

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Seiring dengan kemajuan zaman, teknologi komputer berkembang dengan pesat, mempengaruhi hampir setiap aspek kehidupan sehari-hari. Dengan perkembangan ini, penting bagi individu untuk memanfaatkan teknologi komputer dalam berbagai aktivitas sehari-hari. Pemanfaatan teknologi komputer ini adalah wujud dari penerapan prinsip-prinsip ilmu pengetahuan (Prasetyo, 2011). Salah satu penerapan teknologi komputer yang signifikan adalah pengolahan citra digital, yang memungkinkan analisis dan pemrosesan gambar atau citra dengan lebih efisien (Ahmad, 2005).

Dalam pengolahan citra, pengenalan pola merupakan elemen penting yang bekerja bersama untuk mengekstraksi fitur khas dari citra yang dianalisis (Lesmana, 2019). Sistem pengenalan pola ini berfungsi sebagai komponen krusial dalam meniru kemampuan sensor manusia, terutama dalam hal penglihatan dan pendengaran. Sebagai contoh, untuk meniru penglihatan manusia, komputer perlu memiliki mekanisme yang terstandarisasi dan logis dalam mengenali pola-pola dalam citra yang diproses. Motivasi utama dari hal ini adalah untuk mencoba suatu metode sederhana yang memungkinkan komputer mengenali dan mengidentifikasi pola dalam citra dengan akurat.

Salah satu implementasi dari pengolahan citra digital adalah identifikasi objek, seperti menentukan nilai uang logam. Penelitian ini menggunakan metode sederhana untuk mengenali citra uang logam agar dapat diidentifikasi dengan tepat oleh komputer, memanfaatkan teknologi *Image Processing*. Proses ini mencakup kuantisasi karakteristik citra ke dalam sekumpulan nilai fitur yang relevan (Syafitri, 2011).

Dengan demikian, skripsi yang berjudul "*Identifikasi Nilai Uang Logam Rupiah Berdasarkan Warna dan Bentuk Objek Berbasis Image Processing*" bertujuan untuk menganalisis dan membuktikan kemampuan komputer dalam mengidentifikasi serta menghitung nilai uang logam rupiah secara efektif.

### **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka dapat ditarik rumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana kemampuan komputer dalam mengidentifikasi nilai uang logam rupiah berdasarkan warna dan bentuk objek berbasis *image processing*?

### **C. Tujuan Penelitian**

Peneliti mempunyai tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui kemampuan komputer dalam mengidentifikasi nilai uang logam rupiah berdasarkan warna dan bentuk objek berbasis *image processing*.

#### **D. Batasan Masalah**

Berdasarkan masalah yang diteliti, peneliti juga membatasi beberapa hal dalam penelitian ini diantaranya:

1. Sistem hanya berfokus pada deteksi uang logam rupiah yaitu Rp. 100, Rp. 200, Rp. 500, dan Rp. 1000.
2. Sistem hanya akan mengidentifikasi dan menghitung nilai uang logam berdasarkan warna dan bentuk objek.
3. Menggunakan bahasa pemrograman MATLAB dengan library *Image Acquisition Toolbox* dan *Image Processing Toolbox*.

#### **E. Manfaat Penelitian**

Berdasarkan permasalahan diatas, maka manfaat yang ingin dicapai dalam penelitian ini antara lain :

1. Penelitian ini menjadi bagian dari pengembangan teknologi komputer yang semakin pesat. Dengan fokus pada pengolahan citra digital dan pengenalan pola, penelitian ini memanfaatkan kemajuan teknologi untuk mengidentifikasi nilai uang logam secara otomatis. Manfaatnya adalah menghadirkan kontribusi positif terhadap kemajuan teknologi komputer dalam mengatasi masalah pengolahan citra.
2. Pengenalan pola merupakan aspek penting dalam aplikasi pengolahan citra. Penelitian ini membuktikan bahwa sistem pengenalan pola yang dikembangkan dapat mengidentifikasi ciri khas dari suatu citra uang logam. Manfaatnya adalah memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem yang

dapat meniru kemampuan indra manusia, terutama penglihatan, sehingga dapat digunakan dalam berbagai aplikasi.

3. Selain manfaat praktis, penelitian ini juga memberikan kontribusi terhadap ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang pengolahan citra digital dan pengenalan pola. Dengan membuktikan bahwa komputer dapat mengidentifikasi nilai uang logam berdasarkan karakteristik tertentu.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Kajian Hasil Penelitian Terdahulu**

1. (Zakaria, 2023). Universitas Muhammadiyah Parepare. “Pengenalan Nilai Mata Uang Kertas Untuk Tunanetra Berbasis Android”. Tujuan dari penelitian adalah untuk merancang dan membangun suatu aplikasi untuk membantu tunanetra untuk mengenali dan membedakan berbagai mata uang dengan mudah dan cepat. Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah template matching, karena metode ini dapat mengidentifikasi pola dalam citra yang berbeda-beda dalam waktu singkat.
2. (Lesmana, 2019). IKIP PGRI Pontianak. “Ekstraksi Fitur Boundary Region Untuk Uang Logam”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat suatu perangkat lunak untuk Ekstraksi Fitur Boundary Region Untuk Uang Logam guna membantu pemudahan pembelajaran.
3. (Ulfa & Nurdin, 2023). Universitas Malikussaleh. “Implementasi Metode Deteksi Tepi Canny Untuk Menghitung Jumlah Uang Koin Dalam Gambar Menggunakan OpenCV”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghitung uang koin dalam sebuah gambar menggunakan deteksi tepi Canny dan Gaussian Filtering. Adapun gambar yang digunakan dalam penelitian ini dalam bentuk jpg dan ujicoba memakai aplikasi Visual studio Code menggunakan OpenCV dan Python.

## **B. Uang Logam**

Koin, atau uang logam, adalah alat tukar yang digunakan dalam transaksi ekonomi dan umumnya diproduksi oleh lembaga pemerintah. Meskipun sering kali berbentuk bulat, koin dapat hadir dalam berbagai bentuk lainnya. Bahan-bahan yang biasa digunakan dalam pembuatan koin meliputi tembaga, nikel, aluminium, emas, perak, dan logam-logam lain. Setiap koin memiliki dua sisi, di mana salah satunya menunjukkan nilai nominal dan sisi lainnya biasanya dihiasi dengan gambar atau desain tertentu (Wikipedia, 2023).

Adapun ciri-ciri Uang Logam yaitu (1) Nominal Rp 1.000: Pada sisi muka koin ini terdapat desain tokoh pahlawan I Gusti Ketut Pudja, lambang Garuda, serta tulisan "Republik Indonesia" dan "I Gusti Ketut Pudja". Sisi belakang menampilkan tulisan "Bank Indonesia", "Rupiah", angka nominal "1000", dan tahun penerbitan "2016". (2) Nominal Rp 500: Di sisi muka koin ini terdapat gambar tokoh pahlawan Letjen TNI T. B. Simatupang, lambang Garuda, serta tulisan "Republik Indonesia" dan "Letjen TNI T. B. Simatupang". Pada sisi belakang terdapat tulisan "Bank Indonesia", "Rupiah", angka nominal "500", dan tahun penerbitan "2016".

(3) Nominal Rp 200: Pada sisi muka koin ini terdapat desain tokoh pahlawan Dr. Tjipto Mangunkusumo, lambang Garuda, serta tulisan "Republik Indonesia" dan "Dr. Tjipto Mangunkusumo". Sisi belakang menampilkan tulisan "Bank Indonesia", "Rupiah", angka nominal "200", dan tahun penerbitan "2016".

(4) Nominal Rp 100: Koin ini memperlihatkan desain tokoh pahlawan Prof. Dr. Ir. Herman Johannes di sisi muka, bersama dengan lambang Garuda dan tulisan "Republik Indonesia" serta "Prof. Dr. Ir. Herman Johannes". Pada sisi belakang

terdapat tulisan "Bank Indonesia", "Rupiah", angka nominal "100", dan tahun penerbitan "2016" (Peruri, 2024).

### C. Pengolahan Citra

Citra, yang dalam bahasa Latin dikenal sebagai imago, merujuk pada representasi, kemiripan, atau tiruan dari suatu objek atau benda. Citra dapat dibedakan menjadi dua jenis utama: citra tampak dan citra tidak tampak. Contoh dari citra tampak dalam kehidupan sehari-hari termasuk foto, gambar, dan lukisan. Sementara itu, citra tidak tampak mencakup data gambar dalam format digital (citra digital) serta citra yang diwakili oleh fungsi matematis. Di antara berbagai jenis citra ini, hanya citra digital yang dapat diproses menggunakan komputer. Jenis citra lainnya harus diubah menjadi format digital sebelum dapat diproses, misalnya dengan memindai foto menggunakan scanner, merekam distribusi panas tubuh dengan kamera inframerah dan mengonversinya menjadi data numerik, atau menangkap informasi dari sinar-X dan sistem deteksi radiasi untuk mendapatkan informasi dalam format digital. Proses konversi citra fisik non-digital menjadi digital disebut sebagai pencitraan (imaging).

Citra digital merupakan fungsi dua variabel,  $f(x,y)$ , di mana  $x$  dan  $y$  menunjukkan koordinat spasial, sementara  $f(x,y)$  mengindikasikan intensitas citra pada titik koordinat tersebut. Teknologi fundamental dalam menghasilkan dan menampilkan warna pada citra digital didasarkan pada prinsip bahwa warna dapat dibuat dari kombinasi tiga warna dasar: merah, hijau, dan biru (RGB). Agar citra dapat disimpan dalam memori komputer atau media penyimpanan lainnya, ia perlu diubah menjadi format digital. Digitalisasi citra dapat dilakukan dengan berbagai

alat seperti scanner, kamera digital, dan handycam. Setelah citra diubah menjadi format digital, berbagai teknik pengolahan citra dapat diterapkan untuk memanipulasi atau menganalisisnya.

Pengolahan citra merupakan teknik yang melibatkan pemrosesan gambar dengan metode numerik pada setiap piksel dari citra. Teknik ini memanfaatkan komputer untuk memanipulasi setiap piksel dari gambar, dan dikenal sebagai pemrosesan citra digital. Konsep ini pertama kali diperkenalkan di New York, AS, pada awal 1920-an untuk meningkatkan kualitas gambar koran yang dikirim melalui kabel bawah laut antara London dan New York. Meskipun perkembangan teknologi ini awalnya lambat, kemajuan pesat dalam teknologi komputer pada akhir 1960-an mempercepat kemampuan dan kapasitas pemrosesan citra, serta mendorong kemajuan signifikan dalam algoritma pemrosesan citra. Saat ini, pemrosesan citra digital telah diterapkan dalam berbagai bidang, termasuk arsitektur, geografi, ilmu komputer, kedokteran, fotografi, arkeologi, dan banyak lagi (Gazali et al., 2012).

#### **D. Ruang Warna**

Ruang warna adalah sistem untuk merepresentasikan dan menggambarkan warna dalam gambar atau citra digital. Setiap ruang warna memiliki cara tersendiri untuk mengekspresikan warna-warna yang berbeda, dan digunakan untuk berbagai tujuan seperti pemrosesan gambar, analisis warna, kompresi gambar, dan pengenalan objek. Dalam pengolahan citra menggunakan MATLAB, dua ruang warna yang sering digunakan adalah Ruang Warna RGB (Red, Green, Blue) dan Ruang Warna YCbCr (Luminance, Chrominance Blue, Chrominance Red).

## 1. Ruang Warna RGB

Ruang warna RGB menggunakan tiga komponen warna utama: merah (Red), hijau (Green), dan biru (Blue), untuk mendefinisikan warna dalam sebuah gambar. Setiap piksel dalam citra RGB diwakili oleh tiga nilai intensitas, yaitu untuk warna merah (R), hijau (G), dan biru (B). Rentang nilai untuk masing-masing komponen ini umumnya berkisar dari 0 hingga 255, di mana nilai 0 menunjukkan ketiadaan warna dan nilai 255 menunjukkan intensitas warna maksimum.

## 2. Ruang Warna YCbCr

Ruang warna YCbCr memisahkan informasi warna (chrominance) dari informasi kecerahan (luminance) dalam citra. Meskipun pertama kali dikembangkan untuk penyiaran warna, YCbCr kini banyak digunakan dalam pengolahan citra digital karena memiliki keunggulan dalam kompresi dan pengolahan citra. Ruang warna YCbCr memiliki tiga komponen: Y (Luminance) yaitu Komponen ini mengukur kecerahan atau intensitas piksel, Cb (Chrominance Blue) yaitu Komponen ini mengukur perbedaan antara biru (B) dan luminance (Y), Cr (Chrominance Red) yaitu Komponen ini mengukur perbedaan antara merah (R) dan luminance (Y).

## **E. Jenis Citra**

Dalam pengolahan citra, "jenis citra" mengacu pada karakteristik dasar dari sebuah citra yang mempengaruhi cara kita menganalisis, memproses, dan menggunakan citra tersebut. Jenis citra dapat ditentukan oleh beberapa faktor, termasuk jumlah saluran warna, representasi ruang warna, dan informasi tambahan

yang disertakan dalam citra. Berikut adalah beberapa jenis citra yang umum dalam pengolahan citra:

### 1. *Citra RGB*

Citra RGB (Red, Green, Blue) adalah jenis citra yang paling sering digunakan dalam pengolahan citra digital. Citra ini melibatkan tiga saluran warna: merah (R), hijau (G), dan biru (B). Setiap piksel dalam citra RGB diwakili oleh kombinasi intensitas dari ketiga saluran ini. Kombinasi intensitas dari ketiga saluran ini menciptakan spektrum warna yang luas, yang dapat menghasilkan warna yang berbeda.



**Gambar 2. 3** *Citra RGB*

### 2. *Citra Grayscale*

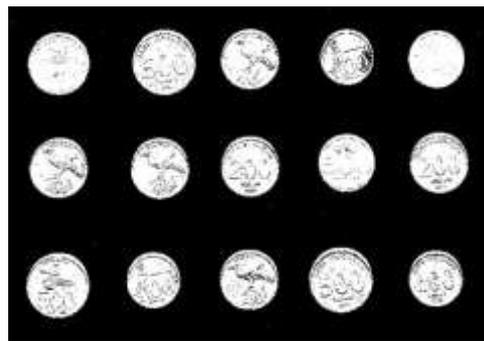
*Citra Grayscale* adalah jenis citra di mana setiap pikselnya direpresentasikan oleh satu saluran warna yang hanya menyatakan tingkat kecerahan atau intensitas. Dalam *citra Grayscale*, informasi warna diabaikan dan hanya informasi kecerahan yang dipertahankan. Setiap piksel dalam *citra Grayscale* memiliki nilai intensitas tunggal yang berkisar dari 0 (hitam) hingga 255 (putih) di mana 0 adalah nilai kecerahan tergelap (hitam) dan 255 adalah nilai kecerahan paling terang (putih).



**Gambar 2. 1** *Citra Grayscale*

### 3. *Citra Biner*

*Citra biner* adalah jenis citra yang hanya memiliki dua nilai intensitas yang mungkin untuk setiap piksel, yaitu hitam atau putih, biasanya direpresentasikan dengan 0 (hitam) dan 1 (putih). Citra biner dihasilkan dari proses thresholding, di mana nilai intensitas piksel dalam *citra grayscale* dikonversi menjadi nilai biner berdasarkan ambang tertentu. Jika nilai piksel melebihi ambang tersebut, piksel tersebut dianggap putih (objek), dan jika tidak, dianggap hitam (latar belakang).



**Gambar 2. 2** *Citra Biner.*

## F. Akuisisi Citra

Akuisisi citra adalah proses pengambilan gambar dari berbagai sumber seperti kamera digital, pemindai (scanner), atau sensor lainnya. Tujuan dari akuisisi

citra adalah untuk memperoleh data gambar yang akan diproses lebih lanjut dengan algoritma pengolahan citra. Langkah ini sangat penting dalam pengolahan citra karena kualitas dan akurasi data gambar yang diambil akan mempengaruhi hasil akhir dari analisis atau manipulasi citra yang dilakukan kemudian (Gonzalez, 2002).

### **G. Segmentasi Citra**

Segmentasi citra adalah proses pemisahan objek utama (foreground) dari latar belakang (background) pada citra yang telah diakuisisi. Hasil dari segmentasi ini biasanya berupa citra biner, di mana objek yang diinginkan ditandai dengan warna putih (1) dan latar belakang yang ingin dihapus berwarna hitam (0). Seperti halnya dengan perbaikan kualitas citra, proses segmentasi juga bersifat eksperimen dan subjektif, serta sangat tergantung pada tujuan yang ingin dicapai.

Salah satu metode segmentasi citra yaitu Otsu Thresholding ;

#### **1. Otsu Thresholding**

Metode Otsu Thresholding adalah salah satu metode yang umum digunakan dalam proses segmentasi citra untuk menentukan ambang batas secara otomatis. Tujuan utamanya adalah untuk membagi citra menjadi dua kelas berdasarkan histogram intensitasnya, yakni piksel yang dianggap sebagai latar belakang dan piksel yang dianggap sebagai objek.

### **H. Operasi Morfologi**

Operasi morfologi merupakan teknik dasar yang sangat berguna dalam pengolahan citra untuk mengubah bentuk, ukuran, dan struktur objek dalam citra. Dengan menggunakan operasi morfologi, kita dapat melakukan berbagai macam

manipulasi pada objek, seperti menghapus noise, memperbesar, atau merapikan objek dalam citra. Terdapat beberapa operasi dasar dalam operasi morfologi, di antaranya:

#### 1. Opening

Operasi area opening digunakan untuk menghilangkan objek kecil atau noise dari citra biner. Noise bisa muncul sebagai piksel-piksel yang terisolasi atau sebagai objek kecil yang tidak relevan dalam konteks analisis citra. Dengan menghapus noise, kita dapat meningkatkan kualitas segmentasi citra..

#### 2. Hole Filling

Operasi hole filling digunakan untuk mengisi lubang di dalam objek. Lubang-lubang ini dapat muncul saat proses segmentasi atau deteksi objek, dan dapat menyebabkan kesalahan dalam analisis berikutnya.

#### 3. Closing

Operasi closing digunakan untuk menghaluskan dan menghubungkan objek-objek yang terputus atau memiliki celah di dalamnya. Ini berguna untuk membuat objek menjadi lebih solid dan terhubung dengan baik.

### **I. Pengenalan Pola**

Pola adalah bentuk atau konfigurasi yang dapat dikenali berdasarkan ciri-cirinya. Ciri-ciri ini membantu kita membedakan satu pola dari pola lainnya. Fitur yang baik adalah fitur yang jelas membedakan satu pola dari pola lain, sehingga kita bisa mengelompokkan pola dengan akurat. Fitur-fitur pada pola biasanya diperoleh melalui pengukuran objek yang sedang diuji. Pengenalan pola bertujuan untuk menentukan kategori atau kelompok pola berdasarkan ciri-ciri tersebut.

Dengan kata lain, pengenalan pola membantu kita membedakan objek satu dengan objek lainnya (Syafitri, 2011).

## 1. Ekstraksi Ciri

Tahapan ini berfokus pada ekstraksi ciri atau informasi dari objek dalam citra yang perlu dikenali atau dibedakan dari objek lain. Ciri-ciri yang telah diekstraksi kemudian digunakan sebagai parameter atau nilai input untuk membedakan objek satu dengan objek lainnya dalam proses identifikasi atau klasifikasi.

### a) Ekstraksi Ciri Bentuk

Bentuk adalah salah satu fitur penting yang dapat diidentifikasi dari objek dalam citra digital, dan dapat digunakan untuk membedakan satu objek dari yang lain. Dalam pemrograman MATLAB, beberapa parameter digunakan untuk mengekstraksi ciri bentuk objek, termasuk luas, keliling, eccentricity, dan metric. Luas merujuk pada jumlah piksel yang membentuk sebuah objek dalam citra. Keliling adalah jumlah piksel yang mengelilingi batas objek.

Eccentricity mengukur perbandingan antara jarak antara dua fokus dari ellips minor dengan fokus dari ellips mayor yang sesuai dengan bentuk objek. Nilai eccentricity berkisar antara 0 hingga 1. Sebuah objek yang mendekati bentuk garis lurus akan memiliki nilai eccentricity mendekati 1, sedangkan objek yang berbentuk bulat atau melingkar akan memiliki nilai eccentricity mendekati 0. Metric adalah perbandingan antara luas dan keliling objek. Rentang nilai metric juga antara 0 hingga 1. Objek yang memanjang atau mendekati bentuk garis lurus

akan memiliki nilai metric yang mendekati 0, sementara objek dengan bentuk bulat atau melingkar akan memiliki nilai metric yang mendekati 1.

#### b) Ekstraksi Ciri Warna

Ekstraksi warna dalam ruang warna YCbCr adalah proses mengambil informasi warna dari suatu gambar atau video dengan menggunakan skema warna YCbCr. Ruang warna YCbCr terdiri dari tiga komponen: Y (luminance atau kecerahan), Cb (chroma biru), dan Cr (chroma merah). Sistem ini sering digunakan dalam kompresi video dan gambar digital karena cara penyimpanannya yang lebih efisien daripada ruang warna RGB. Dalam ruang warna YCbCr, ekstraksi warna dilakukan dengan memisahkan informasi kecerahan (Y) dari informasi warna (Cb dan Cr). Hal ini memberikan keuntungan dalam kompresi, pemrosesan sinyal, dan transmisi video. Dengan memahami setiap komponen, kita dapat mengelola informasi warna dengan lebih efisien dan efektif dalam pengolahan gambar dan video.

### **J. MATLAB**

Matlab adalah bahasa pemrograman tingkat tinggi yang dirancang khusus untuk keperluan komputasi teknis, visualisasi data, dan pengembangan aplikasi. Berbeda dengan bahasa pemrograman lain seperti Delphi, Basic, atau C++, Matlab memiliki fitur-fitur unik yang memudahkan pengguna dalam melakukan perhitungan matematis, analisis data, pengembangan algoritma, serta simulasi dan pemodelan grafik. Keunggulan utama Matlab terletak pada kemampuannya untuk mengelola berbagai fungsi matematika, fisika, dan statistik dengan sangat efisien. Matlab menyediakan lingkungan yang terintegrasi untuk menangani berbagai aspek

analisis data dan pemodelan, memungkinkan pengguna untuk melakukan visualisasi data yang kompleks serta simulasi yang mendetail. Dalam Matlab, pengguna dapat memanfaatkan berbagai alat dan fungsi bawaan untuk mempercepat proses pengolahan data dan pengembangan algoritma. Kemampuannya dalam menyajikan grafik yang interaktif dan dinamis menjadikannya pilihan utama dalam penelitian ilmiah dan teknik, di mana kebutuhan untuk visualisasi data yang akurat dan pemodelan yang mendalam sangat penting. Matlab juga mendukung berbagai jenis data dan format, serta menawarkan kemampuan pemrograman yang fleksibel, membuatnya cocok untuk berbagai aplikasi teknis dan penelitian yang memerlukan analisis dan visualisasi data tingkat lanjut.

Dikembangkan oleh MathWorks, Matlab awalnya dirancang untuk memudahkan akses dan manipulasi data matriks yang digunakan dalam proyek-proyek LINPACK dan EISPACK. Seiring berjalannya waktu, Matlab telah mengalami perkembangan yang signifikan dan kini menawarkan ratusan fungsi yang dapat menangani berbagai masalah, mulai dari yang sederhana hingga yang kompleks, di berbagai disiplin ilmu. Berkat kemampuannya yang luas, Matlab telah menjadi alat yang sangat berguna untuk berbagai aplikasi teknis dan ilmiah (Firmansyah, 2007).

#### 1. *Image Acquisition Toolbox*

Adalah sebuah toolbox yang disediakan oleh MathWorks untuk MATLAB yang memungkinkan pengguna untuk menangkap gambar dan video langsung dari perangkat seperti webcam, frame grabber, dan kamera industri. Ini adalah toolbox

yang berbeda dari *Image Processing Toolbox*, meskipun keduanya sering digunakan bersama-sama dalam aplikasi pengolahan citra yang lengkap. Dengan *Image Acquisition Toolbox*, pengguna MATLAB dapat dengan mudah mengintegrasikan akuisisi gambar dan video ke dalam kode mereka, mengambil data dari berbagai sumber perangkat keras, melakukan kontrol terhadap pengaturan kamera, dan mengintegrasikan data yang diambil ke dalam algoritma pengolahan gambar yang lebih luas.

## 2. *Image Processing Toolbox*

Adalah sebuah alat atau toolbox yang disediakan oleh MathWorks, perusahaan di belakang software MATLAB. Toolbox ini dirancang khusus untuk memudahkan pengolahan citra atau gambar. Dengan *Image Processing Toolbox*, pengguna MATLAB dapat melakukan berbagai operasi pengolahan gambar, analisis, dan manipulasi gambar secara efisien. *Image Processing Toolbox* sangat bermanfaat dalam berbagai aplikasi seperti pengolahan medis, pengenalan pola, pengolahan citra satelit, visi komputer, dan banyak lagi. Dengan menyediakan berbagai fungsi yang powerful dan efisien, Toolbox ini memungkinkan pengguna MATLAB untuk melakukan berbagai tugas pengolahan gambar tanpa harus menulis kode dari awal (Doe & Smith, 2021).

## **K. *Unified Modelling Language (UML)***

*Unified Modelling Language* adalah bahasa standar yang secara luas digunakan di industri untuk mendefinisikan kebutuhan, melakukan analisis, dan merancang arsitektur dalam pemrograman berbasis objek. UML memfasilitasi

penggambaran dan perancangan sistem perangkat lunak dengan pendekatan yang sistematis dan terstruktur (Razak, 2022).

*Unified Modelling Language* (UML) sudah banyak digunakan untuk membuat desain dari suatu sistem, adapun beberapa jenis UML yang sering digunakan seperti *Use Case Diagram*, *Sequence Diagram*, *Activity Diagram* dan *Class Diagram*. Adapun simbol dari UML sebagai berikut:

**Tabel 2. 1** *Symbol Use Case Diagram*

No	Gambar	Nama	Keterangan
1		<i>Actor</i>	Entitas seperti orang, organisasi, atau sistem yang berinteraksi dengan sistem yang sedang dimodelkan biasanya digambarkan dengan ikon manusia.
2		<i>Dependency</i>	Penggunaan <i>Dependency</i> pada diagram use case membantu menyederhanakan dan mengorganisir kompleksitas hubungan antar elemen dalam sistem, yang pada gilirannya mendukung pemahaman yang lebih baik terhadap kebutuhan dan fungsionalitas sistem.
3		<i>Generalization</i>	<i>Generalization</i> membantu dalam memahami hierarki use case, di mana use case yang lebih umum dapat memiliki satu atau lebih use case anak yang lebih spesifik.
4		<i>Include</i>	Digunakan untuk menunjukkan bagaimana suatu use case dapat memanfaatkan fungsionalitas dari use case lain untuk menyelesaikan tugas atau skenario tertentu.
5		<i>Extend</i>	Menggambarkan kondisi di mana sebuah use case dapat menambahkan atau memperluas fungsionalitas dari use case lain dalam sistem.
6		<i>Association</i>	Hubungan yang menghubungkan objek satu dengan objek lainnya.

No	Gambar	Nama	Keterangan
7		<i>System</i>	Spesifikasi paket yang menggambarkan sistem dalam lingkup yang terbatas.
8		<i>Use Case</i>	Deskripsi mengenai urutan tindakan yang dilakukan oleh sistem untuk mencapai hasil yang terukur bagi seorang aktor.
9		<i>Collaboration</i>	Mengacu pada interaksi antara aturan dan elemen yang bekerja bersama untuk menciptakan perilaku yang lebih besar daripada sekadar jumlah bagian-bagiannya (sinergi).
10		<i>Note</i>	Merujuk pada elemen fisik yang ada saat aplikasi berjalan dan mewakili suatu sumber daya komputasi.

**Tabel 2. 2** *Symbol Class Diagram*

No.	Gambar	Nama	Keterangan
1		<i>Generalization</i>	Hubungan di mana objek turunan (descendant) mewarisi perilaku dan struktur data dari objek induk (ancestor) yang lebih umum.
2		<i>Nary Association</i>	Pendekatan yang digunakan untuk menghindari asosiasi yang melibatkan lebih dari dua objek.
3		<i>Class</i>	Kumpulan objek yang memiliki atribut dan operasi yang serupa.
4		<i>Collaboration</i>	Deskripsi mengenai urutan tindakan yang dilakukan sistem untuk menghasilkan hasil yang terukur bagi seorang aktor.
5		<i>Realization</i>	Implementasi konkret dari operasi yang dilakukan oleh suatu objek.
6		<i>Association</i>	Hubungan yang menghubungkan satu objek dengan objek lainnya.

**Tabel 2. 3** *Symbol Sequence Diagram*

No	Gambar	Nama	Keterangan
1		<i>LifeLine</i>	Representasi dari objek atau entitas yang saling berinteraksi dalam suatu sistem.

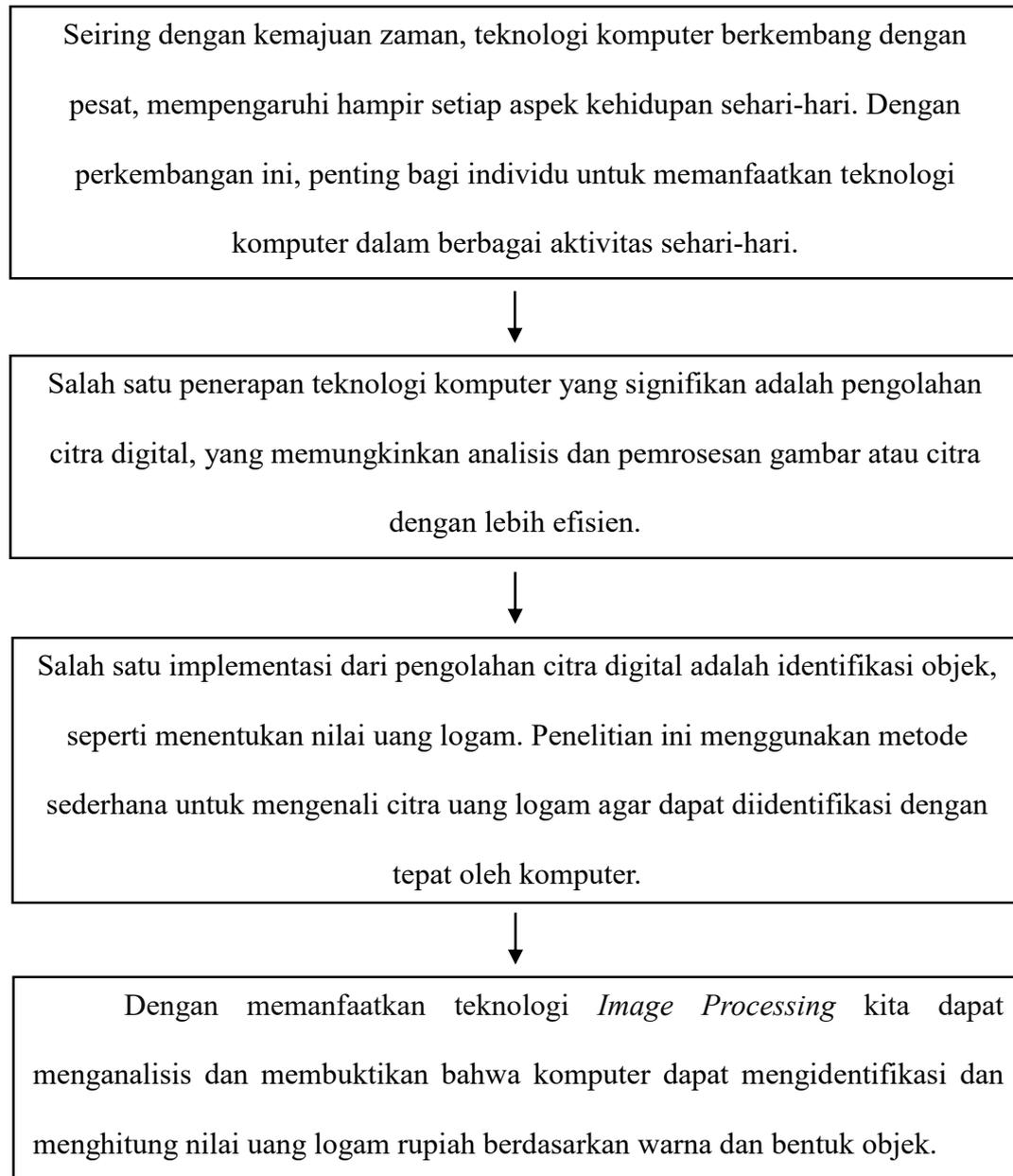
2		<i>Message</i>	Spesifikasi komunikasi antara objek yang mencakup informasi tentang aktivitas yang berlangsung.
3		<i>Message</i>	Spesifikasi komunikasi antara objek yang mencakup informasi tentang aktivitas yang berlangsung.

**Tabel 2. 4** *Symbol Activity Diagram*

No.	Gambar	Nama	Keterangan
1		<i>Activity</i>	Menggambarkan bagaimana berbagai kelas atau antarmuka berinteraksi satu sama lain.
2		<i>Action</i>	Keadaan dalam sistem yang mencerminkan pelaksanaan suatu aksi.
3		<i>Initial Node</i>	Menggambarkan bagaimana objek dibentuk atau dimulai.
4		<i>Activity Final Node</i>	Menggambarkan bagaimana objek diselesaikan dan dihentikan.
5		<i>Fork Node</i>	Titik di mana satu aliran terpecah menjadi beberapa aliran pada tahap tertentu.

## L. Kerangka Pikir

Untuk mempermudah alur dari penelitian maka dibuatlah kerangka berpikir yang dituangkan dalam bentuk diagram;



## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang diterapkan adalah penelitian kuantitatif. Menurut Jaya (2020), penelitian kuantitatif adalah metode yang bertujuan untuk memperoleh temuan baru melalui prosedur statistik atau metode kuantifikasi lainnya. Dalam pendekatan ini, hubungan antara variabel dianalisis menggunakan alat uji statistik dan teori yang objektif. Data kuantitatif, atau data sekunder, berupa angka yang memungkinkan dilakukan berbagai operasi matematika untuk analisis lebih mendalam.

#### B. Waktu Penelitian

Waktu penelitian ini di dilakukan selama  $\pm$  4 bulan.

**Tabel 3. 1** Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No	Uraian Kegiatan	Tahun 2024			
		Mei	Juni	Juli	Agustus
1	Studi Literatur				
2	Analisis Data				
3	Perancangan Aplikasi				
4	Pembuatan Aplikasi				
5	Pengujian				

### C. Alat dan Bahan

Untuk melakukan proses penelitian dalam pembuatan aplikasi, diperlukan perangkat keras dan perangkat lunak yang mendukung kegiatan tersebut. Berikut adalah *hardware* dan *software* yang dibutuhkan untuk menyelesaikan penelitian ini:

#### 1. Perangkat keras

Perangkat keras yang digunakan untuk membuat identifikasi nilai uang logam rupiah dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 3. 2** Spesifikasi perangkat keras

Spesifikasi	
Tipe	Lenovo
<i>Processor</i>	Intel(R) Celeron(R) N4000 CPU @ 1.10GHz, 1101 Mhz, 2 Core(s), 2 Logical Processor(s)
<i>RAM</i>	4 GB
<i>SSD</i>	466 GB
Tipe	Logitech webcam C170
<i>Resolusi Maks</i>	1024 x 768 Pixels
<i>Resolusi Video</i>	Full HD
<i>Frame Rate</i>	30fps
Tipe	Bohlam LED USB
Voltase	DC5V
Watt	5W

#### 2. Perangkat lunak

Perangkat lunak yang digunakan untuk membuat identifikasi nilai uang logam rupiah dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 3. 3** Spesifikasi Perangkat Lunak

<b>Spesifikasi</b>	
Sistem Operasi	Windows 10
Tool Pemrograman	<i>Image Acquistition Toolbox</i> <i>Image Processing Toolbox</i>
Bahasa Pemrograman	MATLAB

#### **D. Metode Pengumpulan Data**

Metode pengumpulan data yang tepat yaitu dengan mempertimbangkan penggunaan berdasarkan jenis data dan sumbernya, sehingga peneliti melakukan beberapa teknik pengumpulan data sebagai berikut:

##### 1. Wawancara

Teknik wawancara merupakan pengumpulan data dengan cara memberi beberapa pertanyaan langsung kepada narasumber, dengan ini peneliti mewawancarai langsung seseorang yang memiliki pengalaman praktis dalam mengoleksi dan mengidentifikasi uang logam.

##### 2. Studi Literatur

Mengumpulkan data dengan mempelajari masalah dengan objek yang diteliti, bersumber dari buku-buku, literatur yang disusun oleh para ahli untuk melengkapi data yang diperlukan dalam penelitian baik secara offline maupun Online.

#### **E. Tahapan Penelitian**

Tahap penelitian yang dilakukan terdiri dari tujuh tahap penelitian tersebut dan dapat dilihat sebagai berikut:

##### 1. Persiapan Penelitian

Tahap ini peneliti mempersiapkan alat, bahan seperti yang telah dijelaskan di atas serta menyiapkan buku yang terkait dengan topik yang akan diteliti.

## 2. Pengumpulan Data

Tahap ini peneliti melakukan pengumpulan informasi sebanyak-banyaknya mengenai topik melalui studi literatur.

## 3. Analisis Data

Tahap ini peneliti melakukan analisa data yang telah didapatkan dari pengumpulan data yang sebelumnya telah dilakukan. Dalam hal ini peneliti mempersiapkan rancangan yang akan diterapkan dari sistem yang telah ada ke sistem yang baru.

## 4. Perancangan Sistem

Tahap ini peneliti akan mulai merancang sistem berdasarkan Analisa data yang telah dilakukan dan melakukan pembuatan desain system terkait desain sistem yang berjalan dan desain sistem yang diusulkan serta membuat desain *User Interface* aplikasi .

## 5. Pembuatan Aplikasi

Tahap ini peneliti akan membuat aplikasi sesuai dengan rancangan sistem yang telah dirancang.

## 6. Pengujian

Peneliti akan melakukan pengujian aplikasi untuk mengetahui apakah hasil perancangan terdapat kekurangan, jika ada, peneliti akan kembali ke tahap analisis.

## 7. Implementasi

Tahap ini merupakan tahap dimana peneliti mengimplementasikan aplikasi pada nilai uang logam rupiah.

## **F. Metode Pengujian**

Setelah aplikasi telah dibuat maka dilakukan pula pengujian pada aplikasi tersebut. Dalam penelitian ini digunakan 2 (dua) metode untuk melakukan pengujian pada sistem aplikasi yaitu *blackbox testing* dan *whitebox testing* yang bisa dijelaskan sebagai berikut:

### *1. Blackbox Testing*

Pengujian black box, yang sering disebut sebagai pengujian perilaku, adalah metode pengujian di mana struktur internal dan logika perangkat lunak tidak diketahui oleh penguji. Fokus dari pengujian ini adalah pada spesifikasi kebutuhan dan tidak memerlukan analisis terhadap kode sumber. Pengujian black box dilakukan dengan mempertimbangkan perspektif pengguna akhir.

Pengujian black box mencakup berbagai metode, termasuk partisi equivalensi, analisis nilai batas, grafik penyebab efek, pengujian orthogonal array, pengujian transisi status, dan fuzzing. Metode-metode ini masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan dalam pelaksanaannya. Salah satu keuntungan utama dari pengujian black box adalah kemampuannya untuk mengidentifikasi kekurangan yang tidak sesuai dengan spesifikasi kebutuhan dalam pengembangan perangkat lunak. Namun, kelemahan dari pendekatan ini adalah keterbatasan informasi yang dimiliki penguji mengenai perangkat lunak yang sedang diuji, yang dapat membatasi cakupan pengujian.

### *2. Whitebox Testing*

*White box testing*, atau pengujian struktural, melibatkan pemahaman menyeluruh tentang perangkat lunak yang diuji, sehingga penguji memiliki akses penuh terhadap struktur internalnya. Dalam pengujian ini, desain uji dibuat dari sudut pandang pengembang karena mereka memahami kode sumber yang diuji. Tujuan utamanya adalah untuk mendeteksi kesalahan logis dalam kode dengan memeriksa setiap bagian kode yang dapat diuji. Pengujian ini dapat mengidentifikasi kesalahan acak dan mengoreksi asumsi yang keliru dalam program. *White box testing* digunakan pada berbagai tingkat perancangan perangkat lunak, dan penguji harus memeriksa kode sumber untuk menemukan dan memperbaiki bagian-bagian yang tidak berfungsi dengan semestinya.

*White box testing* memerlukan akses penuh ke kode sumber dan sering diterapkan selama pengembangan perangkat lunak. Metode ini juga dikenal dengan istilah *clear box*, *glass box*, atau *open box*. Kelebihan dari *white box testing* termasuk kemampuannya untuk mengidentifikasi dan menghapus bagian-bagian kode yang tersembunyi, melakukan pengujian secara menyeluruh dengan mengeksplorasi semua aspek struktur dan logika, serta membantu dalam proses optimalisasi kode. Selain itu, *white box testing* dapat dilaksanakan meskipun antarmuka pengguna grafis (GUI) masih dalam tahap pengembangan (Praniffa et al., 2023).

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

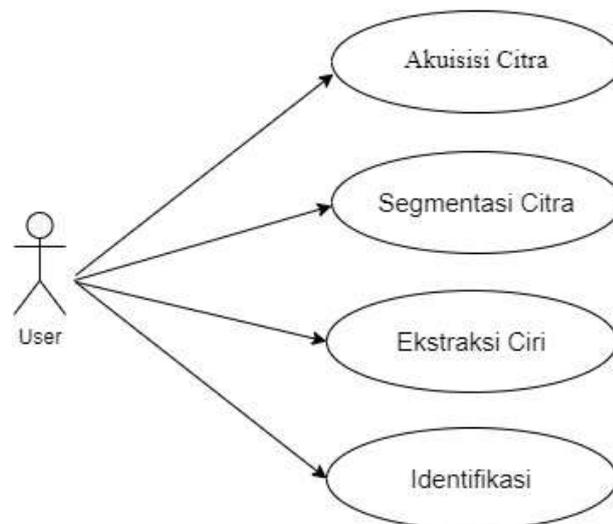
#### A. Analisis Aliran Data UML

Dalam bagian ini, akan dibahas tiga diagram UML yang menggambarkan aliran data dan interaksi dalam aplikasi Sistem Identifikasi Nilai Uang Logam, Menggunakan *Use Case Diagram*, *Activity diagram* dan *Sequence diagram*.

##### 1. *Use Case diagram*

*Use Case diagram* adalah sebuah diagram dalam pemodelan sistem yang menunjukkan hubungan antara aktor (pengguna) dan sistem itu sendiri. Diagram ini berfungsi untuk mengidentifikasi serta mendeskripsikan fungsionalitas yang disediakan oleh sistem dari perspektif pengguna.

##### a. *Use Case Diagram*



**Gambar 4. 1** *Use Case Diagram*

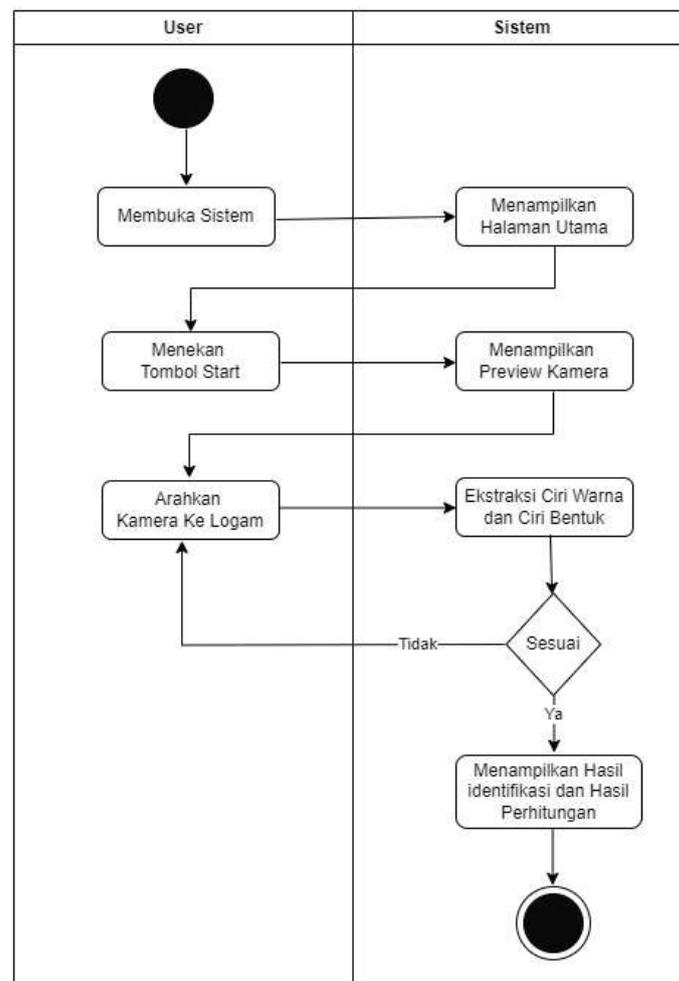
**Tabel 4. 1** Penjelasan *Use Case User*

<b>Nama <i>Use Case</i></b>	<b>Deskripsi <i>Use Case</i></b>
Akuisisi Citra	<i>Use Case</i> ini menjelaskan proses di mana pengguna dapat mengakuisisi citra menggunakan perangkat kamera. Pengguna mengaktifkan fitur kamera pada aplikasi, kemudian mengambil gambar objek yang ingin dianalisis.
Segmentasi Citra	<i>Use Case</i> ini menjelaskan proses di mana sistem melakukan segmentasi pada citra yang telah diakuisisi untuk memisahkan objek-objek yang relevan dari latar belakang. Segmentasi bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengisolasi fitur-fitur penting dalam citra agar dapat dianalisis lebih lanjut.
Ekstraksi Ciri	<i>Use Case</i> ini menjelaskan proses di mana sistem mengekstraksi fitur atau ciri-ciri penting dari citra yang telah tersegmentasi. Ekstraksi ciri bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik objek, seperti warna dan bentuk objek yang dapat digunakan untuk analisis lebih lanjut, seperti klasifikasi atau pengenalan objek.
Identifikasi	<i>Use Case</i> ini menjelaskan proses di mana sistem mengidentifikasi nilai uang logam berdasarkan ciri-ciri yang telah diekstraksi dari citra yang tersegmentasi.

## 2. Activity diagram

*Activity diagram* digunakan untuk menggambarkan alur kerja atau alur kontrol dalam sebuah proses bisnis atau use case. Diagram ini memperlihatkan berbagai aktivitas yang berlangsung dalam sistem serta urutan pelaksanaannya.

### a. Activity diagram start

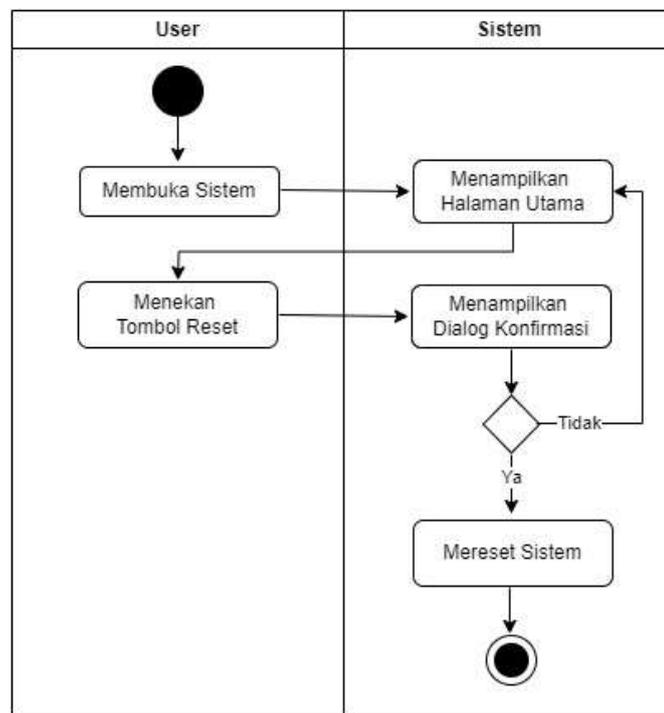


**Gambar 4.2** activity diagram Start

Pada Gambar 4.2 menggambarkan langkah-langkah yang dilalui user saat masuk ke sistem dan memulai proses identifikasi logam. Proses dimulai dengan user membuka sistem, yang kemudian menampilkan halaman utama. Setelah itu, user akan menekan tombol "start," yang membuat sistem menampilkan preview

kamera. Kamera kemudian diarahkan ke logam untuk proses deteksi. Ketika logam terdeteksi, maka sistem akan mengekstraksi ciri warna dan ciri bentuk jika sesuai maka sistem akan menampilkan hasil identifikasi dan hasil perhitungan nilai uang logam.

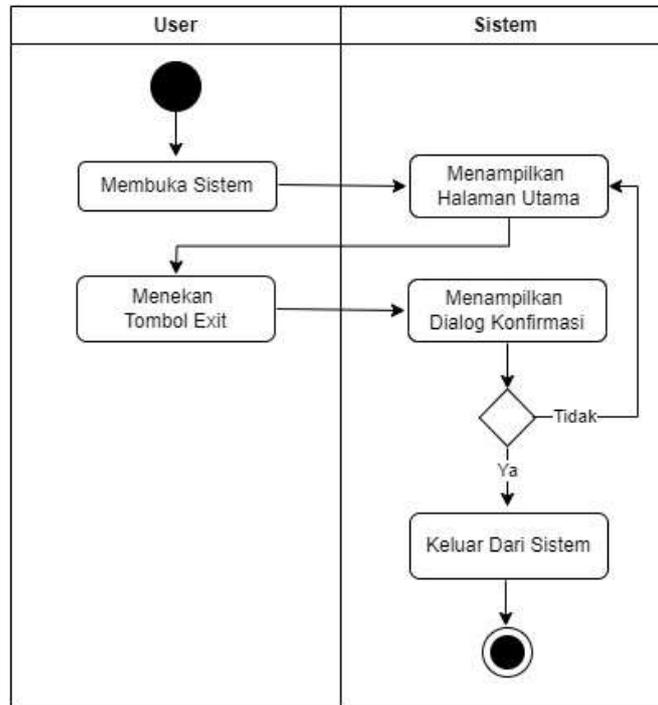
b. *Activity diagram* Reset



**Gambar 4.3** *activity diagram* Reset

Pada Gambar 4.3 menggambarkan langkah-langkah yang diambil oleh user untuk mengembalikan sistem ke kondisi awal. Pertama, user menekan tombol reset, yang akan menampilkan dialog konfirmasi dengan pertanyaan "Apakah Anda yakin ingin mereset sistem?". Jika user memilih untuk tidak melanjutkan, sistem akan tetap berada di halaman utama. Namun, jika user memilih untuk melanjutkan, sistem akan direset ke kondisi semula.

c. Activity diagram *Exit*



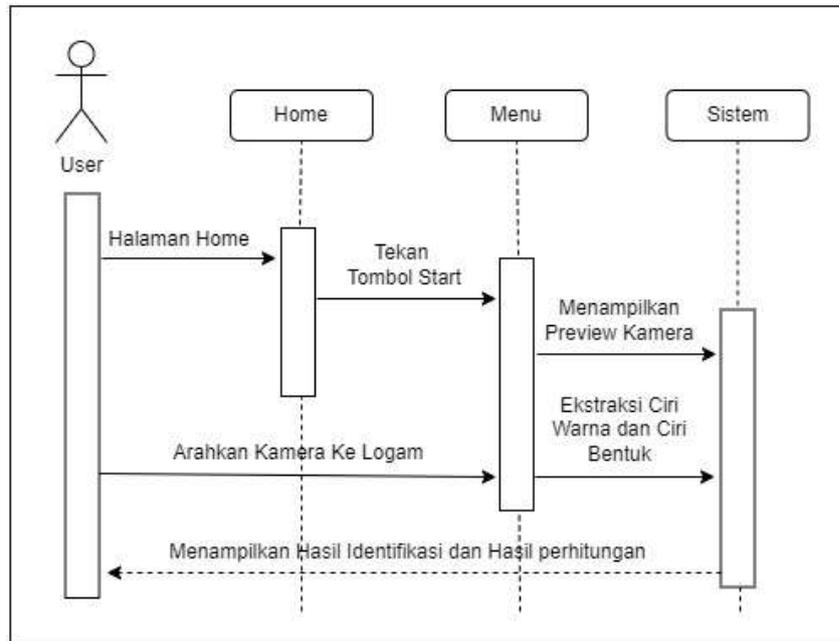
**Gambar 4. 4** activity diagram *Exit*

Pada Gambar 4. 4 menjelaskan langkah-langkah yang dilakukan user untuk keluar dari sistem. Dimulai dengan user menekan tombol exit, yang kemudian memunculkan dialog konfirmasi yang menanyakan, "Apakah Anda yakin ingin keluar?". Jika user memilih untuk tidak melanjutkan, sistem akan tetap berada di halaman utama. Namun, jika user memilih untuk melanjutkan, sistem akan menutup dan keluar dari sistem.

### 3. *Sequence Diagram*

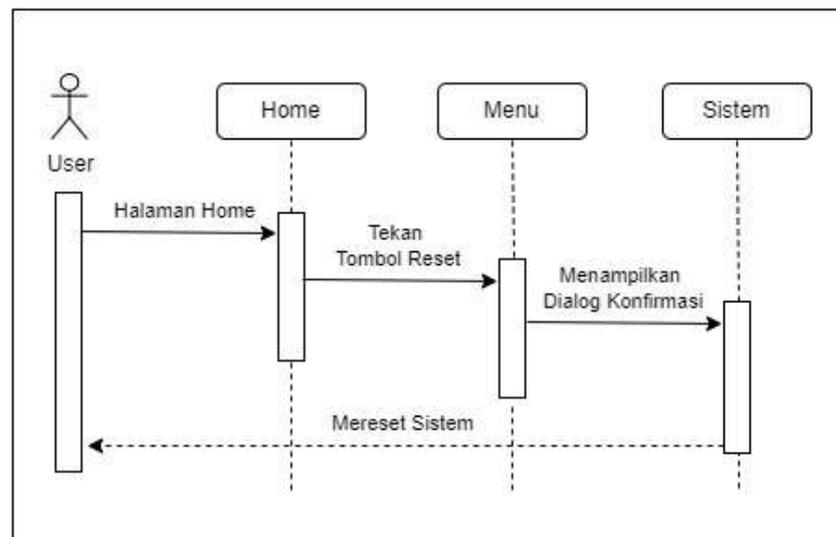
*Sequence diagram* adalah jenis diagram yang menggambarkan interaksi antara objek-objek dalam sistem secara berurutan berdasarkan waktu. Diagram ini memperlihatkan bagaimana objek-objek saling bertukar pesan atau data dalam urutan waktu untuk menyelesaikan sebuah tugas atau *use case*.

a. *Sequence diagram Start*



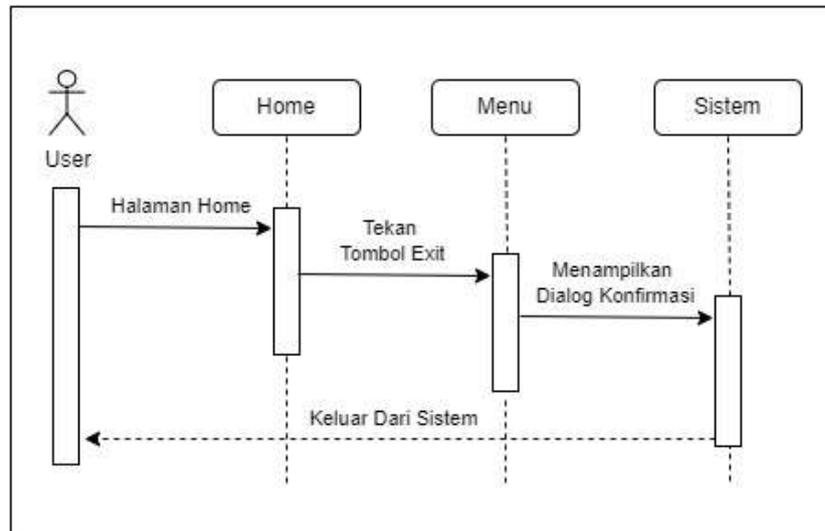
**Gambar 4. 5** *Sequence diagram Start*

b. *Sequence diagram Reset*



**Gambar 4. 6** *Sequence diagram Reset*

c. *Sequence diagram* Exit

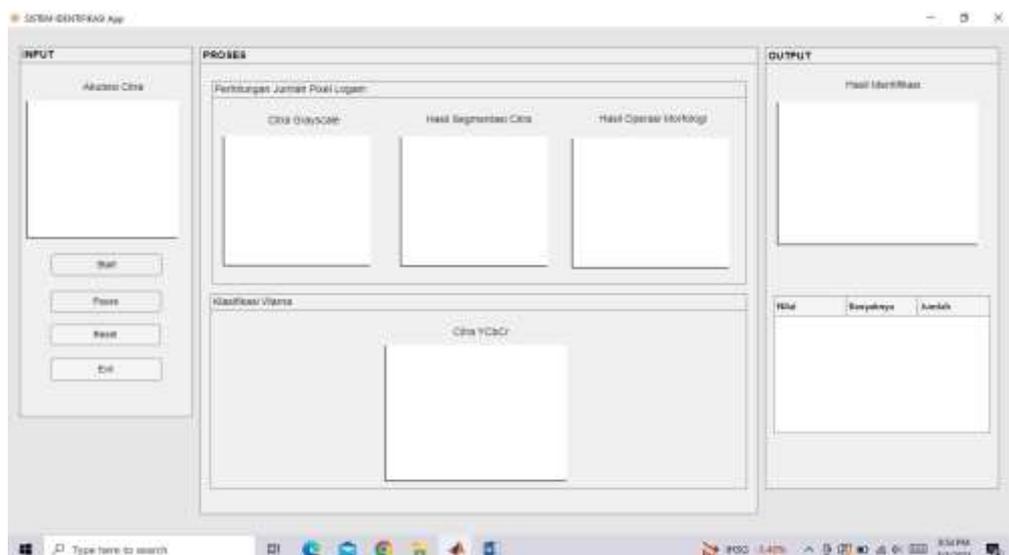


**Gambar 4.7** *Sequence diagram* Exit

## B. Detail Sistem

### 1. Home

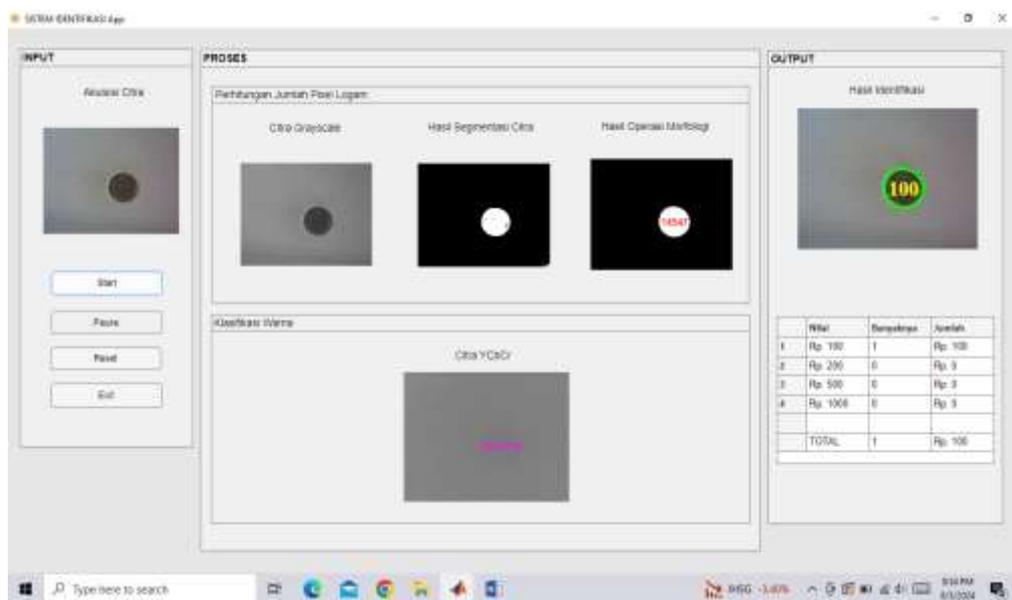
Halaman ini adalah tampilan awal saat user mengakses sistem identifikasi. Di halaman ini terdapat berbagai fitur, termasuk axes, tabel, dan beberapa tombol pengolahan seperti tombol start, reset, dan exit.



**Gambar 4.8** Halaman home

## 2. Halaman memulai proses identifikasi

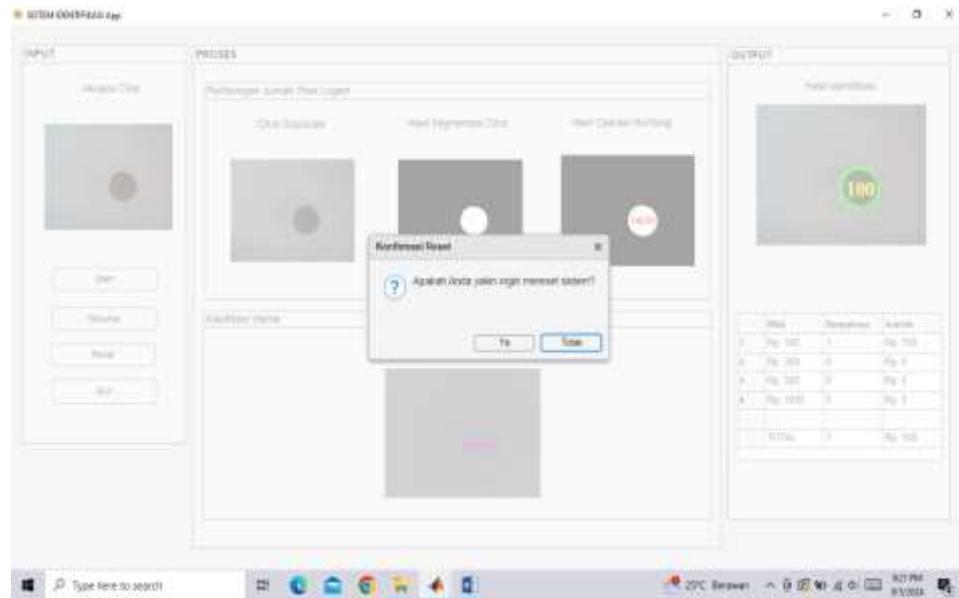
Halaman ini akan muncul setelah user menekan tombol start. Sistem kemudian akan menampilkan preview kamera. Ketika user mengarahkan kamera ke logam, sistem akan melakukan ekstraksi ciri warna dan ciri bentuk. Jika ciri-ciri tersebut sesuai, sistem akan menampilkan hasil identifikasi dan hasil perhitungan nilai uang logam.



**Gambar 4. 9** Halaman memulai proses identifikasi

## 3. Halaman menghentikan proses identifikasi

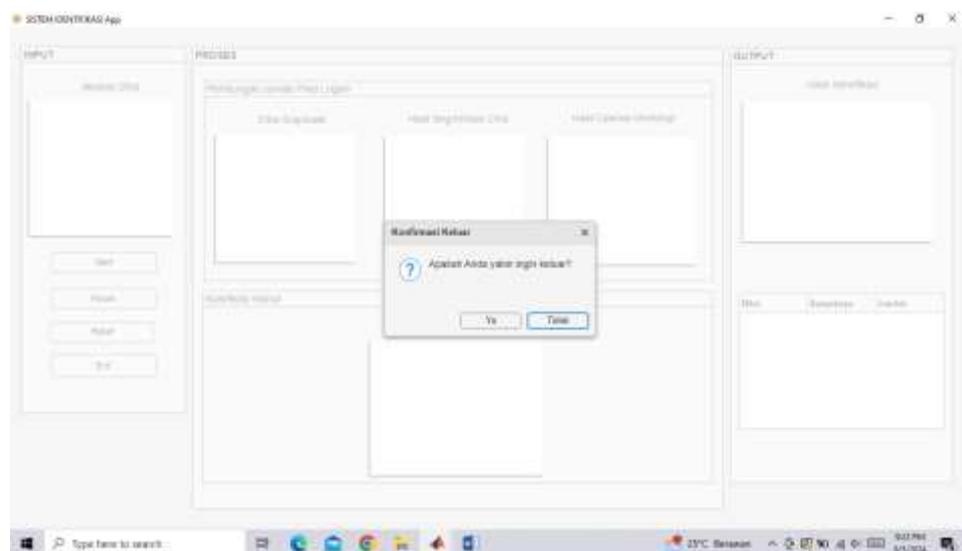
Halaman ini akan muncul setelah user menekan tombol reset. Sistem akan menampilkan dialog konfirmasi yang bertanya, "Apakah Anda yakin ingin mereset sistem?" Jika user memilih "ya," sistem akan direset. Namun, jika user memilih "tidak," sistem akan tetap berada di halaman utama dan proses identifikasi akan terus berlanjut.



**Gambar 4. 10** Halaman menghentikan proses identifikasi

#### 4. Halaman keluar dari sistem

Halaman ini akan muncul ketika user menekan tombol exit. Sistem akan menampilkan pesan konfirmasi dengan pertanyaan, "Apakah Anda yakin ingin keluar?" Jika user memilih "ya," sistem akan ditutup. Sebaliknya, jika user memilih "tidak," sistem akan tetap berada di halaman utama.



**Gambar 4. 11** Halaman keluar dari sistem

### C. Pengujian Sistem

Pengujian sistem bertujuan untuk mengidentifikasi kesalahan, kesenjangan, atau kekurangan dalam sistem sebelum digunakan oleh pengguna akhir. Ada dua pendekatan utama dalam pengujian sistem ini, yaitu pengujian *Black box* dan pengujian *white box*.

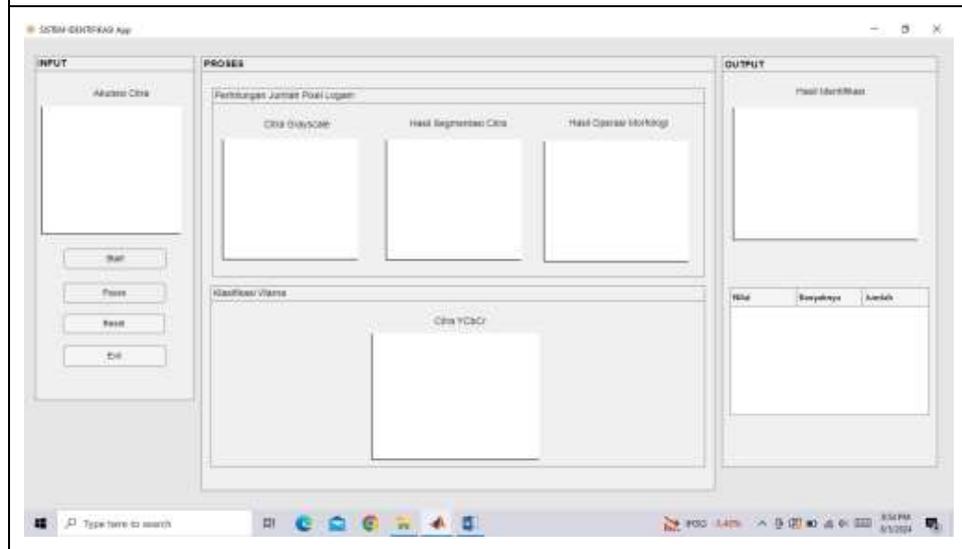
#### 1. *Black box*

##### a. *Black box testing* halaman home

**Tabel 4. 2** *Black box testing* halaman home

Tes faktor	Hasil	Keterangan
User membuka sistem	✓	Berhasil, tampil halaman utama sistem identifikasi

#### *Screenshot*



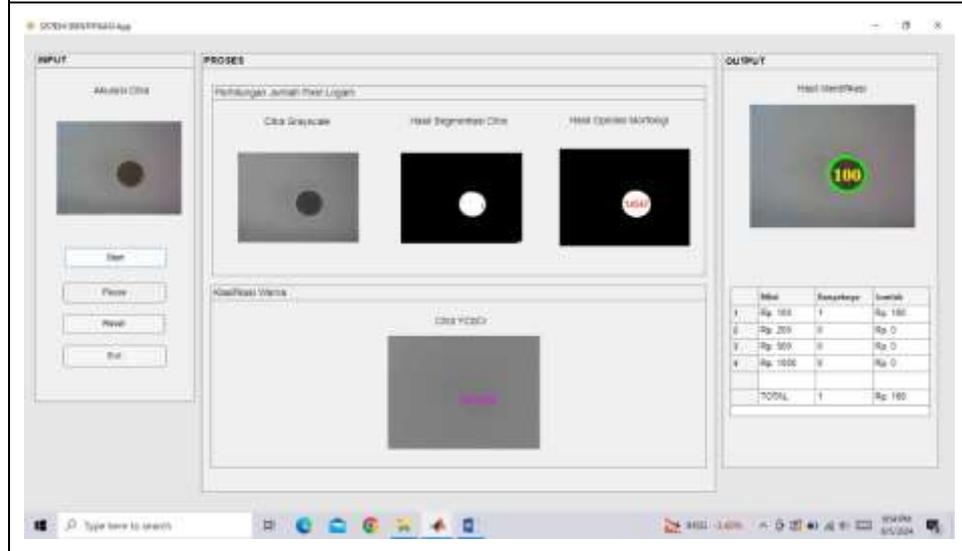
##### b. *Black box testing* deteksi logam Rp. 100

**Tabel 4. 3** *Black box testing* deteksi logam Rp. 100

Tes faktor	Hasil	Keterangan
------------	-------	------------

Kamera USB menyorot logam	✓	Berhasil, mendeteksi logam Rp. 100, menampilkan hasil identifikasi dan hasil perhitungan
------------------------------	---	--

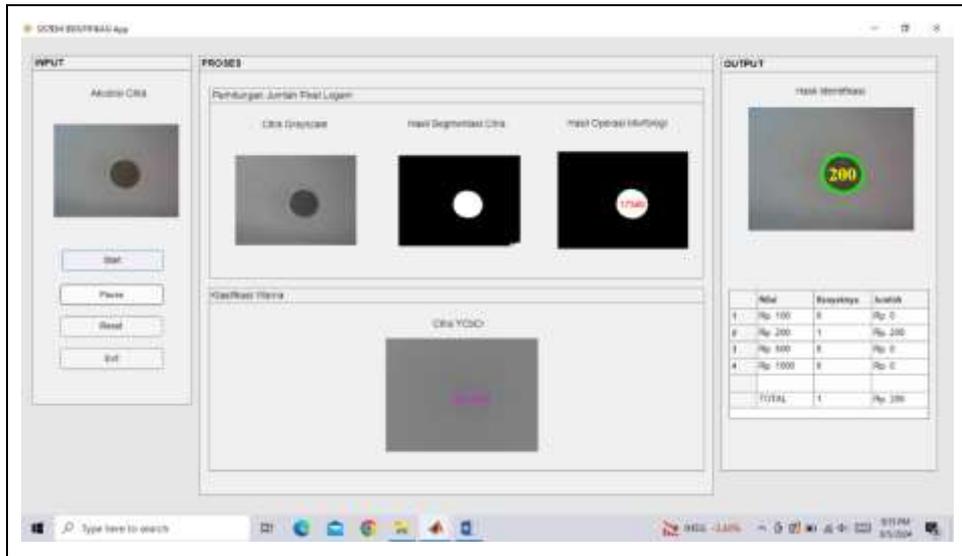
*Screenshot*



**c. Black box testing deteksi logam Rp. 200**

**Tabel 4. 4** *Black box testing* deteksi logam Rp. 200

Tes faktor	Hasil	Keterangan
Kamera USB menyorot logam	✓	Berhasil, mendeteksi logam Rp. 200, menampilkan hasil identifikasi dan hasil perhitungan
<i>Screenshot</i>		

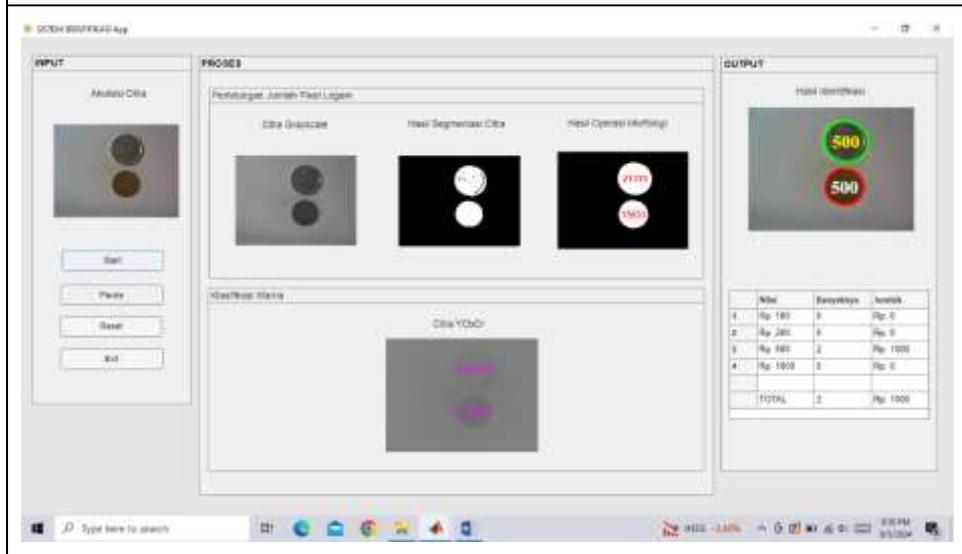


d. *Black box testing* deteksi logam Rp. 500

Tabel 4. 5 *Black box testing* deteksi logam Rp. 500

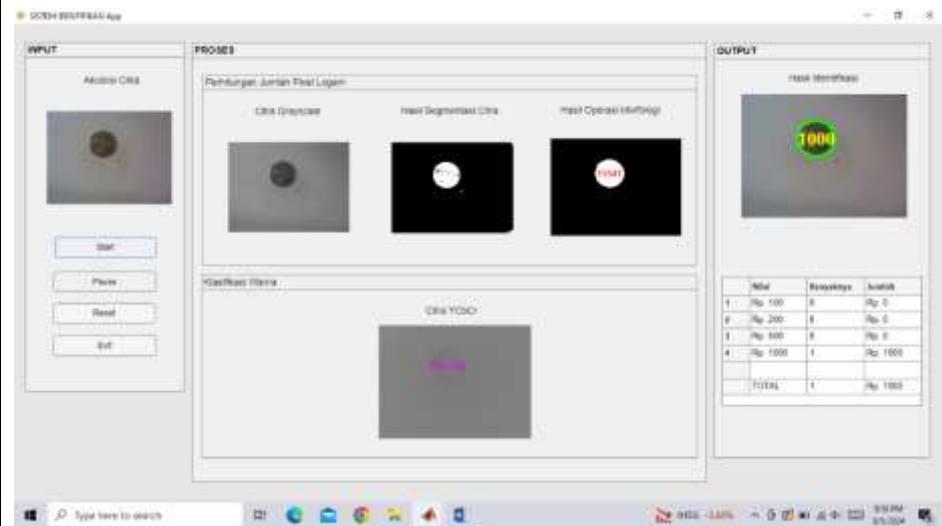
Tes faktor	Hasil	Keterangan
Kamera USB menyorot logam	✓	Berhasil, mendeteksi logam Rp. 500, menampilkan hasil identifikasi dan hasil perhitungan

*Screenshot*



e. *Black box testing* deteksi logam Rp. 1000

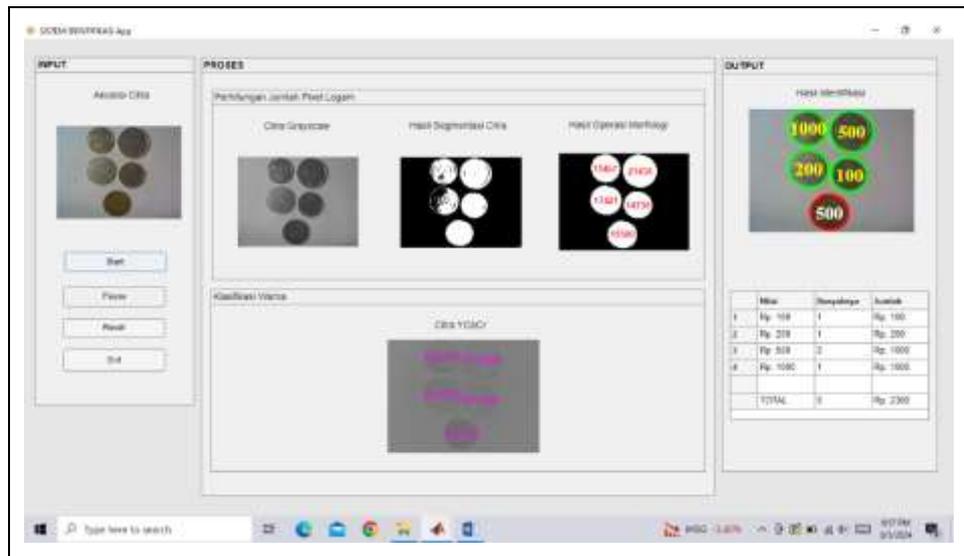
**Tabel 4. 6** *Black box testing* deteksi logam Rp. 1000

Tes faktor	Hasil	Keterangan																								
Kamera USB menyorot logam	✓	Berhasil, mendeteksi logam Rp. 1000, menampilkan hasil identifikasi dan hasil perhitungan																								
<i>Screenshot</i>																										
 <p>The screenshot displays the 'SOEN BEKRAFAS App' interface. It is divided into three main sections: INPUT, PROSES, and OUTPUT. The INPUT section shows a coin image with buttons for 'Start', 'Pause', 'Reset', and 'Exit'. The PROSES section, titled 'Pembagian Jurnah Test Logam', shows three stages: 'Citra Original', 'hasil Segmentasi Citra', and 'hasil Citraasi keUrbinary'. Below this is a 'Klasifikasi Citra' section with a 'Citra YCrCb' image. The OUTPUT section, titled 'hasil identifikasi', shows a coin image with a green '1000' label and a table of results.</p> <table border="1" data-bbox="1125 974 1332 1108"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>Nilai</th> <th>Banyaknya</th> <th>Avantaj</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Rp. 100</td> <td>0</td> <td>Rp. 0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Rp. 200</td> <td>0</td> <td>Rp. 0</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Rp. 500</td> <td>0</td> <td>Rp. 0</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Rp. 1000</td> <td>1</td> <td>Rp. 1000</td> </tr> <tr> <td colspan="2">TOTAL</td> <td>1</td> <td>Rp. 1000</td> </tr> </tbody> </table>			No	Nilai	Banyaknya	Avantaj	1	Rp. 100	0	Rp. 0	2	Rp. 200	0	Rp. 0	3	Rp. 500	0	Rp. 0	4	Rp. 1000	1	Rp. 1000	TOTAL		1	Rp. 1000
No	Nilai	Banyaknya	Avantaj																							
1	Rp. 100	0	Rp. 0																							
2	Rp. 200	0	Rp. 0																							
3	Rp. 500	0	Rp. 0																							
4	Rp. 1000	1	Rp. 1000																							
TOTAL		1	Rp. 1000																							

f. *Black box testing* deteksi semua logam

**Tabel 4. 7** *Black box testing* deteksi semua logam

Tes faktor	Hasil	Keterangan
Kamera USB menyorot logam	✓	Berhasil, mendeteksi semua logam, menampilkan hasil identifikasi dan hasil perhitungan
<i>Screenshot</i>		

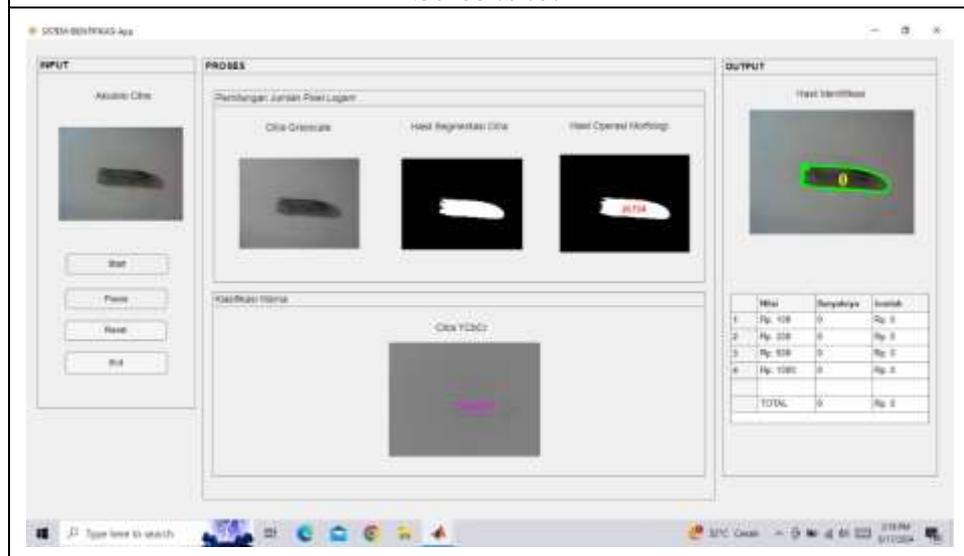


**g. Black box testing deteksi penutup pulpen**

**Tabel 4. 8** Black box testing deteksi penutup pulpen

Tes faktor	Hasil	Keterangan
Kamera USB menyorot objek	✓	Berhasil, dan tidak terdeteksi sebagai logam karena tidak menampilkan hasil perhitungan

**Screenshot**



#### h. *Black box testing* deteksi logam dengan pencahayaan tidak merata

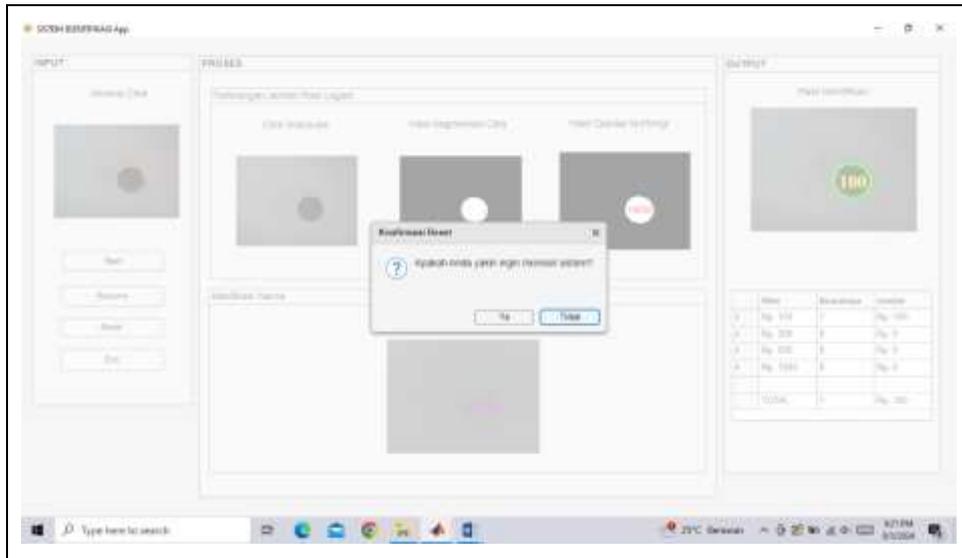
**Tabel 4. 9** *Black box testing* deteksi logam dengan pencahayaan tidak merata

Tes faktor	Hasil	Keterangan
Kamera USB menyorot logam	X	Tidak Berhasil, mendeteksi logam dikarenakan pencahayaan tidak merata
<i>Screenshot</i>		

#### i. *Black box testing* reset sistem

**Tabel 4. 10** *Black box testing* reset sistem

Tes faktor	Hasil	Keterangan
User menekan tombol “ Reset “	✓	Berhasil, menghentikan proses identifikasi dan mereset sistem
<i>Screenshot</i>		

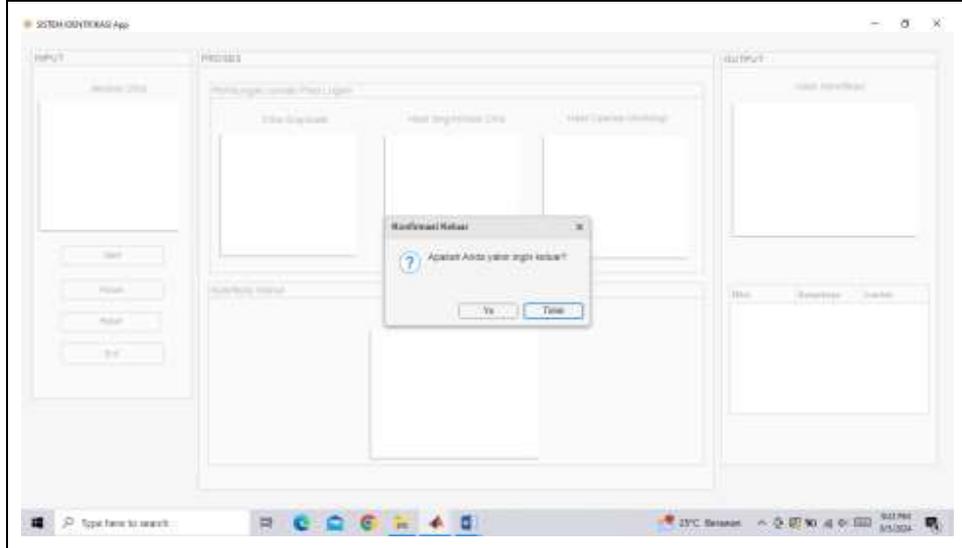


j. *Black box testing* keluar dari sistem

Tabel 4. 11 *Black box testing* keluar dari sistem

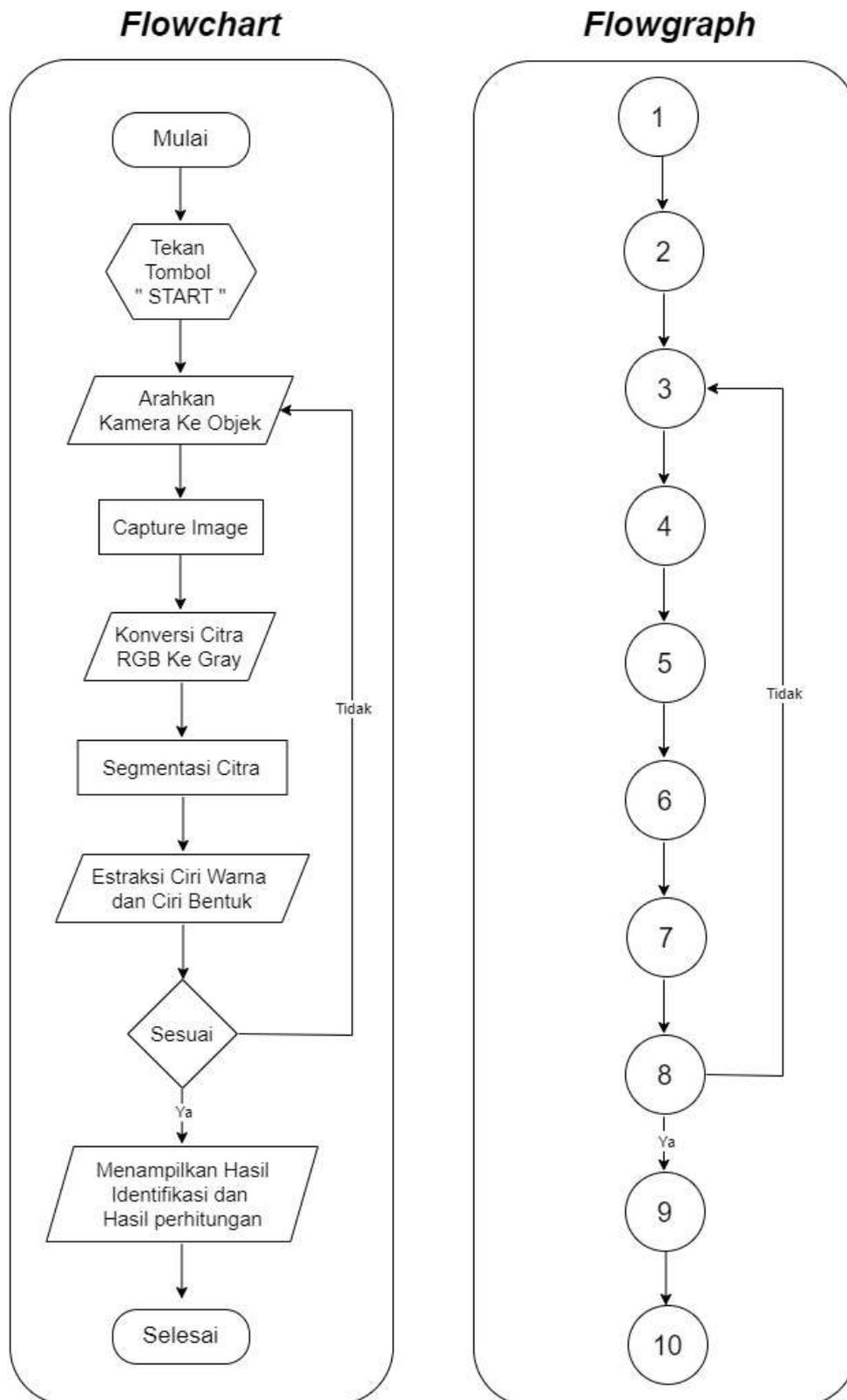
Tes faktor	Hasil	Keterangan
User menekan tombol “ Exit “	✓	Berhasil, keluar dari sistem identifikasi

*Screenshot*



k. *White box*

a. *White box testing* proses identifikasi

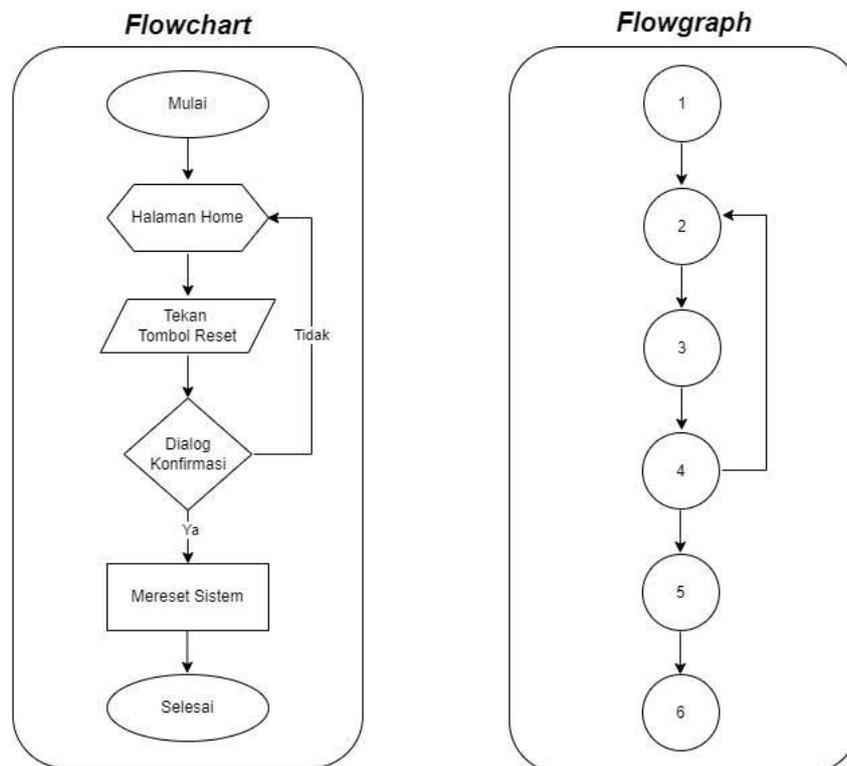


**Gambar 4. 12** *flowchart* dan *flowgraph* proses identifikasi



3				1						$1 - 1 = 1$	
4					1					$1 - 1 = 0$	
5						1				$1 - 1 = 0$	
6							1			$1 - 1 = 0$	
7			1					1		$2 - 1 = 1$	
8									1	$1 - 1 = 0$	
9										1	$1 - 1 = 0$
10											0
	SUM ( E + 1 )									$1 + 1 = 2$	

**b. White box testing mereset sistem**



**Gambar 4. 13** *flowchart* dan *flowgraph* Mereset sistem

Berdasarkan *flowchart* dan *flowgraph* di atas maka dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut:

- (1) Menghitung *cyclomatic complexity*  $V(G)$  pada *egde* dan *node*

$$\text{Pada rumus : } V(G) = E - N + 2$$

$$E \text{ (edge)} = 6$$

$$N \text{ (node)} = 6$$

$$P \text{ (Predikat node)} = 1$$

Penyelesaian :

$$V(G) = E - N + 2$$

$$= 6 - 6 + 2$$

$$= 2$$

$$\text{Predikat (P)} = P + 1$$

$$= 1 + 1$$

$$= 2$$

(2) Berdasarkan perhitungan *Cyclomatic Complexity* dari *flowgraph* di atas memiliki *Region* = 2

(3) *Independent path* pada *flowgraph* tersebut yakni:

$$\text{Path 1} = 1 - 2 - 3 - 4 - 2$$

$$\text{Path 2} = 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6$$

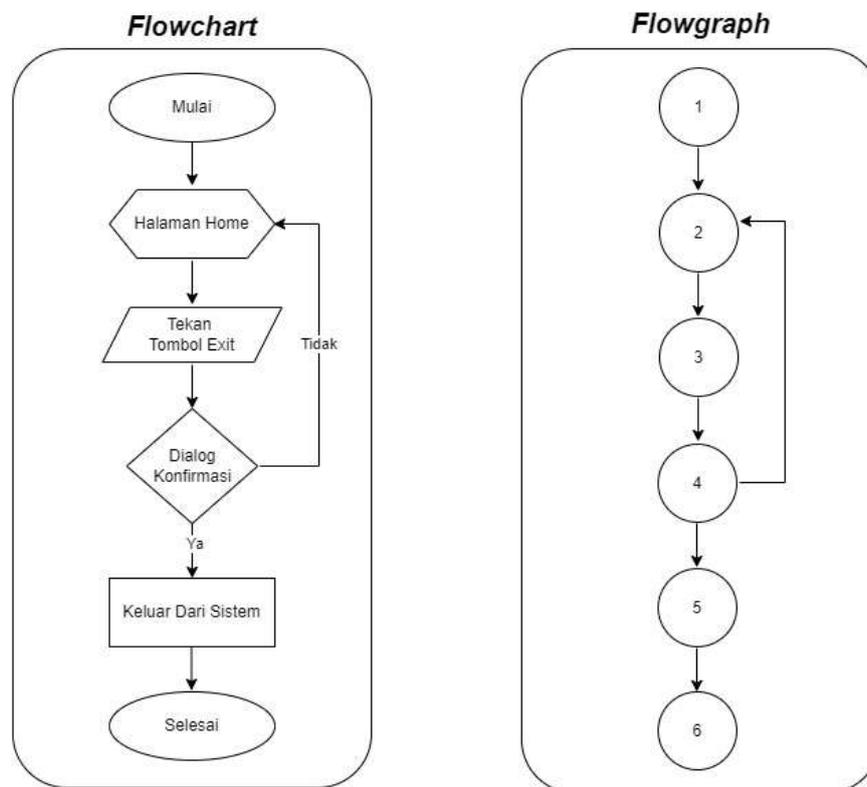
(4) Grafik matriks mereset sistem

**Tabel 4. 13** Grafik matriks mereset sistem

	1	2	3	4	5	6	E - 1
1		1					1 - 1 = 0
2			1				1 - 1 = 0
3		1		1			2 - 1 = 1
4					1		1 - 1 = 0

5						1	$1 - 1 = 0$
6							0
SUM ( E + 1 )							1 + 1 = 2

c. *White box testing* keluar dari sistem



**Gambar 4. 14** *flowchart* dan *flowgraph* Keluar dari sistem

Berdasarkan *flowchart* dan *flowgraph* di atas maka dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut:

(1) Menghitung *cyclomatic complexity*  $V(G)$  pada *egde* dan *node*

$$\text{Pada rumus : } V(G) = E - N + 2$$

$$E \text{ (edge)} = 6$$

$$N \text{ (node)} = 6$$

$$P (\text{Predikat } node) = 1$$

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} V(G) &= E - N + 2 \\ &= 6 - 6 + 2 \\ &= 2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Predikat (P)} &= P + 1 \\ &= 1 + 1 \\ &= 2 \end{aligned}$$

(2) Berdasarkan perhitungan *Cyclomatic Complexity* dari *flowgraph* di atas memiliki *Region* = 2

(3) *Independent path* pada *flowgraph* tersebut yakni:

$$\text{Path 1} = 1 - 2 - 3 - 4 - 2$$

$$\text{Path 2} = 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6$$

(4) Grafik matriks keluar dari sistem

**Tabel 4. 14** Grafik matriks keluar dari sistem

	1	2	3	4	5	6	E - 1
1		1					$1 - 1 = 0$
2			1				$1 - 1 = 0$
3		1		1			$2 - 1 = 1$
4					1		$1 - 1 = 0$
5						1	$1 - 1 = 0$
6							0

	SUM ( E + 1 )	1 + 1 = 2
--	---------------	-----------

### 3. Proses Identifikasi

Diketahui ; R = 307200, G = 307200, dan B = 307200

Ditanyakan ; - Logam Rp. 100, Rp. 200, Rp. 500, Rp. 1000 ?

- Logam silver dan Logam perak ?

Penyelesaian ;

- Konversi *Citra RGB* ke *Grayscale* menggunakan *metode luminance* ;

$$\text{Grayscale} = \alpha \cdot R + \beta \cdot G + \gamma \cdot B$$

Di mana  $\alpha$ ,  $\beta$ , dan  $\gamma$  adalah koefisien yang mewakili kontribusi relatif masing-masing komponen warna (R, G, B) terhadap kecerahan atau keabuan piksel dalam citra grayscale. Setiap koefisien dipilih berdasarkan sensitivitas mata manusia terhadap warna-warna tersebut.

$$\begin{aligned} \text{Grayscale} &= 0.299 \times 307200 + 0.587 \times 307200 + 0.114 \times 307200 \\ &= 91.852,8 + 180.326,4 + 35.020,8 \\ &= 307200 \end{aligned}$$

Angka koefisien 0.299, 0.587, dan 0.114 yang digunakan dalam konversi citra RGB ke grayscale dengan metode luminance didasarkan pada penelitian psikofisika dan percobaan penglihatan manusia.

- Menentukan Nilai *Threshold*

$$T = 120$$

- *Segmentasi Citra* menggunakan nilai ambang batas  $T = 120$

$$\text{Binary} = \begin{cases} 1 & \text{if Gray} \geq 120 \\ 0 & \text{if Gray} < 120 \end{cases}$$

*Segmentasi citra* menggunakan nilai ambang batas  $T = 120$  merujuk pada proses pemisahan piksel dalam citra grayscale menjadi dua kategori berdasarkan intensitasnya: piksel yang bernilai di atas ambang batas 120 dan piksel yang bernilai di bawahnya. Hasil dari proses segmentasi adalah citra biner, di mana piksel yang memenuhi kriteria (intensitas di atas ambang batas 120) akan ditampilkan sebagai putih, sedangkan piksel dengan intensitas di bawah ambang batas akan ditampilkan sebagai hitam.

- *Segmentasi Logam Rp. 100*

Berdasarkan rumus diatas nilai intensitas diatas ambang 120 yaitu 38270, sedangkan nilai intensitas dibawah ambang batas yaitu 268930.

- Luas objek logam Rp. 100

$$\text{Area} = 14547$$

- Menghitung rata-rata nilai  $Cb\_Label$  logam Rp. 100

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{\text{Total nilai } Cb}{\text{Jumlah piksel}} \\ &= \frac{1778694}{14547} \end{aligned}$$

$$= 122,27$$

- *Segmentasi* Logam Rp. 200

Berdasarkan rumus diatas nilai intensitas diatas ambang 120 yaitu 37904, sedangkan nilai intensitas dibawah ambang batas yaitu 269296.

- Luas objek logam Rp. 200

$$Area = 17540$$

- Menghitung rata-rata nilai Cb\_Label logam Rp. 200

$$\text{Rata-rata} = \frac{\text{Total nilai } Cb}{\text{Jumlah piksel}}$$

$$= \frac{2151328}{17540}$$

$$= 122,65$$

- *Segmentasi* Logam Rp. 1000

Berdasarkan rumus diatas nilai intensitas diatas ambang 120 yaitu 36363, sedangkan nilai intensitas dibawah ambang batas yaitu 270837.

- Luas objek logam Rp. 1000

$$Area = 15541$$

- Menghitung rata-rata nilai Cb\_Label logam Rp. 1000

$$\text{Rata-rata} = \frac{\text{Total nilai } Cb}{\text{Jumlah piksel}}$$

$$= \frac{1901539}{15541}$$

$$= 122,35$$

- *Segmentasi* Logam Rp. 500 Silver

Berdasarkan rumus diatas nilai intensitas diatas ambang 120 yaitu 42133, sedangkan nilai intensitas dibawah ambang batas yaitu 265067.

- Luas objek logam Rp. 500 Silver

$$Area = 20774$$

- Menghitung rata-rata nilai Cb\_Label logam Rp. 500 Silver

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{\text{Total nilai Cb}}{\text{Jumlah piksel}} \\ &= \frac{2568732}{20774} \\ &= 123 \end{aligned}$$

- *Segmentasi* Logam Rp. 500 Perak

Berdasarkan rumus diatas nilai intensitas diatas ambang 120 yaitu 39542, sedangkan nilai intensitas dibawah ambang batas yaitu 267658.

- Luas objek logam Rp. 500 Perak

$$Area = 15690$$

- Menghitung rata-rata nilai Cb\_Label logam Rp. 500 Perak

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{\text{Total nilai Cb}}{\text{Jumlah piksel}} \\ &= \frac{2151328}{15690} \\ &= 113 \end{aligned}$$

- Proses identifikasi nilai uang logam bersarkan warna dan luas objek

Jika Cb\_Label > 120 maka dinyatakan sebagai logam silver, sedangkan jika Cb\_Label < 120 maka dinyatakan sebagai logam perak. Adapun prosesnya sebagai berikut ;

Jika Cb\_Label > 120

$$Area > 13000 \ \& \ Area < 15000$$

Nilai = 100

Jika Cb\_Label > 120

Area > 15000 & Area < 17000

Nilai = 1000

Jika Cb\_Label > 120

Area > 17000 & Area < 21000

Nilai = 200

Jika Cb\_Label > 120

Area > 21000 & Area < 23000

Nilai = 500 Silver

Jika Cb\_Label < 120

Area < 17000 &

Nilai = 500 Perak

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, kesimpulan yang dapat ditarik adalah sebagai berikut:

1. Dalam penelitian yang telah dilakukan, penulis berhasil menganalisis dan membuktikan bahwa komputer dapat mengidentifikasi nilai uang logam rupiah berdasarkan batasan warna dan bentuk objek.
2. Penelitian ini menjadi bagian dari pengembangan teknologi komputer yang semakin pesat. Dengan fokus pada pengolahan citra digital dan pengenalan pola, penelitian ini memanfaatkan kemajuan teknologi untuk mengidentifikasi nilai uang logam secara otomatis.
3. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, tingkat akurasi dalam mengidentifikasi logam Rp. 100, Rp. 200, Rp. 500, dan Rp. 1000 yaitu 100 %, namun pada proses identifikasi logam dengan pencahayaan yang tidak merata, hasil kesimpulan tingkat akurasi yaitu 87,5 %.

## **B. Saran**

Pada penelitian ini, penulis mengakui adanya beberapa kekurangan yang memerlukan perbaikan dan pengembangan lebih lanjut. Untuk itu, penulis menawarkan beberapa saran untuk penelitian yang akan datang, yaitu:

1. Tingkatkan akurasi dengan menambahkan analisis fitur lain seperti tekstur dan Geometri.
2. Lakukan pengujian di berbagai pencahayaan dan latar belakang untuk memastikan keandalan sistem.
3. Kumpulkan lebih banyak data gambar uang logam untuk memperbaiki ketepatan sistem.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, U. (2005). Pengolahan citra digital dan teknik pemrogramannya. *Yogyakarta: Graha Ilmu.*
- Alfita, R., Ibadillah, A. F., & Prianto, A. (2022). Identifikasi Nilai Nominal Uang Kertas Berdasarkan Warna Berbasis Image Processing Menggunakan Metode Template Matching. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer TRIAC*, 9(1), 28-32.
- Doe, J., & Smith, J. (2021). Implementation of Image Acquisition and Processing Toolbox for Facial Recognition. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Informatika*, 3(2), 45-50.
- Firmansyah, A. (2007). Dasar-dasar Pemrograman Matlab. *IlmuKomputer.com.*
- Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (2002). Digital Image Processing Prentice Hall, Upper Saddle River. *NJ, USA.*
- Jaya, I. M. L. M. (2020). *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif: Teori, Penerapan, dan Riset Nyata.* Anak Hebat Indonesia.
- Lesmana, C., & Ramadhani, D. (2019). Ekstraksi Fitur Boundary Region untuk Uang Logam. *METIK JURNAL*, 3(1), 31-37.
- Peruri. (2024). *Uang-Kertas-Logam.* Diambil kembali dari peruri.co.id: <https://www.peruri.co.id/produk/uang-kertas-logam/detail/3>
- Praniffa, A. C., Syahri, A., Sandes, F., Fariha, U., Giansyah, Q. A., & Hamzah, M. (2023). Pengujian Sistem Informasi Parkir Berbasis Web Pada UIN SUSKA RIAU Menggunakan White Box dan Black Box Testing. *Jurnal Testing Dan Implementasi Sistem Informasi*, 1(1), 1-6.
- Prasetyo, E. (2011). Pengolahan Citra Digital dan Aplikasinya Menggunakan MATLAB (Yogyakarta).
- Razak, M. F. (2022). Implementasi Metode Unified Modelling Language (UML) Pada Website Presensi Pegawai. *Jurnal Informatika*, 1(1), 39-45.
- Syafitri, N. (2011). Pengenalan Pola Untuk Deteksi Uang Koin. In *Seminar Nasional Teknologi Informasi Komunikasi dan Industri.*
- Ulfah, J., & Nurdin, N. (2023). IMPLEMENTASI METODE DETEKSI TEPI CANNY UNTUK MENGHITUNG JUMLAH UANG KOIN DALAM GAMBAR MENGGUNAKAN OPENCV. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 11(3).
- Wikipedia. (2023). *Uang Logam.* Diambil kembali dari wikipedia.org: [https://id.wikipedia.org/wiki/Uang\\_logam](https://id.wikipedia.org/wiki/Uang_logam)

Zakaria, P. A. L., & Masnur, M. (2023). Pengenalan Nilai Mata Uang Kertas Untuk Tunanetra Berbasis Android. *Jurnal Sintaks Logika*, 3(3), 40-44