

IDENTIFIKASI NILAI MATA UANG KERTAS RUPIAH DENGAN METODE EKSTRAKSI CIRI *LOCAL BINARY PATTERN* DAN METODE KLASIFIKASI *NAÏVE BAYES*

Fitria Adyati Mardha¹, Salwa Ziada Salsabiila², Siti Khaalishah Sayid³, Weni Ariska⁴
Program Studi Informatika / Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta
Jl. RS. Fatmawati, Pondok Labu, Jakarta Selatan, DKI Jakarta, 12460, Indonesia
fitriam@upnvj.ac.id¹, sitiks@upnvj.ac.id², salwazs@upnvj.ac.id³, wenia@upnvj.ac.id⁴

Abstrak.

Uang merupakan alat perekonomian yang sah dan diakui suatu wilayah. Indonesia mengakui mata uang rupiah dengan salah satu bentuk mata uangnya ialah uang kertas. Terdapat berbagai pecahan uang kertas rupiah yang memiliki ciri khasnya masing-masing seperti nominal, gambar tokoh pahlawan, dan warna. Selain berdasarkan ciri tersebut, pecahan uang rupiah dapat diidentifikasi dengan metode ekstraksi ciri *Local Binary Pattern* dan metode klasifikasi *Naïve Bayes*. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui peningkatan akurasi dalam identifikasi nilai mata uang apabila menggabungkan kedua metode tersebut dengan pengukuran akurasi identifikasi melalui metode *K-Fold Cross Validation*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengklasifikasian uang kertas rupiah dengan metode ekstraksi ciri *Local Binary Pattern* dan metode klasifikasi *Naïve Bayes* sangat baik dan akurat dengan rata-rata akurasi 100% dihitung menggunakan *5-Fold Cross Validation*.

Kata Kunci: Mata Uang Rupiah Kertas, *Local Binary Pattern*, *Naïve Bayes*, *K-Fold Cross Validation*

1 Pendahuluan

Uang merupakan instrumen perekonomian yang berfungsi sebagai alat tukar atau alat bayar dalam suatu wilayah tertentu [1]. Pada wilayah atau negara Indonesia, mata uang yang diakui ialah Rupiah. Rupiah merupakan mata uang resmi negara Indonesia yang dicetak oleh Bank Indonesia. Salah satu jenis rupiah yang beredar berupa pecahan uang kertas. Uang kertas rupiah yang diedarkan oleh Bank Indonesia terdiri dari pecahan Rp1.000, Rp2.000, Rp5.000, Rp10.000, Rp20.000, Rp50.000, Rp75.000, dan Rp100.000. Setiap pecahan uang kertas rupiah memiliki ciri yang berbeda-beda. Ciri tersebut dapat dibedakan berdasarkan ukuran, warna, gambar tokoh pahlawan, hingga tekstur. Walaupun setiap uang kertas rupiah memiliki cirinya masing-masing, namun tidak menutup kemungkinan adanya kekeliruan dalam membedakan nilai mata uang kertas rupiah antar satu pecahan dengan pecahan yang lainnya. Hal itu disebabkan adanya kemiripan ciri yang dimiliki antar uang kertas rupiah.

Salah satu cara untuk membedakan nilai mata uang kertas rupiah dalam bidang informatika yaitu dengan mengenali ciri setiap pecahannya melalui pengolahan citra digital. Terdapat banyak penelitian terdahulu yang memiliki topik pengidentifikasian nilai mata uang rupiah. Salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh Pius Juan Pratama dan Anastasia Rita Widiarti pada tahun 2016. Pada penelitian tersebut, peneliti mengidentifikasi nilai mata uang kertas menggunakan metode ekstraksi ciri *Local Binary Pattern* dan metode klasifikasi dengan *K-Neares Neighbor* dengan akurasi identifikasi sebesar 86.667% pada nilai $k = 2$ [2]. Selain itu terdapat penelitian yang dilakukan oleh Moh. Abdul Aziz Alwa tahun 2013. Pada penelitian tersebut, peneliti mengidentifikasi nominal uang kertas rupiah menggunakan klasifikasi *Naïve Bayes*, dengan akurasi proses identifikasi sebesar 88.8% [3].

Berdasarkan pemaparan diatas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian mengenai identifikasi nilai mata uang dengan menggabungkan metode ekstraksi ciri *Local Binary Pattern* dan metode klasifikasi *Naïve Bayes*. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui peningkatan akurasi dalam identifikasi nilai mata uang apabila menggabungkan kedua metode tersebut. Pengukuran akurasi identifikasi dilakukan dengan metode evaluasi *K-Fold Cross Validation*.

2 Tinjauan Pustaka

Uang Kertas Rupiah

Uang merupakan instrumen perekonomian yang berfungsi sebagai alat tukar atau alat bayar dalam suatu wilayah tertentu [1]. Berdasarkan Peraturan Pemerintah (PP) Nomor: 06 tahun 2019, uang kertas dicetak oleh Lembaga Peruri sesuai pesanan dari Bank Indonesia. Uang kertas rupiah terbuat dari serat kapas yang dicetak dengan ciri

khas tertentu setiap mata uang pecahannya. Sesuai amanat UU Mata Uang, Bank Indonesia telah mengeluarkan 7 (tujuh) pecahan Uang Rupiah kertas Tahun Emisi 2016 yaitu pecahan Rp1.000, Rp2.000, Rp5.000, Rp10.000, Rp20.000, Rp50.000, dan Rp100.000. Selain itu, dalam rangka memperingati Hari Ulang Tahun Kemerdekaan Republik Indonesia yang ke-75 Tahun, pada tanggal 17 Agustus 2020, Bank Indonesia mengeluarkan Uang Peringatan Kemerdekaan 75 Tahun Republik Indonesia pecahan Rp75.000 tahun emisi 2020 sebagai wujud ungkapan rasa syukur dan berbagi kebahagiaan kepada rakyat Indonesia [4].



Gambar. 1. Uang Kertas Rupiah

Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra digital merupakan salah satu ilmu yang dipelajari dalam bidang komputer. Pengolahan citra digital digunakan untuk mengolah atau memproses suatu gambar dua dimensi. Teknik yang digunakan di dalam pengolahan citra meliputi akuisisi citra, peningkatan kualitas citra (*image enhancement*), perbaikan citra (*image restoration*), transformasi citra, segmentasi, ekstraksi fitur (*feature extraction*), dan pengenalan pola (*pattern recognition*) [5].

Local Binary Pattern (LBP)

Local Binary Pattern (LBP) merupakan algoritma pendeskripsi tekstur yang sederhana dan sesuai dengan melakukan *thresholding* pada setiap piksel tetangga dan mempertimbangkan hasilnya sebagai bilangan biner untuk memberikan tanda pada piksel [6]. LBP mendeskripsikan citra dengan ketetanggaan 3x3 yang nilai tengahnya dianggap sebagai *threshold* dan yang berada disekeliling *threshold* merupakan jumlah tetangganya yaitu 8, sehingga kemungkinan yang didapatkan adalah 2^8 [7]. LBP dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$LBP_{P,R}(x_c, y_c) = \sum_{p=0}^{P-1} s(g_p - g_c) 2^p \quad (1)$$

$$s(x) = \begin{cases} 1 & x \geq 0 \\ 0 & x < 0 \end{cases} \quad (2)$$

Keterangan

- P = Jumlah tetangga terhadap *threshold*
- g_p = Nilai pixel tetangga
- R = Radius.
- x_c dan y_c = Koordinat *pixel* tengah
- g_c = Nilai pixel tengah.

Naïve Bayes

Naïve Bayes merupakan metode klasifikasi berdasarkan kemungkinan dan teori bayes dengan asumsi setiap variabel X bersifat independen [8]. Variabel X dikatakan bersifat independen dikarenakan sesuai namanya yaitu

“naïve” dimana setiap variabelnya tidak saling berkaitan. *Naïve Bayes* digunakan untuk menghitung posterior yang dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$P(Y|X) = \frac{P(X|Y)P(Y)}{P(X)} \quad (1)$$

$$P(X|C_i) = \prod_{k=1}^n P(x_k|C_i) = P(x_1|C_i) \times P(x_2|C_i) \times \dots \times P(x_n|C_i) \quad (2)$$

Keterangan,

- X = Data sampel
- Y = Dugaan bahwa X memiliki kelas label C
- P(Y) = Peluang Y (*prior*)
- P(X) = Peluang X (*evidence*)
- P(X|Y) = Peluang X jika Y benar (*likelihood*)

K-Fold Cross Validation

K-Fold Cross Validation digunakan agar pembagian data setiap bagian nya adil dan merata dimana K menandakan jumlah bagiannya. Pada *K-Fold Cross Validation*, data dibagi menjadi 2 bagian yaitu data latih dan data uji secara bergantian. *Training* dan *testing* data dilakukan sebanyak jumlah bagiannya (K). Sebagai contoh, jika data a pada iterasi pertama menjadi data latih dan data b menjadi data uji, maka pada iterasi kedua data a menjadi data uji dan data b menjadi data latih. Pada setiap iterasi, dilakukan perhitungan estimasi akurasi yang didapat dari jumlah keseluruhan klasifikasi yang benar dari iterasi k dibagi jumlah seluruh data [9].

3 Metodologi Penelitian

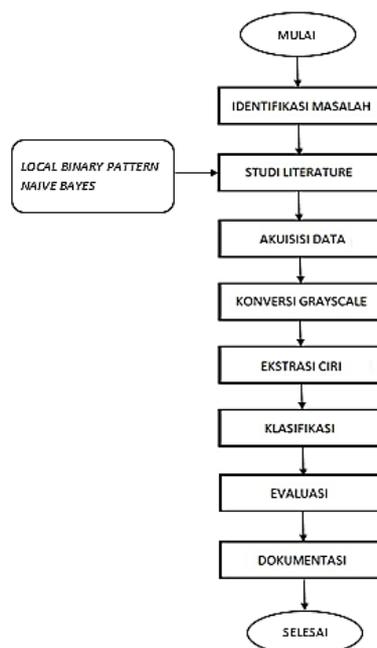
Identifikasi Masalah

Bagian identifikasi masalah digunakan sebagai bagian yang menentukan masalah yang difokuskan pada penelitian ini. Yaitu penggunaan metode ekstrasi ciri *Local Binary Pattern* dan metode *Naïve Bayes* untuk mengidentifikasi nilai mata uang kertas rupiah.

Studi Literatur

Bagian studi literatur digunakan sebagai bagian yang berisi kumpulan data yang akan digunakan di dalam penelitian ini. Pengumpulan datanya di dapatkan dari berbagai sumber seperti jurnal, modul, buku, dan lainnya.

Kerangka Pikir



Gambar. 2. Kerangka Pikir

Akuisisi Data

Bagian akuisisi data digunakan untuk memperoleh data latih serta data uji untuk penelitian. Dalam pengambilannya, peneliti mengambil gambar uang yang difoto di atas kertas HVS.

Konversi *Grayscale*

Pada bagian ini, citra dikonversi kedalam mode *grayscale* yang bertujuan untuk memenuhi syarat citra agar dapat dilakukan ekstrasi ciri.

Ekstrasi Ciri

Metode ekstrasi ciri yang digunakan pada penelitian ini adalah *Local Binary Pattern (LBP)*. Terdapat beberapa tahapan dalam penggunaan *LBP*, yaitu sebagai berikut.

1. Lakukan inisialisasi terhadap (x, y) dan variabel nilai yang berguna sebagai penampung nilai yang nantinya menggantikan nilai piksel tengah.
2. Menggunakan kondisi $x > 0$ dan $x < \text{lebar citra dikurang } 1$ dan $y > 0$ dan $y < \text{tinggi citra dikurang } 1$.
3. Apabila kondisi tersebut terpenuhi maka ambil nilai piksel tengah ic dan piksel ketetanggaannya dari $i7$ sampai $i0$.
4. Lakukan perbandingan nilai piksel tengah ic dengan piksel ketetanggaannya, apabila nilai $ic \geq$ piksel ketetanggaannya maka dilakukan penjumlahan pada variabel nilai sesuai dengan bobot masing-masing piksel ketetanggaannya.
5. Ubah semua nilai warna pada piksel (x,y) dengan value pada variabel nilai.
6. Lakukan penjumlahan nilai y dan memproses piksel selanjutnya. Setelah semua piksel diproses maka akan terbentuk citra hasil *LBP*.

Klasifikasi

Metode klasifikasi yang digunakan pada penelitian ini adalah *Naïve Bayes*. Terdapat beberapa tahapan dalam penggunaan *Naïve Bayes*, yaitu sebagai berikut.

1. Mencari probabilitas setiap atribut terhadap kelas
2. Menetapkan data sampel yang ingin diuji kelasnya ke dalam variabel, misal X
3. Menetapkan hipotesis bahwa X adalah data dengan kelas label tertentu kedalam variabel, misal Y
4. Cari *prior* yaitu peluang dari hipotesis Y
5. Cari *evidence* yaitu peluang data sampel yang diamati
6. Cari *likelihood* yaitu peluang data sampel X , bila diasumsikan bahwa hipotesis Y benar
7. Untuk klasifikasi, cari posterior dengan nilai terbesar yang didapat dari perhitungan *likelihood* dikali *prior* dibagi *evidence*

Evaluasi

Setelah citra diekstrasi dan diklasifikasi, maka pada tahap ini dilakukan perhitungan akurasi pengujian menggunakan *K-Fold Cross Validation*.

Dokumentasi

Bagian ini berisi kesimpulan dan saran yang didapatkan dari hasil dan pembahasan identifikasi nilai mata uang rupiah dengan metode ekstrasi ciri *Local Binary Pattern* dan metode klasifikasi *Naïve Bayes*. Setelah semua tahapan sudah selesai, maka didokumentasikan menjadi satu di dalam laporan tertulis yang disusun dengan baik dan benar.

4 Hasil dan Pembahasan

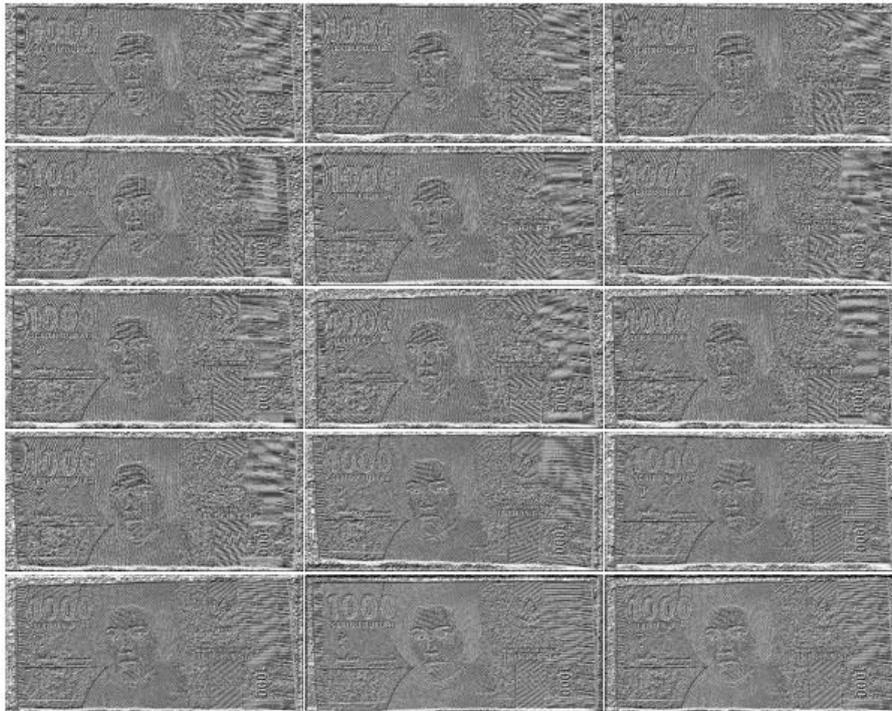
Akuisisi Data

Pada penelitian ini digunakan 8 kelas data yaitu kelas uang kertas Rp1.000, Rp2.000, Rp5.000, Rp10.000, Rp20.000, Rp50.000, Rp75.000, dan Rp100.000. Pengambilan citra dilakukan dengan cara mengambil foto uang yang berada di atas kertas HVS dari 3 pencahayaan yang berbeda yaitu terang, antara gelap dan terang, dan gelap. Jumlah citra yang diambil ialah sebanyak 120 citra yang terdiri dari 15 citra uang kertas Rp1.000, 15 citra uang

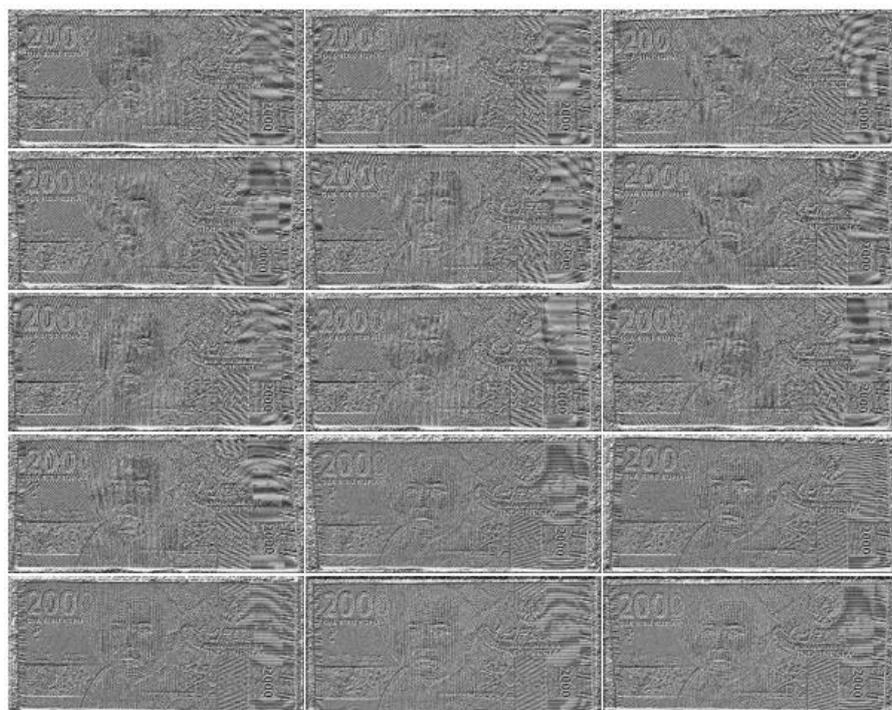
kertas Rp2.000, 15 citra uang kertas Rp5.000, 15 citra uang kertas Rp10.000, 15 citra uang kertas Rp20.000, 15 citra uang kertas Rp50.000, 15 citra uang kertas Rp75.000, dan 15 citra uang kertas Rp100.000.

Konversi *Grayscale* dan Ekstraksi Ciri

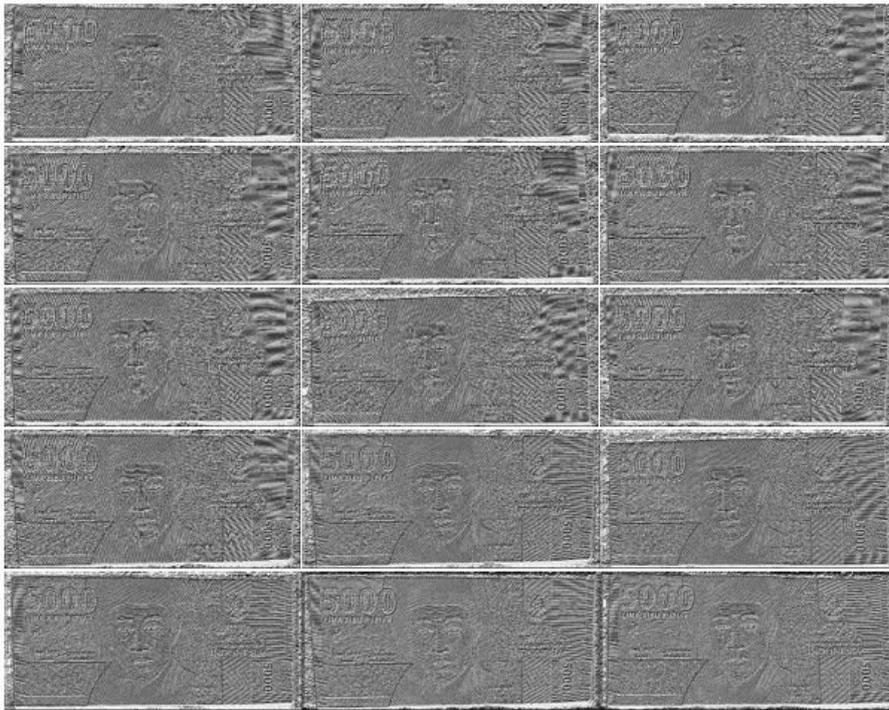
Sebanyak 8 kelas data citra diubah kedalam bentuk *grayscale* dan dilanjutkan dengan mengekstraksi ciri citra tersebut.



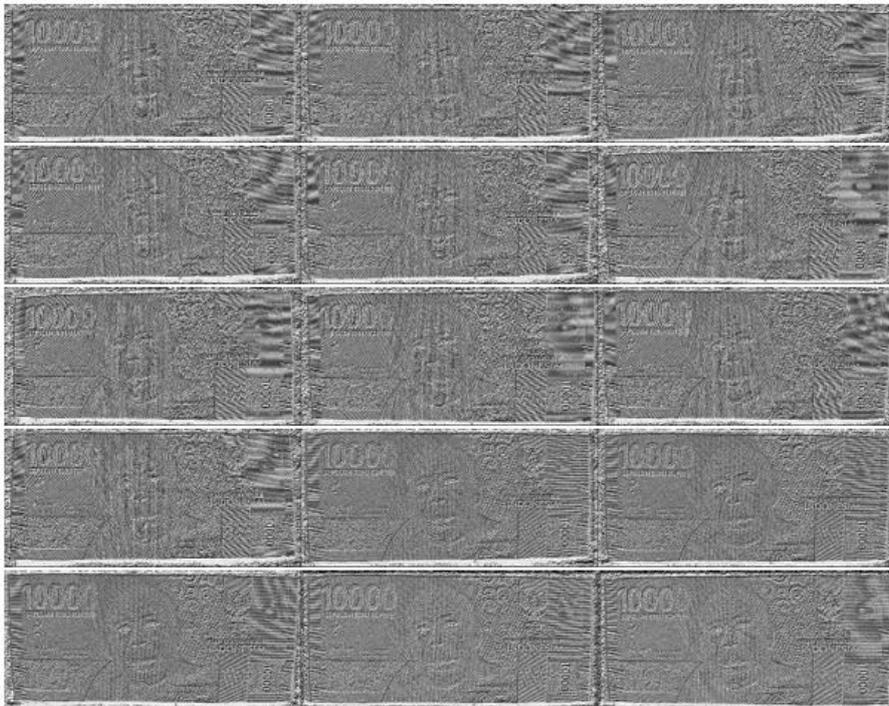
Gambar. 3. Hasil *Grayscale*ing dan Ekstraksi Ciri Kelas Uang Kertas Rp1.000



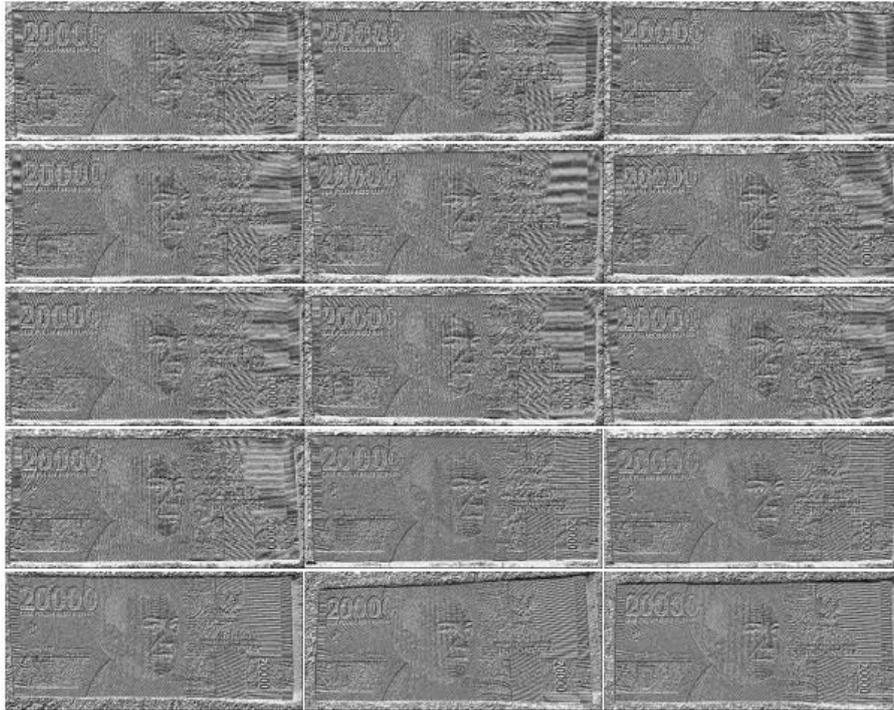
Gambar. 4. Hasil *Grayscale*ing dan Ekstraksi Ciri Kelas Uang Kertas Rp2.000



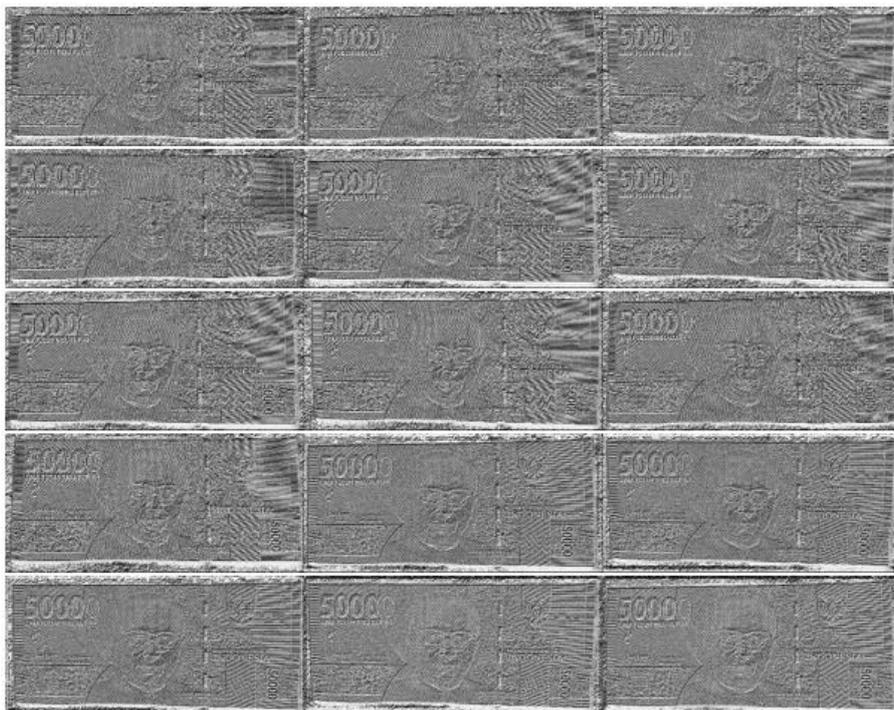
Gambar. 5. Hasil *Grayscale* dan Ekstrasi Ciri Kelas Uang Kertas Rp5.000



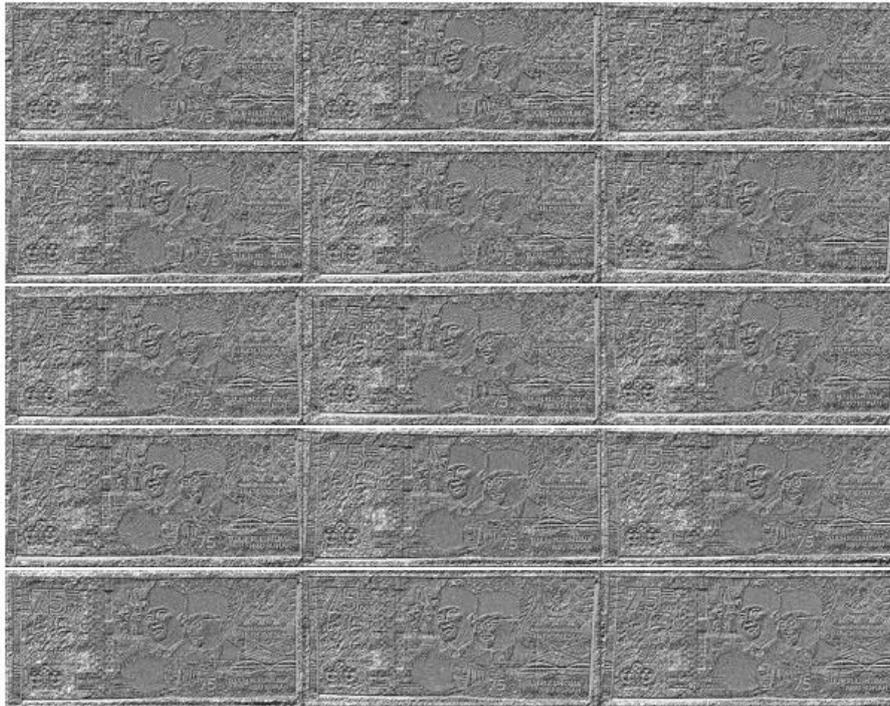
Gambar. 6. Hasil *Grayscale* dan Ekstrasi Ciri Kelas Uang Kertas Rp10.000



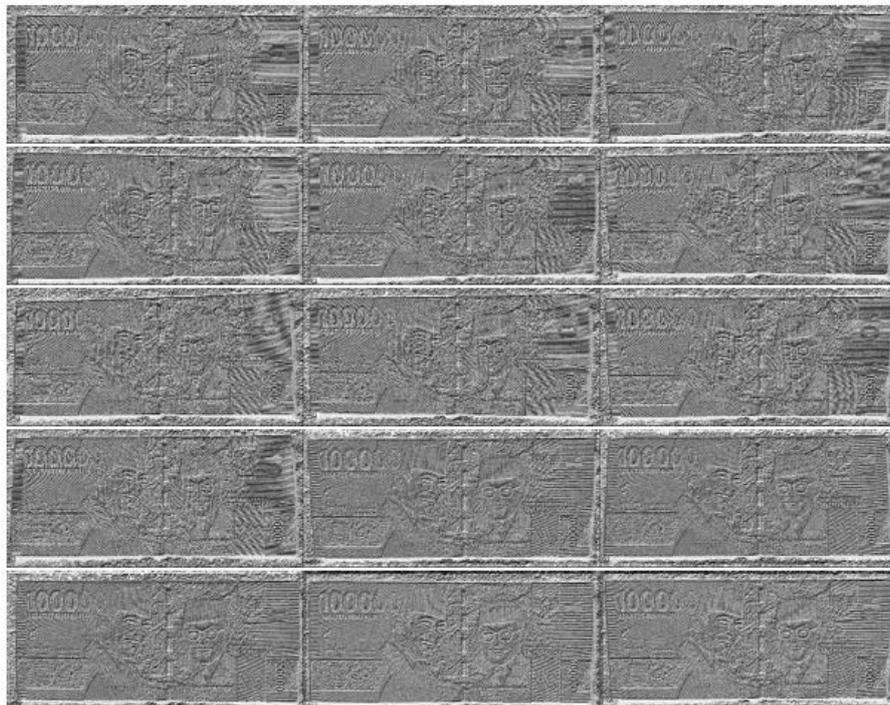
Gambar. 7. Hasil *Grayscaleing* dan Ekstrasi Ciri Kelas Uang Kertas Rp20.000



Gambar. 8. Hasil *Grayscaleing* dan Ekstrasi Ciri Kelas Uang Kertas Rp50.000



Gambar. 9. Hasil *Grayscale* dan Ekstrasi Ciri Kelas Uang Kertas Rp75.000



Gambar. 10. Hasil *Grayscale* dan Ekstrasi Ciri Kelas Uang Kertas Rp100.000

Klasifikasi dan Evaluasi

Setelah itu data dibagi menjadi 96 data *training* yang merupakan jumlah dari 12 citra pecahan setiap kelas uang kertas dan 24 data *testing* yang merupakan jumlah dari 3 citra pecahan setiap kelas uang kertas. Setelah itu data di klasifikasi menggunakan *Naïve Bayes*. Kemudian dilakukan prediksi data dengan targetnya merupakan *data testing* yang terdiri dari 3 pecahan uang kertas Rp1.000, Rp2.000, Rp5.000, Rp10.000, Rp20.000, Rp50.000, Rp75.000, dan Rp100.000. Setelah itu dilakukan perhitungan evaluasi akurasi setiap iterasinya dengan *5-Fold Cross Validation*. Hasil klasifikasi dan evaluasinya adalah sebagai berikut.

```

=====
          KLASIFIKASI DENGAN NAIVE BAYES
=====
ITERASI KE- 1
> Akurasi : 1.0
> Confusion Matrix :
[[3 0 0 0 0 0 0 0]
 [0 3 0 0 0 0 0 0]
 [0 0 3 0 0 0 0 0]
 [0 0 0 3 0 0 0 0]
 [0 0 0 0 3 0 0 0]
 [0 0 0 0 0 3 0 0]
 [0 0 0 0 0 0 3 0]
 [0 0 0 0 0 0 0 3]]

ITERASI KE- 2
> Akurasi : 1.0
> Confusion Matrix :
[[3 0 0 0 0 0 0 0]
 [0 3 0 0 0 0 0 0]
 [0 0 3 0 0 0 0 0]
 [0 0 0 3 0 0 0 0]
 [0 0 0 0 3 0 0 0]
 [0 0 0 0 0 3 0 0]
 [0 0 0 0 0 0 3 0]
 [0 0 0 0 0 0 0 3]]

ITERASI KE- 3
> Akurasi : 1.0
> Confusion Matrix :
[[3 0 0 0 0 0 0 0]
 [0 3 0 0 0 0 0 0]
 [0 0 3 0 0 0 0 0]
 [0 0 0 3 0 0 0 0]
 [0 0 0 0 3 0 0 0]
 [0 0 0 0 0 3 0 0]
 [0 0 0 0 0 0 3 0]
 [0 0 0 0 0 0 0 3]]

ITERASI KE- 4
> Akurasi : 1.0
> Confusion Matrix :
[[3 0 0 0 0 0 0 0]
 [0 3 0 0 0 0 0 0]
 [0 0 3 0 0 0 0 0]
 [0 0 0 3 0 0 0 0]
 [0 0 0 0 3 0 0 0]
 [0 0 0 0 0 3 0 0]
 [0 0 0 0 0 0 3 0]
 [0 0 0 0 0 0 0 3]]

ITERASI KE- 5
> Akurasi : 1.0
> Confusion Matrix :
[[3 0 0 0 0 0 0 0]
 [0 3 0 0 0 0 0 0]
 [0 0 3 0 0 0 0 0]
 [0 0 0 3 0 0 0 0]
 [0 0 0 0 3 0 0 0]
 [0 0 0 0 0 3 0 0]
 [0 0 0 0 0 0 3 0]
 [0 0 0 0 0 0 0 3]]

RATA-RATA AKURASI : 1.0
=====

```

Gambar. 11. Hasil Klasifikasi *Naïve Bayes* dan Akurasi Setiap Iterasinya dengan *5-Fold Cross Validation*

Berdasarkan perhitungan akurasi menggunakan *5-Fold Cross Validation*, dari 5 iterasi yang dilakukan didapatkan rata-rata akurasi yaitu sebesar 100%.

Tampilan Aplikasi



Gambar. 12. Halaman Menu *Home*



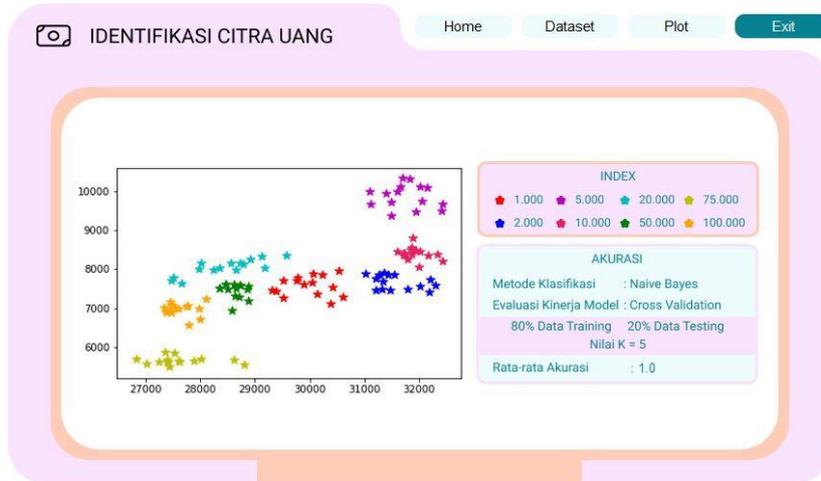
Gambar. 13. Halaman Menu *Home* untuk menginput *Directory Image* yang akan diidentifikasi



Gambar. 14. Halaman Menu *Home* setelah menginput *Directory Image*. Jika klik *Button* identifikasi maka akan muncul citra uang. Plot titik hitam bulat adalah *scatter image* citra serta hasil klasifikasi citra



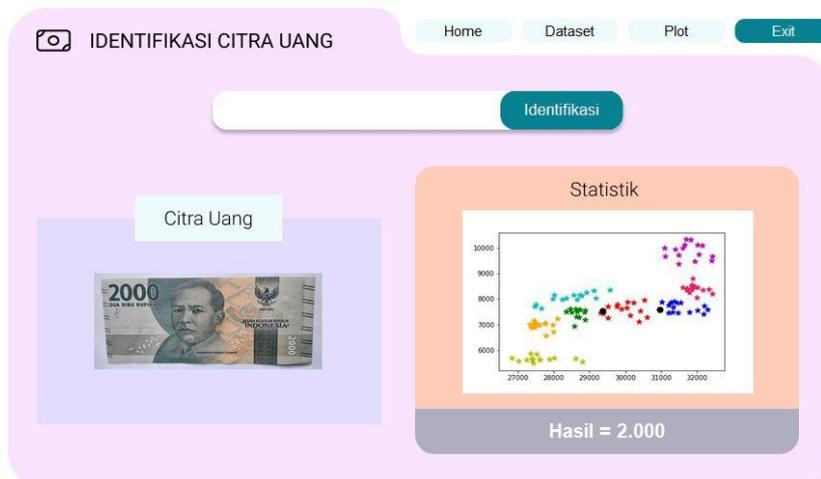
Gambar. 15. Halaman Menu *Dataset*



Gambar. 16. Halaman Menu Plot



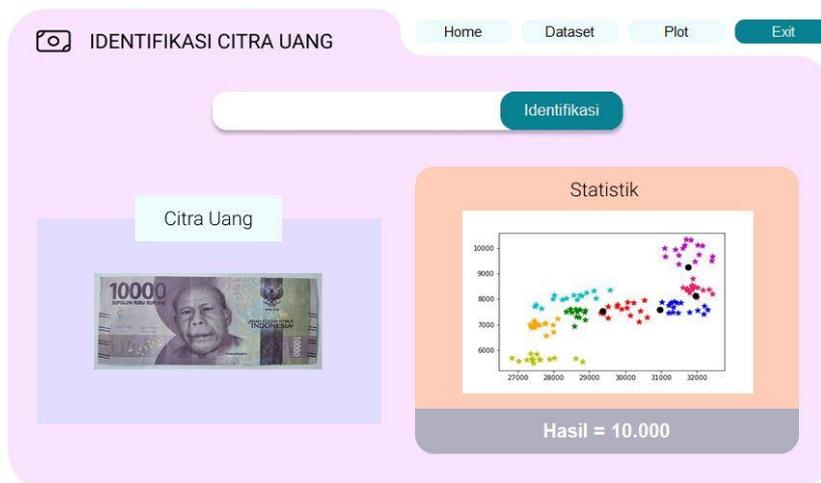
Gambar. 17. Citra uang kertas Rp1.000 berhasil diidentifikasi dengan tepat



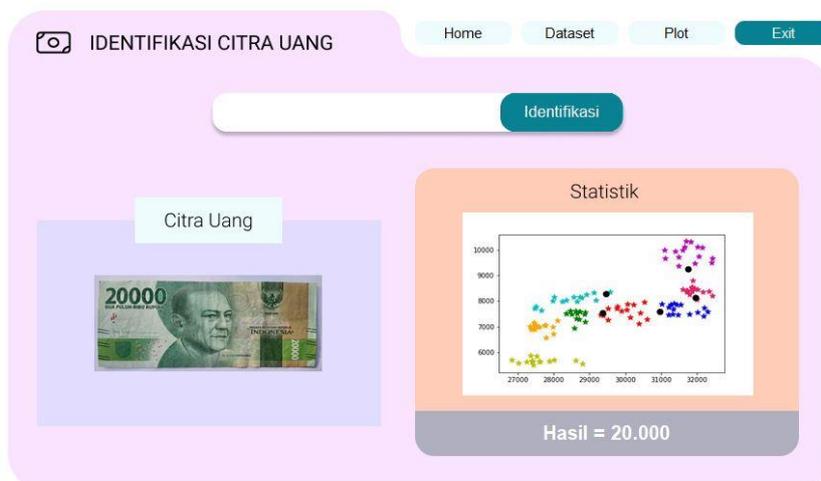
Gambar. 18. Citra Uang Kertas Rp2.000 Berhasil Diidentifikasi dengan Tepat



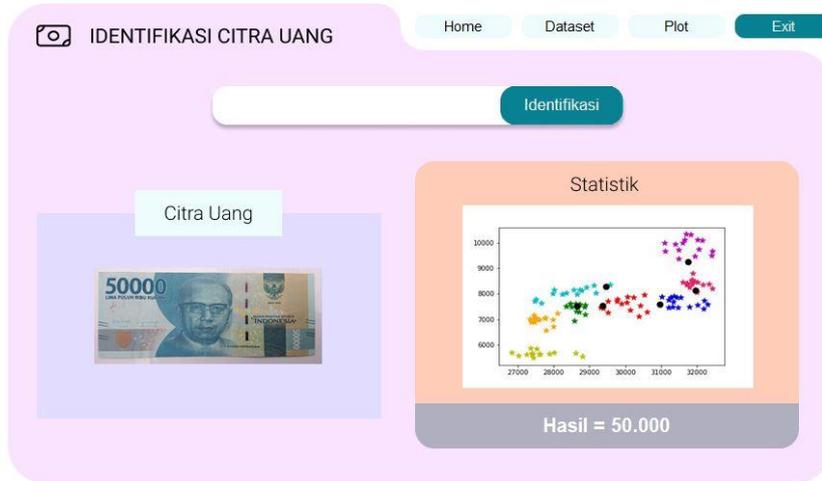
Gambar. 19. Citra uang kertas Rp5.000 berhasil diidentifikasi dengan tepat



Gambar. 20. Citra uang kertas Rp10.000 berhasil diidentifikasi dengan tepat



Gambar. 21. Citra uang kertas Rp20.000 berhasil diidentifikasi dengan tepat



Gambar. 22. Citra uang kertas Rp50.000 berhasil diidentifikasi dengan tepat



Gambar. 23. Citra uang kertas Rp75.000 berhasil diidentifikasi dengan tepat



Gambar. 24. Citra uang kertas Rp100.000 berhasil diidentifikasi dengan tepat

5 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil percobaan evaluasi model 96 data latih dengan 24 data uji, semuanya teridentifikasi dengan benar. Percobaan tersebut menghasilkan rata-rata akurasi 100% setelah dihitung menggunakan *5-Fold Cross Validation*.
2. Penelitian ini menghasilkan program yang dapat mengidentifikasi nilai mata uang rupiah dalam kondisi terang, antara terang dan gelap, dan gelap.
3. Identifikasi nilai mata uang kertas rupiah dapat diklasifikasikan dengan baik dan akurat jika menggunakan metode ekstraksi ciri *Local Binary Pattern* dan metode klasifikasi *Naïve Bayes*.

Saran

1. Menggunakan data citra dalam jumlah yang lebih banyak.
2. Melakukan pengambil citra dari seluruh sisi citra.
3. Menggunakan jenis uang kertas rupiah yang memiliki kondisi berbeda-beda.

Referensi

- [1] W. Sari, "Perkembangan dan pemikiran uang dari masa ke masa," *An-Nisbah*, vol. 03, no. 01, pp. 39-58, 2016.
- [2] P. J. Pratama dan A. R. Widiarti, "IDENTIFIKASI NILAI NOMINAL UANG KERTAS DENGAN METODE LOCAL BINARY PATTERN," *JURNAL REALTECH*, vol. XII, no. 2, p. 1, Oktober 2016.
- [3] M. A. A. Alwa, "IDENTIFIKASI NILAI NOMINAL DAN KEASLIAN UANG KERTAS RUPIAH MENGGUNAKAN NAIVE BAYESSIAN," Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, Malang, 2013.
- [4] Bank Indonesia, "Pengelolaan Uang Rupiah," Bank Indonesia, 2020. [Online]. Available: <https://www.bi.go.id/id/fungsi-utama/sistem-pembayaran/pengelolaan-rupiah/default.aspx>.
- [5] D. S. Prasvita dan M. M. Santoni, "PRAKTIKUM I PENGENALAN OPENCV_PYTHON," Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, Jakarta, 2021.
- [6] D. S. Prasvita dan M. M. Santoni, "EKSTRAKSI CIRI TEKSTUR," Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, Jakarta, 2021.
- [7] T. Ojala, M. Pietikainen dan a. H. David, "A comparative study of texture measures with classification based on feature distributions," *Pattern Recognition*, vol. XXIX, no. 1, pp. 51-59, 1996.
- [8] N. Chamidah, "MODUL : Naive Bayes," Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, Jakarta, n.n..
- [9] N. Chamidah, "MODUL : EVALUASI MODEL KLASIFIKASI," Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, Jakarta, n.n.