2020). Alat Pemisah Warna Objek Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Teknologi Terapan and Sains 4.0*, 1(2), 169. <https://doi.org/10.29103/tts.v1i2.3254>
- Alfayed, M. H. (2025). Rancang Bangun Kotak Amal Menggunakan Tcs3200 Dan Modul Mp3 Berbasis Iot. *UIN SUSKA Repository*. [https://repository.uin-suska.ac.id/85768/1/Laporan TA M. Hidayat Alfayed Repository.pdf](https://repository.uin-suska.ac.id/85768/1/Laporan%20TA%20M.%20Hidayat%20Alfayed%20Repository.pdf)
- Alfonsia Sanci, M., & Astriany Rizky, A. (2023). Perancangan Kunci Pintu Otomatis Pada Ruang Sentral Telekomunikasi (Sto) Di Telkom Menggunakan Solenoid Door Lock Dan Touch Sensor Berbasis Arduino Uno. *INFOKOM (Informatika & Komputer)*, 10(2), 60–73. <https://doi.org/10.56689/infokom.v10i2.967>
- Kurniawati, R., & Rizky, A. A. (2020). Efektivitas Sistem Informasi Akuntansi Dampaknya Terhadap Kinerja Karyawan Pada Pt. Indometrix Bandung. *INFOKOM (Informatika & Komputer)*, 8, 55–69. <http://journal.piksi.ac.id/index.php/INFOKOM/article/view/281>
- Kusumah, H., & Pradana, R. A. (2019). Penerapan Trainer Interfacing Mikrokontroler Dan Internet of Things Berbasis Esp32 Pada Mata Kuliah Interfacing. *Journal CERITA*, 5(2), 120–134. <https://doi.org/10.33050/cerita.v5i2.237>
- Okpatrioka. (2023). Research and development (R&D) penelitian yang inovatif dalam pendidikan [Innovative research and development (R&D) in education]. *Dharma Acariya Nusantara: Jurnal Pendidikan, Bahasa Dan Budaya*, 1(1), 86–100.
- Wardani, F. K., Riyanto, A., & Tharam, M. Y. (2025). *Pages : 3849-3861 Rancang Bangun Smart Saving Box dengan Sensor Warna TCS3200*. 2(3).

Buku satu penulis:

- DR HA Rusdiana, M. M., Wardija, H., & AP, M. (2022). *MANAJEMEN KEUANGAN SEKOLAH: Konsep Prinsip dan Aplikasinya di Sekolah/Madrasah*. Arsad Press.

Buku lebih dari tiga penulis:

- Putra, D. E., Kom, S., Kom, M., Amnur, H., Kom, S., Flomina, K., & Kom, M. (2025). *Konsep Dasar Internet Of Things (IoT) dengan Mikrokontroler Esp32*. Pustaka Galeri Mandiri.
- Sukriah, Y., Sahara, N., Eriyanti, R. W., Huda, A. M., & Suprayitno, K. (2024). *Metodologi penelitian: menguasai pemilihan dan penggunaan metode*. Penerbit Adab.