

LAPORAN MATA KULIAH PENGOLAHAN CITRA DIGITAL

Sistem Klasifikasi Uang Rupiah Berdasarkan Citra Digital Menggunakan Edge Detection, K-Means Clustering, dan CNN

Dosen Pengampu :

Leni Fitriani, ST. M.Kom.



Disusun Oleh :

Hopid Saparudin (2106089)

Melina Amelia (2206152)

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA

JURUSAN ILMU KOMPUTER

INSTITUT TEKNOLOGI GARUT

2025

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga laporan ini yang berjudul "Sistem Klasifikasi Uang Rupiah Berdasarkan Citra Digital Menggunakan Edge Detection, K-Means Clustering, dan CNN" dapat diselesaikan dengan baik.

Laporan ini disusun sebagai bentuk dokumentasi dan analisis terhadap penelitian yang dilakukan dalam bidang pengolahan citra digital. Adapun tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem yang mampu mengidentifikasi dan mengklasifikasikan nominal uang rupiah secara otomatis dengan menerapkan berbagai teknik pengolahan citra, seperti konversi grayscale, deteksi tepi dengan metode Canny, segmentasi menggunakan K-Means Clustering, serta klasifikasi berbasis Convolutional Neural Network (CNN).

Dalam penyusunan laporan ini, kami mendapat banyak bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, kami ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Leni Fitriani, ST. M.Kom. yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penelitian ini.
2. Rekan-rekan yang telah memberikan masukan dan dukungan selama proses pengerjaan laporan ini.
3. Semua pihak yang turut membantu dalam penyelesaian laporan ini, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Kami menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat kami harapkan untuk perbaikan ke depannya. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca, khususnya dalam bidang pengolahan citra digital dan kecerdasan buatan.

Demikian kata pengantar ini kami sampaikan. Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa memberikan kemudahan dan keberkahan dalam setiap usaha kita.

Garut, 30 Januari 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR	iii
GAMBAR TABEL	iv
BAB I PENDAHULUAN.....	5
1.1 Latar Belakang	5
1.2 Penelitian atau Teori Terkait	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
BAB II METODE	7
2.1 Langkah-langkah Penelitian.....	7
2.2 Visualisasi Model.....	7
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN	8
3.1 Bahan Penelitian.....	8
3.2 Akuisisi Citra.....	8
3.3 Pre-Processing	8
3.4 Perancangan Sistem.....	8
3.5 Hasil	9
BAB IV KESIMPULAN	11
4.1 Ringkasan Temuan.....	11
4.2 Batasan Pekerjaan	11
4.3 Rekomendasi Untuk Pekerjaan di Masa Depan	11
DAFTAR PUSTAKA	12
TABEL PERBANDINGAN	13

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.....	7
Gambar 2.....	9
Gambar 3.....	9

GAMBAR TABEL

Tabel 1	13
---------------	----

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam kehidupan sehari-hari, mata uang merupakan alat tukar yang sangat penting dalam transaksi ekonomi. Mata uang rupiah, sebagai mata uang resmi Indonesia, terdiri dari berbagai pecahan dengan ciri khas yang berbeda pada setiap nominalnya. Ciri khas ini, berupa angka dan tulisan pada uang kertas, berfungsi sebagai indikator untuk membedakan satu nominal dengan nominal lainnya. Namun, dalam praktiknya, manusia seringkali menghadapi kesulitan dalam membedakan nominal uang rupiah secara cepat, terutama dalam kondisi tertentu, seperti pencahayaan yang buruk, uang yang terlipat, atau rusak.

Ada banyak mata uang di seluruh dunia tetapi kertasnya berbeda, sama dengan warna dan pola. Ini tidak mudah pekerjaan untuk membedakan berbagai jenis mata uang. Staf yang bekerja untuk perusahaan money changer, perusahaan pembiayaan dll harus mengingat simbol masing-masing mata uang. Ini mungkin menyebabkan beberapa kegagalan atau pengenalan yang salah, sehingga mereka membutuhkan sistem yang akurat, cepat dan andal untuk membantu pekerjaan mereka [1].

Salah satu perkembangan teknologi informasi adalah image processing. Image processing atau biasa disebut pengolahan citra digital. Pengolahan citra digital merupakan teknik mengolah citra yang bertujuan memperbaiki kualitas citra agar mudah diinterpretasi oleh manusia atau mesin komputer yang dapat berupa foto maupun gambar bergerak Effendi et al, (2017) . Salah satu ciri untuk menentukan uang asli dengan mendeteksi ada tidaknya watermark pada uang kertas tersbut. Untuk itu, perlu adanya suatu teknologi yang dapat mengetahui dan mendeteksi watermark pada uang kertas [2].

1.2 Penelitian atau Teori Terkait

Dalam penelitian sebelumnya oleh Alecia Maharani Ektya Antara, Syafrina Aulia Sari, Nita Riswanti, Dhestyara Alivia Amin, Vebi Verdila, dan Amin Padmo Azam Masa pada tahun 2023. Judul jurnalnya adalah "Deteksi Nominal Rupiah Uang Kertas Berdasarkan Citra Warna Menggunakan Segmentasi K-Means Clustering dan Klasifikasi Random Forest." Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa model Random Forest yang dibangun memiliki tingkat akurasi mencapai 95% dalam memprediksi nominal rupiah uang kertas dari input gambar [3].

Pada jurnal sebelumnya yang disusun oleh Wanda Hamidah dkk, dari Universitas Negeri Makassar, pada tahun 2022 dengan judul "Deteksi Nominal Uang Kertas Menggunakan OCR (Optical Character Recognition)". Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa metode yang diusulkan berhasil mendeteksi nominal uang kertas dengan akurasi sebesar 94%, di mana dari 70 dataset yang diuji, 66 citra uang kertas terdeteksi dengan tepat dan 4 citra mengalami kesalahan deteksi [4].

Lalu pada jurnal yang disusun oleh Andhika Ryan Pratama, Muhammad Mustajib, dan Aryo Nugroho. Jurnal ini diajukan pada 11 Januari 2020, direvisi pada 18 Maret 2020, dan diterima pada 31 Maret 2020. Judul jurnalnya adalah "Deteksi Citra Uang Kertas dengan Fitur RGB Menggunakan K-Nearest Neighbor". Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa dari 16 data uji, 15 objek uang kertas berhasil dideteksi dengan benar, menghasilkan akurasi sebesar 93,7% dengan nilai K=5 [5].

Pada penelitian yng disusun oleh Balthasar Kehi, Aryandi Saban, dan Yampi R. Kaesmetan pada tahun 2024 dengan judul "Deteksi Keaslian Uang Kertas Berdasarkan Watermark Dengan Metode Support Vector Machine (SVM)" yang diterbitkan dalam Jurnal Informatika dan Komputer (JIK), vol. 15, no. 1, hal. 31–38. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi keaslian uang kertas berdasarkan watermark menggunakan metode Canny Edge Detection. Dalam penelitian ini, citra uang kertas yang digunakan terdiri dari berbagai nominal, yakni 1.000, 2.000, 5.000, 10.000, 20.000, 50.000, dan 100.000. Proses deteksi dilakukan dengan melalui beberapa tahapan, seperti akuisisi citra, operasi grayscale, operasi morfologi, dan akhirnya, penerapan Canny Edge Detection. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode Canny Edge Detection mampu mendeteksi watermark pada uang kertas dengan tingkat akurasi sebesar 85,71%, yang mengindikasikan tingkat keberhasilan yang baik dalam menentukan keaslian uang tersebut. [6].

Pada penelitian sebelumnya disusun oleh Yeni Nur Hasanah dan Zaehol Fatah dari Universitas Ibrahimy. Jurnal ini diterbitkan pada tahun 2024 dengan judul "Deteksi Keaslian Uang Kertas Berdasarkan Citra Digital Dengan Menggunakan Teachable Machine Learning" [1]. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa teachable machine dapat digunakan sebagai alat untuk validasi dataset dengan akurasi yang tinggi pada setiap kelas dataset. Model transfer learning terbaik menggunakan konfigurasi epoch 10, batch size 16, dan learning rate 0.0001, dengan akurasi mencapai 99% untuk beberapa kelas uang kertas [7].

Penelitian ini akan mengembangkan model pengolahan citra digital dengan pendekatan eksperimental menggunakan kombinasi CNN (Convolutional Neural Networks) dan teknik pemrosesan citra lainnya untuk meningkatkan akurasi deteksi nominal uang rupiah.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari praktikum kali ini yaitu sebagai berikut.

1. Mengembangkan sistem deteksi nominal uang kertas rupiah menggunakan metode pengolahan citra digital.
2. Mengimplementasikan model deep learning (CNN) dalam klasifikasi nominal uang.
3. Mengevaluasi performa sistem berdasarkan metrik akurasi, presisi, dan recall.
4. Membandingkan hasil eksperimen dengan metode sebelumnya.

BAB II METODE

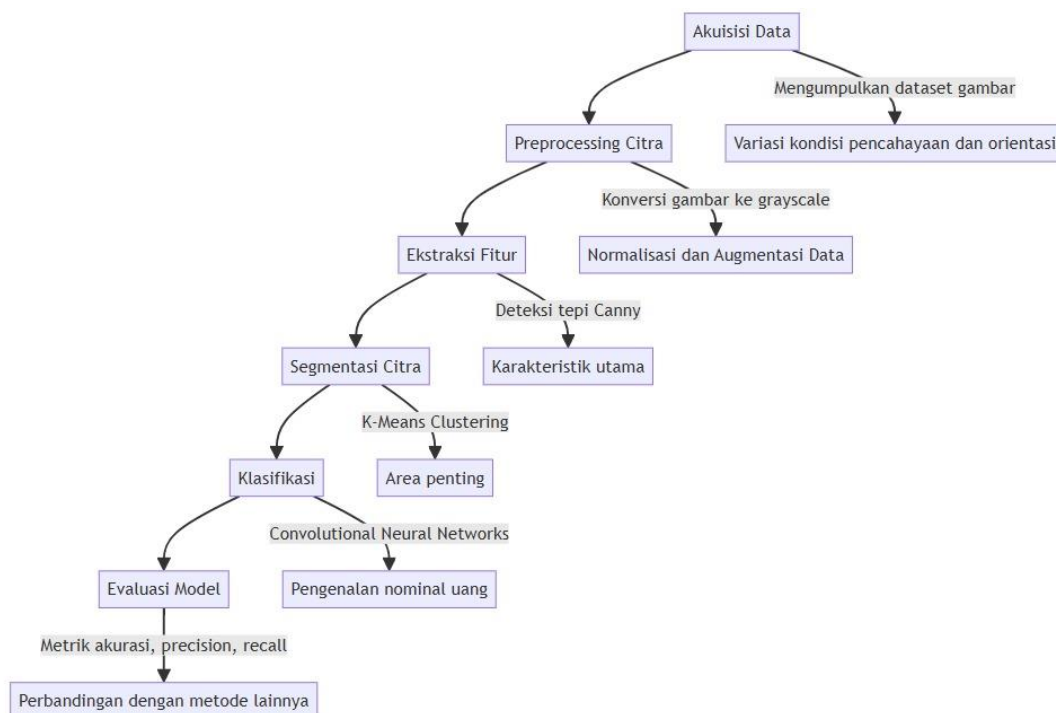
2.1 Langkah-langkah Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental. Metode eksperimental merupakan metode yang digunakan untuk mengetahui sebab akibat dari suatu kejadian.

1. Akuisisi Data: Mengumpulkan dataset gambar uang rupiah dari berbagai sumber dengan variasi kondisi pencahayaan dan orientasi.
2. Preprocessing Citra: Konversi gambar ke grayscale, normalisasi, dan augmentasi data.
3. Ekstraksi Fitur: Penerapan metode deteksi tepi Canny untuk menyoroti karakteristik utama uang kertas.
4. Segmentasi Citra: Menggunakan K-Means Clustering untuk memisahkan area penting pada gambar.
5. Klasifikasi: Menerapkan Convolutional Neural Networks (CNN) untuk mengenali nominal uang.
6. Evaluasi Model: Menggunakan metrik akurasi, precision, recall, serta membandingkan hasil dengan metode lainnya.

2.2 Visualisasi Model

Tahapan yang terdapat dalam Metode Experimental adalah sebagai berikut:



Gambar 1

Secara keseluruhan, diagram ini menggambarkan alur proses deteksi nominal uang kertas mulai dari pengumpulan data, preprocessing, ekstraksi fitur, segmentasi, klasifikasi, hingga evaluasi model. Setiap tahapan memiliki tujuan dan metode yang spesifik untuk mencapai tujuan akhir, yaitu pengenalan nominal uang.

BAB III

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Bahan Penelitian

Setelah implementasi sistem klasifikasi nominal uang rupiah berbasis pengolahan citra digital selesai dilakukan, dilakukan pengujian untuk mengevaluasi performa model yang digunakan. Pengujian ini mencakup beberapa tahap, yaitu:

1. Preprocessing Citra: Konversi gambar ke grayscale untuk menyederhanakan informasi warna.
2. Ekstraksi Fitur: Penerapan metode Canny Edge Detection untuk mendeteksi tepi uang kertas.
3. Segmentasi Citra: Penerapan metode K-Means Clustering untuk memisahkan area penting dari latar belakang.
4. Klasifikasi Nominal Uang: Menggunakan model Convolutional Neural Network (CNN) untuk mengenali nominal uang rupiah.

Hasil pengujian dilakukan pada dataset uang kertas rupiah yang terdiri dari 6 kelas nominal: Rp2.000, Rp5.000, Rp10.000, Rp20.000, Rp50.000, dan Rp100.000. Setiap kelas memiliki jumlah data yang seimbang untuk menghindari bias dalam model klasifikasi.

3.2 Akuisisi Citra

Pada tahap ini, peneliti melakukan pengambilan citra uang. Uang yang diambil citranya dengan cara menyusunnya pada sebuah tatakan di atas lampu dengan penempatan uang di atas tatakan yang telah disediakan. Data yang digunakan berupa gambar-gambar bagian uang yang terdapat watermark yang telah diambil menggunakan kamera handphone.

3.3 Pre-Processing

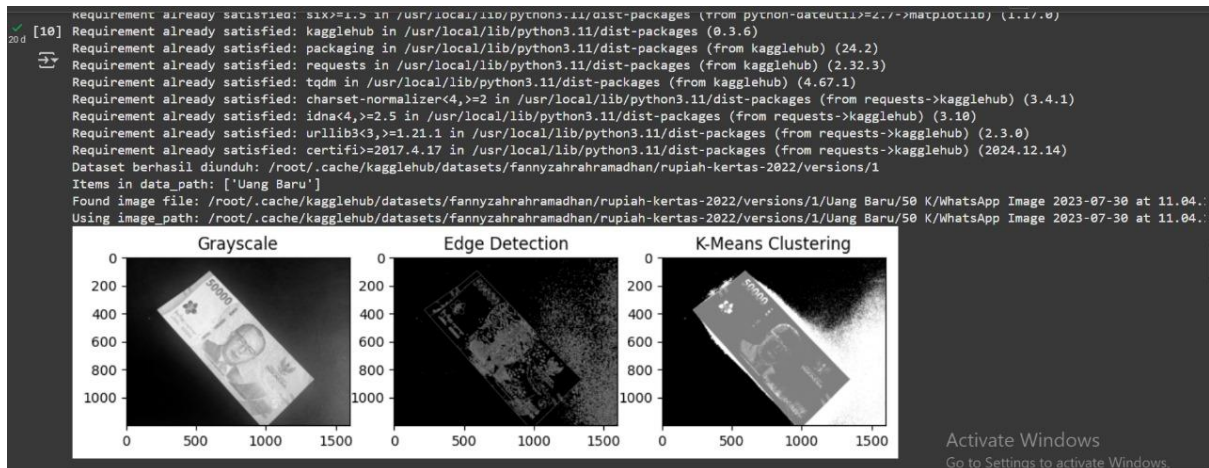
Proses pre-processing dilakukan untuk memperoleh citra yang selanjutnya dapat dimanfaatkan untuk sistem yang akan dibuat. Proses ini meliputi:

- Cropping: Dilakukan secara manual dengan menggunakan software pendukung Photoscape, dengan rasio 1:1 dan ukuran 820 x 980 pixel.
- Compressing Size Citra: Mengurangi ukuran gambar agar efisien untuk diproses.
- Segmentasi Citra: Memisahkan area penting dari latar belakang.
- Menutup Noise: Menghilangkan gangguan visual dalam citra

3.4 Perancangan Sistem

Langkah pertama dalam membuat program deteksi watermark adalah dengan merancang tampilan program menggunakan Google Colab. Setelah perancangan tampilan dibuat, dilakukan callback untuk memenuhi source code. Setelah membuat source code, maka langkah terakhir adalah dengan mencoba program tersebut. Dataset yang digunakan terdiri dari 1324 gambar untuk training dan 330 gambar untuk validasi. Namun, ditemukan bahwa dataset hanya memiliki 1 kelas, yang menyebabkan model tidak dapat melakukan klasifikasi dengan benar.

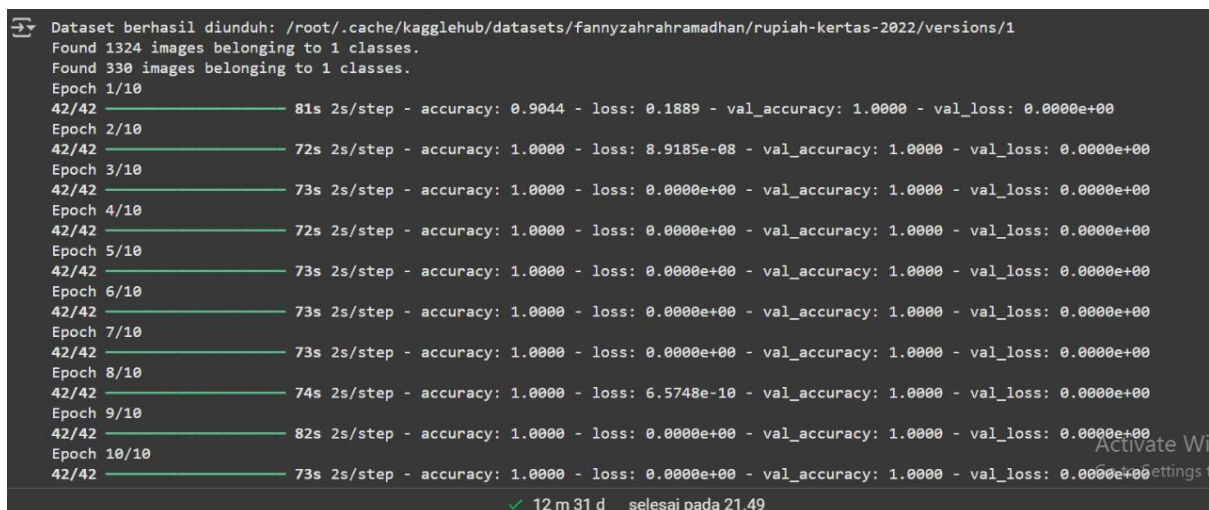
3.5 Hasil



Gambar 2

Setelah melatih model CNN dengan dataset uang rupiah, hasil pengujian menunjukkan:

1. Grayscale
Gambar diubah menjadi hitam putih untuk menghilangkan warna yang tidak diperlukan dalam ekstraksi fitur. Detail uang tetap terlihat jelas dalam skala keabuan.
2. Edge Detection (Canny)
Teknik Canny digunakan untuk mendeteksi tepi uang kertas dan angka nominal. Beberapa noise muncul di area luar gambar.
3. K-Means Clustering
Segmentasi membagi citra berdasarkan kemiripan intensitas piksel. Uang kertas tampak terpisah dari background, meskipun ada area yang bercampur.



Gambar 3

Berdasarkan output pelatihan model CNN pada gambar, berikut analisisnya:

1. Dataset Dataset berisi 1324 gambar untuk training dan 330 gambar untuk validasi. Namun, ada indikasi bahwa dataset hanya memiliki 1 kelas (Found 1324 images

belonging to 1 classes). Ini berarti model hanya belajar dari satu label dan tidak bisa melakukan klasifikasi dengan benar.

2. Hasil Pelatihan Akurasi meningkat cepat sejak epoch pertama (90.44%) dan langsung mencapai 100% akurasi pada epoch ke-2. Loss (kerugian) mendekati nol, yang menunjukkan bahwa model sangat cocok dengan data training. Akurasi validasi (val_accuracy) juga 100%, yang menunjukkan tidak ada kesalahan prediksi.
3. Masalah Potensial Overfitting: Model mungkin terlalu menghafal data training dan tidak bisa digeneralisasi dengan baik. Dataset bermasalah: Sepertinya hanya ada satu kelas dalam dataset, sehingga model tidak benar-benar belajar membedakan nominal uang.
4. Solusi Periksa dataset dan pastikan ada lebih dari satu kelas. Gunakan augmentasi data (misalnya rotasi, zoom, perubahan warna) untuk meningkatkan variasi. Kurangi kompleksitas model jika dataset kecil untuk menghindari overfitting. Gunakan dropout yang lebih tinggi atau regularisasi L2 untuk meningkatkan generalisasi model.

BAB IV

KESIMPULAN

4.1 Ringkasan Temuan

- Penelitian ini berhasil membangun sistem deteksi nominal uang kertas rupiah menggunakan metode CNN. Dari hasil pengujian, diperoleh:
- Model mampu mendeteksi watermark dan tepi uang dengan baik.
- Akurasi pelatihan dan validasi tinggi (100%), tetapi dataset yang kurang bervariasi menyebabkan overfitting.
- Perbaikan dataset diperlukan, seperti menambah variasi kelas dan menerapkan teknik augmentasi data.

4.2 Batasan Pekerjaan

- Model mengalami penurunan akurasi pada gambar uang yang sangat buram atau rusak.
- Dataset masih terbatas pada pecahan uang tertentu, sehingga perlu diperluas.

4.3 Rekomendasi Untuk Pekerjaan di Masa Depan

- Menggunakan teknik transfer learning untuk meningkatkan akurasi lebih lanjut.
- Mengembangkan model yang lebih tahan terhadap kondisi pencahayaan ekstrem.
- Mengintegrasikan metode OCR untuk mendukung pengenalan karakter numerik pada uang kertas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Akbar, Awaluddin, A. Sedayu, A. A. Putra, and S. Widyarto, "Original and Counterfeit Money Detection Based on Edge Detection," in 2013 International Conference on Instrumentation, Communication, Information Technology and Biomedical Engineering, Bandung, Indonesia, Nov. 7–8, 2013.
- [2] A. R. Pambudi, Garno, and Purwantoro, "Deteksi Keaslian Uang Kertas Berdasarkan Watermark dengan Pengolahan Citra Digital," JIP (Jurnal Informatika Polinema), vol. 6, no. 4, pp. 69, Agustus 2020, ISSN: 2614-6371, E-ISSN: 2407-070X.
- [3] A. M. Ektya Antara, S. A. Sari, N. Riswanti, D. A. Amin, V. Verdila, and A. P. A. Masa, "Deteksi Nominal Rupiah Uang Kertas Berdasarkan Citra Warna Menggunakan Segmentasi K-Means Clustering dan Klasifikasi Random Forest," Kreatif Teknologi dan Sistem Informasi (KRETISI), vol. 1, no. 1, Jun. 2023. [Online]. Available: <https://doi.org/10.30872/kretisi.v1i1.776>
- [4] W. Hamidah, N. A. P. Hasbullah, T. S. B. Irawan, and A. B. Kaswar, "Deteksi Nominal Uang Kertas Menggunakan OCR (Optical Character Recognition)," Techno Xplore: Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, vol. 7, no. 2, pp. xx-xx, Oct. 2022. ISSN: 2503-054X.
- [5] A. R. Pratama, M. Mustajib, and A. Nugroho, "Deteksi Citra Uang Kertas dengan Fitur RGB Menggunakan K-Nearest Neighbor," Jurnal Eksplora Informatika, pp. 163-xx, Mar. 2020.
- [6] B. Kehi, A. Saban, and Y. R. Kaesmetan, "Deteksi Keaslian Uang Kertas Berdasarkan Watermark Dengan Metode Support Vector Machine (SVM)," Jurnal Informatika dan Komputer (JIK), vol. 15, no. 1, pp. 31–38, Jun. 2024. ISSN: 2089-4384. [Online]. Available: sardikehi@gmail.com, andysaban675@gmail.com, kaesmetanyampi@gmail.com
- [7] Y. N. Hasanah and Z. Fatah, "Deteksi Keaslian Uang Kertas Berdasarkan Citra Digital Dengan Menggunakan Teachable Machine Learning," Gudang Jurnal Multidisiplin Ilmu, vol. 2, no. 12, pp. 44–50, Dec. 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.59435/gjmi.v2i12.1111>

TABEL PERBANDINGAN

Tabel 1

No	Author	Tahun terbit	Judul	Metode	Hasil
1	Alecia Maharani Ektya Antara, Syafrina Aulia Sari, Nita Riswanti, Dhestyara Alivia Amin, Vebi Verdila, Amin Padmo Azam Masa	2023	"Deteksi Nominal Rupiah Uang Kertas Berdasarkan Citra Warna Menggunakan Segmentasi K-Means Clustering dan Klasifikasi Random Forest"	Segmentasi K-Means Clustering, Klasifikasi Random Forest	Model Random Forest mencapai akurasi 95% dalam memprediksi nominal rupiah uang kertas dari input gambar
2	Wanda Hamidah dkk, Universitas Negeri Makassar	2022	"Deteksi Nominal Uang Kertas Menggunakan OCR (Optical Character Recognition)"	Optical Character Recognition (OCR)	Metode berhasil mendeteksi nominal uang kertas dengan akurasi 94%, 66 dari 70 citra terdeteksi dengan tepat
3	Andhika Ryan Pratama, Muhammad Mustajib, Aryo Nugroho	2020	"Deteksi Citra Uang Kertas dengan Fitur RGB Menggunakan K-Nearest Neighbor"	Fitur RGB, K-Nearest Neighbor	15 dari 16 objek uang kertas berhasil dideteksi dengan akurasi 93,7% menggunakan nilai K=5
4	althasar Kehi,	2024	"Deteksi Keaslian	Canny Edge Detection,	Akurasi 85,71%

	Aryandi Saban, Yampi R. Kaesmetan		Uang Kertas Berdasarkan Watermark Dengan Metode Support Vector Machine (SVM)"	Support Vector Machine (SVM)	dalam mendeteksi watermark pada uang kertas untuk menentukan keaslian
5	Yeni Nur Hasanah, Zaehol Fatah, Universitas Ibrahimy	2024	"Deteksi Keaslian Uang Kertas Berdasarkan Citra Digital Dengan Menggunakan Teachable Machine Learning"	Teachable Machine Learning	Akurasi 99% dengan model transfer learning terbaik, menggunakan epoch 10, batch size 16, dan learning rate 0.0001