

BAB III

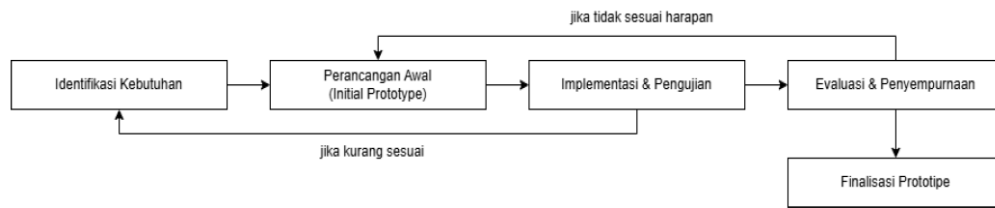
METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini berbasis *Research and Development* (R&D). Bertujuan menghasilkan *prototype* kotak infak pintar berbasis IoT yang terhubung dengan *website* masjid sekaligus menguji keefektifitasannya. Metode R&D digunakan dengan tujuan menciptakan produk sekaligus mengevaluasi efektivitas produk tersebut. Selain itu, model R&D yang digunakan mengikuti tahapan sistematis ala Borg & Gall (1989) seperti identifikasi kebutuhan, perancangan, pengembangan, uji coba, dan revisi *prototype*, yang telah disederhanakan. Penelitian ini menggunakan metode *prototyping* sebagai pendekatan dalam pengembangan sistem, yang bertujuan untuk menghasilkan solusi yang optimal melalui proses iteratif. Metode ini melibatkan tahapan perancangan, pembangunan, dan pengujian sistem secara berulang, dimana setiap versi awal dari sistem (*prototype*) dievaluasi untuk memperoleh umpan balik yang digunakan dalam penyempurnaan sistem pada tahap berikutnya. Pendekatan ini dinilai efektif untuk menyesuaikan rancangan sistem dengan kebutuhan dan permasalahan nyata di lapangan, sehingga menghasilkan sistem akhir yang lebih stabil, fungsional, dan sesuai tujuan penelitian.

Dalam konteks penelitian ini, metode *prototyping* digunakan untuk merancang dan mengembangkan kotak infak pintar berbasis IoT yang terhubung dengan *website* masjid. Tujuan dari metode ini adalah untuk memastikan bahwa setiap komponen sistem dapat berfungsi secara optimal sebelum diimplementasikan secara penuh.

Metode *prototyping* terdiri dari beberapa tahap utama, yaitu:



Gambar 3.1 Tahapan metode *prototype*

1. Identifikasi Masalah dan Kebutuhan Sistem

Tahap ini dilakukan untuk menganalisis permasalahan yang terjadi pada sistem pengelolaan kotak infak konvensional serta menentukan kebutuhan fungsional dan non-fungsional sistem yang akan dikembangkan.

Berdasarkan hasil observasi dan studi literatur, ditemukan beberapa permasalahan utama:

- a. Proses perhitungan dana infak masih dilakukan secara manual
- b. Risiko kesalahan pencatatan dan keterlambatan pelaporan
- c. Kurangnya transparansi informasi dana infak secara *real-time*
- d. Tidak adanya sistem otomatis untuk mengenali nominal uang

Berdasarkan permasalahan tersebut, kebutuhan sistem yang dirancang meliputi:

- 1) Kebutuhan Fungsional
 - a) Sistem dirancang untuk mendeteksi nominal uang kertas Rupiah Rp1.000 sampai Rp100.000 sebagai objek pengujian.
 - b) Sistem mampu menghitung total dana infak secara otomatis.
 - c) Sistem mampu mengirim data infak secara *real-time* ke *website*.
 - d) Sistem menampilkan hasil deteksi melalui *Dashboard Web*.
- 2) Kebutuhan Non-Fungsional
 - a) Sistem bekerja secara *real-time* dan stabil.
 - b) Sistem memiliki tingkat akurasi deteksi yang baik.
 - c) Sistem mudah digunakan dan dipelihara.

d) Sistem mampu beroperasi dalam kondisi lingkungan masjid.

2. Perancangan Sistem

Tahap perancangan dilakukan untuk menentukan arsitektur sistem secara keseluruhan, meliputi desain perangkat keras, perangkat lunak, serta alur kerja sistem.

a. Perancangan perangkat keras

Komponen utama perangkat keras yang digunakan meliputi:

- 1) ESP32 sebagai pengolah data utama dan modul komunikasi WiFi
- 2) Sensor warna TCS3200 sebagai pendeteksi nominal uang
- 3) LCD 1602 I2C sebagai tampilan lokal
- 4) Servo motor sebagai mekanisme jalur uang
- 5) Power supply sebagai sumber daya sistem

Pengembangan sistem dilakukan dalam versi *prototype*:

- 1) *Prototype 1* menggunakan satu sensor TCS3200
- 2) *Prototype 2* menggunakan dua sensor TCS3200 untuk meningkatkan konsistensi pembacaan warna

b. Perancangan perangkat lunak

Perangkat lunak yang digunakan meliputi:

- 1) Arduino IDE untuk pemrograman ESP32
- 2) Sistem klasifikasi nominal berbasis nilai RGB
- 3) *Google Apps Script* dan *Google Sheets* sebagai pusat data
- 4) *Dashboard Web* berbasis HTML, CSS, dan JavaScript

Perangkat lunak dirancang untuk:

- 1) Membaca data sensor warna
- 2) Mengolah data RGB menjadi klasifikasi nominal uang
- 3) Menghitung total infak secara otomatis
- 4) Mengirim data ke *server* melalui HTTP Request

c. Perancangan alur kerja sistem

Alur kerja sistem meliputi:

- 1) Inisialisasi sistem dan koneksi WiFi
- 2) Uang dimasukkan ke slot deteksi
- 3) Sensor membaca warna uang
- 4) ESP32 melakukan klasifikasi nominal
- 5) Hasil ditampilkan pada LCD
- 6) Data dikirim ke *Dashboard Web*
- 7) Total infak diperbarui secara otomatis

3. Pengembangan dan pembuatan *prototype*

Tahap ini merupakan implementasi dari desain sistem yang telah dirancang dengan pendekatan *prototyping*.

a. Pengembangan *prototype 1*

Prototype pertama dikembangkan untuk menguji fungsi dasar sistem, meliputi:

- 1) Pembacaan sensor warna tunggal
- 2) Klasifikasi nominal uang
- 3) Tampilan LCD
- 4) Pengiriman data ke *website*

Prototype 1 digunakan sebagai tahap awal evaluasi performa sistem

b. Pengembangan *prototype 2*

Prototype kedua dikembangkan sebagai perbaikan sistem dengan menambahkan sensor warna kedua. Tujuan utama pengembangan ini adalah:

- 1) Mengurangi kesalahan deteksi
- 2) Meningkatkan stabilitas pembacaan warna
- 3) Meningkatkan konsistensi hasil klasifikasi nominal

Prototype 2 juga dilakukan perbaikan pada algoritma klasifikasi serta penyesuaian mekanik pembacaan uang.

4. Pengujian *prototype*

Pengujian dilakukan untuk mengetahui performa sistem secara menyeluruh.

a. Prosedur pengujian

Pengujian dilakukan terhadap setiap nominal uang dengan jumlah percobaan tertentu dalam beberapa kondisi, antara lain:

- 1) Variasi nominal uang
- 2) Variasi kondisi pencahayaan
- 3) Variasi kondisi fisik uang

Parameter yang diamati meliputi:

- 1) Deteksi benar
- 2) Deteksi salah
- 3) Tidak terdeteksi

b. Pengujian akurasi

Akurasi sistem dihitung menggunakan rumus:

$$Akurasi = \left(\frac{\text{Jumlah deteksi benar}}{\text{Jumlah Pengujian}} \right) \times 100\%$$

Selain akurasi, dilakukan analisis terhadap:

- 1) Tingkat salah deteksi
- 2) Tingkat tidak terdeteksi

c. Pengujian integrasi sistem

- 1) Koneksi WiFi stabil
- 2) Data berhasil dikirim ke *server*
- 3) Dashboard menampilkan data *real-time*
- 4) Total infak diperbarui secara otomatis

5. Evaluasi dan Perbaikan

Evaluasi dilakukan berdasarkan hasil pengujian *prototype* 1 dan *prototype* 2. Analisis difokuskan pada:

- a. Perbandingan tingkat akurasi
- b. Tingkat kesalahan deteksi
- c. Stabilitas sistem
- d. Konsistensi pembacaan sensor

Evaluasi diharapkan berguna untuk penyempurnaan *prototype* dan arah pengembangan selanjutnya.

B. Setting Penelitian

1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Masjid Al-Muttaqin, Kecamatan Panyabungan, Kabupaten Mandailing Natal. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada pertimbangan bahwa masjid tersebut memiliki aktivitas kotak infak yang rutin, sehingga sesuai untuk pengujian *prototype* kotak infak pintar secara langsung di lingkungan pengguna. Selain itu, lokasi ini juga dipilih karena kemudahan akses, kondisi lingkungan yang mendukung, serta memungkinkan proses pemasangan dan pengujian alat berjalan dengan aman dan terkontrol.

2. Periode Penelitian

Penelitian dilaksanakan dalam rentang waktu yang mencakup tahap perancangan hingga pengujian *prototype*. Periode ini meliputi:

- a. Studi literatur dan penyusunan desain awal
- b. Perakitan perangkat keras dan pembuatan *website*
- c. Kalibrasi sensor dan pengujian nominal
- d. Pengambilan data uji, analisis, serta evaluasi hasil

3. Objek dan Kondisi Pengujian

Pengujian dilakukan menggunakan uang kertas rupiah pecahan Rp1.000, Rp2.000, Rp5.000, Rp10.000, Rp20.000, Rp50.000, dan Rp100.000. Proses pengujian dilakukan dalam beberapa kondisi sebagai berikut:

a. Kalibrasi RGB Tiap Nominal

Setiap pecahan uang diuji berulang (beberapa lembar berbeda) untuk mendapatkan rentang nilai RGB paling representatif. Rentang ini dijadikan database nominal dalam program ESP32, adapun uang yang uji adalah uang dengan keluaran tahun emisi 2022. Nilai RGB mentah setelah kalibrasi digunakan sebagai dasar dalam menentukan karakteristik warna serta batas ambang (*threshold*) untuk proses klasifikasi nominal uang. Pengujian ini bertujuan untuk meningkatkan keakuratan sensor dalam mendeteksi objek uang.

b. Pengujian Akurasi Deteksi Nominal

Setiap nominal diuji sebanyak 10 kali dengan cara memasukkan uang melalui slot kotak infak, lalu hasil deteksi dicatat untuk menghitung persentase keberhasilan sistem dalam mengenali nominal.

c. Pengujian Perhitungan Total Dana

Uang dimasukkan secara acak dan berurutan, kemudian total dana yang dihitung ESP32 dibandingkan dengan total hitung manual untuk menilai akurasi akumulasi dana.

d. Pengujian Pengaruh Pencahayaan Dan Kondisi Fisik Uang

Pengujian juga memperhatikan variasi pencahayaan ruangan dan kondisi uang baru dan agak lusuh untuk melihat kestabilan pembacaan RGB, karena faktor ini diketahui mempengaruhi akurasi TCS3200.

4. Spesimen Uang yang Digunakan

Spesimen uang yang digunakan dalam penelitian ini adalah uang kertas Rupiah asli yang umum digunakan dalam aktivitas infak. Pemilihan uang kertas sebagai spesimen bertujuan untuk menyesuaikan sistem dengan kondisi penggunaan nyata di lapangan.

Adapun nominal uang yang digunakan sebagai spesimen pengujian meliputi beberapa pecahan uang kertas, antara lain Rp1.000, Rp2.000, Rp5.000, Rp10.000, Rp20.000, Rp50.000, dan Rp100.000 dengan pecahan yang diuji adalah spesimen dengan tahun emisi 2022.