

# Deteksi Kondisi Uang Bagus Dan Rusak Dengan Pengolahan Citra Digital Berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN)

<sup>1</sup>Arjun Putra Nandika, <sup>2</sup>Muhammad Imanullah, <sup>3</sup>Ardi Wijaya, <sup>4</sup>Dandi Sunardi

<sup>1</sup>Mahasiswa, Universitas Muhammadiyah Bengkulu  
Jl. Bali, Po Box 118 Telp. (0736) 22756 Fax. (0736) 26161; e-mail: [arjunnandika06@gmail.com](mailto:arjunnandika06@gmail.com)

<sup>2,3,4</sup>Dosen Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Bengkulu  
Jl. Bali, Po Box 118 Telp. (0736) 22756 Fax. (0736) 26161 Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Bengkulu e-mail: [muhammad.iman@umb.ac.id](mailto:muhammad.iman@umb.ac.id), [ardiwijaya@umb.ac.id](mailto:ardiwijaya@umb.ac.id), [dandisunardi@umb.ac.id](mailto:dandisunardi@umb.ac.id)

(Received: Nopember 2024, Revised: Februari 2025, Accepied: April 2025)

*Abstract*— The circulation of fit-for-use cash is crucial for maintaining economic stability and financial transaction quality. However, the identification of banknote conditions is still performed manually, which is time-consuming and prone to human error. This study develops a banknote condition detection system based on Convolutional Neural Network (CNN) to automatically classify banknotes as good or damaged. The dataset consists of 500 banknote images, processed using data augmentation and split into 80% training and 20% validation data. The developed CNN model comprises key layers such as convolution, batch normalization, ReLU, pooling, and fully connected layers, trained using the Adam optimizer with 50 epochs and a learning rate of 0.00001. The system is implemented in a MATLAB-based Graphical User Interface (GUI) for ease of use. Experimental results show a validation accuracy of 93%, a precision of 97%, and a recall of 96%. Additionally, a survey conducted with Bank Indonesia indicated a perfect score in efficiency, accuracy, ease of operation, and detection speed. These results demonstrate the potential application of this system in banking services, particularly in Bank Indonesia's mobile cash services and other financial institutions.

*Keyword:* CNN, Digital Image Processing, Banknote Classification, GUI.

*Intisari*— Peredaran uang tunai yang layak edar sangat penting untuk menjaga stabilitas ekonomi dan kualitas transaksi keuangan. Namun, identifikasi kondisi uang kertas masih dilakukan secara manual, yang memakan waktu dan rentan terhadap kesalahan manusia. Penelitian ini mengembangkan sistem deteksi kondisi uang berbasis Convolutional Neural Network (CNN) untuk mengklasifikasikan uang dalam kondisi baik atau rusak secara otomatis. Dataset terdiri dari 500 gambar uang, yang diproses menggunakan augmentasi data dan dibagi menjadi 80% data latih dan 20% data validasi. Model CNN yang dikembangkan memiliki lapisan utama seperti konvolusi, batch normalization, ReLU, pooling, dan fully connected layer, serta dilatih dengan optimizer Adam selama 50 epoch dengan learning rate 0.00001. Implementasi sistem dalam Graphical User Interface (GUI) berbasis MATLAB mempermudah penggunaannya. Hasil pengujian menunjukkan akurasi validasi 93%, precision 97%, dan recall 96%. Survei terhadap Bank Indonesia menunjukkan sistem ini mendapat skor sempurna dalam efisiensi, akurasi, kemudahan pengoperasian, dan kecepatan deteksi. Dengan hasil ini, sistem memiliki potensi untuk diterapkan dalam layanan kas keliling Bank Indonesia dan lembaga keuangan lainnya.

Kata Kunci: CNN, Pengolahan Citra Digital, Klasifikasi Uang, GUI

## I. PENDAHULUAN

Dalam aktivitas jual beli barang atau jasa, uang berperan sebagai alat tukar yang digunakan dalam transaksi [1]. Uang memiliki fungsi sebagai alat pembayaran yang sah dan dapat digunakan selama masih berlaku [2]. Sementara itu, pemeriksaan terhadap suatu objek dengan menerapkan metode serta teknik tertentu dikenal dengan istilah deteksi [3]. Peredaran uang tunai yang layak pakai merupakan aspek penting dalam menjaga kestabilan ekonomi dan kualitas transaksi keuangan di Indonesia. Bank Indonesia, menyelenggarakan layanan kas keliling yang bertujuan untuk mendistribusikan uang layak pakai serta menarik uang rusak dari peredaran [4]. Penentuan kondisi uang, apakah masih layak atau sudah rusak, di lapangan masih dilakukan secara manual. Proses ini memerlukan banyak waktu dan tenaga serta memiliki risiko terjadinya kesalahan akibat faktor manusia. Dalam ranah pengolahan citra digital, penelitian yang terutama menggunakan metode *deep learning* seperti *Convolutional Neural Network* (CNN). CNN telah terbukti efektif dalam berbagai aplikasi, seperti menemukan produk di perusahaan manufaktur [5] dan deteksi kecacatan permukaan buah manggis [6]. Berdasarkan keberhasilan aplikasi CNN di berbagai bidang, penerapannya pada deteksi kondisi uang dapat memberikan sebuah penyelesaian masalah yang lebih

efisien dalam mengatasi masalah klasifikasi kondisi uang yang baik dan rusak. CNN mampu mengidentifikasi pola kerusakan pada barang yang memiliki tingkat kompleksitas tinggi dengan cara mempelajari serta mengenali pola tertentu pada data gambar. Selain itu, CNN juga dapat membedakan antara gambar yang masih dalam kondisi normal dan yang mengalami cacat [7]. Metode CNN yang sering digunakan pada data gambar [8]. Metode yang didasari pada pembelajaran mendalam yang berguna sebagai solusi yang berhubungan dengan pengenalan objek dan klasifikasi gambar. Metode ini sering digunakan karena sangat akurat dan memiliki hasil yang baik dalam mengenali objek pada pengenalan gambar [9]. 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. 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.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Penelitian Terkait

Penelitian oleh (Afifah, Himatul, 2023) [10] membahas tentang mendeteksi kondisi uang kertas rupiah yang lengkap, tidak lengkap, dan lusuh dengan menggunakan metode CNN dalam penelitian ini mendapatkan hasil akurasi mencapai maksimal sekitar 0.95 (95%) dan validation loss sekitar 0.01 (1%), masih terdapat kegagalan pada saat pengujian. Sehingga dengan penelitian ini dapat disimpulkan CNN cukup akurat dalam mendeteksi uang kertas.

Studi (Malik Ibrahim, Rahmadewi & Nurpulaela 2023) [11] membahas tentang penggunaan teknik pengolahan citra dan CNN untuk mengenali nominal uang dalam sebuah gambar. Dengan menggabungkan pra-pemrosesan citra seperti konversi grayscale, normalisasi, dan peningkatan kontras, penelitian ini meningkatkan akurasi klasifikasi nominal uang. Dalam penelitian deteksi kondisi uang, CNN juga digunakan untuk mengklasifikasikan apakah uang dalam kondisi bagus atau rusak berdasarkan pola citra yang terdeteksi. Penelitian (Harsani, Maulana Muhammad & Negara 2024) [12] membahas sistem yang dapat membedakan uang asli dan palsu secara otomatis dengan teknik pengolahan citra digital berbasis CNN. Metode ini bekerja dengan menganalisis fitur visual dari uang kertas, seperti pola, tekstur, dan warna, untuk kemudian diklasifikasikan sebagai asli atau palsu. Dengan optimasi yang tepat, penelitian ini berhasil memperoleh akurasi di atas 90%, membuktikan bahwa CNN dapat diandalkan dalam deteksi uang palsu berbasis citra.

### B. Landasan Teori

#### 1. Uang Kertas Rupiah

Uang kertas Rupiah merupakan alat pembayaran sah di Indonesia yang diterbitkan oleh Bank Indonesia, simbol kedaulatan negara yang perlu dijunjung tinggi bagi seluruh masyarakat [13].

#### 2. Pengolahan Citra Digital

Teknik pengolahan gambar digital mengubah kualitas gambar sehingga Lebih mudah dipahami oleh manusia maupun sistem komputer. Teknik ini dikenal sebagai pengolahan gambar digital [14].

#### 3. Convolutional Neural Network (CNN)

CNN merupakan arsitektur *deep learning* yang dibuat khusus guna memproses data berbentuk grid, seperti gambar. Karena kemampuan mereka untuk memahami detail gambar dengan lebih baik, CNN sangat efektif dalam mengklasifikasikan, mengidentifikasi, dan mengenali pola dalam gambar [15].

### III. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini mempunyai beberapa tahapan untuk mengembangkan sistem deteksi kondisi uang berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN).

#### A. Pengumpulan Dataset

Dataset yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari dua kategori utama, yaitu uang dalam kondisi bagus dan uang dalam kondisi rusak. Total dataset yang digunakan berjumlah 500 gambar, dengan masing-masing 250 gambar untuk kategori uang bagus (dapat ditukar) dan 250 gambar untuk kategori uang rusak (tidak dapat ditukar). Proses pengambilan gambar dilakukan secara mandiri dengan menggunakan kamera *smartphone* dengan memperhatikan pencahayaan yang cukup dan sudut pengambilan gambar yang seragam dan juga beberapa gambar diperoleh dari berbagai sumber di internet dan 50 gambar merupakan hasil editan dari gambar uang untuk memberikan variasi tambahan pada dataset.

#### B. Pre-Processing Data

Tahap *preprocessing* dilakukan untuk memastikan dataset sesuai dengan format yang dibutuhkan oleh model *Convolutional Neural Network* (CNN). Langkah pertama adalah mengubah ukuran semua gambar dalam dataset menjadi resolusi 224x224 piksel menggunakan fungsi *imresize* di MATLAB. Resolusi ini dipilih untuk menyeragamkan ukuran gambar sehingga dapat diproses dengan baik oleh model CNN. Setiap gambar kemudian diberi label sesuai dengan kategorinya. Label "0" diberikan untuk gambar uang bagus, sedangkan label "1" diberikan untuk gambar uang rusak. Proses pelabelan ini dilakukan secara otomatis menggunakan script MATLAB untuk menghindari kesalahan dalam pelabelan manual.

#### C. Pembagian Data dan Validasi

Setelah dataset selesai disiapkan, langkah berikutnya adalah membagi data menjadi dua kelompok utama, yaitu data pelatihan dan data validasi. Pembagian ini dilakukan bahwa model CNN bisa dilatih serta diuji secara efektif tanpa bias.

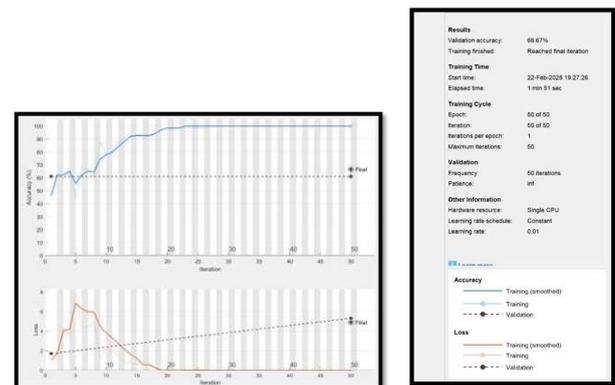
#### D. Pembangunan dan Pelatihan Model CNN

Tahap pembangunan dan pelatihan model CNN bertujuan membuat sistem untuk dapat mendeteksi kondisi uang, apakah bagus atau rusak, berdasarkan

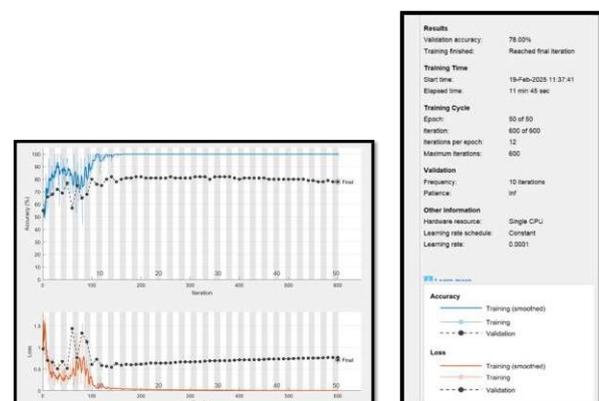
gambar. Model CNN dirancang dengan struktur yang sederhana namun cukup kuat untuk melakukan klasifikasi dua kategori tersebut.

#### E. Pengujian dan Evaluasi Keandalan Model

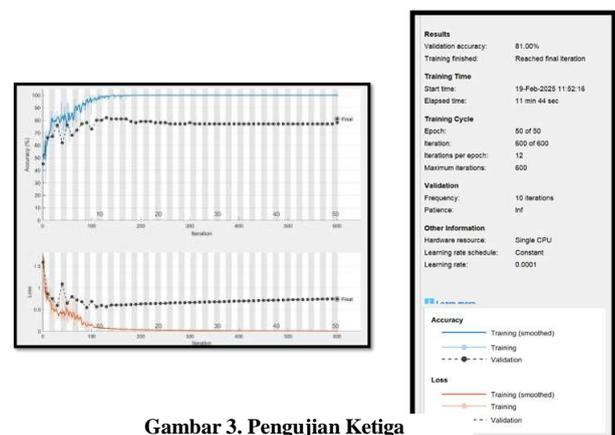
Setelah model CNN selesai dilatih, dilakukan pengujian dan evaluasi untuk menilai keandalan model dalam mengklasifikasikan kondisi uang. Pengujian dilakukan menggunakan data validasi.



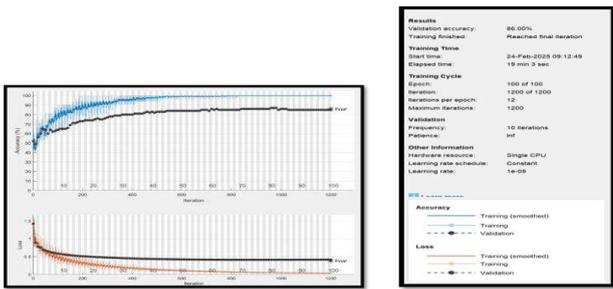
Gambar 1. Pengujian Pertama



Gambar 2. Pengujian Kedua



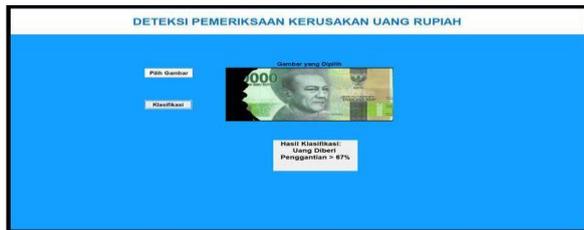
Gambar 3. Pengujian Ketiga



Gambar 4. Pengujian Keempat

**F. Implementasi Deteksi Uang Dalam GUI ( Graphical User Interface )**

Pada tahap ini, model CNN yang telah dilatih diimplementasikan ke *Graphical User Interface* (GUI) menggunakan *MATLAB*. GUI ini dirancang untuk mempermudah pengguna dalam mengklasifikasikan kondisi uang berdasarkan citra yang diunggah. Implementasi ini bertujuan agar sistem dapat digunakan secara interaktif dan mudah dipahami oleh pengguna.



Gambar 5. Desain GUI

**IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

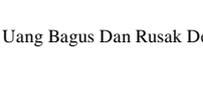
**A. Hasil Pengujian**

Uji dilakukan dengan mengunggah berbagai gambar uang dengan kondisi yang berbeda-beda. Hasil klasifikasi dibandingkan dengan kondisi uang yang sebenarnya untuk mengukur akurasi model dalam lingkungan penggunaan nyata. GUI telah dirancang agar dapat berjalan dengan baik di berbagai ukuran layar dan kompatibel dengan sistem operasi *Windows*. Dengan adanya GUI ini, proses klasifikasi kondisi uang menjadi lebih efisien, memungkinkan pengguna awam untuk dengan mudah mengoperasikan sistem tanpa perlu memahami detail teknis dari model CNN yang digunakan berikut adalah hasil pengujian deteksi kondisi uang.

- True Positive (TP) :** Sampel yang sebenarnya positif dan diprediksi positif.
- True Negative (TN):** Sampel yang sebenarnya negatif dan diprediksi negatif.
- False Positive (FP) :** Sampel yang sebenarnya negatif tetapi diprediksi positif.
- False Negative (FN):** Sampel yang sebenarnya positif tetapi diprediksi negatif

Tabel 1. Hasil Data Uji Uang Bagus (Diberi Penukaran)

NO	GAMBAR UANG BAGUS	TP	TN	FP	FN
1		✓			
2		✓			
3		✓			
4		✓			
5					✓
6		✓			
7		✓			
8		✓			
9		✓			
10		✓			

11		✓			
12		✓			
13		✓			
14		✓			
15		✓			
16		✓			
17		✓			
18					✓
19		✓			
20		✓			
21		✓			
22		✓			
23		✓			
24		✓			
25		✓			
26		✓			
27		✓			
28		✓			
29		✓			
30		✓			
31		✓			
32		✓			
33		✓			
34		✓			
35		✓			
36		✓			
37					✓
38		✓			
39					✓
40		✓			
41		✓			
42		✓			

43		✓				6			✓		
44		✓				7			✓		
45		✓				8			✓		
46		✓				9			✓		
47		✓				10			✓		
48		✓				11			✓		
49		✓				12			✓		
50		✓				13			✓		
						14			✓		
						15			✓		
						16			✓		
						17			✓		
						18			✓		
						19			✓		
						20			✓		

Tabel 2. Hasil Data Uji Uang Rusak (Tidak Diberi Penukaran)

NO	GAMBAR UANG RUSAK	TP	TN	FP	FN
1			✓		
2			✓		
3			✓		
4			✓		
5			✓		

21			✓			37			✓		
22			✓			38			✓		
23			✓			39				✓	
24			✓			40			✓		
25			✓			41			✓		
26			✓			42			✓		
27				✓		43			✓		
28			✓			44			✓		
29			✓			45			✓		
30			✓			46				✓	
31			✓			47			✓		
32			✓			48			✓		
33			✓			49			✓		
34			✓			50			✓		
35			✓								
36			✓								

Dari 50 data uji Uang Bagus, mendapatkan :

TP 46  
 TN 0  
 FP 0  
 FN 4

Akurasi = (Jumlah Prediksi benar) / (jumlah total data)

$$= 46/50 \times 100\% = 0.92 = 92\%$$

Presisi =  $TP/(TP+FP)$

$$= 46/(46+0) = 1.0 = 100\%$$

Recall =  $TP/(TP+FN)$

$$= 46/(46+4) = 0.92 = 92\%$$

Dari 50 data uji Uang Rusak, mendapatkan :

TP 47

TN 0

FP 0

FN 3

Akurasi = (Jumlah Prediksi benar) / (jumlah total data)

$$= 47/50 \times 100\% = 0.94 = 94\%$$

Presisi =  $TP/(TP+FP)$

$$= 47/(47+3) = 0.94 = 94\%$$

Recall =  $TP/(TP+FN)$

$$= 47/(47+0) = 1.0 = 100\%$$

## B. Survey Respon Layanan

Untuk mengukur efektivitas sistem deteksi kondisi uang berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN), dilakukan survei terhadap Bapak Ahmad Budiyanto dari Bank Indonesia (Unit Implementasi Pengelolaan Uang Rupiah). Hasil survei menunjukkan bahwa sistem ini mendapatkan nilai 5 dari 5 dalam empat aspek utama, yaitu tingkat efisiensi, tingkat akurasi, tingkat kemudahan pengoperasian deteksi, dan tingkat kecepatan pengoperasian deteksi. Dari segi efisiensi, sistem ini mampu mengidentifikasi kondisi uang secara otomatis dengan cepat, tanpa memerlukan evaluasi manual yang memakan waktu. Akurasi sistem juga dinilai sangat baik dalam membedakan uang yang masih layak digunakan dan uang yang rusak.

Bapak Ahmad Budiyanto juga memberikan saran untuk pengembangan lebih lanjut, yaitu agar sistem ini dapat diterapkan pada perangkat *smartphone*, sehingga masyarakat luas dapat menggunakannya untuk menentukan apakah uang mereka masih layak ditukarkan

atau tidak. Namun, beliau menekankan bahwa implementasi ini harus dikoordinasikan dengan pihak Bank Indonesia, karena segala bentuk penggunaan sistem yang mencatat nama Bank Indonesia memerlukan izin dan persetujuan resmi dari otoritas terkait. Dengan hasil survei yang sangat positif dan adanya saran untuk pengembangan lebih lanjut, sistem deteksi kondisi uang berbasis CNN ini memiliki potensi besar untuk diterapkan dalam layanan perbankan dan keuangan, serta dikembangkan agar dapat digunakan oleh masyarakat secara luas.

## V. PENUTUP

### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, model CNN dikembangkan oleh penelitian ini mampu mengklasifikasikan kondisi uang kertas dalam kategori bagus dan rusak dengan akurasi validasi sebesar 93%. Precision yang dicapai sebesar 97% dan recall sebesar 96%, menunjukkan bahwa model ini cukup andal dalam mendeteksi kondisi uang berdasarkan karakteristik visualnya. Implementasi sistem dalam *Graphical User Interface* (GUI) berbasis MATLAB memberikan kemudahan bagi pengguna dalam mengoperasikan sistem secara otomatis dan cepat. Hasil survei terhadap Bank Indonesia menunjukkan bahwa sistem ini memperoleh nilai 5 dari 5 dalam aspek efisiensi, akurasi, kemudahan pengoperasian, dan kecepatan deteksi. Oleh karena itu, sistem ini memiliki potensi besar untuk diterapkan dalam layanan perbankan, terutama dalam layanan kas keliling Bank Indonesia dan lembaga keuangan lainnya.

### B. Saran

Untuk penelitian lebih lanjut, disarankan agar sistem ini dapat diimplementasikan dalam *platform* berbasis *mobile* agar dapat digunakan oleh masyarakat luas. Selain itu, perlu dilakukan peningkatan kualitas dataset dengan memperbanyak variasi gambar dalam berbagai kondisi pencahayaan dan sudut pengambilan gambar guna meningkatkan keakuratan model. Integrasi dengan teknologi *cloud computing* juga dapat menjadi opsi untuk meningkatkan kinerja sistem dalam skala yang lebih luas. Selain itu, kolaborasi dengan Bank Indonesia dan lembaga keuangan lainnya dapat mempercepat adopsi teknologi ini dalam layanan keuangan nasional.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wanda Hamidah, T. S. B. Irawan, N. A. P. Hasbullah, and A.B. Kaswar, "Deteksi Nominal Uang Kertas Menggunakan OCR (Optical Character Recognition)," *Techno Xplore J. Ilmu Komput. dan Teknol. Inf.*, vol. 7, no. 2, pp. 72–76, 2022, doi: 10.36805/technoxplore.v7i2.2123.
- [2] Rizal Adi Saputra, Jumadil Nangi, Ika Purwanti Ningrum, M. F. Almaliki, and La Ode Rahmat Andre Pratama, "Deteksi Uang Palsu Rupiah dengan Menggunakan Metode Deteksi Tepi Laplacian of Gaussian (LoG) dan Algoritma K-Means Clustering," *J. Buana Inform.*, vol. 13, no. 02, pp. 85–92, 2022, doi: 10.24002/jbi.v13i02.5448.
- [3] A. S. R. K. Balthasar Kehi1, "Deteksi Keaslian Uang Kertas Berdasarkan Watermark Dengan Metode Suport Vektor Machine(Svm)," *J. Inform. dan Komput.*, vol. 15, no. 1, pp. 1– 38, 2024.
- [4] R. Alfita, A. F. Ibadillah, and A. Prianto, "Identifikasi Nilai Nominal Uang Kertas Berdasarkan Warna Berbasis Image Processing Menggunakan Metode Template Matching," *J. Tek. Elektro dan Komput. TRIAC*, vol. 9, no. 1, pp. 28–32, 2022, doi: 10.21107/triac.v9i1.12487.
- [5] A. M. ; M. S. ; A. F. N. M. ; H. Y. Novita, "Inti nusa mandiri," vol. 18, no. 2, pp. 107–114, 2024.
- [6] L. Marifatul Azizah, S. Fadillah Umayah, and F. Fajar, "Deteksi Kecacatan Permukaan Buah Manggis Menggunakan Metode Deep Learning dengan Konvolusi Multilayer," *Semesta Tek.*, vol. 21, no. 2, pp. 230–236, 2018, doi: 10.18196/st.212229.
- [7] W. Prastiwinarti *et al.*, "Perancangan Pemanfaatan Machine Learning untuk Deteksi Cacat Kemasan Produk," *Sniv Semin. Nas. Inov. Vokasi*, vol. 2, no. 1, pp. 97–102, 2023.
- [8] N. H. Harani, C. Prianto, and M. Hasanah, "Deteksi Objek Dan Pengenalan Karakter Plat Nomor Kendaraan Indonesia Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN) Berbasis Python," *J. Tek. Inform.*, vol. 11, no. 3, pp. 47–53, 2019, [Online]. Available: <https://ejurnal.ulbi.ac.id/index.php/informatika/article/view/658>
- [9] M. R. Efrian and U. Latifa, "Image Recognition Berbasis Convolutional Neural Network (Cnn) Untuk Mendeteksi Penyakit Kulit Pada Manusia," *Power Elektron. J. Orang Elektro*, vol. 11, no. 2, p. 276, 2022, doi: 10.30591/polekro.v12i1.3874.
- [10] H. AFIFAH, "KLASIFIKASI KONDISI UANG KERTAS MENGGUNAKAN ALGORITMA CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK," *Nucl. Phys.*, vol. 13, no. 1, pp. 104– 116, 2023.
- [11] M. Malik Ibrahim, R. Rahmadewi, and L. Nurpulaela, "Pendeteksian Nominal Uang Pada Gambar Menggunakan Convolutional Neural Network: Integrasi Metode Pra- Pemrosesan Citra Dan Klasifikasi Berbasis Cnn," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 7, no. 2, pp. 1394–1400, 2023, doi: 10.36040/jati.v7i2.6863.
- [12] P. Harsani, M. Muhammad, and T. P. Negara, "Identifikasi Citra untuk Membedakan Uang Asli dan Palsu Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network ( CNN )," vol. 13, no. 2, pp. 328–337, 2024.
- [13] A. D. K. Zulfiansyah, H. Kusuma, and M. Attamimi, "Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Keaslian Uang Kertas Rupiah Menggunakan Sinar UV dengan Metode Machine Learning," *J. Tek. ITS*, vol. 12, no. 2, 2023, doi: 10.12962/j23373539.v12i2.118320.
- [14] A. Rilo Pambudi, Garno, and Purwantoro, "JIP (Jurnal Informatika Polinema) DETEKSI KEASLIAN UANG KERTAS BERDASARKAN WATERMARK DENGAN PENGOLAHAN CITRA DIGITAL," *J. Inform. Polinema*, vol. 6, no. 4, pp. 69–74, 2020.
- [15] A. ANHAR and R. A. PUTRA, "Perancangan dan Implementasi Self-Checkout System pada Toko Ritel menggunakan Convolutional Neural Network (CNN)," *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 11, no. 2, p. 466, 2023, doi: 10.26760/elkomika.v11i2.466.