

SKRIPSI

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Kelulusan
Jenjang Strata 1 pada Program Studi Teknik Informatika**

Oleh

Arjun Putra Nandika

2155201079



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH BENGKULU
2025**

**DETEKSI KONDISI UANG BAGUS DAN RUSAK DENGAN
PENGOLAHAN CITRA DIGITAL BERBASIS CONVOLUTIONAL
NEURAL NETWORK (CNN)**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Kelulusan
Jenjang Strata Satu pada Program Studi Teknik Informatika**

Oleh

Arjun Putra Nandika

2155201079



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH BENGKULU
2025**

LEMBAR PERSETUJUAN
DETEKSI KONDISI UANG BAGUS DAN RUSAK DENGAN
PENGOLAHAN CITRA DIGITAL BERBASIS
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)

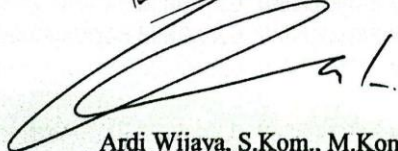
Oleh
Arjun Putra Nandika
2155201079

Tugas Akhir Ini Telah Diterima dan Disahkan
untuk Memenuhi Persyaratan Mencapai Gelar
SARJANA KOMPUTER (S.Kom)

Pada
PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH BENGKULU

Bengkulu, 05 Maret 2025
Disetujui oleh

Ketua Program Studi,



Ardi Wijaya, S.Kom., M.Kom.
NP. 19880511 201408 1 181

Dosen Pembimbing,



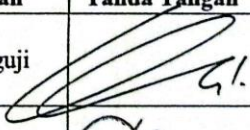
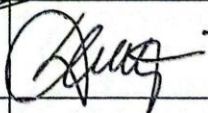
Muhammad Imanullah, S.Kom., M.T.
NIDN. 2160690001

LEMBAR PERSETUJUAN HASIL REVISI
DETEKSI KONDISI UANG BAGUS DAN RUSAK DENGAN
PENGOLAHAN CITRA DIGITAL BERBASIS
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)

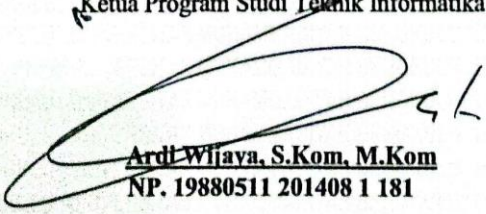
Oleh
Arjun Putra Nandika
2155201079

Telah Melakukan Revisi Sesuai dengan Perubahan
dan Perbaikan yang Diminta Pada Saat Sidang Tugas Akhir.

Bengkulu, 15 Maret 2025
Menyetujui

No	Nama Dosen	Keterangan	Tanda Tangan
1.	Ardi Wijaya, S.Kom., M.Kom.	Ketua Penguji	
2.	Dandi Sunardi, S.Sos.I., M.Kom.	Penguji 1	
3.	Muhammad Imanullah, S.Kom., M.T.	Penguji 2	

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Informatika


Ardi Wijaya, S.Kom, M.Kom
NP. 19880511 201408 1 181

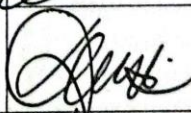
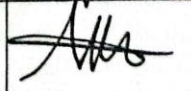
LEMBAR PENGESAHAN
DETEKSI KONDISI UANG BAGUS DAN RUSAK DENGAN
PENGOLAHAN CITRA DIGITAL BERBASIS
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Kelulusan
Jenjang Strata Satu pada Program Studi Teknik Informatika

Oleh
Arjun Putra Nandika
2155201079

Bengkulu, 15 Maret 2025

No	Nama Dosen	Keterangan	Tanda Tangan
1.	Ardi Wijaya, S.Kom., M.Kom.	Ketua Penguji	
2.	Dandi Sunardi, S.Sos.I., M.Kom.	Penguji 1	
3.	Muhammad Imanullah, S.Kom., M.T.	Penguji 2	


Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik

RG Guntur Alam, M.Kom., Ph.D
NP. 19730101 200004 1 039

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

- 1) Naskah Skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Universitas Muhammadiyah Bengkulu maupun perguruan tinggi lainnya.
- 2) Skripsi ini murni merupakan karya penelitian saya sendiri dan tidak menjiplak karya pihak lain. Dalam hal ada bantuan atau arahan dari pihak lain maka telah saya sebutkan identitas dan jenis bantuannya di dalam lembar ucapan terima kasih.
- 3) Seandainya ada karya pihak lain yang ternyata memiliki kemiripan dengan karya saya ini, maka hal ini adalah di luar pengetahuan saya dan terjadi tanpa kesengajaan dari pihak saya.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terbukti adanya kebohongan dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai norma yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Bengkulu.

Bengkulu, 05 Maret 2025
Yang membuat pernyataan


Agung Putra Nandika
NPM. 2155201079

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

I. Data Pribadi



Nama : Arjun Putra Nandika
TTL : Medan Jaya, 17 Juni 2003
Agama : Islam
Anak ke : 1 (satu) dari 2 (dua) bersaudara
Alamat : Desa Sibak, Kec. Ipuh, Kab.
MukoMuko, Prov. Bengkulu

II. Identitas Orang Tua

Nama Ayah : Abdul Karim
Pekerjaan : Karyawan Swasta
Nama Ibu : Putri Bulkis
Pekerjaan : Ibu Rumah Tangga

III. Riwayat Pendidikan

1. SD Negeri 06 Malin Deman : 2009-2015
2. SMP Negeri 05 MukoMuko : 2015-2018
3. SMA Negeri 02 Penarik : 2018-2021
4. Universitas Muhammadiyah Bengkulu : 2021-Sekarang

ABSTRAK

DETEKSI KONDISI UANG BAGUS DAN RUSAK DENGAN PENGOLAHAN CITRA DIGITAL BERBASIS CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)

Nama : Arjun Putra Nandika
Npm : 2155201079
Pembimbing : Muhammad Imanullah, S.Kom., M.T.

Peredaran uang tunai yang layak edar merupakan aspek penting dalam menjaga kestabilan ekonomi dan kualitas transaksi keuangan di Indonesia. Namun, proses identifikasi kondisi uang di lapangan masih dilakukan secara manual, yang memerlukan waktu, tenaga, serta rentan terhadap kesalahan manusia (*human error*). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem deteksi kondisi uang berbasis Convolutional Neural Network (CNN) yang mampu mengklasifikasikan uang dalam kondisi bagus (diberi penukaran) atau rusak (tidak diberi penukaran) secara otomatis dengan akurasi tinggi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini mencakup pengolahan citra digital, augmentasi data, serta pelatihan model CNN menggunakan dataset yang terdiri dari 500 gambar uang dengan kategori baik (diberi penukaran) dan rusak (tidak diberi penukaran). Dataset ini dibagi menjadi data pelatihan (80%) dan data validasi (20%), dengan ukuran gambar yang diseragamkan menjadi 224 x 224 piksel untuk memastikan konsistensi input model. Model CNN yang dikembangkan terdiri dari beberapa lapisan utama, seperti konvolusi, batch normalization, ReLU, pooling, dan fully connected layer, serta dilatih menggunakan optimizer Adam dengan 50 epoch dan learning rate 0.00001. Implementasi sistem dalam *Graphical User Interface* (GUI) juga memberikan kemudahan bagi pengguna dalam mengoperasikan sistem untuk mendeteksi kondisi uang secara otomatis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model CNN yang telah dikembangkan mampu mencapai total akurasi dari uang bagus (diberi penukaran) dan rusak (tidak diberi penukaran) validasi sebesar 93%, dengan precision sebesar 97%, dan recall 96%. Selain itu, hasil survei terhadap Bank Indonesia (Unit Implementasi Pengelolaan Uang Rupiah) menunjukkan bahwa sistem ini mendapatkan skor 5 dari 5 dalam aspek efisiensi, akurasi, kemudahan pengoperasian, dan kecepatan deteksi, dengan saran agar sistem dapat dikembangkan lebih lanjut dalam platform berbasis mobile untuk digunakan oleh masyarakat umum. Berdasarkan hasil yang diperoleh, sistem ini memiliki potensi besar untuk diterapkan dalam layanan perbankan, terutama dalam layanan kas keliling Bank Indonesia dan lembaga keuangan lainnya, guna meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam proses deteksi kondisi uang tunai.

Kata Kunci : Klasifikasi Citra, Jaringan Saraf Tiruan, GUI

ABSTRACT

DETECTING GOOD AND DAMAGED MONEY CONDITIONS WITH DIGITAL IMAGE PROCESSING BASED ON CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)

Name : Arjun Putra Nandika
Student ID : 2155201079
Supervisor : Muhammad Imanullah, S.Kom., M.T.

The circulation of fit-for-use cash is a crucial aspect of maintaining economic stability and the quality of financial transactions in Indonesia. However, the process of identifying the condition of banknotes in the field is still conducted manually, which requires time, effort, and is prone to human error. Therefore, this study aims to develop a banknote condition detection system based on Convolutional Neural Network (CNN) that can automatically classify banknotes into good condition (eligible for exchange) or damaged (not eligible for exchange) with high accuracy. The methodology in this research includes digital image processing, data augmentation, and CNN model training using a dataset of 500 banknote images, categorized into good (eligible for exchange) and damaged (not eligible for exchange). The dataset is divided into training data (80%) and validation data (20%), with image sizes standardized to 224×224 pixels to ensure consistency in model input. The CNN model developed consists of several key layers, including convolution, batch normalization, ReLU, pooling, and fully connected layers, and is trained using the Adam optimizer with 50 epochs and a learning rate of 0.00001. The system's implementation in a Graphical User Interface (GUI) also provides ease of use for users in automatically detecting banknote conditions. The results show that the developed CNN model achieved a total validation accuracy of 93% for both good (eligible for exchange) and damaged (not eligible for exchange) banknotes, with 97% precision and 96% recall. Furthermore, a survey conducted with Bank Indonesia (Unit for Rupiah Currency Management Implementation) indicated that the system received a score of 5 out of 5 in terms of efficiency, accuracy, ease of operation, and detection speed, with suggestions for further development into a mobile-based platform for public use. Based on these findings, this system has significant potential for implementation in banking services, particularly in Bank Indonesia's mobile cash services and other financial institutions, to enhance efficiency and accuracy in detecting banknote conditions.

Keywords: Image Classification, Artificial Neural Network, GUI

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-nya sehingga saya dapat menyelesaikan penelitian ini yang berjudul "Deteksi Kondisi Uang Bagus Dan Rusak Dengan Pengolahan Citra Digital Berbasis Convolutional Neural Network". Pada kesempatan ini penulis sampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Muhammad Imanullah, S.Kom., M.T selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan masukan, nasehat serta bimbingan.
2. Bapak RG Guntur Alam, M.Kom., Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Bengkulu.
3. Bapak Ardi Wijaya, S.Kom., M.Kom selaku ketua Program Studi Teknik Informatika.
4. Orang Tua saya yang selalu memberi semangat dan dorongan baik material maupun spiritual.
5. Seluruh teman-teman seangkatan Fakultas Teknik Program Studi Teknik Informatika 2021.

Penulis juga menyadari bahwa penelitian ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran sangat diharapkan. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembacanya. Atas perhatiannya penulis ucapkan terimakasih.

Wa'alaikumsalam Wr.Wb

Bengkulu, 05 Maret 2025

Arjun Putra Nandika

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN HASIL REVISI.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
SURAT PERNYATAAN	v
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	ii
ABSTRACT.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Pertanyaan Penelitian.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Kerangka Kerja Penelitian (Research Framework).....	6
BAB II TINJAUAN LITERATUR.....	7
2.1 Penelitian Terkait.....	7
2.2 Landasan Teori	8
BAB III ANALISIS MASALAH DAN PERANCANGAN PROGRAM	15
3.1 Alat Dan Bahan	15
3.2 Metode Penelitian.....	15
BAB IV IMPLEMENTASI DAN UJI COBA SISTEM	20
4.1 Dataset.....	20
4.2 Preprocessing Data	21
4.3 Pembagian Data Pelatihan dan Validasi.....	21
4.4 Pembangunan dan Pelatihan Model CNN.....	22

4.5 Pengujian dan Evaluasi Keandalan Model.....	23
4.6 Implementasi Deteksi Uang Dalam GUI (Graphical User Interface).....	29
4.7 Survey Respon Layanan.....	37
4.8 Penyusunan Laporan dan Evaluasi Akhir	39
BAB V PENUTUP	40
5.1 Kesimpulan.....	40
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSAKA	43

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Hasil Data Uji Uang Bagus (diberi penukaran)	30
Tabel 4.2. Hasil Data Uji Uang Rusak (tidak diberi penukaran)	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Framework Penelitian.....	6
Gambar 4.1. Hasil Pengujian Pertama	25
Gambar 4.1. Hasil Pengujian Kedua.....	26
Gambar 4.3. Hasil Pengujian Ketiga.....	27
Gambar 4.4. Hasil Pengujian Keempat	28
Gambar 4.5. Desain GUI	29

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tidak hanya teknologi informasi semakin maju dan berkembang dengan cepat, tetapi juga teknologi informatika. Ini terjadi di semua aspek kehidupan sehari-hari kita (Rilo Pambudi 2020). Dalam transaksi jual beli barang atau jasa, uang adalah alat yang digunakan (Hamidah et al. 2022). Sebagian besar orang percaya bahwa uang sangat penting bagi kehidupan manusia, bahkan ada yang percaya bahwa uang adalah urat nadi ekonomi. Uang adalah bentuk yang dapat digunakan untuk melakukan pembayaran yang sah dan berlaku selama masa berlakunya (Saputra et al. 2022). Proses memeriksa atau melakukan pemeriksaan terhadap sesuatu dengan menggunakan metode dan teknik tertentu dikenal sebagai deteksi (Kehi, Saban & Kaesmetan 2024). Peredaran uang tunai yang layak pakai merupakan aspek penting dalam menjaga kestabilan ekonomi dan kualitas transaksi keuangan di Indonesia. Bank Indonesia adalah satu-satunya lembaga yang beredar yang dicabut di Indonesia dalam edisi. Bank Indonesia, menyelenggarakan layanan kas keliling yang bertujuan untuk mendistribusikan uang layak pakai serta menarik uang rusak dari peredaran (Alfita, Ibadillah & Prianto 2022). Proses ini bertujuan untuk menjaga kualitas uang yang beredar, memberikan kenyamanan bagi masyarakat, serta mencegah penurunan

Kepercayaan terhadap mata uang yang digunakan sehari-hari. Namun, proses klasifikasi kondisi uang yang baik dan rusak di lapangan masih dilakukan secara manual, yang memerlukan waktu, tenaga, serta rentan terhadap kesalahan manusia (*human error*). Dengan meningkatnya jumlah uang yang harus diperiksa dalam waktu singkat, kebutuhan akan sistem deteksi otomatis yang lebih akurat dan efisien semakin mendesak.

Dalam bidang pengolahan citra digital, penelitian yang terutama menggunakan metode *deep learning* seperti *Convolutional Neural Network* (CNN) telah menunjukkan hasil yang menguntungkan dalam klasifikasi objek berdasarkan gambar. CNN telah terbukti efektif dalam berbagai aplikasi, seperti menemukan produk di perusahaan manufaktur (Maulana et al. 2024) dan deteksi kecacatan permukaan buah manggis (Marifatul Azizah, Fadillah Umayah & Fajar 2018). CNN mampu mempelajari fitur-fitur penting pada citra secara otomatis, sehingga memungkinkan pengenalan pola yang kompleks dalam data visual. Berdasarkan keberhasilan aplikasi CNN di berbagai bidang, penerapannya pada deteksi kondisi uang diharapkan dapat memberikan solusi yang lebih efisien dalam mengatasi masalah klasifikasi kondisi uang yang baik dan rusak.

Oleh karena itu, penelitian ini berkonsentrasi pada pengembangan sistem berbasis CNN yang dapat mendeteksi dan mengklasifikasikan kondisi uang melalui gambar digital dengan kategori utama uang bagus (diberikan penukaran) dan rusak (tidak diberi penukaran). Proses identifikasi masalah dalam penelitian ini melibatkan analisis literatur mengenai metode deteksi objek menggunakan CNN serta observasi langsung pada proses layanan kas keliling. CNN dapat

secara efektif mengenali pola kerusakan pada barang yang kompleks dengan mempelajari dan mengenali pola-pola tertentu pada data gambar dan membedakan data gambar yang normal dengan data gambar yang cacat (Prastiwinarti et al. 2023). Metode *Convolutional Neural Network* (CNN) yang sering digunakan pada data gambar (Harani, Prianto & Hasanah 2019). metode yang didasari pada pembelajaran mendalam yang digunakan untuk menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan pengenalan objek dan klasifikasi gambar. Metode ini sering digunakan karena sangat akurat dan memiliki hasil yang baik dalam mengenali objek pada pengenalan gambar (Rizqi Efrian et al. 2022). Selain itu, tantangan teknis dalam penerapan CNN untuk klasifikasi objek pada gambar dengan latar belakang yang beragam diidentifikasi sebagai salah satu kendala yang akan diatasi dalam penelitian ini.

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan sebuah model CNN yang mampu melakukan klasifikasi otomatis terhadap kondisi uang. Model ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi proses deteksi kondisi uang, khususnya pada layanan kas keliling Bank Indonesia. Secara khusus, model ini diharapkan memiliki kemampuan untuk mendeteksi uang rusak (tidak diberi penukaran), yang mungkin tidak selalu tampak jelas secara kasat mata, dan membedakannya dari uang yang masih dalam kondisi baik (diberi penukaran). Penerapan teknologi ini tidak hanya akan mempersingkat waktu pemeriksaan uang tetapi juga mengurangi kesalahan yang terjadi akibat evaluasi manual.

Luaran dari penelitian ini berupa pengembangan metode berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN) menggunakan MATLAB yang mampu

mendeteksi kondisi uang, bagus (diberi penukaran) maupun yang rusak (tidak diberi penukaran), dengan tingkat akurasi yang tinggi. Penelitian ini juga menghasilkan model yang telah diuji keandalannya dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan kondisi uang secara otomatis. Manfaat jangka panjang dari penelitian ini adalah menyediakan solusi berbasis teknologi yang handal untuk mendukung proses identifikasi kondisi uang, yang dapat dimanfaatkan oleh bank, lembaga keuangan, maupun masyarakat dalam memastikan kelayakan uang yang dapat di beri penukaran dan yang tidak dapat diberi penukaran. Sistem ini berpotensi meningkatkan efisiensi proses kerja, mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual, serta mempercepat layanan terkait uang di institusi keuangan.

1.2 Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, muncullah pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana sistem berbasis Convolutional Neural Network (CNN) untuk mendeteksi kondisi uang dalam kategori bagus (diberikan penukaran) dan rusak (tidak diberikan penukaran) secara otomatis?
2. Seberapa akurat metode CNN dalam mengklasifikasikan kondisi uang berdasarkan dataset yang digunakan?
3. Bagaimana implementasi sistem deteksi kondisi uang dalam *Graphical User Interface* (GUI) untuk mempermudah pengguna dalam

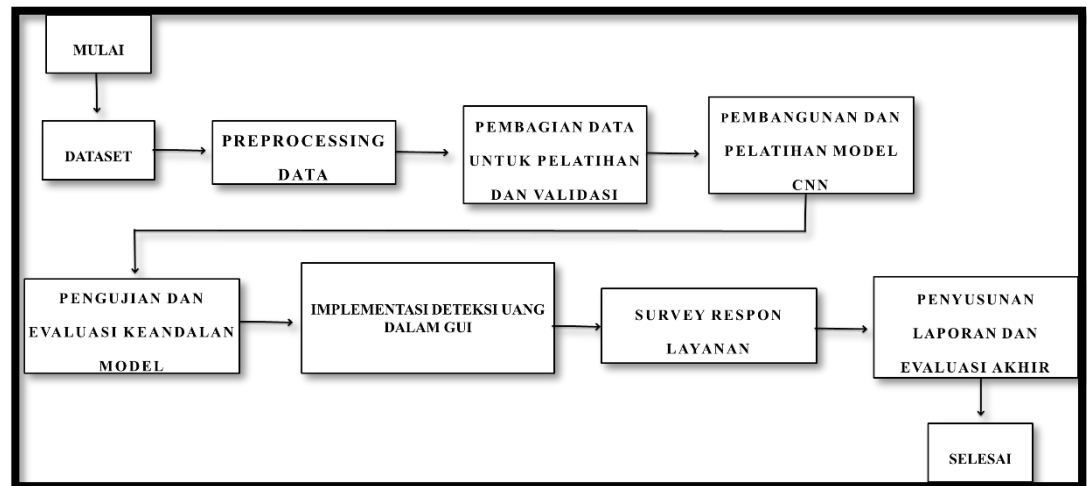
melakukan klasifikasi uang?

4. Bagaimana tingkat efisiensi, akurasi, kemudahan pengoperasian, dan kecepatan deteksi dari sistem ini berdasarkan evaluasi dan hasil survei pengguna?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan metode berbasis Convolutional Neural Network (CNN) menggunakan MATLAB yang mampu mendeteksi kondisi uang kertas, uang yang diberi penukaran (bagus) maupun yang (rusak) tidak diberi penukaran, dengan tingkat akurasi yang tinggi. Penelitian ini juga bertujuan untuk menguji keandalan metode CNN dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan kondisi uang berdasarkan dataset yang digunakan. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi proses identifikasi kondisi uang, sehingga mempermudah dan mempercepat proses klasifikasi uang. Sistem ini juga mengimplementasikan *Graphical User Interface* (GUI) untuk mempermudah pengguna dalam proses mendeteksi kondisi uang.

1.4 Kerangka Kerja Penelitian (Research Framework)



Gambar 1.1. Framework Penelitian