

**PROPOSAL  
FINAL PROJECT  
MATA KULIAH SISTEM FOTONIKA  
TAHUN 2022**



**Klasifikasi Nominal Rupiah  
dengan Metode *Convolutional Neural Network***

**Tim Penyusun:**

1. Muhammad Apriliyandi (02311940000064)
2. Azzezza Nurul Fatima (02311940000100)
3. Muhammad Satrio Pinoto N (02311940000108)
4. Shidqi Nur Ramdani (02311940000144)

**LABORATORIUM REKAYASA FOTONIKA  
DEPARTEMEN TEKNIK FISIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN REKAYASA SISTEM  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2022**

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN KULIT MUKA.....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>iv</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	1
1.3 Tujuan .....	1
1.4 Luaran yang Diharapkan .....	1
1.5 Manfaat Program.....	1
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Tinjauan Penelitian Sebelumnya .....	2
2.2 Dasar Teori .....	4
<b>III. METODOLOGI PELAKSANAAN</b>	
3.1 Studi Literatur .....	6
3.2 Identifikasi dan Pemodelan Sistem .....	7
3.3 Perancangan Sistem.....	7
3.4 Pengambilan Data .....	8
3.5 Preprocessing .....	9
3.6 Build Model .....	9
3.6 Training .....	9
3.6 Testing .....	9
3.6 Evaluation .....	9
<b>IV HASIL DAN ANALISIS</b>	
4.1 Hasil dan Analisis .....	10
4.2 Diskusi .....	13
<b>V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
4.1 Kesimpulan .....	14
4.2 Saran .....	14
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 3. 1</b> <i>Flowchart</i> Kegiatan .....	6
<b>Gambar 3. 2</b> <i>Setup</i> alat tampak samping .....	7
<b>Gambar 3. 3</b> <i>Setup</i> alat tampak atas .....	7
<b>Gambar 3. 4</b> Diagram Alir Pengambilan Data .....	8
<b>Gambar 3. 5</b> Variasi Posisi Horizontal dan Vertikal .....	8
<b>Gambar 4. 1</b> <i>Setup</i> Alat Pengambilan Data .....	10

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1</b> Review Jurnal Sebelumnya .....	2
<b>Tabel 4. 1</b> Jumlah Data Objek pada Semua Variasi .....	10
<b>Tabel 4. 2</b> Detail Model <i>Deep Neural Network</i> (CNN) .....	11
<b>Tabel 4. 3</b> <i>Model Compiler</i> .....	11
<b>Tabel 4. 4</b> <i>Accuracy Model Evaluate</i> .....	13

## **BAB I PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Ada banyak sekali kegunaan dibidang manufaktur dan layanan masyarakat, dimana penglihatan manusia sangat diperlukan untuk menyelesaikan tugas semacamnya. Jika ingin mengotomatiskan tugas tersebut, tiap mesin harus dilengkapi kemampuan yang cocok untuk melaksanakan tugasnya. Salah satu metode adalah *image processing* yang memberikan peluang untuk otomisasi manufaktur (Chin & Harlow, 1982).

Terdapat banyak model *deep learning* untuk mengklasifikasi data yang didapat melalui *image processing*. Salah satunya adalah *Convolutional neural network* yang sudah sering dipakai oleh para *data scientist* maupun peneliti. *Convolutional neural networks* mencapai sukses besar dalam ekstraksi dan klasifikasi gambar (Liu et al., 2022). CNN memanfaatkan proses konvolusi dengan menggerakkan sebuah kernel konvolusi dengan matriks tertentu ke sebuah gambar, computer akan mendapatkan informasi baru dari hasil perkalian tiap bagian gambar tersebut dengan kernel konvolusi tersebut.

Uang merupakan alat tukar untuk transaksi yang dapat berupa potongan logam atau lembaran kertas dan memiliki nilai nominal yang berbeda. Uang menjadi barang yang sangat dibutuhkan oleh manusia. Untuk mengkategorikan nominal uang yang berbeda dengan kinerja manusia akan memakan banyak waktu, baik dari sisi pembacaan maupun pengklasifikasian. Dengan teknologi yang sudah berkembang, salah satunya adalah *image processing* akan sangat membantu manusia untuk melakukan tugas mereka. Dengan manufaktur yang dilengkapi system otomatis pengklasifikasian uang, mesin dapat mengidentifikasi jumlah uang dan mengelompokan uang tersebut dengan masing-masing nominal.

### **1.2 Batasan masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini antara lain:

1. Uang yang diklasifikasi adalah uang rupiah kertas seluruh pecahan nominal
2. Subjek yang digunakan adalah mata uang rupiah emisi tahun 2016 dengan nominal 1000, 2000, 5000, 10000, 20000, 50000, dan 100000.
3. Dilakukan pada ruangan dengan cahaya yang sudah dikondisikan.

### **1.3 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah berdasarkan identifikasi dan Batasan masalah adalah:

1. Bagaimana cara mengklasifikasi nilai nominal mata uang?
2. Bagaimana efektifitas dan akurasi metode *Deep Learning* (CNN) dalam mengklasifikasi nilai nominal mata uang rupiah?
3. Bagaimana pengaruh pengkondisian pencahayaan?

### **1.4 Tujuan**

1. Mengklasifikasi nilai nominal mata uang rupiah.
2. Mengetahui efektifitas dan akurasi penggunaan metode *Deep Learning* (CNN) dalam mengklasifikasi nilai nominal mata uang rupiah.
3. Mengetahui pengaruh pengkondisian pencahayaan terhadap akurasi klasifikasi nominal uang kertas rupiah.

### **1.5 Manfaat**

Manfaat yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Sebagai pengetahuan dan referensi untuk penelitian selanjutnya.
2. Sebagai kajian mengenai penggunaan metode *Deep Learning* – CNN untuk proses klasifikasi gambar.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tinjauan Penelitian Sebelumnya

Berikut merupakan review penelitian-penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian tugas akhir yang diusulkan. Review penelitian sebelumnya dapat dilihat pada **Tabel 2. 1** Review Jurnal Sebelumnya

No	Profil Pustaka	Metode dan Temuan
1	<p><b>Judul:</b> <i>Classification of Rupiah to Help Blind with the Convolutional Neural Network Method</i></p> <p><b>Penulis:</b> Octavian Ery Pamungkas, Puspa Rahmawati, Dhany Maulana Supriadi, Natasya Nur Khalika, Thofan Maliyano, Dicky Revan Pangestu, Eka Setia Nugraha, Mas Aly Afandi, Nurcahyani Rulandari, Petrus Kerowe Goran, Agung Wicaksono</p> <p><b>Jurnal/Prosiding:</b> Jurnal Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi Vol. 6 No. 2 (2022) 259 - 268</p>	<p><b>Metode:</b> Menggunakan <i>Deep Learning</i> CNN sebagai algoritma <i>machine learning</i>. Menggunakan 681 dataset uang Indonesia 50000, 75000, 100000 Rupiah.</p> <p><b>Temuan:</b> Hasil tertinggi didapatkan dari semua <i>epoch test</i> adalah 100%. <i>Class prediction</i> menunjukkan 69 <i>test data</i> dapat digunakan sebagai prediksi dari pengambilan data pada kondisi ril. Hasil dari klasifikasi dapat diaplikasikan pada <i>smartphone app</i> yang akan membantu visualisasi <i>recognizing</i> nominal uang.</p>
2	<p><b>Judul:</b> <i>An Image Processing Based Money Paper Quality Control System</i></p> <p><b>Penulis:</b></p> <p><b>Jurnal/Prosiding:</b></p>	<p><b>Metodologi:</b> Menggunakan linear camera dikarenakan high speed dari kertas dan ukuran minimum untuk mendeteksi. Paling tidak menggunakan 2000 pixel line resolution. Kamera juga harus mampu untuk mengambil garis garis yang diperlukan dalam per satuan detik untuk mendapatkan 1mm resolution di garis lainnya. Linear camera menyajikan 1000 line/sec dan 2058 resolution per garis. Light system akan krusial sejak mereka menggunakan Linear Camera. Apabila dengan menggunakan kamera dengan frekuensi kecil (50hz) akan menyebabkan kerlip lampu mengganggu kamera dikarenakan kerlip tersebut dapat ditangkap kamera. Sehingga mereka</p>

		<p>menggunakan fluorescent yang dapat bekerja di 25khz sehingga kerlip bisa dihindari.</p> <p><b>Temuan:</b></p> <p>Untuk mendapatkan gambar di setiap kertas (kondisi kertas masih belum terpotong) camera diberikan working zone yang akan menangkap gambar ketika seluruh permukaan kertas telah memasuki working zone dari kamera. Kamera lineal dapat digunakan sebagai money inspection dimana uang akan bergerak cepat pada mesin pembuat kertas.</p>
3	<p><b>Judul:</b></p> <p>Self-Checkout System Using Image Detection</p> <p><b>Penulis:</b></p> <p><b>Jurnal/Prosiding</b></p>	<p><b>Metode:</b></p> <p>Gambar yang ditangkap menggunakan kamera akan digunakan dan diinput ke YOLO image detection algorithm. Selanjutnya, digunakan box label tool untuk melatih mesin mengenali objek yang ada di dalam gambar yang nantinya akan diinputkan ke YOLO. Setelah itu, digunakan dataset sekunder untuk membantu machine mengidentifikasi spesifik objek yang ingin dikenali. Terakhir, data akan disimpan dalam suatu database sistem sehingga nantinya sistem self-checkout ini dapat mengenai produk yang dibeli customer.</p> <p><b>Temuan:</b></p> <p>Sistem ini dapat dijadikan alternatif dari sistem checkout menggunakan RFID dan barcode. Serta dengan sistem ini dapat mempercepat waktu checkout barang.</p>
4	<p><b>Judul:</b></p> <p>Feature extraction using image processing algorithm</p> <p><b>Penulis:</b></p> <p><b>Jurnal/Prosiding:</b></p>	<p><b>Metode:</b></p> <p>1. Convert raw format to TIFF image 2. Extract RGB, YCbCr, HSV channels of the image 3. Mask the outer region of the region of interest 4. Subtract background 5. Convert image to binary image 6. Identify and count the particles 7. Form an array of features for identified particles.</p>
5	<p><b>Judul:</b></p> <p><i>THE APPLICATION OF IMAGE PROCESSING FOR IN-STORE MONITORING</i></p>	<p><b>Metode:</b></p> <p>Mengaplikasikan image processing untuk mengetahui customer behavior dan employee monitoring. Input image - face detection - feature</p>

---

**Penulis:**

**Jurnal/Prosiding**

extraction - identify classification - employee or customer (jika employee update attendance) (jika customer) - identify customer - human tracking - counting algorithm - customer leave the store.

**Hasil:**

Sistem yang dibuat sudah dapat dijalankan, namun untuk mengoptimalkan tujuan sistem untuk mengetahui customer behavior masih banyak diperlukan sumber data.

## **2.2 Dasar Teori**

### **2.2.1 Light Source**

Light source adalah perangkat yang fungsi utamanya adalah untuk menghasilkan energi radiasi yang terlihat atau hampir terlihat untuk penerangan umum dan aplikasi khusus. Mereka termasuk lampu pijar, neon, dan pelepasan intensitas tinggi (HID), serta pencahayaan solid-state (SSL) yang mungkin berbasis pin atau sekrup (Light Source, 2022).

### **2.2.2 Camera**

Kamera merupakan sebuah alat yang digunakan untuk keperluan mengabadikan suatu objek yang akan dijadikan sebuah gambar dalam keadaan diam ataupun bergerak karena hasil proyeksi pada sistem lensa. Alat perangkat kamera yang digunakan untuk mengambil gambar bergerak dan menyimpannya di media tertentu, yang selanjutnya dilakukan proses pengolahan dari mode gambar analog menjadi gambar digital (Triyono1, M. Ardy, & Putra, 2016).

### **2.2.3 Google Camera**

Google Camera merupakan sebuah aplikasi yang dikembangkan oleh google untuk Andorid Operating System. Berdasarkan situs makeusof.com, terdapat beberapa fitur dan kebelihan yang dimiliki oleh google camera. Fitur yang pertama adalah HDR+, fitur HDR+ di GCam menggunakan teknik komputasi fotografi untuk menghasilkan dynamic range yang lebih tinggi dan lebih baik. HDR+ membidik gambar secara beruntun dengan eksposur pendek. Ketika shutter ditekan, 5 sampai 15 frame foto terakhir akan dianalisis untuk memilih jepretan yang paling tajam. Fitur selanjutnya adalah digital zoom yang diberi nama Super Res Zoom, dengan adanya fitur ini dapat dilakukan zoom digital hingga 2x tanpa mengorbkan detail lainnya. Fitur yang terakhir adalah portrait mode, berdasarkan situs techidence.com fitur ini dapat berjalan dengan cara GCam akan mengambil gambar seperti biasa dengan HDR+. Kemudian dengan bantuan neural network terlatih milik Google, ponsel akan mengidentifikasi sumber objek utama. Objek ini bisa berupa manusia, tumbuhan, atau hewan peliharaan (Clarke, 2021).

### **2.2.4 Rupiahs Banknote Specifications**

Uang kertas rupiah adalah uang dalam bentuk lembaran yang terbuat dari bahan kertas atau bahan lainnya (yang menyerupai kertas) yang dikeluarkan oleh pemerintah Indonesia, dalam hal ini Bank Indonesia, dimana penggunaannya dilindungi oleh UU No. 23 tahun 1999 dan sah digunakan sebagai alat tukar pembayaran di wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia.

Keaslian uang dapat dikenali melalui ciri-ciri yang terdapat baik pada bahan yang digunakan, desain dan warna masing-masing pecahan uang, juga teknik pencetakan uang tersebut. Dalam penetapan ciri-ciri uang dianut suatu prinsip bahwa semakin besar nilai

nominal uang maka semakin banyak unsur pengamanan dari uang tersebut sehingga aman dari usaha pemalsuan (Gede & Wicaksono D, 2008).

### **2.2.5 Imaging System**

Imaging system adalah suatu sistem perekaman citra/gambar yang merupakan representasi (gambaran), kemiripan, atau imitasi dari suatu objek. Sistem pencitraan memiliki banyak aplikasi dalam pengaturan industri, militer, konsumen, dan medis. Secara optik, keluaran imaging system dapat berupa foto, sinyal-sinyal analog video seperti gambar pada monitor televisi, atau yang dapat langsung disimpan pada suatu media penyimpanan digital. Merakit sistem pencitraan yang lengkap memerlukan optics, sensing, image processing, dan display rendering. Desain sistem optik harus memperhitungkan sistem sebagai satu kesatuan yang terintegrasi dan mengoptimalkan kinerja untuk aplikasi tertentu. Ada banyak disiplin ilmu yang dibutuhkan untuk desain dan kemajuan sistem optik. Disiplin ini termasuk imaging optics; optical detection; computational, adaptive, dan compressive imaging; displays; serta usability of information - semuanya berkontribusi untuk mendefinisikan sistem (Imai, Linne von Berg, Skauli, Tominaga, & Zalevsky, 2014).

### **2.2.6 Image Processing**

Imaging system adalah suatu sistem perekaman citra/gambar yang merupakan representasi (gambaran), kemiripan, atau imitasi dari suatu objek. Sistem pencitraan memiliki banyak aplikasi dalam pengaturan industri, militer, konsumen, dan medis. Secara optik, keluaran imaging system dapat berupa foto, sinyal-sinyal analog video seperti gambar pada monitor televisi, atau yang dapat langsung disimpan pada suatu media penyimpanan digital. Merakit sistem pencitraan yang lengkap memerlukan optics, sensing, image processing, dan display rendering. Desain sistem optik harus memperhitungkan sistem sebagai satu kesatuan yang terintegrasi dan mengoptimalkan kinerja untuk aplikasi tertentu. Ada banyak disiplin ilmu yang dibutuhkan untuk desain dan kemajuan sistem optik. Disiplin ini termasuk imaging optics; optical detection; computational, adaptive, dan compressive imaging; displays; serta usability of information - semuanya berkontribusi untuk mendefinisikan sistem (Imai, Linne von Berg, Skauli, Tominaga, & Zalevsky, 2014).

### **2.2.7 Deep Learning**

Deep Learning merupakan salah satu cabang dari machine learning yang berkembang di bidang jaringan syaraf tiruan (JST). JST memiliki tujuan untuk mensimulasikan jaringan saraf biologis, tetapi masih terlalu sederhana (Putra, 2020). Algoritma mengadaptasi cara kerja otak manusia. Deep Learning dirancang agar mesin dapat mengenali gambar visual (computer vision), mengenali suara (speech recognition), mesin dapat berkomunikasi dengan manusia (natural language processing), dan beberapa kemampuan lainnya (Wellcode.IO, 2019). Dalam penelitian ini, kemampuan yang dibutuhkan adalah kemampuan sistem untuk mengenali citra visual dengan akurasi terbaik.

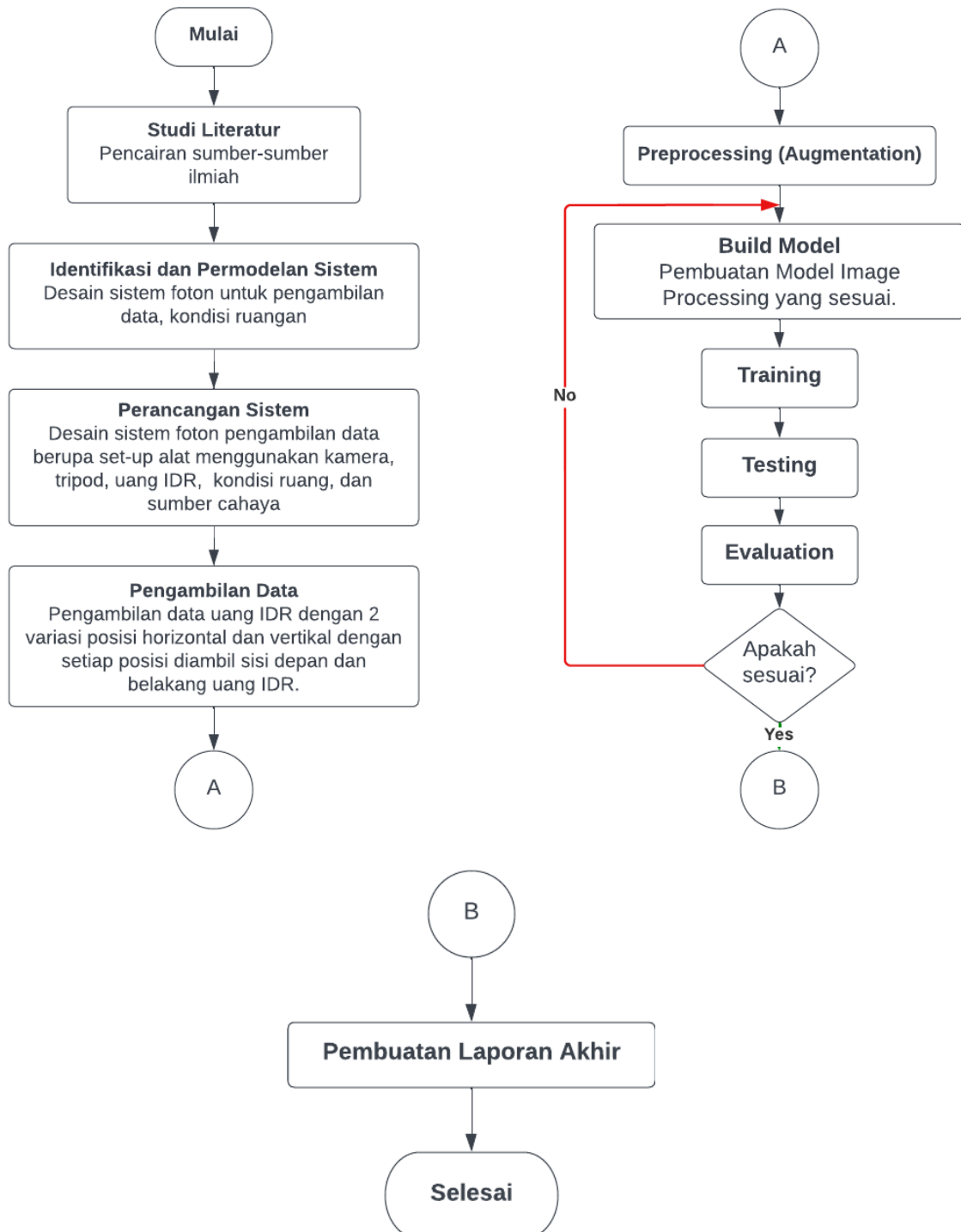
### **2.2.8 Convolutional Neural Network (CNN)**

CNN merupakan pengembangan dari Multi-Layer Perceptron (MLP) dan salah satu arsitektur neural network yang paling banyak digunakan dalam bidang pengolahan citra (Alam, Sarita, & Sajiah, 2020). Arsitektur ini dikembangkan oleh seorang peneliti Jepang, Kunihiko Fukushima pada tahun 1980 dengan nama NeoCognitron (Fukushima, 1980). Penemuannya unik dalam pengenalan pola, yaitu tidak terpengaruh oleh perubahan posisi. Penelitian ini menggunakan arsitektur sekuensial CNN yang terdiri dari beberapa *layer* yaitu *input*, *convolutional*, *pooling*, *flatten*, *density*, *fully connected*, dan *output*. Sequential umumnya merupakan komposisi linier dari lapisan Keras. Sequential menampilkan kelas model untuk membuat model yang disesuaikan dengan kebutuhan penggunaannya. Pengguna dapat menggunakan konsep sub-kelas untuk membuat model kompleks secara individual.



### BAB 3. METODE PELAKSANAAN PROGRAM

Berikut ini merupakan serangkaian kegiatan yang akan kami lakukan dalam merealisasikan *final project* kami. *Flowchart* menggambarkan bagaimanakah proses dan tahapan-tahapan yang akan dilakukan. Adapun sebagaimana berikut.



Gambar 3. 1 Flowchart Kegiatan

#### 3.1 Studi Literatur

*Final Project* ini dilakukan dengan mencari materi penunjang dari buku, jurnal dan artikel pada media cetak maupun *online*. Mencari dasar teori yang tepat dalam sistem foton

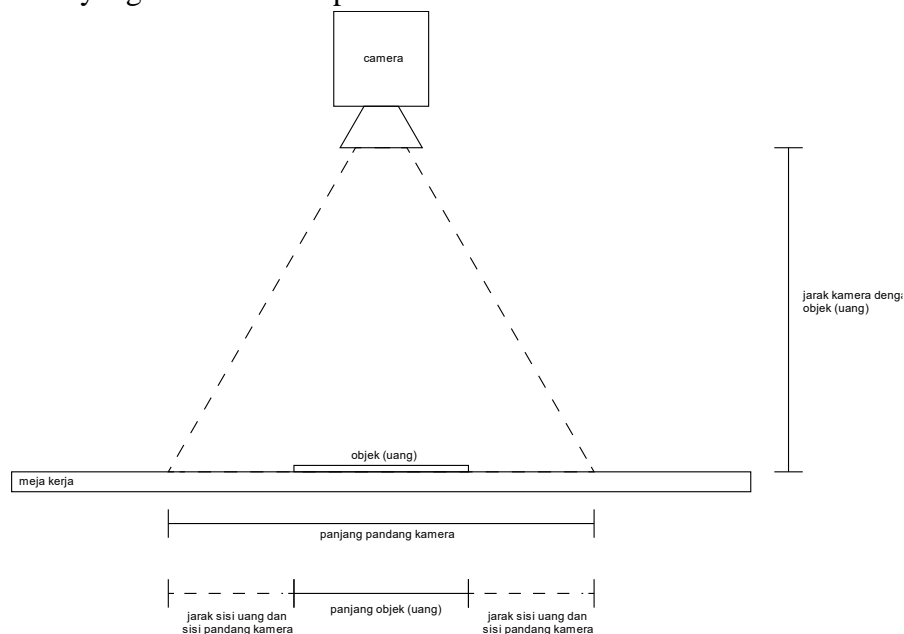
dalam pengambilan gambar uang yang akan digunakan sebagai data yang akan dideteksi menggunakan *tools* yaitu *Image Processing*.

### 3.2 Identifikasi dan Pemodelan Sistem

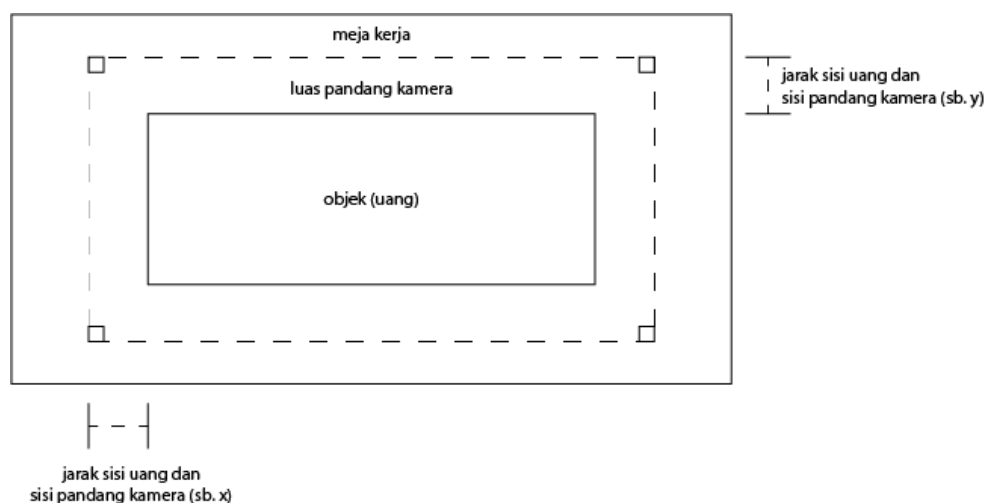
Identifikasi dan pemodelan sistem dilakukan untuk mendapatkan sistem pemodelan alat pengambilan gambar uang kertas Rupiah dan kondisi ruang untuk pengambilan gambar menggunakan kamera HP Xiaomi Redmi Note 11 yang praktis digunakan. Pengkondisian ruang yang akan digunakan adalah dengan ruangan yang gelap.

### 3.3 Perancangan Sistem

Objek yang akan dikumpulkan pada *final project* ini adalah uang Rupiah. Perancangan sistem ini membutuhkan ruangan gelap yang kemudian ditambahkan sumber cahaya untuk menerangi objek. Kemudian barang yang akan digunakan adalah kamera HP, tripod, alas objek berwarna putih, dan sumber cahaya berwarna putih dan kuning. dilakukan perancangan alat yang akan dibuat seperti di bawah ini.



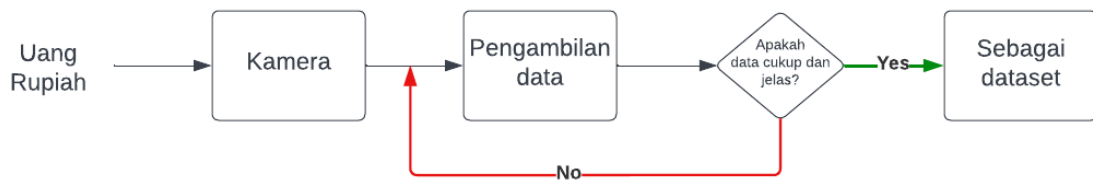
**Gambar 3. 2** *Setup* alat tampak samping



**Gambar 3. 3** *Setup* alat tampak atas

### 3.4 Pengambilan Data

Tahapan ini adalah pengambilan data dari sampel yang akan digunakan sebagai dataset *Image Processing*. Data yang diambil pada pengambilan data ini adalah uang Rupiah dengan nominal Rp1.000, Rp2.000, Rp5.000, Rp10.000, Rp20.000, Rp50.000, Rp100.000. Uang akan ditaruh di atas alas berwarna putih agar terdapat perbedaan yang kontras antara objek yang akan dideteksi dengan lingkungan. Pengambilan data dilakukan dengan 2 posisi yaitu horizontal dan vertikal, dan setiap posisi diambil gambar sisi depan uang dan sisi belakang uang. Kondisi ruang saat pengambilan data juga akan gelap yang kemudian akan ditambahkan sumber cahaya sebagaimana penerang. Sumber cahaya ini juga akan divariasikan yaitu dengan kondisi 1 yaitu variasi cahaya variasi redup dan variasi terang dengan sumber cahaya berwarna putih kemudian kondisi 2 variasi lampu kuning redup dan variasi lampu kuning terang.



**Gambar 3. 4** Diagram Alir Pengambilan Data



**Gambar 3. 5** Variasi Posisi Horizontal dan Vertikal

### **3.5 Preprocessing**

Pada tahap *preprocessing* yang dilakukan dalam penelitian ini adalah data *augmentation*, yaitu suatu teknik untuk memanipulasi suatu data tanpa kehilangan inti dari data tersebut. Jika data yang digunakan berupa gambar atau gambar, maka dapat dilakukan dengan beberapa cara seperti memutar, membalik, memotong, dan beberapa cara lain untuk memanipulasi data.

### **3.6 Build Model**

Untuk membuat sistem *classifier* diperlukan model *deep learning* dengan CNN yang terdiri dari beberapa layer. Model ini dilatih dalam proses pelatihan dan digunakan dalam proses memprediksi nominal mata uang Rupiah yang akan digunakan. Model yang akan digunakan adalah sama, hanya dibedakan mengenai dataset 4 variasi redup dan terang untuk sumber cahaya putih, dan variasi redup dan terang untuk sumber cahaya kuning.

### **3.7 Training**

Proses *Training* merupakan tahapan dimana model yang dibangun akan dilatih untuk mempelajari informasi dari data citra yang ada pada training set. Proses pelatihan juga menggunakan set validasi untuk mengoptimalkan model yang dilatih untuk mencapai hasil yang maksimal.

### **3.8 Testing**

Proses ini akan diuji kemampuan model yang dibangun dan telah dilatih dalam mengklasifikasikan nilai nominal mata uang rupiah. Ada 2 cara pengujian yang dapat dilakukan yaitu pengujian data secara keseluruhan dalam satu folder dan pengujian data satu per satu.

### **3.9 Evaluation**

Evaluasi adalah pengukuran kinerja atau kemampuan model berdasarkan proses pelatihan yang telah dilakukan. Untuk mengetahui bagaimana performansi model yang telah dibuat dapat menggunakan bantuan *confusion matrix*.

## BAB 4. HASIL DAN ANALISIS

### 4.1 Hasil dan Analisis

Final project Sistem fotonika yang berjudul “**Klasifikasi Nominal Rupiah dengan Metode Convolutional Neural Network**” ini memiliki tujuan mengklasifikasi nilai nominal mata uang rupiah, mengetahui efektifitas dan akurasi penggunaan metode *Deep Learning* (CNN) dalam mengklasifikasi nilai nominal mata uang rupiah, dan mengetahui pengaruh pengkondisian pencahayaan terhadap akurasi klasifikasi nominal uang kertas rupiah. Sistem yang telah dirancang, seperti pada Gambar 4.1, digunakan sebagai pengambilan data. Sumber cahaya yang digunakan adalah *Light Ring* dengan variasi kondisi cahaya yaitu cahaya putih dan kuning dengan intensitas yang tergolong redup dan terang.



**Gambar 4. 1** Setup Alat Pengambilan Data

Objek yang diklasifikasikan adalah mata uang Rupiah nominal Rp1000, Rp2000, Rp5000, Rp10000, Rp20000, Rp50000, dan Rp100000. Pada Tabel 4.1, menunjukkan jumlah data yang diambil adalah 126 gambar setiap nominal mata uang, maka didapatkan total 882 gambar data pada setiap variasi, sehingga apabila ditotalkan data setiap variasi didapatkan 3.526 data gambar. Setelah pengambilan data, data tersebut dipisahkan berdasarkan variasi cahaya dan nominal mata uang yang kemudian diletakkan di GDrive.

**Tabel 4. 1** Jumlah Data Objek pada Semua Variasi

No	Mata Uang	Jumlah data
1	1000	128
2	2000	128
3	5000	128
4	10000	128
5	20000	128
6	50000	128
7	100000	128
Total Data		896

Program image classification dilakukan dengan menggunakan Google Colab, dan menggunakan metode CNN. Pada bagian augmentasi untuk variasi sumber cahaya putih menggunakan augmentasi antara lain *rescale 1/255*, *rotation 30*, *horizontal flip*, dan *zoom 0.1*. Sedangkan untuk variasi sumber cahaya kuning hanya menggunakan *rescale* saja. Hal ini dikarenakan tingkat kontras pada data gambar tidak begitu jelas sebagaimana yang terlihat pada data gambar variasi putih, sehingga augmentasi data pada variasi kuning hanya pada *rescale* saja. Tahap selanjutnya adalah data split, yang dimana perbandingan rasio antara *train* dan *validation* adalah 8:2 dimana 80% untuk data *train* dan 20% untuk data *validation*, sehingga didapatkan jumlah data pada setiap nominal adalah 102 data *train* dan 26 data *validation*.

**Tabel 4. 2** Detail Model *Deep Neural Network* (CNN)

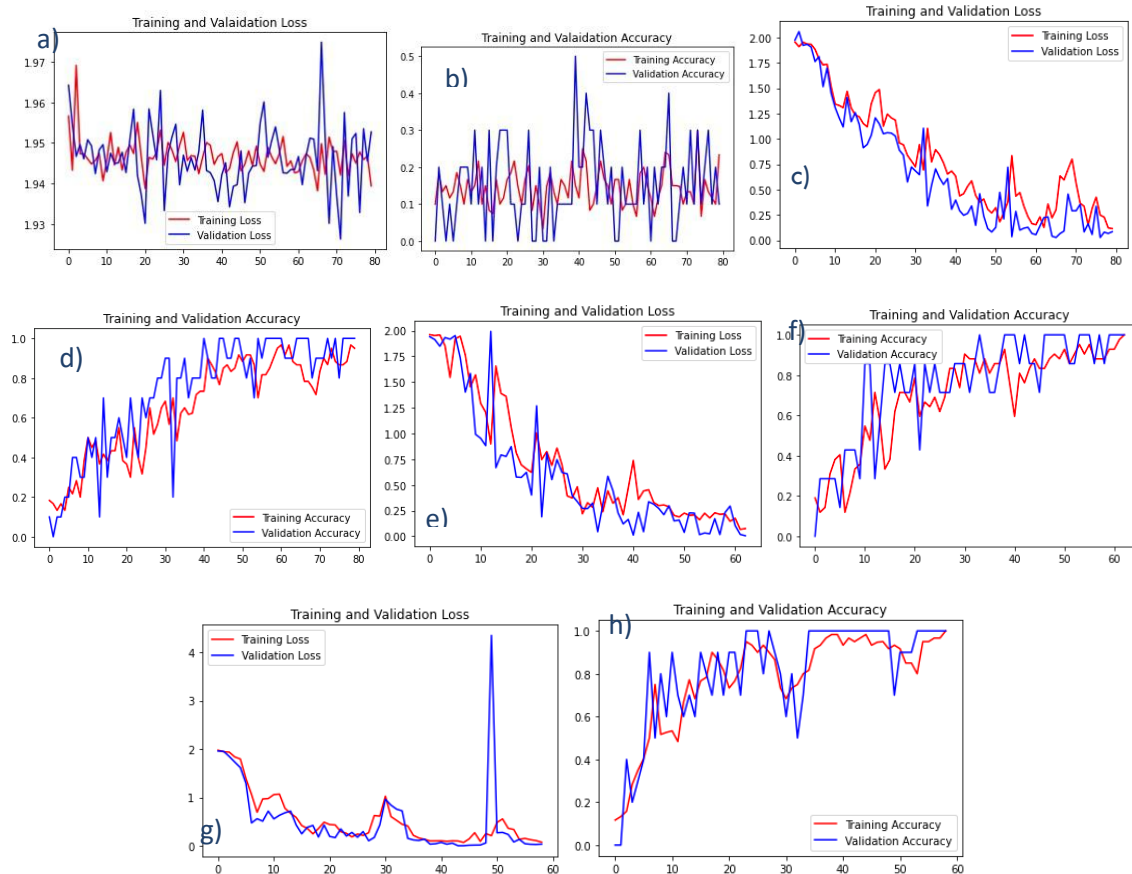
Layer No.	Layer Type	Code
1	Conv2D	tf.keras.layers.Conv2D(16, (3,3), activation='relu', input_shape=(256, 256, 3)),
	MaxPooling	tf.keras.layers.MaxPooling2D(2, 2),
2	Conv2D	tf.keras.layers.Conv2D(32, (3,3), activation='relu'),
	MaxPooling	tf.keras.layers.MaxPooling2D(2, 2),
3	Conv2D	tf.keras.layers.Conv2D(64, (3,3), activation='relu'),
	MaxPooling	tf.keras.layers.MaxPooling2D(2, 2),
4	Conv2D	tf.keras.layers.Conv2D(128, (3,3), activation='relu'),
	MaxPooling	tf.keras.layers.MaxPooling2D(2, 2),
5	Conv2D	tf.keras.layers.Conv2D(256, (3,3), activation='relu'),
	MaxPooling	tf.keras.layers.MaxPooling2D(2, 2),
Flatten	Flatten	tf.keras.layers.Flatten(),
Fully Connected Layer	Dense	tf.keras.layers.Dense(512, activation='relu'),
	Dropout	tf.keras.layers.Dropout(0.5),
		tf.keras.layers.Dense(7, activation='sigmoid')

**Tabel 4. 3** Model Compiler

Model.compile	Code
Optimizer	optimizer='Adam'
Loss	loss='categorical_crossentropy',

Model *deep learning*, Tabel 3.2, dirancang dengan menggunakan 5 layers, activation relu, dan dengan *expected output* yaitu 7 menggunakan activation sigmoid. Optimizer yang digunakan adalah Adam, dan Loss yang digunakan adalah Categorical Crossentropy. Setiap model menggunakan 80 epochs, namun karena pada program menggunakan Callback dengan tingkat akurasi stabil pada 99%, sehingga setiap variasi mencapai akurasi yang

diinginkan pada epochs yang berbeda. Model untuk variasi putih terang mencapai kestabilan akurasi yang diinginkan pada epochs ke-48, model variasi putih redup pada epochs ke-60, dan model variasi kuning terang pada epochs ke-80. Namun pada model variasi kuning redup pada epochs ke-80 hanya mencapai akurasi sebesar 14%. Pada Gambar 9 menunjukkan grafik loss dan accuracy dari training dan validation pada setiap variasi.



**Gambar 9.** a) Grafik loss training dan talidation pada variasi kuning redup. b) Grafik *accuracy* training dan validation pada variasi kuning redup. c) Grafik loss training dan validation pada variasi kuning terang. d) Grafik *accuracy* training dan validation pada variasi kuning terang. e) Grafik loss training dan validation pada variasi putih terang. f) Grafik loss training dan validation pada variasi putih terang. g) Grafik loss training dan validation pada variasi putih redup. h) Grafik loss training dan validation pada variasi putih redup.

Akurasi setiap variasi berdasarkan model.evaluate, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.3, berbeda-beda dimana untuk variasi putih terang dan redup secara berturut-turut adalah 100% dan 99.4% kemudian untuk variasi kuning terang dan kuning redup secara berturut-turut adalah 98.9% dan 14.28%. Pengaruh pengkondisian pencahayaan sangatlah besar karena memengaruhi tingkat kontras antara objek dengan benda sekitarnya. Pada model juga dapat terlihat pengaruh dari pencahayaan tersebut di mana saat pencahayaan sumber cahaya putih diberikan augmentasi.

**Tabel 4. 4 Accuracy Model Evaluate**

No.	Variasi	Akurasi
1.	Putih Terang	100%
2.	Putih Redup	99.4%
3.	Kuning Terang	98,93%
4.	Kuning Redup	14,28%

## 4.2 Diskusi

Pada variasi pencahayaan putih terang dan redup juga terlihat bahwa saat epochs yang digunakan adalah 80, variasi putih terang hanya membutuhkan 41 epochs untuk mendapatkan akurasi 100%. Sedangkan untuk variasi putih redup dengan 80 epochs hanya mendapatkan akurasi sebesar 99.4%. Perbandingan 0.6% dan 12 epochs ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan efektifitas dan akurasi dalam pengkondisian redup dan terang pada pencahayaan putih. Pada variasi pencahayaan kuning terang didapatkan akurasi model yaitu 99.93% dengan epochs mencapai 80. Sedangkan untuk variasi kuning redup dengan kondisi augmentasi yang sama mendapatkan akurasi sekitar 14.28%. Karena akurasi yang kecil, sehingga pada program koding untuk variasi redup hanya menggunakan augmentasi rescale 1/255 saja. Sehingga akurasi yang didapatkan adalah 98.9%. Namun kondisi ini tidak bisa disamakan atau dibandingkan dengan variasi pencahayaan kuning terang maupun dengan variasi pencahayaan putih karena kondisi augmentasi, yang dapat membuat model mempelajari data gambar dengan struktur berubah, berbeda. Sehingga dapat diketahui bahwa dengan perlakuan augmentasi yang sama, kondisi pencahayaan cahaya putih dan kuning dengan tingkat pencahayaan terang dan redup sangat mempengaruhi efektifitas dan akurasi model dalam mengklasifikasikan mata uang rupiah. Perbedaan akurasi ini dapat terjadi dikarenakan beberapa faktor lain yaitu tingkat kontras dari setiap variasi sangatlah berbeda seperti saat menggunakan cahaya kuning, warna pada mata uang rupiah berubah dan hampir kontras dengan pantulan yang diterima oleh latar belakang mata uang, yaitu HVS putih, tingkat *blur* pada gambar, dan jumlah dataset yang masih tergolong dikit untuk model mempelajari dataset.



## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil yang diperoleh dari final project ini antara lain adalah

1. Cara mengklasifikasikan nilai nominal mata uang rupiah dapat menggunakan metode *image processing* yaitu menggunakan CNN atau *Convolutional Neural Network*. Pengambilan data gambar membutuhkan sistem pengambilan data yang jelas agar model dapat bekerja semakin efektif. Setelah mengambil data setiap nominal dan setiap variasi, data gambar tersebut dibagi menjadi dua tipe yaitu data *train* dan *validation*. Kemudian dirancang sebuah model arsitektur dari *image processing* menggunakan CNN. Model arsitektur pada final project ini menggunakan 5 layers, activation relu, dan dengan *expected output* yaitu 7 menggunakan activation sigmoid. Optimizer yang digunakan adalah Adam, dan Loss yang digunakan adalah *Categorical Crossentropy*.
2. Akurasi yang didapatkan dari model *deep learning* pada variasi pencahayaan sumber cahaya putih terang dan redup adalah xx% dan xx%, sedangkan untuk akurasi variasi cahaya kuning dengan pencahayaan redup dan terang adalah xx% dan xx%. Klasifikasi nilai nominal mata uang rupiah akan semakin efektif apabila model dari *deep learning* sesuai dengan kondisi data, data yang digunakan jelas dan dapat dilihat secara jelas kontrasnya, dan pengkondisian cahaya yang baik terhadap objek yang ingin dipelajari.
3. Pengaruh dari pengkondisian pencahayaan terhadap akurasi klasifikasi sangatlah terlihat, karena pada kondisi cahaya putih terang lebih memiliki akurasi dan tingkat pembelajaran yang lebih tinggi dan efektif dibandingkan dengan yang redup. Sedangkan untuk kondisi pencahayaan kuning terang lebih memiliki akurasi dan tingkat pembelajaran yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang redup, dimana akurasi pencahayaan putih terang adalah 100% sedangkan putih redup 91%. Pencahayaan berwarna kuning terang jika dibandingkan dengan pencahayaan putih redup memiliki akurasi yang lebih tinggi karena tingkat kontras yang terdapat pada dataset lebih tinggi. Sedangkan kondisi pencahayaan kuning redup memiliki akurasi 14% dengan kondisi augmentasi yang sama, sehingga dapat diketahui karena perlakuan augmentasi yang diberikan pada data membuat data gambar mata uang kondisi pencahayaan kuning redup tidak bisa terlihat jelas atau tingkat kontrasnya sangat rendah.

### 5.2. Saran

Terdapat beberapa saran dari penulis terhadap final project ini antara lain:

1. Data gambar masih berupa raw data, maka data image yang di pelajari masih berupa matrix. Sehingga disarankan agar data gambar dilabel-kan terlebih dahulu berdasarkan nominal setiap mata uang.
2. Model *deep learning* masih dapat dioptimalkan lagi dengan menambah dataset dan data gambar yang sudah dilabel-kan.
3. Menambah variasi pencahayaan agar perbandingan setiap pengkondisian semakin terlihat jelas.

## REFERENSI

- Alam, Sarita, & Sajiah,. (2020). Implementasi Deep Learning dengan Metode Convolutional Neural Network untuk Identifikasi Objek secara Real Time Berbasis Android. *semanTIK*, 2(5), 237-244.
- Clarke, D. (2021, June 30). *What is Gcam? Learn how the camera application works.* (Techidence) Dipetik October 10, 2022, dari <https://techidence.com/what-is-gcam-learn-how-the-camera-application-works/>
- Fukushima, K. (1980). Neocognitron: A self-organizing Neural Network Model for a Mechanism of Pattern Recognition Unaffected by Shift in Position. *Biological Cybernetics*, 36(4), 193-202.
- Gede, D., & Wicaksono D. (2008). *Perangkat Lunak Identifikasi Nilai Nominal dan Keaslian Uang Kertas Rupiah menggunakan Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation*. Depok: Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Hafiar, H., Setiyanti, Y., P., S., & A., S. (2020). Blind Code Pada Uang Kertas Rupiah Pesan Komunikasi Dan Komunikasi Pesan Kepada Publik Disabilitas Netra. *Jurnal KAWISTARA*, 10(3), 328-342.
- Imai, F. H., Linne von Berg, D. C., Skauli, T., Tominaga, S., & Zalevsky, Z. (2014). Imaging systems and applications: Introduction to the feature. *APPLIED OPTICS*.
- Light Source. (2022, Februari 3). (Tutorfiber) Dipetik October 10, 2022, dari <https://www.tutorfiber.com/2022/02/light-source-adalah.html#:~:text=Light%20source%20adalah%20perangkat%20yang,mungkin%20berbasis%20pin%20atau%20sekrup.>
- Mulyawan, H., Hadi Samsono, M., & Setiawardhana. (2011). *IDENTIFIKASI DAN TRACKING OBJEK BERBASIS IMAGE PROCESSING SECARA REAL TIME*. Surabaya: EEPIS.
- Pertuni. (t.thn.). *Siapa Tunanetra?* (Pertuni) Dipetik October 10, 2022, dari <https://pertuni.or.id/>
- Putra, J. W. (2020). *Pengenalan Konsep Pembelajaran Mesin dan Deep Learning*. Tokyo: 1.4.
- RI, K. S. (2021). *Sistem Informasi Management Penyandang Disabilitas*. (Kementerian Sosial RI) Dipetik October 10, 2022, dari <https://simpd.kemensos.go.id/>
- Triyono1, M. Ardy, H., & Putra, B. P. (2016). *ANALISIS SUDUT PANDANG KAMERA DAN JENIS KAMERA*. Tangerang: STMIK Raharja Jurusan Teknik Informatika.
- Wellcode.IO. (2019). *Teknologi Artificial Intelligence untuk Administrasi PeIDRajakan Masa Depan*. (Wellcode.IO) Dipetik October 10, 2022, dari <https://insight.wellcode.io/>
- Chin, R. T., & Harlow, C. A. (1982). Automated Visual Inspection: A Survey. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, PAMI-4(6), 557–573. <https://doi.org/10.1109/TPAMI.1982.4767309>
- Liu, D., Zhang, L., Lai, X., & Liu, H. (2022). Image feature selection embedded distribution differences between classes for convolutional neural network. *Applied Soft Computing*, 109715. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2022.109715>

### **LAMPIRAN BIODATA TIM**

<b>Anggota 1</b>
<b>Anggota 2</b>
<b>Anggota 3</b>
<b>Anggota 4</b>

## **LAMPIRAN LOGBOOK**