

**KOTAK AMAL ELEKTRONIK BERBASIS PENGOLAHAN CITRA
DENGAN METODE *TEMPLATE MATCHING***

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan
Sarjana Terapan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun Oleh :

Aldi Bastomi NIM : 1052003

Dhea Vharisha NIM : 1052009

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
TAHUN 2024**

LEMBAR PENGESAHAN

KOTAK AMAL ELEKTRONIK BERBASIS PENGOLAHAN CITRA DENGAN METODE *TEMPLATE MATCHING*

Oleh :

Aldi Bastomi /1052003

Dhea Vharisha /1052009

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan
Program Sarjana Terapan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Menyetujui,

Pembimbing 1 Pembimbing 2




(Zanu Saputra, M.Tr.T)




(I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D)

Penguji 1

Penguji 2



(Yudhi, M.T)



(Indra Dwisaputra, M.T)

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa 1 : Aldi Bastomi NIM : 1052003

Nama Mahasiswa 2 : Dhea Vharisha NIM : 1052009

Dengan Judul : Kotak Amal Elektronik Berbasis Pengolahan Citra dengan
Metode *Template Matching*



Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja kami sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 17 Januari 2024

Nama Mahasiswa

1. Aldi Bastomi
2. Dhea Vharisha

Tanda Tangan


.....

.....

ABSTRAK

Kotak amal merupakan tempat pengumpulan sedekah dari masyarakat. Saat ini kotak amal yang sering kita jumpai dalam sistem perhitungan uang pada kotak amal masih diharuskan membuka tutup kotak amal dan menghitung secara manual. Karena itu, diperlukan sistem yang bisa mengenali pecahan uang kertas dan menghitung jumlah nominal uang kertas yang masuk ke dalam kotak amal dengan otomatis. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan membuat sistem pembacaan nominal uang kertas menggunakan webcam logitech C3010 dan monitoring jumlah uang kertas menggunakan aplikasi MIT app inventor. Pada penelitian ini, penulis menggunakan metode template matching untuk mengenali nominal uang kertas yang masuk ke dalam kotak amal. Berdasarkan hasil pengujian, metode template matching dapat diimplementasikan pada pendeteksian nominal uang kertas dengan nilai threshold yang digunakan 0.7 dengan jarak yang efektif jarak dari 20-30 cm sehingga nominal uang yang dihasilkan terdeteksi dengan sangat baik. Akurasi yang diperoleh sebesar 93,88 %.

Kata kunci: Kotak Amal, Template Matching, Threshold, Uang Kertas.

ABSTRACT

The charity box is a place to collect alms from the community. Currently, the charity box that we often find in the money counting system in the charity box is still required to open the lid of the charity box and count manually. Therefore, a system is needed that can recognize banknote denominations and automatically calculate the nominal amount of banknotes that go into the charity box. The aim of this research is to design and create a system for reading nominal banknotes using a logitech C3010 webcam and monitoring the number of banknotes using the MIT App Inventor application. In this research, the author uses the template matching method to identify the nominal value of banknotes that go into the charity box. Based on the test results, the template matching method can be implemented in detecting the nominal value of banknotes with a threshold value of 0.7 with an effective distance of 20-30 cm so that the nominal money produced is detected very well. The accuracy obtained was 93.88%.

Keywords : Charity Box, Template Matching, Threshold, Banknotes.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

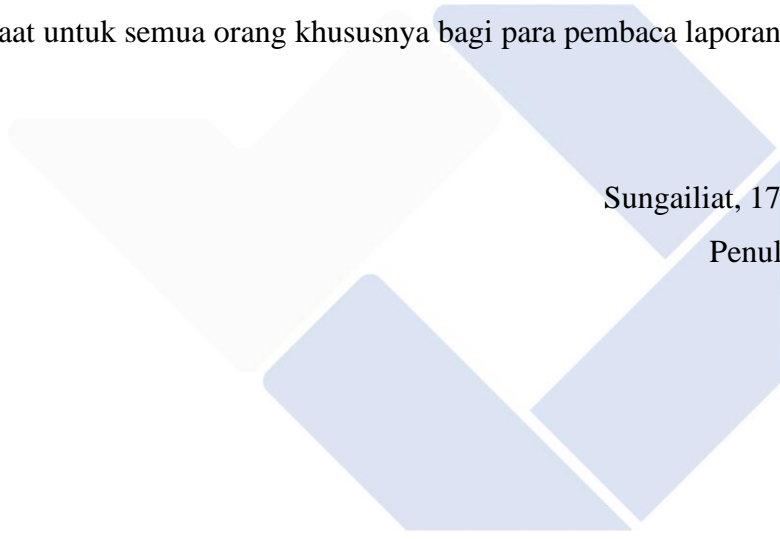
Puji dan syukur penulis panjatkan atas karunia dan rahmat Allah SWT atas segala rezeki, nikmat, rahmat, dan hidayah sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan proyek akhir yang berjudul “**Kotak Amal Elektronik Berbasis Pengolahan Citra dengan Metode *Template Matching***”. Shalawat serta salam selalu tersampaikan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa umat manusia ke dunia yang damai, terang dan penuh dengan ilmu pengetahuan. Tujuan penulis membuat laporan proyek akhir ini sebagai salah satu syarat kelulusan pendidikan Sarjana Terapan di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Dalam proyek akhir, penulis membahas tentang penelitian yang akan dilaksanakan. Dengan kotak amal elektronik berbasis pengolahan citra dengan metode *template matching* ini diharapkan dapat meningkatkan fungsi dalam perhitungan dan mengelola pendataan jumlah uang kertas secara efektif dan efisien.

Dalam penyusunan proyek akhir ini penulis banyak mendapatkan bantuan secara langsung maupun tidak langsung dari berbagai pihak sehingga proyek akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D selaku Direktur dan dosen pembimbing 2 yang telah banyak memberikan kemudahan bagi penulis dalam menyelesaikan proyek akhir di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
2. Bapak Zanu Saputra, M.Tr.T selaku Kepala Jurusan Teknik Elektro dan Informatika dan dosen pembimbing 1 yang telah membimbing, mengarahkan memberi saran-saran dalam pembuatan dan penyusunan laporan proyek akhir ini.
3. Bapak Indra Dwisaputra, M.T selaku Kepala Program Studi D-IV Teknik Elektronika Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
4. Orangtua dan keluarga penulis yang selalu memberikan do'a dan dukungan baik moral maupun materil yang tak ternilai harganya.

5. Seluruh dosen dan staf pengajar di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah memberikan banyak ilmu yang sangat bermanfaat.
6. Terima kasih kepada sahabat-sahabat penulis, terutama Diah Ambarwati Pratomo, Febiyanti, Lulu Mutialisa, Mauliana Fardiyatulh, dan Zulaika yang telah memberikan semangat.

Penulis berharap laporan ini dapat memberikan manfaat untuk menambah wawasan dan ilmu pengetahuan yang terdapat dalam proyek akhir ini. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan proyek akhir ini masih terdapat banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan laporan penulis di masa yang akan datang. Mudah-mudahan laporan proyek akhir ini dapat dipahami dan bermanfaat untuk semua orang khususnya bagi para pembaca laporan ini.



Sungailiat, 17 Januari 2024

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	ii
ABSTRAK	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Proyek Akhir	3
BAB II DASAR TEORI.....	4
2.1 Kotak Amal	4
2.1.1 Uang Kertas.....	5
2.2 Pengolahan Citra.....	5
2.2.1 <i>Template Matching</i>	7
2.3 Sistem Kontrol.....	7
2.3.1 <i>Raspberry Pi 3</i>	8
2.3.2 <i>Python</i>	9
2.3.3 <i>Anaconda Navigator</i>	9
2.3.4 Servo MG996	10
2.4 Sistem <i>Monitoring</i>	11
2.4.1 XAMPP.....	11
2.4.2 <i>Visual Studio Code</i>	12
2.4.3 <i>MIT App Inventor</i>	12

BAB III METODE PELAKSANAAN	14
3.1 Tahap Pelaksanaan.....	14
3.2 Studi Literatur.....	15
3.3 Perancangan Kotak Amal.....	15
3.3.1 Perancangan Blok Diagram.....	15
3.3.2 Perancangan Kotak Amal dan Mekanisme Pemasukan Uang.....	17
3.4 Analisis Data	19
3.5 Pembuatan Laporan Akhir dan Publikasi.....	19
BAB IV PEMBAHASAN	20
4.1 Pembuatan <i>Hardware</i> Kotak Amal	20
4.1.1 Desain Rangkaian Elektrik	21
4.1.2 Perakitan Rangkaian Elektrik	22
4.2 Pembuatan Program Kontrol dan Pendeteksian Uang	23
4.2.1 Pengumpulan <i>Dataset</i>	23
4.3 Perancangan dan Pembuatan Sistem Otomatis dan Aplikasi	23
4.3.1 Desain <i>Software</i>	24
4.3.2 Pembuatan <i>Localhost phpMyAdmin</i>	24
4.4 Pengujian Keseluruhan	25
4.5 Pengujian Keakuratan Deteksi Uang.....	26
4.6 Pengujian Berdasarkan Jarak <i>Webcam</i>	29
4.7 Pengujian Alat Keseluruhan.....	30
4.7.1 Pengujian Pendeteksian <i>Webcam</i> pada LCD dan <i>Monitoring</i> pada Aplikasi	30
4.7.2 Hasil Pengujian Kotak Amal	32
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	34
5.1 Kesimpulan	34
5.2 Saran	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN 1 DAFTAR RIWAYAT HIDUP	38
LAMPIRAN 2 PROGRAM KESELURUHAN	41

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2. 1 Spesifikasi Motor Servo MG966	10
4. 1 Tabel Pengujian Deteksi Uang.....	28
4. 2 Data Pengujian Berdasarkan Jarak.....	29
4. 3 Pengujian <i>Monitoring</i> LCD dan <i>MIT app inventor</i>	30
4. 4 Pengujian Hasil Akhir Saldo.....	33



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2. 1 Kotak Amal.....	4
2. 2 Uang Kertas	5
2. 3 Proses <i>Cropping</i>	6
2. 4 <i>Greyscale</i>	7
2. 5 <i>Raspberry pi 3</i>	8
2. 6 Tampilan <i>Anaconda Navigator</i>	9
2. 7 Servo MG966.....	10
2. 8 Tampilan Awal XAMPP	11
2. 9 Tampilan <i>Visual Studio Code</i>	12
2. 10 Logo <i>MIT App Inventor</i>	13
3. 1 Tahap Pelaksanaan	14
3. 2 Blok Diagram.....	16
3. 3 Rancangan Kotak Amal.....	18
3. 4 Mekanisme Pemasukan Uang.....	18
4. 1 Hasil Akhir Konstruksi.....	20
4. 2 <i>Flowchart</i> Sistem	21
4. 3 <i>Wiring</i> Rangkaian Elektrik	22
4. 4 Perakitan Rangkaian Elektrik	22
4. 5 Posisi <i>Dataset</i> Uang Kertas	23
4. 6 Tampilan <i>Database</i> Uang pada XAMPP	24
4. 7 Tampilan Utama <i>MIT app inventor</i>	25
4. 8 Tampilan <i>Blocks MIT app inventor</i>	25
4. 9 <i>Monitoring LCD</i>	31
4. 10 Tampilan Hasil <i>Monitoring</i> pada Aplikasi	31
4. 11 <i>Blocks Screen 1</i>	32
4. 12 <i>Blocks Screen 2</i>	32

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Daftar Riwayat Hidup

Lampiran 2 : Program Keseluruhan



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Penduduk Islam di Indonesia menurut *world religious future* data mencapai 209,12 juta jiwa pada tahun 2010, mewakili sekitar 87% dari total populasi. Pada tahun 2020, populasi umat Islam di Indonesia diperkirakan mencapai 229,62 juta jiwa. Indonesia yang mayoritas penduduknya beragama islam, memiliki beragam keistimewaan yang tidak dimiliki oleh negara lain. Indonesia adalah salah satu negara yang memiliki jumlah masjid terbanyak, dan disetiap masjid memiliki 2 minimal kotak amal [1]. Kotak amal adalah tempat pengumpulan sedekah atau infaq masyarakat, saat ini kotak amal tidak hanya terdapat di tempat ibadah saja namun juga di tempat umum dengan tujuan kemanusiaan [2]. Sedekah yang digunakan dalam kotak amal terdiri dari uang kertas. Oleh karena itu, sangat penting mendiskusikan permasalahan apa pun terkait kotak amal untuk mencari solusinya.

Banyak permasalahan yang terjadi setiap tahunnya terkait dengan kotak amal di masjid. Diantaranya seperti perhitungan uang yang ada pada kotak amal dan juga sistem pemantauan saldo kotak amal. Pada umumnya untuk perhitungan uang pada kotak amal diharuskan membuka kotak amal terlebih dahulu dan dihitung secara manual. Sedangkan untuk sistem pemantauan saldo kotak amal biasanya dapat dilihat apabila uang sudah terhitung secara manual [3]. Namun, pada tahun 2022 perancangan dan pembuatan alat penghitung uang otomatis terintegrasi *Internet of Things* (IoT) menggunakan sensor TCS3200 untuk pendeteksian uang kertas. Hasil perhitungannya ditampilkan di aplikasi telegram selama memiliki koneksi internet yang stabil. Alat ini menghasilkan penghitung otomatis untuk jumlah uang dengan cepat dibandingkan perhitungan manual [4]. Penelitian selanjutnya tentang kotak amal penghitung uang otomatis dengan sensor warna TCS3200 menggunakan metode *counter* diperoleh kesimpulan sensor cukup efektif dalam melakukan pembacaan warna dalam waktu 3 detik sampai 5 detik. Akan tetapi, dalam penelitian ini kinerja sensor warna menjadi tidak akurat akibat kondisi

pencapaian [5]. Selain itu, Naharul, Najihul dan Ardinugroho melakukan penelitian tentang metode pencocokan pola untuk mengidentifikasi nilai numerik pada gambar uang kertas yang dipindai melalui proses pelatihan data dan pengenalan data (pengujian), sehingga menghasilkan tingkat keberhasilan akurasi 91% untuk sistem [6].

Berdasarkan keterangan di atas, diperlukan suatu sistem yang dapat mengenali pecahan uang kertas dan menghitung uang kertas dengan lebih akurat serta menunjukkan jumlah uang kertas yang dimasukkan ke dalam kotak amal. Oleh karena itu, sistem yang digunakan pada proyek akhir dengan judul **“Kotak Amal Elektronik Berbasis Pengolahan Citra dengan Metode *Template Matching*”** menggunakan *webcam logitech C3010* untuk mendeteksi objek berupa uang kertas ketika uang tersebut cocok dengan informasi pola yang diproses oleh *raspberry pi 3 model B+*, kemudian *Liquid Crystal Display (LCD)* menampilkan nominal uang kertas dan uang kertas yang tidak terdeteksi. Kemudian, uang yang teridentifikasi masuk ke kotak amal dan datanya disimpan di *localhost phpMyAdmin*, yang menunjukkan jumlah nominal di kotak amal dan menunjukkan rekapan nominal di aplikasi *MIT app inventor*. Apabila pengurus masjid mengambil uang dari kotak amal, maka harus menekan tombol reset untuk mengatur ulang jumlah nominal uang yang disimpan di server *localhost phpMyAdmin*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memudahkan pengurus masjid dalam melakukan perhitungan dan pembukuan uang kertas di kotak amal.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah yang diperoleh yaitu :

1. Bagaimana merancang sistem yang dapat mengenali pecahan uang kertas dan menampilkan nominal uang di *Liquid Crystal Display (LCD)* dengan metode *template matching* ?
2. Bagaimana menyimpan nominal uang kertas di *localhost phpMyAdmin* dan mengirimkan ke aplikasi *MIT app inventor* untuk mengetahui rekapitulasi uang yang ada pada kotak amal ?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam proyek akhir ini yaitu :

1. Sistem hanya bisa mendeteksi uang kertas saja dan belum bisa melakukan pendeteksian terhadap uang palsu serta uang basah.
2. Uang kertas harus dimasukkan dengan rapi, tidak boleh lebih dari satu lembar, dan tidak boleh terlipat.

1.4 Tujuan Proyek Akhir

Tujuan dari proyek akhir dengan judul **Kotak Amal Elektronik Berbasis Pengolahan Citra dengan Metode *Template Matching*** adalah sebagai berikut :

1. Dapat melakukan pembacaan nominal uang kertas menggunakan *webcam logitech C3010* dan *raspberry pi 3 model B+* sebagai penyimpanan database uang kertas.
2. Dapat membuat rekapitulasi uang kertas pada *localhost phpMyAdmin* dan menampilkan pada aplikasi *MIT app inventor*.

BAB II DASAR TEORI

2.1 Kotak Amal

Kotak amal merupakan wadah untuk menerima sumbangan dan sedekah dari masyarakat. Kotak amal banyak dijumpai di tempat-tempat umum seperti pusat perbelanjaan, tempat ibadah, dan acara-acara khusus. Kotak amal biasanya memiliki lubang untuk meletakkan uang. Salah satu manfaat penggunaan kotak amal adalah untuk penggunaan dana, kemudahan akses, transparansi, dan peningkatan kesadaran masyarakat [7]. Adapun kotak amal dapat dilihat pada Gambar 2.1. Secara khusus, kotak amal memiliki tujuan sebagai berikut :

1. Pengumpulan dana.
2. Mendukung organisasi amal.
3. Pendanaan proyek khusus.
4. Menggalang dana dalam skala kecil.
5. Mempermudah proses sumbangan.



Gambar 2. 1 Kotak Amal [8]

Adapun penelitian kotak amal pintar berbasis arduino mega 2560 menggunakan sensor warna TCS3200 dengan jarak baca 1-2 cm dan aplikasi *blynk* secara *real-time* menggunakan SIM 800L. Metode yang digunakan metode *prototyping* [9] . Berdasarkan penelitian diatas, maka penulis membuat kotak amal elektronik dimana sistem akan membaca dan mengenali nominal uang kertas yang akan ditampilkan pada *Liquid Crystal Display (LCD)* setelah itu rekapitulasi uang keseluruhan yang masuk akan ditampilkan pada aplikasi *MIT app inventor*.

2.1.1 Uang Kertas

Uang kertas adalah mata uang yang dikeluarkan oleh otoritas moneter nasional atau regional. Uang kertas memiliki nilai yang berbeda-beda dan bisa digunakan sebagai alat tukar untuk membeli barang dan jasa [10]. Dalam penelitian ini menggunakan gambar uang kertas tahun 2009-2011 dan tahun 2022. Adapun ciri-ciri uang kertas yaitu, bahan uang kertas, tanda air, benang pengaman, kode tuna netra, gambar sakling isi, *optically variable ink*, tulisan mikro, cetakan tidak kasat mata, dan gambar tersembunyi.



Gambar 2. 2 Uang Kertas [11]

2.2 Pengolahan Citra

Menurut Basuki Achmad, F Palandi dan Fatchurrohman pengolahan citra merupakan salah satu bidang ilmu komputer yang pengolahannya dilakukan dengan memasukkan masukan berupa gambar, dan diperoleh hasil berupa gambar.

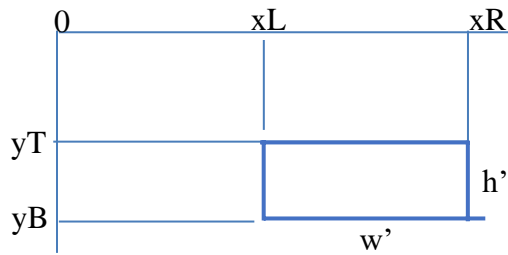
Pengolahan citra diantaranya sebagai berikut :

1. Transformasi gambar berwarna menjadi skala abu-abu. Gambar berwarna diubah menjadi gambar skala abu-abu dengan menghitung rata-rata komponen merah, hijau, dan biru (RGB). Jika dihitung secara matematis yaitu :

$$f_0(x,y) = f_1R(x,y) + f_1B(x,y)/3 \quad (1)$$

2. *Cropping*

Pengolahan gambar dengan memotong satu bagian dari gambar.



Gambar 2. 3 Proses *Cropping*

Adapun rumus yang digunakan :

$$x' = x - xL \text{ untuk } x = xL - xR \quad (2)$$

$$y' = y - yT \text{ untuk } y = yT - yB \quad (3)$$

(xL, yT) dan (xR, yB) merupakan koordinat titik pojok kiri atas dan pojok kanan bawah citra yang akan di-crop. Ukuran citra menjadi :

$$w' = xR - xL, h' = yB - yT \quad (4)$$

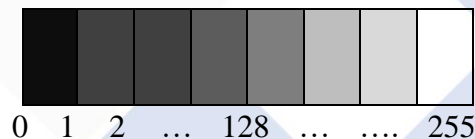
Terdapat beberapa metode yang diterapkan dalam pengolahan citra pada uang kertas seperti, *Optical Character Recognition (OCR)*, *eigenface*, sensor warna TCS3200, *counter* dan *template matching*. *Template matching* salah satu bagian dalam bidang pengolahan citra (*image processing*) yang mampu melakukan pengenalan pola (*pattern recognition*) dalam pendeteksian nominal uang kertas dengan tingkat akurasi yang tinggi secara *real-time* dan statik.

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang telah merancang sistem pengolahan citra untuk mendeteksi nilai nominal mata uang kertas menggunakan metode permukaan karakteristik, hasil yang diperoleh cukup baik digunakan dengan akurasi 95%. Akan tetapi, dalam penelitian ini tidak melakukan perekapan nominal uang dan juga sistem masih bisa mengenali kertas dengan warna gelap [12]. Penelitian berikutnya tentang pengolahan citra untuk deteksi nominal uang kertas menggunakan *Optical Character Recognition (OCR)* menggunakan dataset sebanyak 70 lembar. Dari hasil penelitian tingkat akurasi deteksi citra uang kertas sebesar 94%, dengan akurasi error sebesar 6% [13]. Selain itu, penelitian mengenai pengolahan citra untuk identifikasi nilai nominal uang kertas menggunakan metode *template matching* menggunakan 6 nilai mata uang dengan tingkat akurasi mencapai 100% [14].

2.2.1 *Template Matching*

Berdasarkan penelitian, penulis menggunakan metode *template matching* untuk mengidentifikasi nilai nominal uang kertas. *Template matching* salah satu teknik pengolahan citra digital yang digunakan untuk menentukan bagian-bagian kecil dari suatu citra yang cocok dengan satu model citra. Ketika pola yang cocok dengan pola tersebut ditemukan, subjek mengenali bentuknya. Metode *template matching* merupakan metode teknik konvolusi yang diterapkan. Cara ini sering digunakan untuk mendeteksi huruf, angka, dan bentuk bintang pada aplikasi lain [15]. Penerapan metode *template matching* pada kotak amal elektronik dapat dilakukan dengan tahap-tahap berikut ini :

1. Penyesuaian skala : Proses ini mengubah ukuran dari citra template menjadi 50% dari lebar aslinya.
2. *Grayscale* : Citra keabuan yang hanya menggunakan satu warna (nilai kecerahan).



Gambar 2. 4 *Greyscale*

3. Penggunaan filter penajaman : Diterapkan pada citra keabuan.
4. *Smoothing* : Dilakukan setelah proses penggunaan filter penajaman sehingga gambar yang dihasilkan menjadi lebih halus.
5. Deteksi tepi : Dalam deteksi tepi citra keabuan menggunakan algoritma *canny*.

2.3 Sistem Kontrol

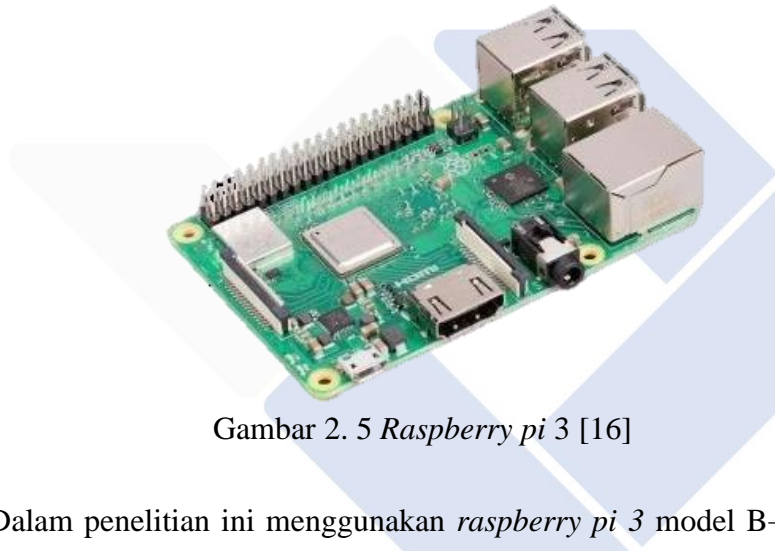
Dalam sistem kontrol ini menjelaskan dasar-dasar teori serta penggunaan komponen dalam pembuatan proyek akhir berdasarkan hasil dari penelitian sebelumnya. Pengumpulan data yang dilakukan penulis untuk mendapatkan referensi terkait dengan judul proyek akhir yaitu tentang “Penghitung Uang Otomatis

Kotak Amal dengan Metode Perhitungan Sensor TCS” penelitian ini menggunakan sensor warna untuk mendeteksi uang kertas, arduino uno sebagai pusat kendali, sistem *monitoring* untuk pembacaan uang menggunakan *Liquid Crystal Display* (LCD), dan LED untuk memberi sinyal adanya benda yang dibaca oleh sensor TCS3200.

Berikut ini komponen yang akan digunakan dalam penelitian ini :

2.3.1 *Raspberry Pi 3*

Menurut Abdul Kadir *raspberry pi* merupakan sebuah papan elektronik seukuran kartu kredit yang berfungsi seperti komputer.



Gambar 2. 5 *Raspberry pi 3* [16]

Dalam penelitian ini menggunakan *raspberry pi 3* model B+ dikarenakan memiliki keunggulan diantaranya penyimpanan data menggunakan kartu memori SD card sekaligus sebagai memori internal. Selain itu dapat dibuat *web server* dan dapat digunakan untuk mengunggah *website* berbasis *html*, *php*, dan *MySQL*. Tegangan kerja sebesar 5v (DC) micro USB. Terdiri dari 26 pin total GPIO, dimana 2 pin sumber tegangan 5v, 2 pin sumber tegangan 3.3 v, 5 pin GND, 17 pin I/O. Selain itu juga dalam pengambilan gambar uang menggunakan *webcam logitech C3010* yang digunakan untuk mengenali uang kertas.

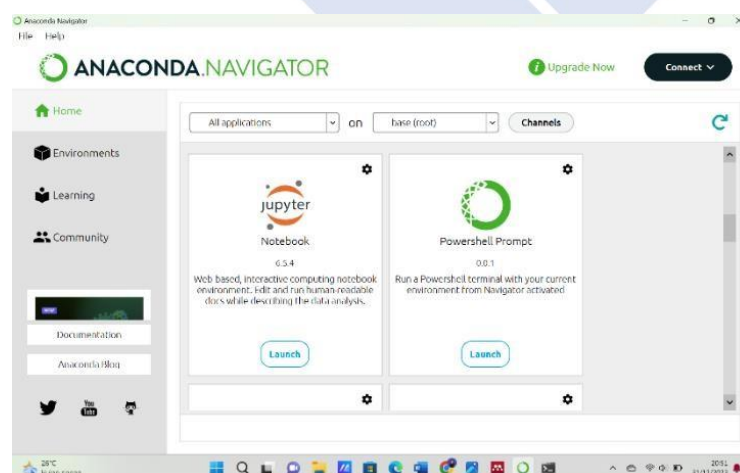
2.3.2 Python

Dalam penelitian ini menggunakan bahasa pemrograman *python* dikarenakan memiliki keunggulan salah satunya yaitu, memiliki *library* yang komprehensif [17]. Beberapa *library* pada *python* yang digunakan dalam pengerjaan proyek akhir ini yaitu :

1. *Global pattern matching* : Untuk mencocokkan file dan *path names* dengan pola tertentu menggunakan *wildcard*, seperti ‘*’ dan ‘?’.
2. *OpenCV* : *Library* yang digunakan untuk pemrograman yang ditujukan ke *computer vision*.
3. *Numerical Python (Numpy)* : Digunakan untuk manipulasi data array. Terutama untuk operasi-operasi pada citra.
4. *Imutils* : Menyederhanakan beberapa fungsi dari *OpenCV*. Dalam penelitian ini digunakan untuk resizing gambar dengan fungsi ‘*imutils.resize*’.

2.3.3 Anaconda Navigator

Anaconda merupakan salah satu aplikasi untuk mendistribusikan bahasa pemrograman *python* yang memiliki sifat *open source*. Anaconda memiliki tujuan agar dapat menyederhanakan proses manajemen *package* atau *deployment*. Anaconda memiliki lebih dari 1500 *package* jumlah distribusi yang bisa diakses dari berbagai sistem seperti *macOS*, *windows* dan *linux* [18].



Gambar 2. 6 Tampilan Anaconda Navigator

Saat menggunakan anaconda, ada beberapa *package* yang sudah bisa digunakan seperti *pandas*, *numpy*, *jupyter* dan lain sebagainya. Kelebihan dari anaconda yang digunakan adalah pengguna dapat memilih versi pemrograman *python* yang diinginkan. Dalam penelitian ini menggunakan *package jupyter notebook* untuk melakukan pemrograman sistem pada kotak amal.

2.3.4 Servo MG996

Motor servo adalah perangkat actuator (motor) putar menggunakan sistem umpan balik *loop* tertutup. Motor servo merupakan bagian dari motor DC. Sistem kontrol *loop* tertutup motor servo digunakan untuk mengontrol pergerakan dan posisi ujung poros motor servo [19].



Gambar 2. 7 Servo MG966 [19]

Dapat dilihat spesifikasi servo MG996 pada Tabel 2.1 :

Tabel 2. 1 Spesifikasi Motor Servo MG966

Berat	55 g
Dimensi	40.7 x 19.7 x 42.9 mm approx.
Kecepatan Operasi	0.17 s/60° (4.8V), 0.14 s/60° (6 V)
Tegangan Operasi	4.8 V a 7.2 V
Arus Operasi	500 Ma
Kisaran Suhu	0 °C – 4.8 V a 7.2 V – 900 Ma (6V)

Dalam penelitian ini menggunakan motor servo jenis MG996 dengan rotasi 180° dikarenakan putaran yang dihasilkan terbatas 90° kearah kanan dan 90° kearah kiri.

Dalam penelitian ini servo MG996 digunakan untuk membuka tutup kotak amal dan meletakkan uang kertas ke area laci . Adapun keunggulan dari penggunaan motor servo adalah :

1. Getaran atau resonansi tidak ada selama pengoperasian.
2. Tenaga yang dihasilkan sebanding dengan ukuran dan berat mesin.
3. Konsumsi daya sebanding dengan beban yang diterapkan.

2.4 Sistem Monitoring

Dalam penelitian ini sistem *monitoring* yang digunakan pada tahap pertama yaitu pembuatan *database* menggunakan aplikasi XAMPP menggunakan bahasa pemrograman PHP dan pemrograman dilakukan di *visual studio code*. Kemudian hasil dari *database* tersebut akan dikirimkan ke aplikasi *MIT App Inventor*.

2.4.1 XAMPP

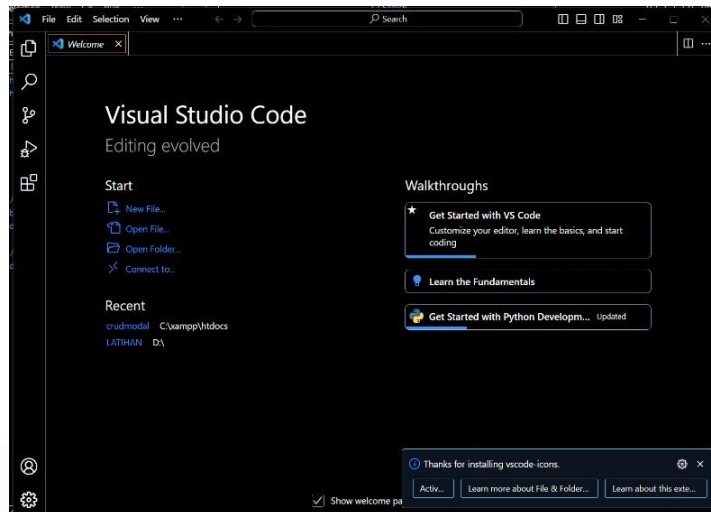
XAMPP merupakan perangkat lunak (*free software*) yang kompatibel dengan banyak sistem operasi. XAMPP bertindak sebagai server mandiri (*localhost*) dan terdiri dari beberapa program seperti *server HTTP*, *apache* dan *database MySQL*. XAMPP merupakan singkatan dari X (salah satu dari empat sistem operasi), *apache*, *MySQL*, *PHP*, dan *Perl* [20]. Penelitian ini menggunakan XAMPP control panel versi 3.3.0. Gambar XAMPP ditunjukkan pada Gambar 2.8.



Gambar 2. 8 Tampilan Awal XAMPP

2.4.2 Visual Studio Code

Visual studio code merupakan aplikasi editor code *open source* yang dikembangkan oleh *microsoft* untuk sistem operasi *windows*, *linux*, dan *macOS*. *Visual studio code* memiliki dapat mengidentifikasi jenis bahasa pemrograman yang memberikan variasi warna tergantung pada fungsi dalam kumpulan kode [21].



Gambar 2. 9 Tampilan *Visual Studio Code*

Dalam penelitian ini *visual studio code* untuk memudahkan dalam penulisan code dengan bahasa pemrograman PHP.

2.4.3 MIT App Inventor

MIT app inventor merupakan aplikasi yang berbasis *visual block programming*. Dikarenakan dalam penyusunan program dilakukan dengan cara melihat, menyusun, *men-drag* dan *drops block*. Beberapa penelitian yang telah dilakukan tentang penggunaan *MIT app inventor*, yaitu rancang bangun sistem *monitoring* penggunaan beban listrik menggunakan aplikasi *MIT app inventor* dan *firebase* yang digunakan untuk pengontrolan beban dan membutuhkan rata-rata waktu 2 sampai 3 detik untuk berfungsi [22]. Kemudian penelitian tentang desain dan implementasi aplikasi android menggunakan *MIT app inventor* pada pengendali sistem robotic diperoleh hasil yang sangat baik dalam penggunaan aplikasi *MIT app inventor* [23].



Gambar 2. 10 Logo *MIT App Inventor* [24]

Kelebihan *MIT app inventor* yaitu :

1. Praktis dan simpel.
2. Tidak diperlukan pengkodean karena menggunakan sistem *drag* dan logika.

Kekurangan *MIT app inventor*, yaitu :

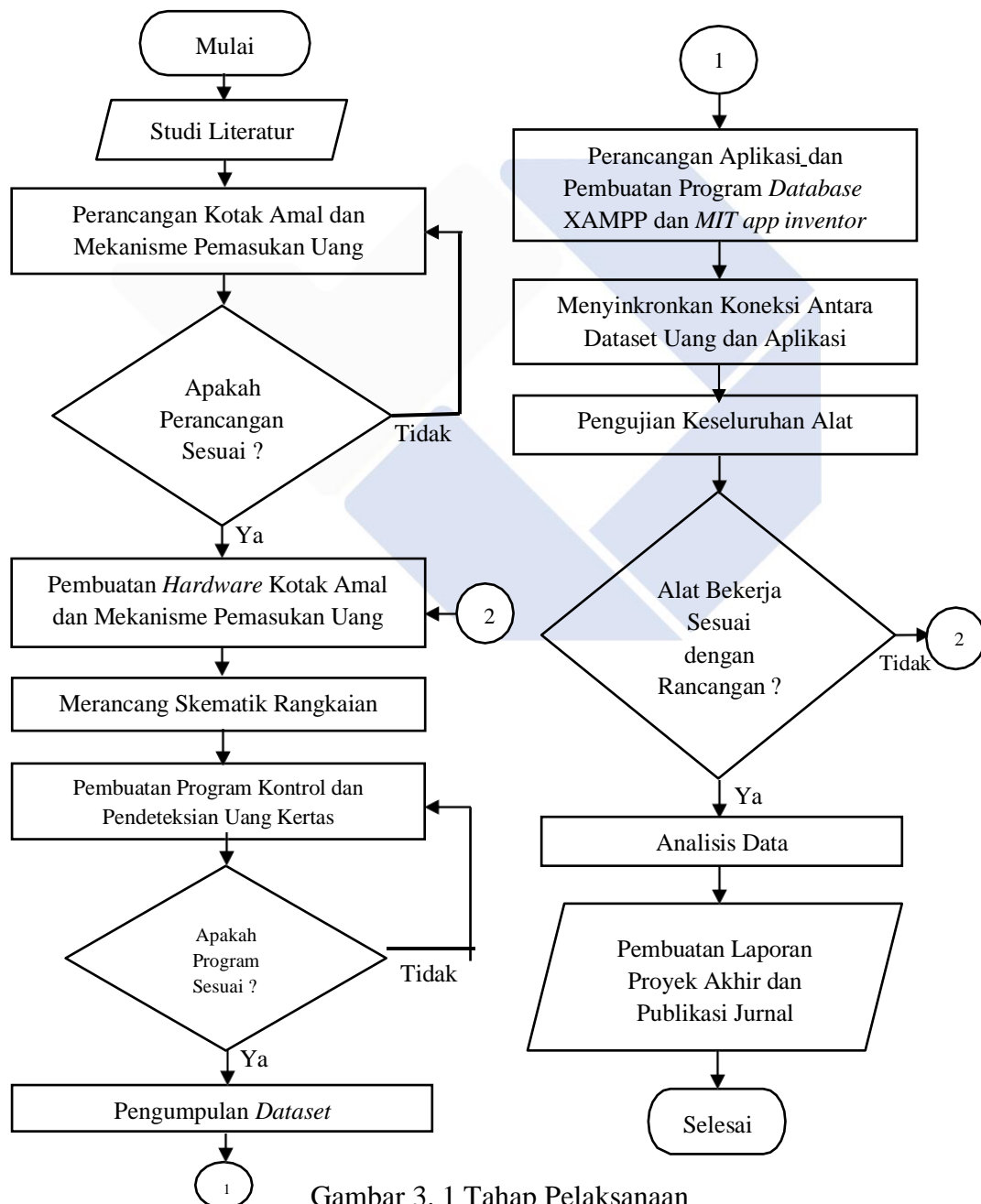
1. Komponen yang belum lengkap.
2. Berbeda sekali dengan eclipse yang lebih fleksibel.

Dalam penelitian ini, penulis menambahkan aplikasi menggunakan *MIT app inventor* untuk dapat memantau uang masuk, total, serta tanggal dan waktu rekapan saldo uang yang masuk pada kotak amal.

BAB III METODE PELAKSANAAN

3.1 Tahap Pelaksanaan

Bab ini menjelaskan tahapan pelaksanaan yang dilakukan pada saat proses pengerjaan proyek akhir. Adapun tahap pelaksanaan dijelaskan pada diagram alur berikut.



Gambar 3. 1 Tahap Pelaksanaan

3.2 Studi Literatur

Dalam tahap ini merupakan tahap pengidentifikasian permasalahan tentang kotak amal elektronik berbasis pengolahan citra dengan metode *template matching*. Pengumpulan informasi dalam studi literatur ini dilakukan menggunakan pengolahan data primer dan data sekunder.

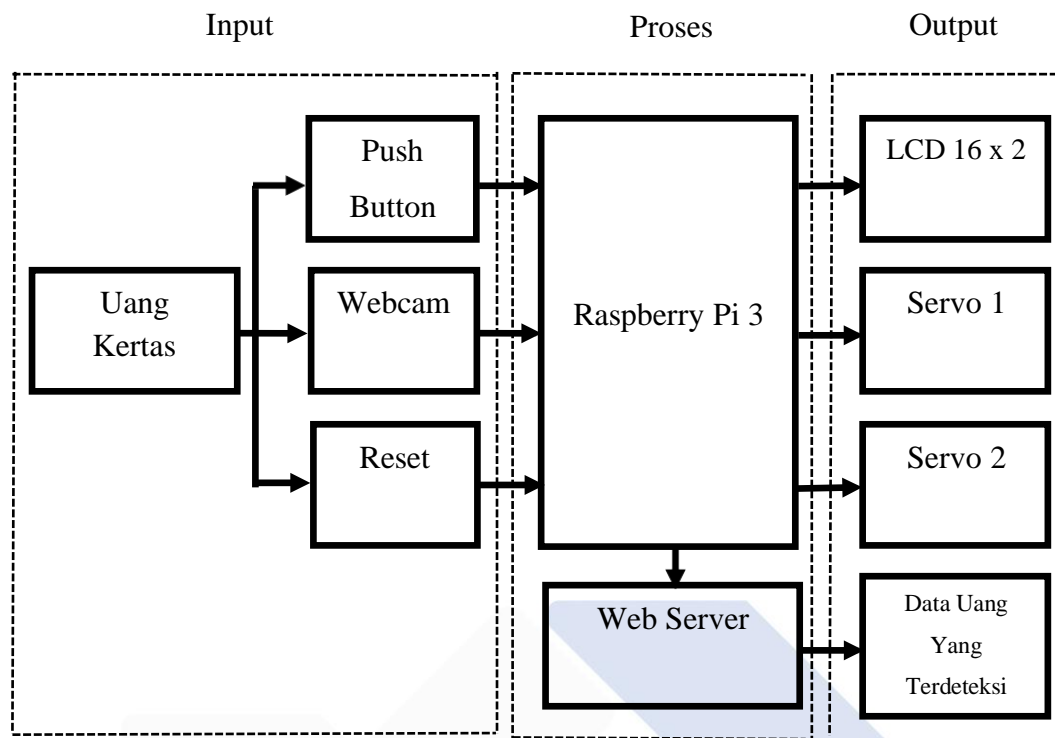
1. Pengolahan data primer diperoleh berdasarkan hasil survei ke Masjid Al-Hikmah Lingkungan Matras dan Mushola Al-Hadid Polmanbabel. Berdasarkan hasil survei dan wawancara yang telah dilakukan hasil yang didapatkan yaitu, kotak amal yang tersedia masih menggunakan sistem manual dalam perhitungannya dan juga kebanyakan kotak amal dalam pemasukan hanya tersedia menggunakan lubang kecil saja. Dalam pemantauan saldo yang ada pada kotak amal belum tersedia.
2. Pengolahan data sekunder diperoleh berdasarkan hasil pengumpulan informasi dengan membaca dan mempelajari buku-buku serta jurnal penelitian terkait untuk mengetahui bagaimana konsep dari kotak amal yang sudah ada sebelumnya. Seperti *mikrokontroller* yang digunakan, sistem pendeteksian uang kertas, dan juga *software* yang digunakan untuk membuat aplikasi pada *smartphone*.

3.3 Perancangan Kotak Amal

Pada tahap ini merupakan tahapan yang dilakukan pada blok diagram alat yang akan digunakan dalam proyek akhir.

3.3.1 Perancangan Blok Diagram

Adapun blok diagram ini dibuat untuk mengetahui bagaimana rancangan sistem bekerja. Dapat dilihat blok diagram pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Blok Diagram

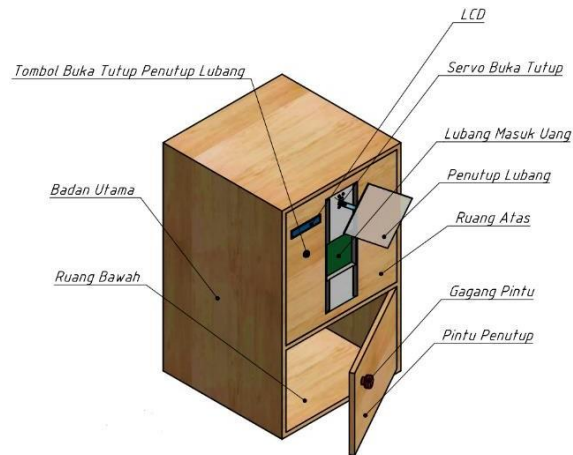
Berdasarkan blok diagram diatas, proyek akhir dengan judul “Kotak Amal Elektronik Berbasis Pengolahan Citra dengan Metode *Template Matching*” memiliki sistem kerja sebagai berikut :

1. Proses pertama, menghidupkan sistem dengan menyambungkan kabel catu daya alat dan *router* ke aliran listrik supaya sistem hidup.
2. Setelah itu, menyambungkan jaringan *raspberry pi 3*, perangkat komputer dan *android* ke dalam satu jaringan yang sama
3. Kemudian, membuka *web server* yang telah dibuat di perangkat komputer dengan 192.168.0.100/kotakamal dan buka aplikasi *MIT app inventor* pada *android* lalu masukkan ip 192.168.0.100.
4. Selanjutnya, menekan tombol *push button* untuk menggerakkan servo 2 membuka tutup kotak amal, lalu memasukkan uang yang ingin disumbangkan lalu menekan tombol *push button* lagi untuk menutup tutup kotak amal. Hasil scan dari *webcam* akan di proses oleh *raspberry pi* menjadi 2 bagian yang berbeda, yaitu :

- a) Jika nominal uang yang di scan terdeteksi, maka hasil deteksi tersebut akan di tampilkan di *Liquid Crystal Display* (LCD) lalu dikirim ke *web server*, kemudian servo 1 akan bergerak untuk menjatuhkan uang yang telah terdeteksi ke dalam kotak penampungan uang, lalu servo 1 akan kembali keposisi semula dan kotak amal akan stand by ke posisi awal.
 - b) Jika uang tidak terdeteksi, maka servo 2 akan bergerak membuka tutup kotak amal dan menampilkan keterangan di *Liquid Crystal Display* (LCD) bahwa uang tidak terdeteksi, lalu uang tersebut bisa di ambil lagi untuk di ganti lembar uang lain atau di rapikan lagi, untuk menutup kotak amal dilakukan dengan menekan *push button* lagi sehingga kotak amal stand by di posisi awal lagi.
5. Untuk mereset saldo yang tercatat di aplikasi *monitoring* kotak amal ini yaitu, dengan menekan tombol reset yang ada di kotak penampungan uang. Tombol reset ini hanya mereset saldo yang tercatat, untuk data uang yang masuk kedalam kotak amal ini tidak ikut tereset sehingga data uang yang masuk sebelum reset saldo akan tetap bisa dilihat.

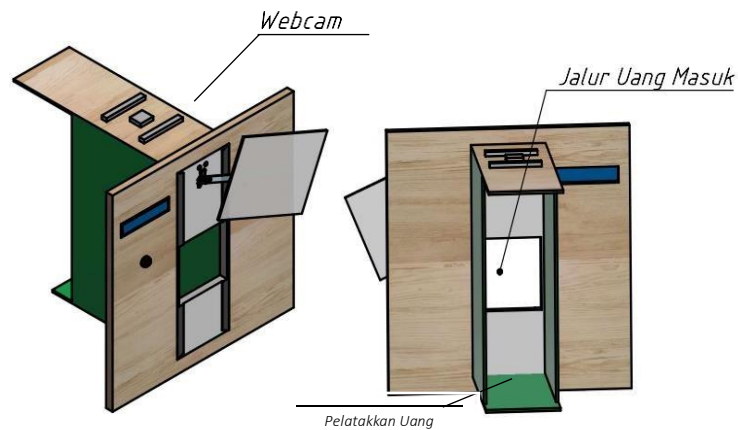
3.3.2 Perancangan Kotak Amal dan Mekanisme Pemasukan Uang

Perancangan kotak amal dalam proyek akhir dirancang menggunakan *software solidworks*. Pada tahap ini ditentukan bahan yang akan digunakan dan ukurannya. Proses perancangan pembuatan kotak amal elektronik menghasilkan dimensi panjang 30 cm, lebar 30 cm, dan tinggi 50 cm. Bahan utama yang digunakan adalah kayu. Sedangkan untuk tempat pendeteksian nominal uang kertas menggunakan akrilik dengan ketebalan 2 mm dengan ukuran panjang 25 cm, lebar 7 cm, dan tinggi 25 cm.



Gambar 3. 3 Rancangan Kotak Amal

Sedangkan mekanisme pemasukan uang dilakukan dengan cara menekan tombol *push button* untuk menjalankan servo 2 membuka tutup kotak amal, lalu uang dimasukkan ke dalam kotak amal yang berbahan dasar akrilik. Kemudian dilanjutkan dengan menekan tombol *push button* untuk menggerakkan servo 2 untuk menutup kotak amal. Setelah itu, *webcam* akan menscan uang kertas dan memproses apakah uang tersebut cocok dengan dataset *template*. Jika uang terdeteksi maka servo 1 akan bergerak menjatuhkan uang kertas dan ditampilkan di *Liquid Crystal Display* (LCD). Apabila uang tidak terdeteksi maka servo 2 akan membuka penutup kotak amal dan LCD akan menampilkan perintah uang kertas tidak terdeteksi.



Gambar 3. 4 Mekanisme Pemasukan Uang

3.4 Analisis Data

Dalam tahap ini, hasil pengujian data di evaluasi untuk menentukan apakah sistem yang diproses memenuhi harapan. Evaluasi ini meliputi analisis terhadap kinerja perangkat lunak dan perangkat keras yang digunakan dalam sistem kotak amal ini. Dalam proses evaluasi, data hasil pengujian posisi *template matching*, pengujian posisi jarak, dan pengujian keseluruhan alat dibandingkan dengan parameter target. Ketika terjadi masalah sistem, perangkat lunak, atau perangkat keras, langkah perencanaan ulang dimulai untuk mencapai hasil yang diinginkan.

Berdasarkan hasil pengujian yang sudah dilakukan performa *software* menggunakan *visual studio code* untuk memprogram sistem pada *raspberry pi 3* model B+ diperoleh keberhasilan 100% . Performa yang dihasilkan oleh *webcam logitech C3010* dalam mendeteksi nominal uang kertas kurang maksimal dikarenakan jenis *webcam* yang digunakan kurang baik. Untuk performa keseluruhan sistem dengan metode *template matching* mempunyai nilai kecepatan waktu pemrosesan dalam pembacaan nominal uang selama 30 detik. Dalam mengirimkan hasil di aplikasi membutuhkan waktu selama 10 detik. Akan tetapi, apabila *template* uang kertas tidak cocok dengan inputan maka akan mempengaruhi waktu pembacaan pada uang kertas dan menyebabkan pembacaan menjadi lebih lama dari waktu yang sudah ditentukan.

3.5 Pembuatan Laporan Akhir dan Publikasi

Dalam tahap ini pembuatan laporan akhir merupakan step terakhir dalam proyek akhir ini. Tujuannya untuk menyajikan hasil penelitian secara rinci sehingga pembaca memahami metode yang digunakan, data yang diperoleh, dan kesimpulan yang diambil berdasarkan analisis. Penerbitan adalah proses mengunggah laporan akhir dalam bentuk jurnal, makalah akademik, atau media lainnya. Tujuan utama penerbitan adalah untuk berbagi ilmu, meningkatkan kinerja penulis, dan meningkatkan reputasi institusi.

BAB IV PEMBAHASAN

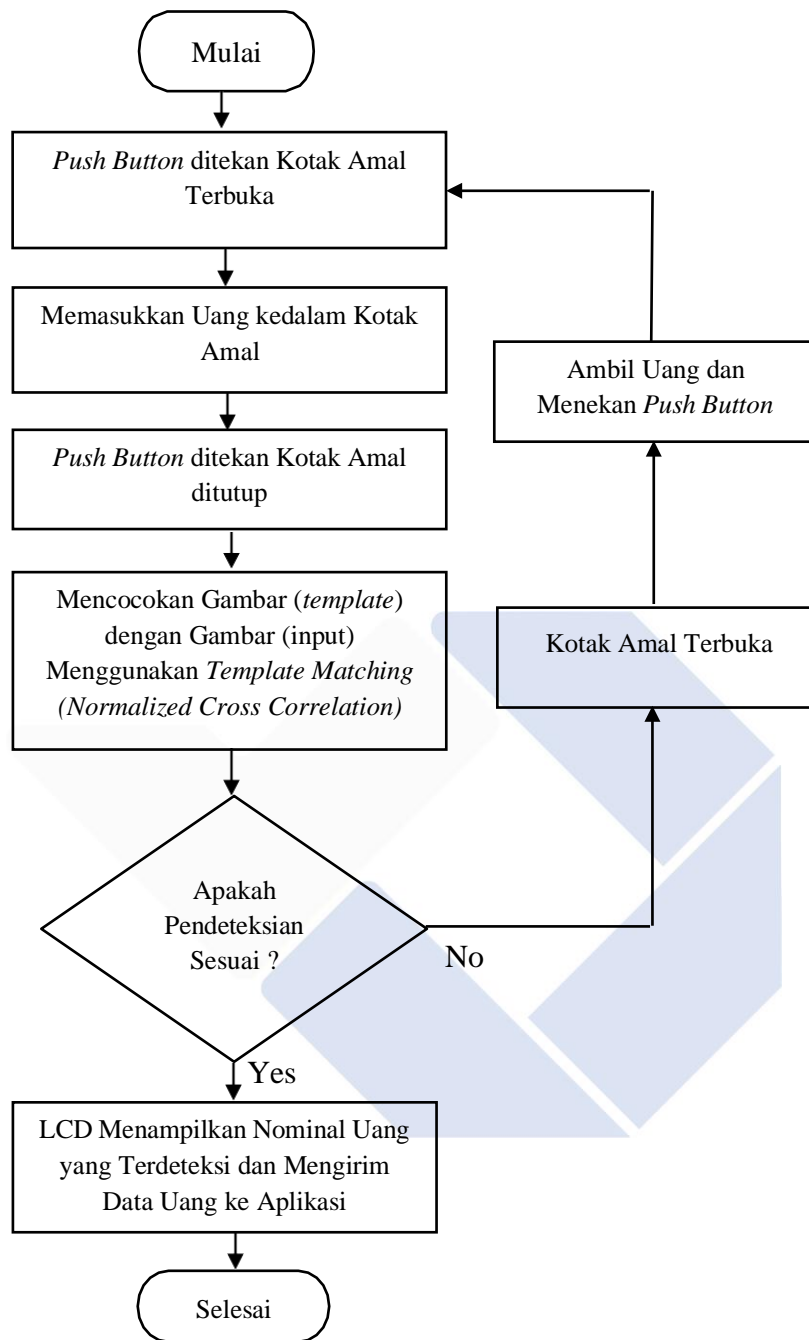
4.1 Pembuatan *Hardware* Kotak Amal

Dalam tahap ini, setelah proses perancangan selesai. Langkah selanjutnya adalah membuat *hardware* kotak amal secara keseluruhan. Komponen fisik dan elektronik dirakit secara cermat sesuai rencana yang telah dibuat sebelumnya. Kemudian, proses pembuatan *hardware* dimulai dari pemotongan kayu dan juga akrilik sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan. Berikut ini merupakan hasil akhir pembuatan *hardware* kotak amal dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Hasil Akhir Konstruksi

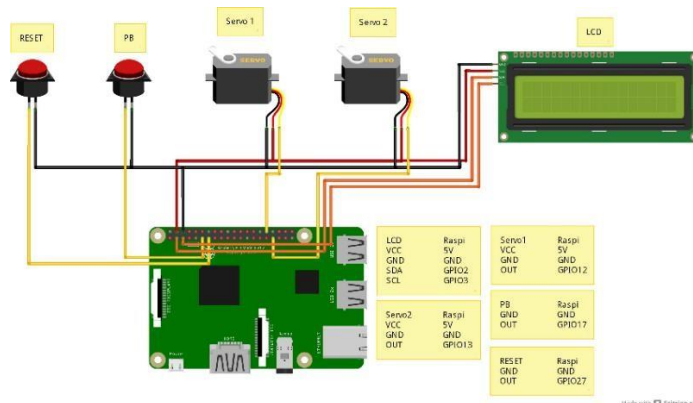
Adapun *flowchart* sistem kotak amal elektronik berbasis pengolahan citra dengan metode *template matching* ditunjukkan dengan Gambar 4.2.



Gambar 4. 2 *Flowchart* Sistem

4.1.1 Desain Rangkaian Elektrik

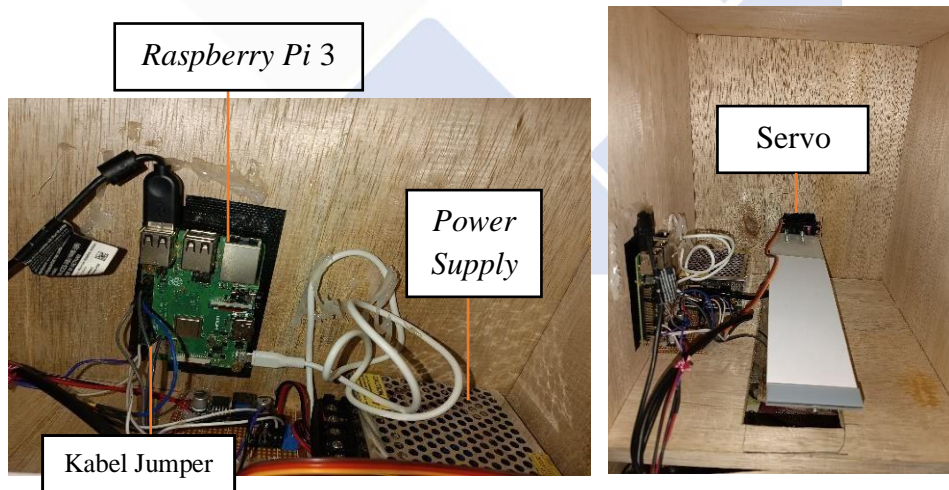
Dalam tahap ini dilakukan perancangan rangkaian elektrik untuk menentukan penempatan kabel pada setiap komponen elektronik. Perancangan elektrik menggunakan aplikasi *fritzing*. Hasil desain rangkaian rangkaian elektrik dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Wiring Rangkaian Elektrik

4.1.2 Perakitan Rangkaian Elektrik

Dalam tahap ini, diawali dengan *raspberry pi 3*, kemudian dilanjutkan dengan menyambungkan servo, *webcam*, LCD dan *power supply*. Setelah itu, pemasangan kabel pada setiap komponen. Adapun perakitan rangkaian elektrik pada kotak amal dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4. 4 Perakitan Rangkaian Elektrik

4.2 Pembuatan Program Kontrol dan Pendeteksian Uang

Dalam tahap ini dilakukan pembuatan program kontrol pada *raspberry pi 3* untuk menyimpan *dataset* uang dan program pendeteksian uang agar dapat mendeteksi uang apakah cocok dengan *dataset* yang ada pada *raspberry pi 3*.

4.2.1 Pengumpulan *Dataset*

Kotak amal elektronik ini menggunakan *dataset* uang kertas. *Dataset* yang diambil berupa foto uang menggunakan *webcam logitech C3010* dalam beberapa kondisi. Misalnya, uang tampak depan, tampak belakang, lipatan kiri, dan lipatan kanan. Kemudian, gambar uang yang difoto menggunakan *webcam logitech C3010* di *crop* sehingga menyisakan bagian-bagian penting dalam uang kertas, lalu hasil *cropping* gambar dipisahkan kedalam folder sesuai nominal uang kertas. Setelah melakukan pengambilan data foto sebanyak 7 folder kelas data uang kertas tahun 2009-2011 dan tahun 2022 dengan jumlah *dataset* setiap uang yang berbeda beda.



(a) Tampak Depan dan Tampak Belakang



(b) Lipatan Kiri dan Lipatan Kanan

Gambar 4. 5 Posisi *Dataset* Uang Kertas

4.3 Perancangan dan Pembuatan Sistem Otomatis dan Aplikasi

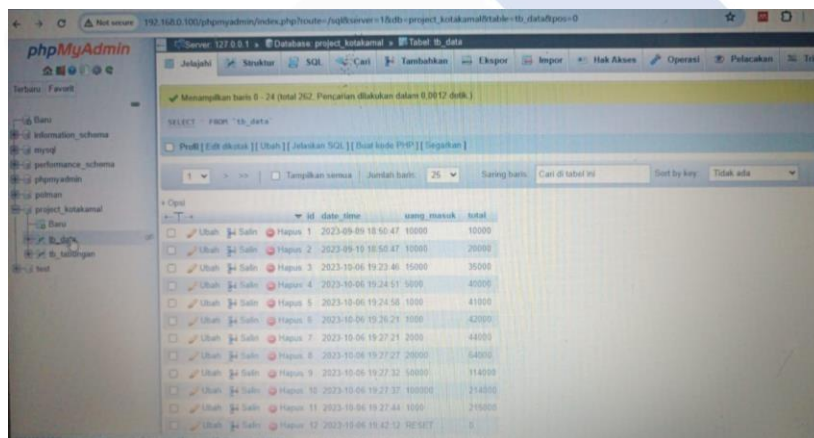
Dalam tahap ini membuat program untuk sistem otomatis dan pembuatan aplikasi. Sistem otomatis dalam rekapan saldo dibuat pada XAMPP untuk mengisi *database* nominal uang yang masuk. Sedangkan pembuatan aplikasi menggunakan *MIT app inventor*.

4.3.1 Desain Software

Desain *software* dari sistem *monitoring* kotak amal elektronik ini terdiri dari pemrograman pada *raspberrypi python* kemudian uang yang masuk pada kotak amal ditampilkan di LCD, maka pada XAMPP akan dibuatkan *database* untuk menampilkan nominal uang yang masuk menggunakan *visual studio code* kemudian akan ditampilkan pada *web server* dengan memanggil perintah *localhost/kotakamal* atau menggunakan ip 192.168.0.100. Kemudian akan dikoneksikan ke aplikasi *MIT app inventor*.

4.3.2 Pembuatan Localhost phpMyAdmin

Dibawah ini merupakan tampilan *database* pada XAMPP. Tahapan pertama pembuatan *database* ditunjukkan pada Gambar 4.6.

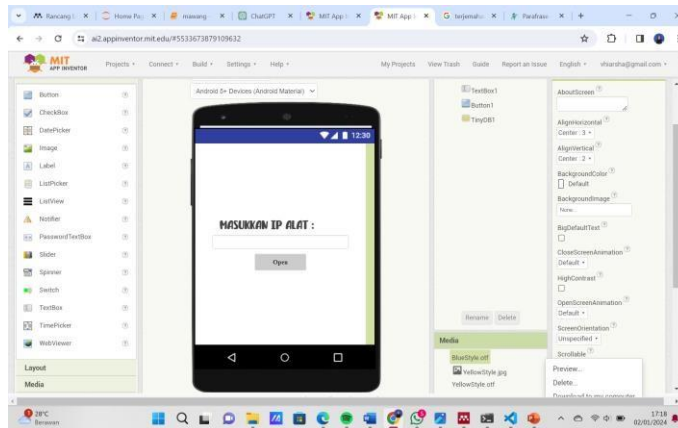


The screenshot shows the phpMyAdmin interface for a database named 'project_kotakamal'. The selected table is 'tbl_data'. The table structure is as follows:

id	date_time	uang masuk	total
Hapus 1	2023-09-09 19:50:47	10000	10000
Hapus 2	2023-09-10 19:50:47	10000	20000
Hapus 3	2023-10-06 19:23:46	15000	35000
Hapus 4	2023-10-06 19:24:51	5000	40000
Hapus 5	2023-10-06 19:24:58	1000	41000
Hapus 6	2023-10-06 19:26:21	3000	42000
Hapus 7	2023-10-06 19:27:21	2000	44000
Hapus 8	2023-10-06 19:27:27	20000	64000
Hapus 9	2023-10-06 19:27:32	50000	114000
Hapus 10	2023-10-06 19:27:37	100000	214000
Hapus 11	2023-10-06 19:27:44	1000	215000
Hapus 12	2023-10-06 19:42:12	0	0

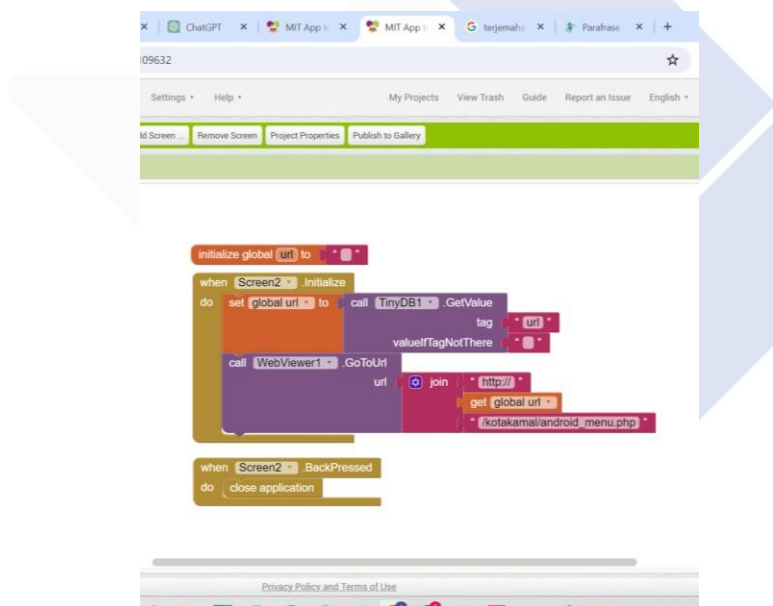
Gambar 4. 6 Tampilan *Database* Uang pada XAMPP

Kolom-kolom yang digunakan dalam *database* yaitu, tanggal masuk, uang masuk dan total. *Database* ini digunakan untuk melihat data uang masuk dan total dari kotak amal. Setelah itu *database* akan ditautkan ke aplikasi *MIT app inventor*.



Gambar 4. 7 Tampilan Utama MIT app inventor

Tahap pertama yang perlu dilakukan dalam penggunaan aplikasi MIT app inventor memasukkan alamat ip yang sudah ditentukan yaitu 192.168.0.100.



Gambar 4. 8 Tampilan Blocks MIT app inventor

4.4 Pengujian Keseluruhan

Dalam tahap ini, dilakukan pengujian keseluruhan sistem dan *monitoring* pada kotak amal. Pengujian diawali dengan pengujian posisi *template matching* untuk mengetahui posisi mana yang sangat baik, kemudian pengujian jarak uang untuk mengetahui jarak berapa yang efektif untuk *webcam* mendeteksi uang kertas, dan pengujian keseluruhan antara sistem dan aplikasi.

4.5 Pengujian Keakuratan Deteksi Uang

Pada hasil pengujian ini dilakukan melalui beberapa proses :

1. Membuat struktur direktori *template* untuk mata uang dengan nominal tertentu. Adapun program yang digunakan untuk membuat direktori *template* yaitu :

```
def create_directory_structure():  
    folders = ['1000', '2000', '5000', '10000',  
'20000', '50000', '100000']  
    for folder in folders:  
        path = os.path.join('template', folder)  
        os.makedirs(path, exist_ok=True)  
        print(f"Direktori {path} dibuat.")
```

Membuat Direktori

2. Menghitung matrik kinerja deteksi mata uang seperti *precision*, *recall*, dan *F1 score*. Adapun programnya yaitu :

```
Defcalculate_metrics(true_positive,  
false_positive, false_negative):  
    precision = true_positive / (true_positive  
+ false_positive) if (true_positive +  
false_positive) != 0 else 0  
    recall = true_positive / (true_positive +  
false_negative) if (true_positive +  
false_negative) != 0 else 0  
    f1_score = 2 * (precision * recall) /  
(precision + recall) if (precision + recall) !=  
0 else 0  
    return precision, recall, f1_score
```

Perhitungan Matrik

3. Pencocokan mata uang dengan melakukan beberapa tahapan yaitu :

1. Memuat data *template*.

```
template_data = []
# Mengambil semua file gambar
template dari direktori 'template'
template_files=
glob.glob('template/**/*.jpg',
recursive=True)
print("Template          dimuat:",
template_files)
```

Pencocokan Data

2. Membuka kamera dengan perintah `cap = cv2.VideoCapture(1)`
3. Konversi frame ke skala abu-abu dengan perintah `frame_gray = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2GRAY)`
4. Melakukan perbandingan *template* gambar input yang telah diubah ke skala abu-abu.

```
# Penerapan template matching
result=
cv2.matchTemplate(
    resized,
    template['glob'],
    cv2.TM_CCOEFF_NORMED)
    (_, maxVal, _, maxLoc)
= cv2.minMaxLoc(result)
```

Penerapan *Template Matching*

Tabel 4. 1 Tabel Pengujian Deteksi Uang

Nominal Uang	Threshold	Confidence	Akurasi	Terdeteksi
1000	0.7	0.95	95.08%	1000
2000	0.7	0.95	95.09%	2000
5000	0.7	0.97	97.22%	5000
10000	0.7	0.90	89.91%	10000
20000	0.7	0.95	95.34%	20000
50000	0.7	0.91	90.85%	50000
100000	0.7	0.94	93.71%	100000

Total persentase rata-rata

$$= \frac{\text{Jumlah Persentase}}{\text{Jumlah mata uang}} \times 100 \%$$

$$= \frac{95.08\%+95.09\%+97.22\%+89.91\%+95.34\%+90.85\%+93.71\%}{7} \times 100$$

$$= 93,88 \%$$

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada tabel diatas nilai *confidence* yang diperoleh dari proses *template matching* dilakukan dengan mencocokkan data *template* mata uang dengan gambar dari hasil tangkapan *webcam* hasil dari pencocokan data menghasilkan matrik sejauh mana kemiripan setiap *pixel* dengan gambar input nilai maksimum dari hasil *template matching* tersebut dianggap nilai *confidence*. Semakin tinggi nilai *confidence* maka hasil yang diperoleh semakin baik. Jika nilai *confidence* melebihi nilai *threshold* maka *template* akan terdeteksi seperti yang ditunjukkan pada tabel diatas bahwa setiap uang yang terdeteksi maka nilai *confidence* nya akan lebih tinggi daripada *threshold*.

Nilai *threshold* yang dimaksud pada tabel diatas adalah batas yang ditentukan digunakan untuk menentukan apakah hasil deteksi dianggap valid atau tidak. Nilai *threshold* biasanya berkisar antara 0 hingga 1. Jika nilai *Threshold* semakin besar maka akan menghasilkan deteksi yang lebih ketat yang menyebabkan nilai kemiripan antara input yang dideteksi harus tinggi juga, sebaliknya jika nilai *threshold* semakin rendah maka nilai kemiripan antara gambar

input dan *template* bisa terdeteksi lebih mudah, hal ini mengakibatkan terjadinya kesalahan deteksi.

Nilai akurasi pada hasil pengujian tabel diatas ini didapatkan dengan menghitung berdasarkan matrik kinerja deteksi mata uang dengan memanfaatkan fungsi **calculate_metrics()**. Berdasarkan pada hasil pengujian pada tabel di atas maka didapatkanlah akurasi rata – rata yaitu 93,88 %. Hasil akurasi rata – rata yang didapatkan cukup baik untuk mendeteksi nominal uang.

4.6 Pengujian Berdasarkan Jarak Webcam

Berdasarkan hasil pengujian jarak *webcam* ke objek pada Tabel 4.2 dibawah ini. Dilakukan dengan menggunakan proses kerja seperti pengujian deteksi nominal uang di atas. Pada proses pengujian jarak ini dilakukan dengan beberapa langkah – langkah berikut : yang pertama, melakukan pengujian dengan jarak webcam ke objek uang yang ingin dideteksi dimulai dengan jarak 5 cm dan melakukan pengujian di kelipatan 5 cm sampai dengan jarak 40 cm. Adapun data yang didapatkan pada proses pengujian tersebut sebagaimana ditampikan pada Tabel 4.2 dibawah ini.

Tabel 4. 2 Data Pengujian Berdasarkan Jarak

Nominal Uang	Jarak							
	5 cm	10 cm	15 cm	20 cm	25 cm	30 cm	35 cm	40 cm
1000	Tidak	Tidak	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya	Tidak
2000	Tidak	Tidak	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya
5000	Tidak	Tidak	Tidak	Ya	Ya	Ya	Tidak	Ya
10000	Tidak	Tidak	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya	Tidak
20000	Tidak	Tidak	Ya	Ya	Ya	Ya	Tidak	Tidak
50000	Tidak	Tidak	Tidak	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya
100000	Tidak	Tidak	Tidak	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya

Berdasarkan hasil pengujian jarak *webcam* dengan objek uang yang akan dideteksi pada tabel diatas. Maka pada data hasil pengujian tersebut jarak yang paling baik digunakan untuk mendeteksi nominal uang ini adalah pada *range* 20 – 30 cm yang mana pada jarak tersebut semua nominal uang dapat terdeteksi dengan

baik. Pada *range* 5 – 15 cm dan 35 cm keatas hasil deteksi yang dihasilkan kurang maksimal hal itu disebabkan oleh gambar hasil tangkapan *webcam* terhadap objek uang yang dideteksi tidak memenuhi syarat sehingga pada proses perbandingan citra gambar input dan template tidak ada yang terdeteksi. Pada penelitian yang dibuat ini *webcam* yang digunakan tidak memiliki fitur auto focus sehingga gambar input yang ditangkap oleh webcam ini kurang jelas sehingga nilai *confidence* yang didapatkan pada saat proses perbandingan citra lebih kecil dari *threshold* sehingga uang tidak dapat terdeteksi.

4.7 Pengujian Alat Keseluruhan

Pengujian alat keseluruhan meliputi pengujian pendeteksian *webcam* pada LCD dan *monitoring* pada *MIT app inventor*, dan hasil pengujian.

4.7.1 Pengujian Pendeteksian Webcam pada LCD dan Monitoring pada Aplikasi

Pengujian ini dilakukan untuk melihat apakah akurasi dan konsistensi hasil pembacaan yang ditampilkan pada LCD dan aplikasi sama. Berikut data hasil pengujian pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Pengujian *Monitoring* LCD dan *MIT app inventor*

LCD	Aplikasi <i>MIT app inventor</i>	Kesesuaian
1000	1000	Sama
2000	2000	Sama
5000	5000	Sama
10000	10000	Sama
20000	20000	Sama
50000	50000	Sama
100000	100000	Sama

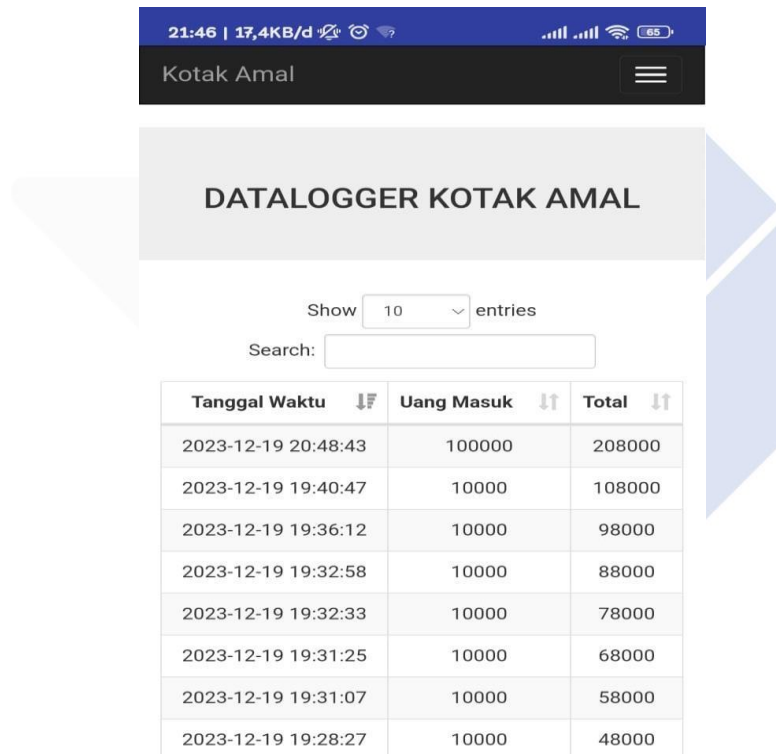
Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dari tujuh sampel diatas, pembacaan yang terkirim pada LCD dan yang diterima pada aplikasi *MIT app inventor* menunjukkan hasil yang sama dan konsisten. Penelitian ini memberikan indikasi bahwa sistem kotak amal elektronik yang dirancang dan implementasinya

berjalan dengan baik. Selain itu, konsistensi pembacaan pada aplikasi *MIT app inventor* mampu menyajikan informasi nominal uang masuk dan sesuai serta *real-time* bagi pengguna.

Tampilan hasil pembacaan LCD dan aplikasi dapat dilihat pada Gambar 4.1.

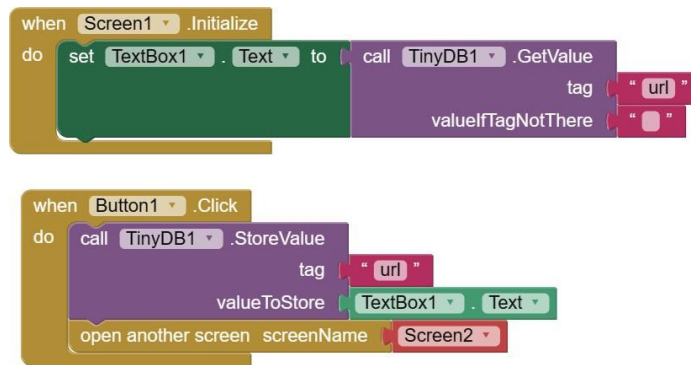


Gambar 4. 9 *Monitoring LCD*



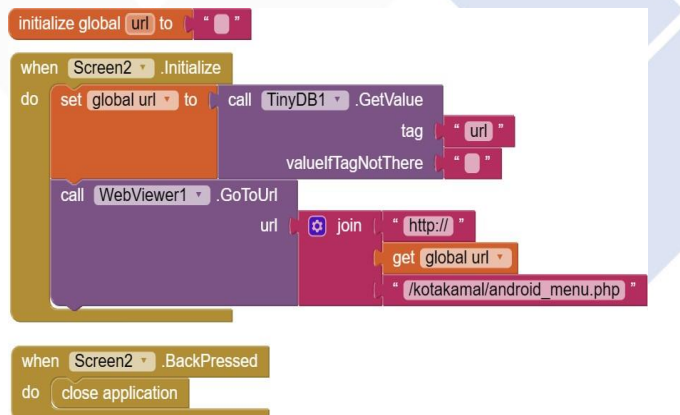
Gambar 4. 10 Tampilan Hasil *Monitoring* pada Aplikasi

Gambar 4.10 merupakan tampilan aplikasi saldo yang terdapat pada kotak amal, yang dimana menampilkan tanggal waktu masuk, uang masuk dan total saldo. Adapun tampilan *blocks* yang digunakan yaitu :



Gambar 4. 11 *Blocks Screen 1*

Pada tampilan *blocks* digunakan untuk perintah screen 1 yang digunakan untuk menampilkan tampilan awal aplikasi. Sementara itu, keseluruhan program digunakan untuk pengelolaan data menggunakan penyimpanan dengan perintah TinyDB.



Gambar 4. 12 *Blocks Screen 2*

Program diatas berfungsi untuk membuka screen 2 menggunakan nilaiURL dari penyimpanan TinyDB dan membuka *webviewer* untuk menampilkan konten URL yang telah dibuat sebelumnya pada *localhost* kotak amal.

4.7.2 Hasil Pengujian Kotak Amal

Dalam tahap ini pengambilan data terhadap hasil jumlah seluruh saldo yang terdapat pada kotak amal dan aplikasi *MIT app inventor*. Data yang diambil yaitu tanggal waktu, uang masuk, dan total. Adapun sampel uang kertas yang digunakan yaitu uang kertas tahun 2009-2011 dan tahun 2022.

Tabel 4. 4 Pengujian Hasil Akhir Saldo

Nominal Uang	Terdeteksi	Data Uang Masuk	Saldo Kotak Amal
1000	1000	1000	1000
2000	2000	2000	3000
5000	5000	5000	8000
10000	5000	10000	18000
20000	20000	20000	38000
50000	50000	50000	88000
100000	100000	100000	188000
Reset			0

Berdasarkan hasil pengujian keseluruhan alat ini yang ditunjukkan pada tabel diatas. Hasil deteksi uang dengan *template matching* akan dikirimkan dengan menggunakan modul *request* untuk membuat permintaan HTTP ke URL yang telah ditentukan. Data uang dikirim sebagai parameter GET (v1) dan server akan menyimpan data ke dalam tabel pada *database*. Pada proses ini data sistem akan melakukan pengambilan data saldo terakhir dan akan ditambahkan dengan setiap hasil uang yang terdeteksi oleh *webcam* berikutnya. Uang tersebut akan melalui proses pengiriman pada aplikasi dalam waktu 10 detik. Pada proses pengujian nominal uang Rp 1000 uang terdeteksi kemudian uang masuk ke dalam kotak amal dan data uang tersebut akan ditampilkan pada aplikasi *MIT app inventor* berupa saldo akhir dari kotak amal. Begitu juga seterusnya apabila uang yang masuk dengan nominal Rp 2000 maka saldo akhir dari kotak amal akan terus bertambah menjadi Rp 3000. Apabila pengguna ingin mengambil uang pada kotak amal maka harus menekan tombol *reset* agar saldo pada aplikasi kotak amal menjadi NOL.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis proyek akhir dengan judul “Kotak Amal Elektronik Berbasis Pengolahan Citra dengan Metode *Template Matching*” diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Penggunaan metode *template matching* sangat cocok digunakan untuk mendeteksi nominal uang kertas. Akurasi yang diperoleh sebesar 93,88%.
2. Nilai *threshold* yang digunakan untuk batas seberapa mirip kecocokan gambar *template* dengan gambar uji sehingga uang bisa terdeteksi.
3. Jarak yang efektif dalam pendeteksian uang kertas antara 20 – 30 cm sehingga mendeteksi nominal uang dengan baik.
4. Spesifikasi *webcam logitech C3010* kurang detail dan efektif dalam menangkap gambar uang. Sehingga beberapa pendeteksian nominal uang menjadi tidak akurat dikarenakan proses perbandingan citra gambar uang dan *template* tidak cocok mengakibatkan uang tidak terdeteksi dengan baik.
5. Sistem monitoring uang berhasil menyimpan nominal hasil deteksi uang di *localhost phpMyAdmin*, kemudian jumlah rekapan saldo ditampilkan pada aplikasi *MIT app inventor*.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan saran untuk pengembangan selanjutnya sebagai berikut :

1. Menggunakan *webcam* atau perangkat kamera dengan spesifikasi dan resolusi tinggi untuk mendapatkan hasil deteksi yang maksimal.
2. Menambahkan sistem deteksi uang koin sehingga para donatur bisa menyumbangkan uang koin tidak hanya uang kertas.
3. Sistem monitoring untuk rekapan data uang masuk bisa dikirimkan otomatis ke *whatsapp* atau telegram.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. I. Qalbi *et al.*, “Rancang Bangun Kotak Amal Cerdas Sebagai Solusi Ketidak efisienan Pendistribusi Kotak Amal di Masjid,” *Media Elektr.*, vol. 17, no. 2, hal. 25–32, 2020, [Online]. Tersedia pada: <https://ojs.unm.ac.id/mediaelektrik/article/view/14034>.
- [2] D. Hermawan, A. Ullah, dan A. Faizal, “Rancang Bangun Keamanan Kotak Amal dengan Akses Fingerprint Menggunakan ESP32-Cam dan Telegram Berbasis IOT,” *J. Media Informatika Budidarma*, vol. 7, hal. 1013–1021, 2023, doi: 10.30865/mib.v7i3.6252.
- [3] H. Hoeriah, D. Yani, dan P. Isyanto, “Pengaruh Literasi Keuangan Terhadap Pengelolaan Keuangan Umkm Kedai Utuy Pulojaya Lemahabang,” *J. Penelitian ekonomi manajemen dan bisnis (JEKOMBIS)*, vol. 2, no. 3, 2023, doi: 10.55606/jekombis.v2i3.1939.
- [4] H. Gushardi dan D. Faiza, “Perancangan dan Pembuatan Alat Penghitung Jumlah Uang Otomatis Terintegrasi Internet of Things,” *J. Penelitian Universitas Negeri Padang*, vol. 6, hal. 2996–3005, 2022.
- [5] I. A. Syahruli, J. Prayudha, dan M. Ramadhan, “Rancang Bangun Kotak Amal Penghitung Uang Otomatis Dengan Sensor TCS (Sensor Warna) Menggunakan Metode Counter,” *J. Sist. Komput. Triguna Dharma (JURSIK TGD)*, vol. 1, no. 5, hal. 168, 2022, doi: 10.53513/jursik.v1i5.5692.
- [6] C. J. William, “Pendeteksi Nilai Nominal Uang Kertas Rupiah,” *J. Sekolah Teknik Elektro dan Informatika*, 2023, diunduh dari [https://informatiks.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Citra/2022-2023/Makalah/Makalah-IF4073-Citra-Sem1-2022%20\(1\).pdf](https://informatiks.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Citra/2022-2023/Makalah/Makalah-IF4073-Citra-Sem1-2022%20(1).pdf).
- [7] N.S.Putro, "Komersialisasi Kotak Amal," *Mahasiswa S2 Ilmu Antropologi Budaya, Fakultas Ilmu Budaya, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.*, 2015, diunduh dari : <http://etd.repository.ugm.ac.id>.
- [8] Adib, "Larang Edarkan Kotak Amal di Masjid," *C.I.Jakarta*, 2022, diunduh dari : <https://www.cnnindonesia.com>.

- [9] A. Gibran dan F. I. Ramadhan, “Rancang Bangun Kotak Amal Pintar Berbasis Arduino Mega 2560 Menggunakan Sensor Warna TCS3200 dengan Keamanan GPS,” *J. Teknik Multimedia dan Jaringan*, 2021, [Online]. Tersedia pada : https://repository.pnj.ac.id/2385/1/4617030023_Akbar%20_Identitas%20Skripsi.pdf.
- [10] R. Rohaya dan N. A. Wahid, “Pengaruh Stabilitas Uang Kertas Terhadap Inflasi Ditinjau Menurut Fiqh Muamalah,” *Share J. Ekon. dan Keuang. Islam*, vol. 3, no. 1, hal. 56–79, 2014, doi: 10.22373/share.v3i1.1055.
- [11] Wikipedia, 29 September 2023. "Uang Kertas Rupiah". Diakses pada 16 Januari 2024, dari https://id.wikipedia.org/wiki/Uang_kertas_rupiah.
- [12] Birowo, “Pengolahan Citra Untuk Pengenalan Nilai Nominal Pada Mata Uang Kertas Dengan Metode EigenFace,” *J. Inov. dan Sains Tek. Elektro*, vol. 1, no. 1, hal. 20-27, 2020, [Online]. Tersedia pada : <http://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/insantek>.
- [13] Wanda Hamidah, T. S. B. Irawan, N. A. P. Hasbullah, dan A. B. Kaswar, “Deteksi Nominal Uang Kertas Menggunakan OCR (Optical Character Recognition),” *Techno Xplore J. Ilmu Komput. dan Teknol. Inf.*, vol. 7, no. 2, hal. 72–76, 2022, doi: 10.36805/technoxplore.v7i2.2123.
- [14] R. Alfita, A. F. Ibadillah, dan A. Prianto, “Identifikasi Nilai Nominal Uang Kertas Berdasarkan Warna Berbasis Image Processing Menggunakan Metode Template Matching,” *J. Tek. Elektro dan Komput. TRIAC*, vol. 9, no. 1, hal. 28–32, 2022, [Online]. Tersedia pada : <https://journal.trunojoyo.ac.id/triac>.
- [15] M. C. Solin, G. Ginting, M. Julyus, dan F. Sirati, “Penerapan Metode Template Matching pada Citra Berwarna,” *J. Pelita Inform.*, vol. 7, no. 3, hal. 310-312, 2019, [Online]. Tersedia pada : http://id.wikipedia.org/wiki/Visual_Basic.
- [16] D Pazriyah, “Pengenalan *Raspberry Pi*”, *J. Politeknik Negeri Sriwijaya*, 2017. Diunduh dari : <http://eprints.polsri.ac.id/4391/3/File%20III.pdf>.
- [17] T. Susim dan C. Darujati, “Pengolahan Citra untuk Pengenalan Wajah (Face Recognition) Menggunakan OpenCV,” *J. Syntax Admiration*, vol. 2, no. 3,

- hal. 534–545, 2021, doi: 10.46799/jsa.v2i3.202.
- [18] N. F. Akbar dan F. H. Ayu, “Sistem Pengenalan Wajah Mahasiswa Praktikum Di Laboratorium Teknik Elektro Dan Informatika Polmanbabel Menggunakan,” *Inov. Teknol*, 2023, [Online]. Tersedia pada : [http://repository.polman-babel.ac.id/id/eprint/713/1/Laporan Proyek Akhir Fauzan Akbar Nugraha dan Hanum Ayu Fazira.pdf](http://repository.polman-babel.ac.id/id/eprint/713/1/Laporan_Proyek_Akhir_Fauzan_Akbar_Nugraha_dan_Hanum_Ayu_Fazira.pdf).
- [19] U. Latifa dan J. Slamet Saputro, “Perancangan Robot *ARM Gripper* Berbasis Arduino Uno Menggunakan Antarmuka Labview,” *Barometer*, vol. 3, no. 2, hal. 138-141, 2018, doi: 10.35261/barometer.v3i2.1395.
- [20] T. F. Parlaungan S. dan D. Wisnu, “Rancang Bangun Sistem Pengidentifikasi Travel Bag Pada Kelompok Biro Perjalanan Umroh/Haji Berbasis Web,” *J. Teknol. dan Komun. STMIK Subang*, vol. 13, no. 1, hal. 26–40, 2020, doi: 10.47561/a.v13i1.167.
- [21] N. A. Ramdhan dan D. A. Nufriana, “Rancang Bangun Dan Implementasi Sistem Informasi Skripsi Oline Berbasis WEB,” *J. Ilm. Intech Inf. Technol. J. UMUS*, vol. 1, no. 02, hal. 1–12, 2019, doi: 10.46772/intech.v1i02.75.
- [22] S. Hartanto dan C. A. C. R. Maulana, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Penggunaan Beban Listrik 300 Watt Menggunakan Aplikasi Mit App Inventor Dan Firebase,” *J. Elektro*, vol. 12, no. 2, hal. 257–263, 2023.
- [23] D. Setiawan dan B. Suhartono, “Desain Dan Implementasi Aplikasi Android Menggunakan Mit App Inventor Pada Pengendali Sistem Robotik,” *J. Tek.*, vol. 3, no. 1, hal. 1-8, 2023, [Online]. Tersedia pada : <https://ejurnal.politeknikpratama.ac.id/index.php/jutiti/article/view/2030% /download>.
- [24] I. Marliana, A. Ikhwan, dan T. M. Fawaati, “Implementasi Mit App Inventor Dalam Game Mengenal Huruf Berbasis Android,” *J. Teknoinfo*, vol. 17, no. 1, hal. 244, 2023, doi: 10.33365/jti.v17i1.2369.

A decorative graphic consisting of two hands, one light blue and one dark blue, positioned as if holding each other. The hands are stylized with geometric shapes and are centered on the page.

LAMPIRAN 1
DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Aldi Bastomi
Tempat & Tanggal Lahir : Terentang III, 06 Juli 2002
Alamat Rumah : Terentang III, No.46,
RT/RW.004/000
Telp : -
Hp : 085381126719
Email : aldicandra5510@gmail.com

Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam



2. Riwayat Pendidikan

SD	Negeri 1 Koba	Tahun 2008-2014
SMP	Negeri 10 Koba	Tahun 2014-2017
SMK	1 Koba	Tahun 2017-2020

Sungailiat, 17 Januari 2024

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Aldi' with a stylized flourish at the end.

Aldi Bastomi

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Dhea Vharisha
Tempat & Tanggal Lahir : Belinyu, 30 Oktober 2002
Alamat Rumah : Belinyu, Kp. Padang Siput,
RT/RW.005/000
Telp : -
Hp : 082181565215
Email : vhiarsha@gmail.com
Jenis Kelamin : Perempuan
Agama : Islam



2. Riwayat Pendidikan

TK	Negeri Pembina Belinyu	Tahun 2007-2008
SD	Negeri 1 Belinyu	Tahun 2008-2014
SMP	Negeri 1 Belinyu	Tahun 2014-2017
SMK	YPN Belinyu	Tahun 2017-2020

Sungailiat, 17 Januari 2024

Dhea Vharisha

A decorative graphic consisting of two hands, one light blue and one dark blue, positioned as if holding each other. The hands are stylized with geometric shapes and a white outline.

LAMPIRAN 2
PROGRAM KESELURUHAN

Pemrograman Sistem

Detector

```
# detector.py
import cv2
import numpy as np
import imutils
import glob
import os
from config import BASE_DIR
from stream import Stream # Sesuaikan path dengan lokasi stream.py
class Detector:
    def init(self, stream_src=0):
        self.true_positive = 0
        self.false_positive = 0
        self.false_negative = 0
        self.detection_done = False
        self.template_data = []
        self.stream = Stream(src=stream_src)
    def create_directory_structure(self, basedir):
        folders = ['1000', '2000', '5000', '10000', '20000', '50000', '100000']
        for folder in folders:
            path = os.path.join(basedir, 'template', folder)
            os.makedirs(path, exist_ok=True)
            print(f"Direktori {path} dibuat.")
    def calculate_metrics(self):
        precision = self.true_positive / (self.true_positive + self.false_positive) if
(self.true_positive + self.false_positive) != 0 else 0
        recall = self.true_positive / (self.true_positive + self.false_negative) if
(self.true_positive + self.false_negative) != 0 else 0
```

```

    f1_score = 2 * (precision * recall) / (precision + recall) if (precision + recall)
    != 0 else 0
    return precision, recall, f1_score
def uang_matching(self):
    self.create_directory_structure(os.path.join(BASE_DIR,
'project_kotakamal'))
    # Menyimpan data template mata uang
    self.load_template_data()
    # Start the stream
    self.stream.start()
    # Loop utama untuk tangkapan video
    while True:
        # Membaca setiap frame dari tangkapan video
        frame = self.stream.read()
        # Deteksi mata uang
        self.detect_currency(frame)
        # Menampilkan hasil frame dengan deteksi (opsional, sesuaikan dengan
kebutuhan)
        cv2.imshow("Hasil Deteksi", frame)
        # Memberhentikan tangkapan video jika tombol 'q' ditekan
        if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord('q'):
            break
    # Memberhentikan stream setelah selesai
    self.stream.stop()
    # Melepaskan kamera dan menutup semua jendela OpenCV setelah loop
berakhir
    cv2.destroyAllWindows()
    # Hitung dan tampilkan metrik akhir
    precision, recall, f1_score = self.calculate_metrics()
    print("\nEvaluasi Performa:")
    print(f"Precision: {precision:.2f}")

```

```

print(f"Recall: {recall:.2f}")
print(f"F1 Score: {f1_score:.2f}")
# Metode untuk memuat data template mata uang
def load_template_data(self):
    template_files = glob.glob(os.path.join(BASE_DIR, 'template', '*', '.jpg'))
    for template_file in template_files:
        tmp = cv2.imread(template_file, cv2.IMREAD_GRAYSCALE)
        tmp = imutils.resize(tmp, width=int(tmp.shape[1] * 0.5))
        nominal = template_file.replace(os.path.join(BASE_DIR, 'template'),
        ").replace(os.sep, ").replace('.jpg', ")
        self.template_data.append({"glob": tmp, "nominal": nominal, "threshold":
0.4})
# Metode utama untuk deteksi mata uang
def detect_currency(self, frame):
    # Mengubah frame ke skala abu-abu
    frame_gray = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
    # Iterasi melalui setiap template mata uang
    for template in self.template_data:
        (tmp_height, tmp_width) = template['glob'].shape[:2]
        # Variabel untuk penyusutan ukuran frame dengan berbagai skala
        found = None
        threshold = template['threshold']
        for scale in np.linspace(0.2, 1.0, 20)[::-1]:
            resized = imutils.resize(frame_gray, width=int(frame_gray.shape[1] *
scale))
            r = frame_gray.shape[1] / float(resized.shape[1])
            # Pengecekan agar frame yang disusutkan tidak lebih kecil dari template
            if resized.shape[0] < tmp_height or resized.shape[1] < tmp_width:
                break
        # Penerapan template matching

```



```

        result = cv2.matchTemplate(resized, template['glob'],
cv2.TM_CCOEFF_NORMED)
        (_, maxVal, _, maxLoc) = cv2.minMaxLoc(result)
        # Memperbarui lokasi deteksi terbaik jika ditemukan
        if found is None or maxVal > found[0]:
            found = (maxVal, maxLoc, r)
            if maxVal >= threshold:
                nominal = template['nominal']
                detected = True
                location = f"({int(maxLoc[0] * r)}, {int(maxLoc[1] * r)}) hingga
({int((maxLoc[0] + tmp_width) * r)}, {int((maxLoc[1] + tmp_height) * r)})"
                confidence = maxVal
                template_threshold = threshold
                accuracy = confidence * 100
                # Memperbarui deteksi terbaik jika akurasi lebih tinggi
                if accuracy > best_detection["accuracy"]:
                    best_detection = {"nominal": nominal, "detected": detected,
"location": location, "confidence": confidence, "template_threshold":
template_threshold, "accuracy": accuracy}
                # Menampilkan informasi deteksi terbaik
                if best_detection["nominal"] is not None:
                    print(f"Uang nominal {best_detection['nominal']} {'terdeteksi' if
best_detection['detected'] else 'tidak terdeteksi'}")
                    print(f"Lokasi deteksi: {best_detection['location']}")
                    print(f"Confidence: {best_detection['confidence']:.2f}")
                    print(f"Threshold template: {best_detection['template_threshold']:.2f}")
                    print(f"Akurasi deteksi: {best_detection['accuracy']:.2f}%")
                # Evaluasi metrik
                if best_detection['detected']:
                    self.true_positive += 1
            else:

```

```

        self.false_negative += 1
        # Menandai bahwa deteksi sudah dilakukan
        self.detection_done = True
if name == "main":
    detector = Detector(stream_src=0)
    detector.uang_matching()

```

Config

```

BASE_DIR = "./Dataset" #Windows
#BASE_DIR = "/home/pi/program/Dataset" #Raspi
SET_FILTER = 2
SET_TIMEOUT = 30000
IP = "192.168.0.152"
DOMAIN_FOLDER = "project_kotakamal"
DEBUG = False

```

Stream

```

import cv2
from threading import Thread
class Stream:
    def init(self, src=0):
        # inialisasi streaming kamera video dan baca frame pertama
        self.stream = cv2.VideoCapture(src)
        (self.grabbed, self.frame) = self.stream.read()
        # inialisasi variabel untuk menunjukkan apakah thread seharusnya
        dihentikan
        self.stopped = False
    def start(self):
        # memulai thread untuk membaca frame dari video stream
        Thread(target=self.update, args=()).start()
        return self

```

```

def update(self):
    # terus loop tak terbatas sampai thread dihentikan
    while True:
        # jika variabel indikator thread diatur, hentikan thread
        if self.stopped:
            return
        # sebaliknya, baca frame berikutnya dari stream
        (self.grabbed, self.frame) = self.stream.read()
def read(self):
    # kembalikan frame yang paling baru dibaca
    return self.frame
def stop(self):
    # tunjukkan bahwa thread seharusnya dihentikan
    self.stopped = True

```

Main

```

# main.py
import RPi.GPIO as GPIO
from gpiozero import Button
import RPi_I2C_driver
import time
import requests
from Detection.detector import Detector
# Definisi konfigurasi
URL = "http://" + IP + "/" +
DOMAIN_FOLDER + "/"
OUT_SERVO1 = 12
OUT_SERVO2 = 13
PULSE_FREQ = 50
SET_TIMEOUT = 5000 # Milliseconds
SET_FILTER = 3

```

```

# Setup GPIO
GPIO.setwarnings(False)
GPIO.setmode(GPIO.BCM)
GPIO.setup(OUT_SERVO1, GPIO.OUT)
GPIO.setup(OUT_SERVO2, GPIO.OUT)
servo1 = GPIO.PWM(OUT_SERVO1, PULSE_FREQ)
servo2 = GPIO.PWM(OUT_SERVO2, PULSE_FREQ)
# Inisialisasi servo
servo1.start(0)
servo2.start(0)
servo1.ChangeDutyCycle(11.8)
servo2.ChangeDutyCycle(7)
time.sleep(1)
servo1.ChangeDutyCycle(0)
servo2.ChangeDutyCycle(0)
# Setup button dan LCD
button = Button(17)
pb_reset = Button(27)
mylcd = RPi_I2C_driver.lcd()
# Inisialisasi objek Detector dan langsung memulai sampling dan video capture
detector = Detector()
# Tampilkan pesan di LCD
mylcd.lcd_display_string("Tekan PB Untuk", 1)
mylcd.lcd_display_string("Buka Kotak Amal", 2)
# Inisialisasi variabel
prev_milis = round(time.time() * 1000)
count = 0
cnt_press = 0
prev_uang = 0
scanning = 0
error_ = 0

```

```

# Loop utama program
while True:
    try:
        # Mendapatkan waktu dalam milisekon
        milis = round(time.time() * 1000)
        # Reset data jika tombol reset ditekan
        if pb_reset.is_pressed:
            mylcd.lcd_clear()
            mylcd.lcd_display_string("Reseting Data", 1)
            requests.get(URL + "resetdata.php")
            time.sleep(3)
            mylcd.lcd_clear()
            mylcd.lcd_display_string("Tekan PB Untuk", 1)
            mylcd.lcd_display_string("Buka Kotak Amal", 2)
        # Memproses tombol jika ditekan
        if button.is_pressed:
            print("Button Ditekan")
            if error_ == 0:
                cnt_press = cnt_press + 1
                if cnt_press == 1:
                    servo2.ChangeDutyCycle(11.8)
                    time.sleep(0.7)
                    servo2.ChangeDutyCycle(0)
                    mylcd.lcd_clear()
                    mylcd.lcd_display_string("Masukan Uang", 1)
                    mylcd.lcd_display_string("Lalu Tekan PB", 2)
                    scanning = 0
                elif cnt_press == 2:
                    servo2.ChangeDutyCycle(7)
                    time.sleep(0.7)
                    servo2.ChangeDutyCycle(0)

```

```

        mylcd.lcd_clear()
        mylcd.lcd_display_string("Proses Scanning", 1)
        cnt_press = 0
        count = 0
        scanning = 1
        prev_milis = round(time.time() * 1000)
else:
    servo2.ChangeDutyCycle(7)
    time.sleep(0.7)
    servo2.ChangeDutyCycle(0)
    mylcd.lcd_clear()
    mylcd.lcd_display_string("Tekan PB Untuk", 1)
    mylcd.lcd_display_string("Buka Kotak Amal", 2)
    error_ = 0
# Proses scanning jika sedang aktif
if scanning == 1:
    detector.detect_currency()
    print("Nilai Uang : {}".format(detector.detectedCurrency))
    print("Matching : {}".format(detector.maxMatching))
    if milis - prev_milis >= SET_TIMEOUT:
        servo2.ChangeDutyCycle(11.8)
        time.sleep(0.7)
        servo2.ChangeDutyCycle(0)
        mylcd.lcd_clear()
        mylcd.lcd_display_string("Uang Anda", 1)
        mylcd.lcd_display_string("Tidak Terdeteksi", 2)
        scanning = 0
        error_ = 1
    if prev_uang != detector.detectedCurrency and detector.detectedCurrency
!= 0:
        prev_uang = detector.detectedCurrency

```

```

        count = 0
    else:
        nilai_uang = detector.detectedCurrency
        if nilai_u
if nilai_uang != 0:
    count = count + 1
    if count >= SET_FILTER:
        mylcd.lcd_clear()
        mylcd.lcd_display_string("Uang Anda :", 1)
        mylcd.lcd_display_string(str(nominal), 2)
        requests.get(URL + "writedata.php?v1=" + str(nominal))

        servo1.ChangeDutyCycle(7.5)
        time.sleep(0.7)
        servo1.ChangeDutyCycle(0)
        time.sleep(3)
        servo1.ChangeDutyCycle(11.8)
        time.sleep(0.7)
        servo1.ChangeDutyCycle(0)
        time.sleep(2)
        mylcd.lcd_clear()
        mylcd.lcd_display_string("Tekan PB Untuk", 1)
        mylcd.lcd_display_string("Buka Kotak Amal", 2)
        scanning = 0
except KeyboardInterrupt:
    # Memberhentikan stream jika program dihentikan
    detector.stream.stop()
    servo1.stop()
    servo2.stop()
    GPIO.cleanup()
    break

```

Pemrograman Website

Index

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
  <title>Kotak Amal</title>
  <meta charset="utf-8">
  <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1">
  <link rel="stylesheet" href="/asset/css/bootstrap.min.css">
  <link rel="stylesheet" href="/asset/css/dataTables.bootstrap.min.css">
  <script src="/asset/js/jquery.min.js"></script>
  <script src="/asset/js/bootstrap.min.js"></script>
</head>
<body>
<div class="jumbotron text-center">
  <h1>DATALOGGER KOTAK AMAL</h1>
</div>
<div class="container">
  <div class="row">
    <div class="col-sm-12" style="text-align: center;">
      <table id="example" class="table table-striped table-bordered"
style="width:100%">
        <thead>
          <tr>
            <th style="text-align: center;">Tanggal Waktu</th>
            <th>Uang Masuk</th>
            <th>Total</th>
          </tr>
        </thead>
        <tbody>
```



```

<?php
    $conn = mysqli_connect("localhost","root","","project_kotakamal");
    $query_sql=mysqli_query($conn,"SELECT * FROM tb_data ORDER BY id
DESC") or die(mysqli_error());
    $no = 1;
    while($data = mysqli_fetch_array($query_sql)) {
?>
        <tr>
            <td style="text-align: center;"><?php echo $data['date_time']; ?></td>
            <td style="text-align: center;"><?php echo $data['uang_masuk']; ?></td>
            <td style="text-align: center;"><?php echo $data['total']; ?></td>
        </tr>
<?php
    $no++;
    }
?>
</tbody>
</table>
</div>
</div>
</div>
</div>
<script src="./asset/js/jquery-3.3.1.js"></script>
<script src="./asset/js/jquery.dataTables.min.js"></script>
<script src="./asset/js/dataTables.bootstrap.min.js"></script>
<script type="text/javascript">
    $(document).ready(function() {
        $('#example').DataTable({
            "order": [ 0, 'desc' ]
        });
    });
</script>

```

```

</body>
</html>
//Pembukuan
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
    <title>Kotak Amal</title>
    <meta charset="utf-8">
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1">
    <link rel="stylesheet" href="./asset/css/bootstrap.min.css">
    <link rel="stylesheet" href="./asset/css/dataTables.bootstrap.min.css">
    <script src="./asset/js/jquery.min.js"></script>
    <script src="./asset/js/bootstrap.min.js"></script>
</head>
<body>
<div class="jumbotron text-center">
    <h1>DATALOGGER KOTAK AMAL</h1>
</div>
<div class="container">
    <div class="row">
        <?php
            $conn = mysqli_connect("localhost","root","","project_kotakamal");
            $query_sql=mysqli_query($conn,"SELECT * FROM tb_tabungan
WHERE id = 'tabungan'") or die(mysqli_error());
            $data = mysqli_fetch_array($query_sql);
        ?>
        <div class="col-sm-12" style="text-align: center;">
            <h2 style="text-decoration: underline; font-size: 50px;">JUMLAH
UANG</h2>
            <h1 style="font-size: 100px;"><?php echo $data['total']; ?></h1>
            <h1 style="margin-top: 10%;">Date Time : <span> <?php echo

```

```

$data['date_time']; ?></span></h1>
    <h1>Jumlah : <span> <?php echo $data['uang_masuk']; ?></span></h1>
</div>
</div>
</div>
<script src="/asset/js/jquery-3.3.1.js"></script>
<script src="/asset/js/jquery.dataTables.min.js"></script>
<script src="/asset/js/dataTables.bootstrap.min.js"></script>
</body>
</html>

```

Writedata

```

<?php
$conn = mysqli_connect("localhost","root","","project_kotakamal");
$get_1 = $_GET['v1'];
date_default_timezone_set('Asia/Jakarta');
$dt = date('Y-m-d H:i:s');
$query_sql=mysqli_query($conn,"SELECT * FROM tb_data ORDER BY id
DESC LIMIT 1") or die(mysqli_error());
$data = mysqli_fetch_array($query_sql);
$total = $data['total'] + $get_1;
mysqli_query($conn,"insert into tb_data values(',$dt',$get_1,$total)") or
die(mysqli_error());
echo "OK";
?>

```

Resetdata

```
<?php
$conn = mysqli_connect("localhost","root","","project_kotakamal");
date_default_timezone_set('Asia/Jakarta');
$dt = date('Y-m-d H:i:s');
$query_sql1=mysqli_query($conn,"SELECT * FROM tb_data ORDER BY id
DESC LIMIT 1") or die(mysqli_error());
$data1 = mysqli_fetch_array($query_sql1);
$query_sql2=mysqli_query($conn,"SELECT * FROM tb_tabungan WHERE id =
'tabungan") or die(mysqli_error());
$data2 = mysqli_fetch_array($query_sql2);
$total = $data1['total'] + $data2['total'];
$uang_masuk = "+".$data1['total'];
mysqli_query($conn,"INSERT into tb_data values('$dt','RESET','0')") or
die(mysqli_error());
mysqli_query($conn,"UPDATE tb_tabungan SET total = '$total', uang_masuk =
'$uang_masuk', date_time = '$dt' WHERE id = 'tabungan") or die(mysqli_error());
echo "OK";
?>
```

SURAT PERNYATAAN

Kami yang bertandatangan dibawah ini telah menyelesaikan Proyek Akhir yang berjudul:

“ Kotak Amal Elektronik Berbasis Pengolahan Citra dengan Metode *Template Matching* ”

Oleh :

1. Aldi Bastomi /NPM 1052003
2. Dhea Vharisha /NPM 1052009

Dengan ini menyatakan bahwa isi laporan akhir proyek akhir sama dengan *hardcopy*.
Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya.

Sungailiat, 24 Januari 2024

1. Aldi Bastomi ()

2. Dhea Vharisha ()

Mengetahui,

Pembimbing 1,



(Zanu Saputra, M.Tr.T)

Pembimbing 2,



(I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D)

Cek Plagiasi

ORIGINALITY REPORT

5%

SIMILARITY INDEX

5%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

repository.polman-babel.ac.id

Internet Source

5%

Exclude quotes Off

Exclude bibliography Off

Exclude matches < 2%



**FORM REVISI LAPORAN AKHIR
TAHUN AKADEMIK**

.....2023.....1.....2024.....

JUDUL : Kotak Anal Electronic Berhadaj Pengolahan
Struktur dan Metode Template Matching

Nama Mahasiswa :

1.	<u>Aldi Bastomi</u>	NIM:	<u>1057003</u>
2.	<u>Nhea Ushasha</u>	NIM:	<u>1057609</u>
3.	_____	NIM:	_____
4.	_____	NIM:	_____
5.	_____	NIM:	_____

Bagian yang direvisi	Halaman
- Perbaiki Pendahuluan	
- Revisi dan ditambahkan	
- dan analisis perolehan tembakulan	
- dan tabel diperbaiki	
- Gambar diperbaiki	

Sungailiat,15.....1.....2024.....

Penguji

(.....[Signature].....)

Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa

Sungailiat, 19-1-2024

Penguji

(.....[Signature].....)

Mengetahui,
Pembimbing

(.....[Signature].....)



FORM REVISI LAPORAN AKHIR

TAHUN AKADEMIK

2023 1 2024

JUDUL : KOTAK AMAL ELEKTRONIK BEBAS
 PENYOLAHAN CITRA DENGAN METODE
 TEMPLATE MATCHING

Nama Mahasiswa :
 1. ALDI BUSTOMI NIM: _____
 2. DEGA V HARISHA NIM: _____
 3. _____ NIM: _____
 4. _____ NIM: _____
 5. _____ NIM: _____

Bagian yang direvisi	Halaman
→ Alat direvisi agar berfungsi	
→ Makalah diperbaiki	

Sunggailiat, 15 Januari 2024

Penguji
 (Melpa Basjanta)

Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa

Sunggailiat, 18-1-2024

Mengetahui,
 Pembimbing
 (Melpa Basjanta)

Penguji
 (Melpa Basjanta)



FORM REVISI LAPORAN AKHIR
TAHUN AKADEMIK

...../.....

JUDUL : Kotak amal elektronik berbasis Pengolahan Citra dg Metode Template Matching

Nama Mahasiswa :
 1. Nhea Vharisha NIM: 1052009
 2. Aldi Bastam NIM: 1052003
 3. _____ NIM: _____
 4. _____ NIM: _____
 5. _____ NIM: _____

Bagian yang direvisi	Halaman
- Alat direvisi agar berfungsi	
- Makalah diperbaiki	
- Perbaiki Pendahuluan	
- Tulisan di [redacted] strukturkan	
- Dari analisis PERTU di tambahkan	
- Dari tabel diperbaiki	
- Gambar diperbaiki	

Sungailiat, 15 Januari 2024

Penguji

(.....)

Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa

Sungailiat, 19 Januari 2024

Penguji

Mengetahui,
Pembimbing

(.....)

(.....)