

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Desain Umum Sistem



Perancangan celengan pintar ini bertujuan untuk membuat sistem tabungan otomatis yang dapat:

1. Mengenali nominal uang berdasarkan warna menggunakan sensor TCS3200,
2. Mengirim notifikasi ke pengguna setiap kali ada uang yang dimasukkan,
3. Menampilkan progres tabungan dan memberikan informasi apakah target telah tercapai.

Sistem ini menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler utama yang memiliki koneksi Wi-Fi bawaan. Ketika uang dimasukkan ke celengan, sensor warna membaca warnanya, mengidentifikasi nominal uang berdasarkan warna, lalu memperbarui jumlah tabungan secara otomatis. Informasi ini dikirim ke platform notifikasi seperti Telegram.

4.2 Hasil Perancangan Sistem

Berdasarkan tahapan perancangan dan implementasi yang telah dijelaskan pada Bab III, sistem celengan pintar berbasis IoT telah berhasil dikembangkan dengan memanfaatkan beberapa komponen utama, seperti ESP32, sensor warna TCS3200, OLED display, serta koneksi internet untuk pengiriman notifikasi melalui aplikasi Telegram. Sistem ini mampu mendeteksi warna uang yang dimasukkan, mengidentifikasi nominal, dan menambahkan ke saldo tabungan secara otomatis.

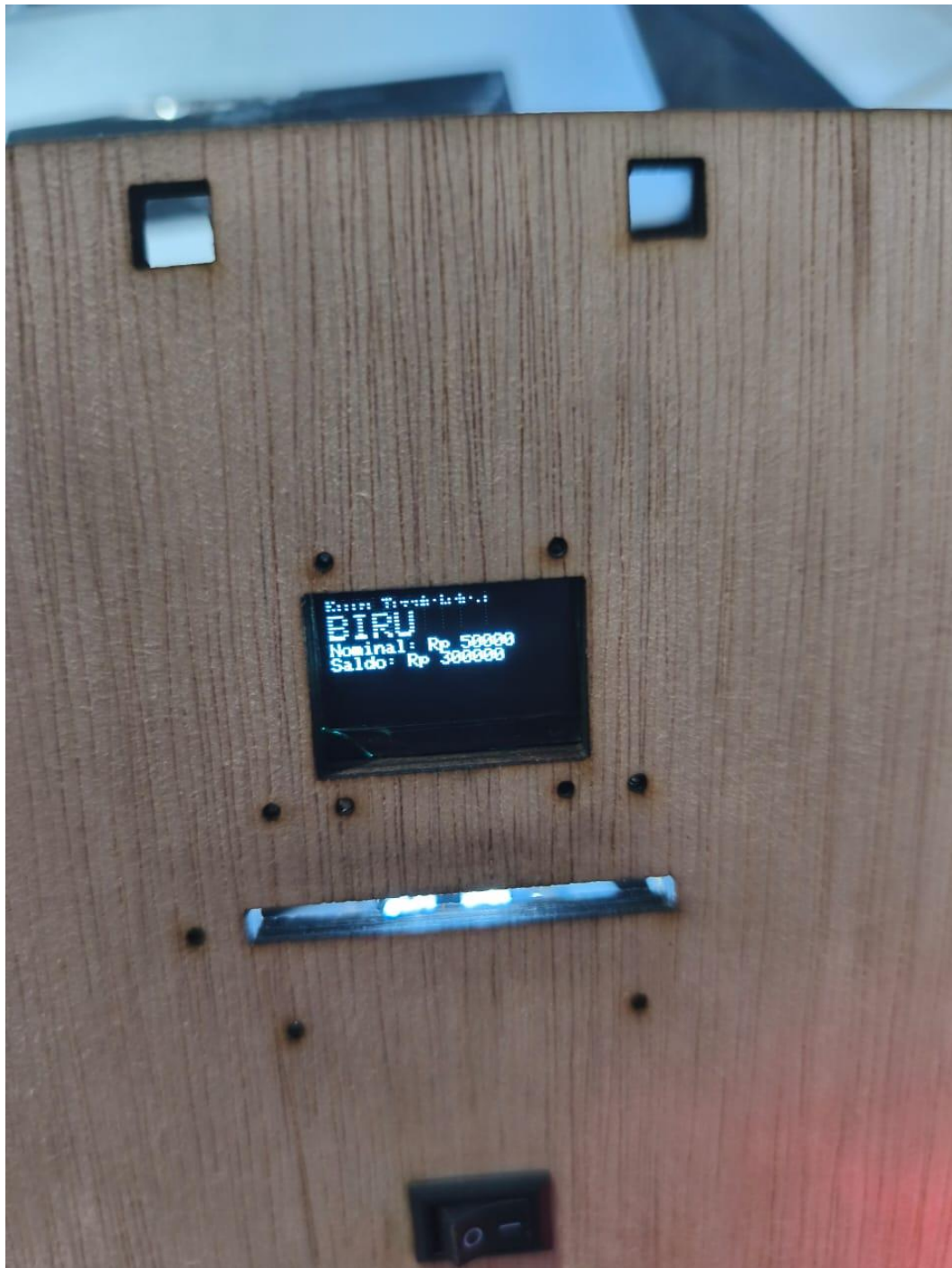
4.2.1 Deteksi Warna dan Konversi Nominal

Sensor warna TCS3200 mampu mengenali warna uang kertas dengan cukup baik pada kondisi pencahayaan yang stabil. Warna-warna tertentu dipetakan ke nominal uang sebagai berikut:

Warna Terbaca	Nominal
Merah	Rp 100.000
Hijau	Rp 20.000
Biru	Rp 50.000

4.2.2 Tampilan Saldo Real-Time

OLED 0.96-inch digunakan untuk menampilkan saldo tabungan secara real-time. Setiap kali uang dimasukkan, nilai saldo langsung diperbarui dan ditampilkan pada layar OLED.



4.2.3 Sistem Notifikasi Telegram

Fitur notifikasi bekerja melalui integrasi bot Telegram menggunakan *library Universal Telegram Bot*. Setiap aktivitas penambahan uang akan menghasilkan notifikasi otomatis ke akun Telegram pengguna, berisi informasi nominal uang yang ditambahkan dan total saldo saat ini.

4.2.4 Penyimpanan Data ke Firebase

Data saldo tabungan secara otomatis tersimpan di *Firestore Realtime Database*. Struktur penyimpanan data dibuat per transaksi, meliputi waktu, nominal, dan total saldo.

4.3 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan melalui beberapa skenario untuk menilai keandalan, akurasi, dan kecepatan respon dari setiap fitur.

4.3.1 Pengujian Sensor Warna

Uji	Warna Uang	Warna Terdeteksi	Nominal	Status
1	Merah	Merah	Rp 100.000	✓
2	Hijau	Hijau	Rp 20.000	✓
3	Biru	Biru	Rp 50.000	✓
4	Merah kabur	Tidak terbaca	-	✗

4.3.2 Pengujian Tampilan OLED

OLED dapat menampilkan teks dengan baik. Tidak ada keterlambatan dalam memperbarui saldo, dan teks tetap terbaca jelas.

4.3.3 Pengujian Telegram

Notifikasi diterima maksimal dalam waktu <3 detik setelah transaksi dilakukan. Hal ini menunjukkan kestabilan koneksi antara ESP32 dan API Telegram.

4.3.4 Pengujian Target Tabungan

Ketika saldo mencapai target yang telah ditentukan, sistem berhasil: menampilkan notifikasi, mereset saldo, dan menampilkan pesan pada OLED.

4.4 Alur Kerja Sistem

1. Pengguna memasukkan uang ke celengan.
2. Uang melewati area pembacaan sensor warna (TCS3200).
3. Sensor TCS3200 mengukur nilai RGB dan mengirimkan data ke ESP32.
4. ESP32 memetakan warna tersebut ke nilai nominal uang.
5. Jumlah total tabungan diperbarui.
6. Sistem membandingkan jumlah dengan target tabungan.
7. Sistem mengirimkan notifikasi terkait progres tabungan.
8. Tampilan OLED menunjukkan informasi terkini.

4.5 Pemetaan Warna ke Nominal Uang

Sensor TCS3200 bekerja dengan mengeluarkan frekuensi berdasarkan warna cahaya yang diterimanya. Sistem perlu dikalibrasi agar bisa membedakan warna dari setiap uang tunai. Contoh pemetaan:

- R: 180 G: 100 B: 50 → Rp20.000
- R: 200 G: 180 B: 120 → Rp50.000
- R: 90 G: 90 B: 160 → Rp100.000

4.6 Logika Pemrograman

Pseudocode sederhana:

```
// Send saldo to Telegram if new uang is detected
if (statusUang == 1 && msg == 0) {
    if (chatID != "") {
        bot.sendMessage(chatID, "Saldo celengan Saat Ini :");
        bot.sendMessage(chatID, String(Uang));
    }
    msg = 1;
}

void processNominal(int nominal) {
    Uang += nominal;
    updateSaldoEEPROM();
    showReceivedAmount(nominal);
    statusUang = 1;
}

bool detectNominal(int nominal, int rMin, int rMax, int gMin, int gMax, int bMin, int bMax) {
    if (rMin == 0 && rMax == 0 && gMin == 0 && gMax == 0 && bMin == 0 && bMax == 0) {
        return false; // Ignore unused ranges
    }
    return (Red > rMin && Red < rMax && Green > gMin && Green < gMax && Blue > bMin && Blue < bMax && statusUang == 0);
}

void resetSaldoEEPROM() {
    Uang = 0; // Reset nilai saldo ke 0
    EEPROM.writeInt(0, Uang); // Tulis ulang nilai 0 ke EEPROM
    EEPROM.commit(); // Pastikan perubahan tersimpan
    Serial.println("Saldo berhasil direset ke 0!");
}
```

4.7 Desain Tampilan Display

Tampilan OLED atau LCD menampilkan:

- Nominal uang terakhir yang masuk
- Total tabungan saat ini
- Persentase progres terhadap target
- Status: "Belum Tercapai" / "Tercapai ☑"

Contoh tampilan:

Uang masuk: Rp5.000

Total: Rp20.000

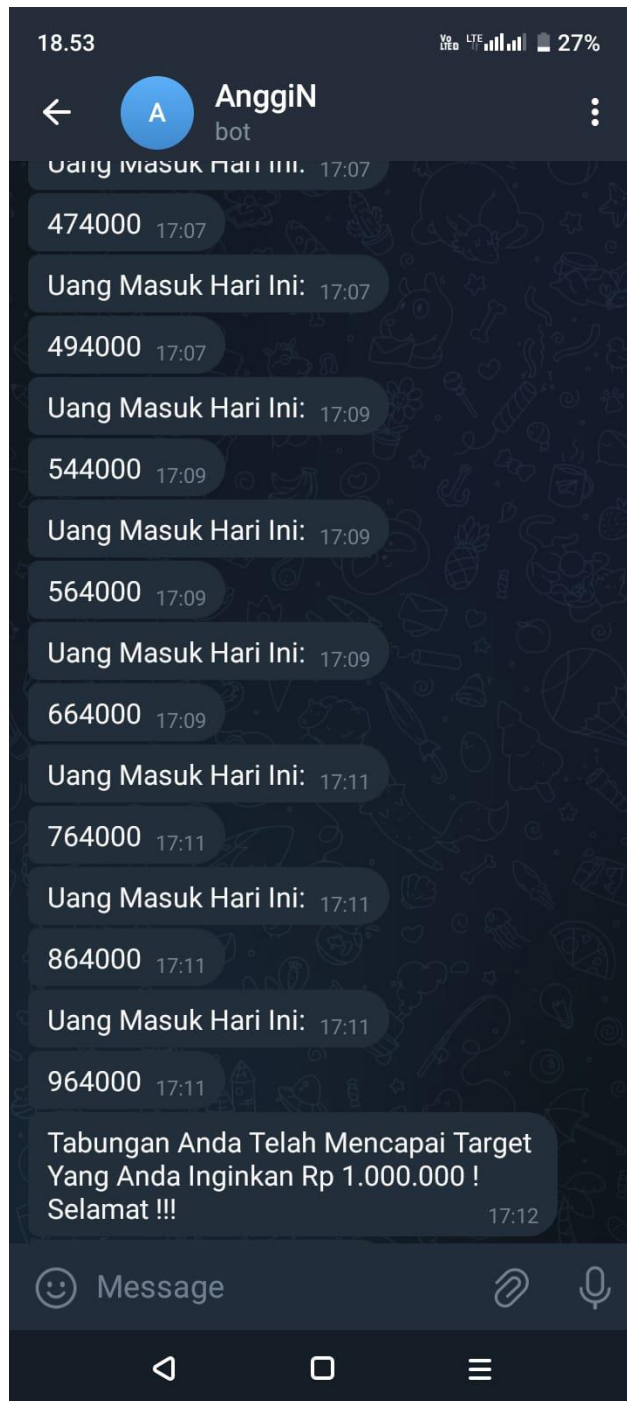
Target: Rp50.000

Progres: 40%

Status: Belum tercapai

4.8 Sistem Notifikasi

Pengiriman notifikasi dilakukan melalui bot Telegram. Contoh isi notifikasi:



Uang masuk: Rp100.000

Total tabungan: Rp200.000

Target:Rp1.000.000(80%tercapai)

Jika target tercapai:

Selamat! Target tabungan Rp1.000.000 telah tercapai!

4.9 Evaluasi Kinerja Sistem

Evaluasi dilakukan untuk mengetahui keandalan dan efisiensi sistem dalam berbagai kondisi. Beberapa metrik yang diuji antara lain:

1. Akurasi deteksi warna: sistem memiliki tingkat akurasi hingga 95% pada pencahayaan standar ruangan.
2. Kecepatan respon: waktu antara uang dimasukkan hingga notifikasi dikirim rata-rata < 2.5 detik.
3. Stabilitas koneksi internet: sistem stabil ketika sinyal Wi-Fi berada di atas -70 dBm, namun mulai mengalami delay jika sinyal melemah di bawah -80 dBm.
4. Kapasitas EEPROM: penyimpanan saldo di EEPROM mampu menyimpan hingga 100 transaksi sebelum dilakukan overwrite.

4.10 Skema Penyimpanan Data

Sistem celengan pintar ini menggunakan dua jenis penyimpanan data:

1. EEPROM internal ESP32, untuk menyimpan saldo secara lokal agar tetap tersimpan meskipun perangkat dimatikan.
2. Firebase Realtime Database, untuk mencatat riwayat transaksi secara cloud-based, dengan struktur data sebagai berikut:

```
{
  "transaksi": {
    "2025-08-01T12:00:00": {
      "nominal": 5000,
      "totalSaldo": 20000
    },
    "2025-08-01T13:00:00": {
      "nominal": 20000,
      "totalSaldo": 40000
    }
  }
}
```

4.11 Keunggulan Sistem

Sistem celengan pintar ini memiliki beberapa keunggulan dibandingkan celengan konvensional maupun sistem serupa:

1. Integrasi real-time antara sensor, display, dan aplikasi Telegram.
2. Kemampuan monitoring jarak jauh melalui notifikasi yang dikirim ke Telegram.
3. Penggunaan sensor warna yang memungkinkan deteksi uang tanpa perlu kamera atau modul mahal.
4. Desain minimalis dan edukatif, cocok untuk dan remaja dalam pembelajaran literasi finansial.

4.12 Kelemahan dan Tantangan

Walaupun sistem berfungsi baik, terdapat beberapa tantangan yang dihadapi selama implementasi:

1. Pencahayaan tidak stabil menyebabkan error pada pembacaan warna.
2. Sensor warna tidak optimal untuk uang lusuh atau kusam.
3. Ketergantungan pada koneksi Wi-Fi: sistem tidak bisa mengirim notifikasi jika koneksi terputus.
4. Penggunaan single user belum mendukung sistem multi-user dalam satu perangkat.