

## Penerapan Metode *Random Forest* dalam Klasifikasi Huruf BISINDO dengan Menggunakan Ekstraksi Fitur Warna dan Bentuk

Dolly Indra<sup>1</sup>, Lilis Nur Hayati<sup>2</sup>, Mega Asfirawati Daris<sup>3\*</sup>, Ihwana As'ad<sup>4</sup>, Umar Mansyur<sup>5</sup>

<sup>1,4</sup>)Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Muslim Indonesia  
Jl. Urip Sumoharjo, Makassar, Indonesia 90231

<sup>2,3</sup>)Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Muslim Indonesia  
Jl. Urip Sumoharjo, Makassar, Indonesia 90231

<sup>5</sup>)Program Studi Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia, Fakultas Sastra, Universitas Muslim Indonesia  
Jl. Urip Sumoharjo, Makassar, Indonesia 90231

\*13020190245@umi.ac.id

(Naskah masuk: 9 Juli 2023; diterima untuk diterbitkan: 25 Nopember 2023)

**ABSTRAK** – Pengolahan citra digital merupakan bidang ilmu yang mempelajari tentang bagaimana suatu citra dapat dibentuk, diolah, serta dianalisis sehingga menghasilkan informasi yang bermanfaat bagi manusia. Dalam penelitian ini, pemanfaatan citra digital diimplementasikan untuk melakukan klasifikasi huruf BISINDO (Bahasa Isyarat Indonesia) dari huruf A sampai Z, dengan menggunakan metode klasifikasi *Random Forest*. Tahap awal dalam melakukan klasifikasi citra huruf BISINDO adalah melakukan *pre-processing* yaitu konversi citra RGB ke grayscale, kemudian dilakukan segmentasi melalui tiga tahap yaitu *thresholding*, morfologi, dan pendeteksian tepi menggunakan operasi *prewitt*. Setelah itu peroleh nilai ekstraksi fitur warna HSV serta fitur bentuk *metric* dan *eccentricity*. Nilai dari ekstraksi fitur inilah yang akan digunakan dalam tahap pengklasifikasian citra huruf BISINDO dari A sampai Z dengan metode *Random Forest*. Pada penelitian ini digunakan tiga skenario perbandingan data yang diujikan, dimana pada skenario pertama yaitu perbandingan data 80:20 yang mencapai akurasi pengujian sebesar 94.2%. Kemudian untuk perbandingan data 70:30 mencapai akurasi pengujian sebesar 93.6%, sedangkan perbandingan data 60:40 lebih rendah, yaitu hanya mencapai 77.9%. Berdasarkan hasil pengujian yang kami lakukan, maka sistem yang dibuat mampu mengklasifikasikan huruf BISINDO dari A sampai Z dengan baik menggunakan ekstraksi fitur warna dan bentuk serta metode klasifikasi *Random Forest*, dimana hasil yang paling bagus ditunjukkan pada skenario perbandingan data 80:20 dengan tingkat akurasi sebesar 94.2%.

**Kata Kunci** – BISINDO, HSV, Metric, Eccentricity, *Random Forest*.

## *The Application of Random Forest Method in BISINDO Letter Classification Using Color and Shape Feature Extraction.*

**ABSTRACT** – Digital image processing is a field of study that focuses on how an image can be formed, processed, and analyzed to generate useful information for humans. In this research, the utilization of digital images is implemented to classify BISINDO (Indonesian Sign Language) letters from A to Z using the *Random Forest* classification method. The initial stage in the classification of BISINDO letter images involves *pre-processing*, which includes converting RGB images to grayscale and performing segmentation through three stages: *thresholding*, morphology, and edge detection using the *Prewitt* operator. Subsequently, features such as HSV color extraction and metric shape features, as well as *eccentricity*, are extracted. These extracted feature values are then utilized in the classification stage of BISINDO letter images from A to Z using the *Random Forest* method. In this study, three data comparison scenarios were employed for testing purposes. The first scenario involved an 80:20 data ratio, which achieved a testing accuracy of 94.2%. The second scenario with a 70:30 data ratio achieved a testing accuracy of 93.6%, while the third scenario with a 60:40 data ratio had a lower accuracy of only 77.9%. Based on the results of our testing, the system developed is capable of effectively classifying BISINDO letters from A to Z using color and shape feature extraction, along with the *Random Forest* classification method. The best results were obtained in the data comparison scenario of 80:20, achieving an accuracy rate of 94.2%.

**Keywords** – BISINDO, HSV, Metric, Eccentricity, *Random Forest*.

## 1. PENDAHULUAN

Sebagai makhluk sosial, komunikasi adalah hal yang sangat penting dan utama bagi manusia. Karena tanpa adanya komunikasi, aktivitas maupun hubungan antar sesama manusia tidak akan berjalan dan terjalin dengan baik. Dengan komunikasi bahasa yang baik, hubungan interaksi antar individu akan baik pula. Akan tetapi, ada sebagian manusia yang mengalami keterbatasan dalam berkomunikasi, seperti penyandang tunarungu dan tunawicara, mereka hanya bisa menggunakan bahasa *non-verbal* (bahasa isyarat) agar bisa tetap berinteraksi dengan manusia lainnya [1].

Tunarungu adalah keadaan dimana seseorang mengalami kesulitan dalam mendengar (tuli), karena memiliki hambatan dalam pendengaran, menyebabkan tunarungu juga bisa mengalami hambatan dalam berbicara. Oleh karena itu, tunarungu biasa disebut juga dengan tunawicara yaitu keadaan dimana seseorang mengalami kesulitan dalam berbicara [2]. Karena keterbatasan tersebut, maka penyandang tunarungu dan tunawicara harus menggunakan bahasa isyarat agar bisa berinteraksi dengan masyarakat lainnya. Di Indonesia sendiri, terdapat dua jenis bahasa isyarat yaitu Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) dan Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI). BISINDO merupakan bahasa isyarat yang pertama kali dicetuskan oleh komunitas penyandang tunarungu melalui Gerakan Kesejahteraan Tunarungu Indonesia (GERKATIN), sedangkan SIBI merupakan bahasa yang dicetuskan oleh masyarakat normal [3].

Penyandang tunarungu dan tunawicara untuk berkomunikasi dengan masyarakat normal yang tidak mengetahui huruf bahasa isyarat membutuhkan seseorang sebagai perantara yang mengetahui bahasa isyarat [1]. Oleh karena itu, untuk mempermudah masyarakat normal dalam pembelajaran huruf bahasa isyarat, maka dilakukan penelitian ini sebagai awal dalam mempelajari bahasa isyarat, dan juga membantu penyandang tunarungu dan tunawicara agar bisa lebih mudah berinteraksi dengan masyarakat normal lainnya. Dimana untuk mengimplementasikannya menerapkan teknologi pengolahan citra digital.

Pengolahan citra digital adalah cabang ilmu yang memfokuskan pada cara citra dimodifikasi, maupun dianalisis menggunakan teknologi digital untuk menghasilkan informasi yang berguna bagi manusia [4]. Dalam penelitian ini, pemanfaatan citra digital diimplementasikan untuk melakukan klasifikasi. Berdasarkan penelitian terdahulu mengenai klasifikasi dalam teknologi citra digital, yaitu penelitian tentang klasifikasi tulisan tangan berupa angka menggunakan *random forest* dan *histogram of oriented gradient* mampu memberikan hasil akurasi bagus yang mencapai 97% [5].

Penelitian lain yaitu pengenalan ASL (*American sign language*) menggunakan metode ekstraksi HOG dan klasifikasi *random forest* memberikan tingkat akurasi yang baik, dengan nilai *accuracy overall* sebesar 99.10% [6]. Penelitian lainnya, yaitu tentang pengenalan karakter huruf hangul korea menggunakan *random forest* dengan ekstraksi ciri *projection based* mampu mengklasifikasi silabel huruf hangul berdasarkan KS5602 hingga 99% [7].

Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya, dimana akurasi yang diperoleh memberikan hasil yang cukup tinggi. Karena kelebihan dari *random forest* ini sendiri memiliki kemampuan untuk meningkatkan akurasi, serta efisien dalam penyimpanan data. Selain itu, *random forest* juga memiliki proses seleksi fitur yang memungkinkannya untuk memilih fitur-fitur terbaik dan meningkatkan performa dalam model klasifikasi. Dengan adanya fitur seleksi tersebut, *random forest* juga efektif dalam mengelola data yang besar dengan parameter yang kompleks [8]. Maka dalam penelitian ini pula penulis mengangkat judul "Penerapan Metode *Random Forest* dalam Klasifikasi Huruf BISINDO dengan Menggunakan Ekstraksi Fitur Warna dan Bentuk". Adapun ekstraksi fitur warna yang digunakan adalah HSV (*Hue Saturation Value*), sedangkan untuk ekstraksi fitur bentuk yaitu *metric* dan *eccentricity*.

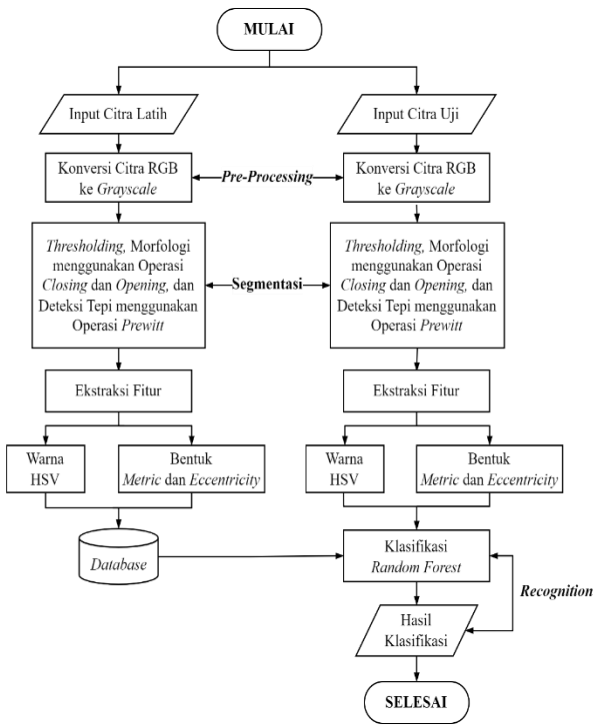
Pada penelitian ini, BISINDO dipilih karena bahasa ini yang dikembangkan langsung oleh komunitas penyandang tunarungu. Umumnya, bahasa isyarat membentuk huruf menggunakan kode tangan baik satu atau dua tangan. Satu tangan contohnya digunakan pada SIBI, sedangkan dua tangan digunakan pada BISINDO. BISINDO menggunakan satu tangan untuk huruf C, I, J, L, O, R, U, V, dan Z, sedangkan dua tangan untuk huruf A, B, D, E, F, G, H, K, M, N, P, Q, S, T, W, X, dan Y [3]. Dalam penelitian ini digunakan sebanyak 260 citra, dimana 208 citra untuk data latih, dan 52 citra untuk data ujinya.

## 2. METODE DAN BAHAN

Pengklasifikasian citra huruf BISINDO dimulai dengan melakukan input citra kemudian dilakukan tahap *pre-processing*, segmentasi, ekstraksi fitur, setelah itu barulah pada tahap pengklasifikasian citra. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 1.

### A. *Pre-processing*

*Pre-processing* merupakan tahap pertama dalam melakukan identifikasi citra, agar nantinya mempermudah pada tahap selanjutnya [9]. Dimana *pre-processing* pada penelitian ini dilakukan konversi citra dari RGB ke *grayscale* agar antara objek dan latar dari citra dapat lebih mudah dideteksi [10].



Gambar 1. Flowchart Tahap Klasifikasi Citra

## B. Segmentasi

Adapun beberapa bagian dari segmentasi adalah sebagai berikut:

### 1) Thresholding

Metode ini bertujuan untuk membedakan area objek dari *background* sehingga objek citra yang dibutuhkan bisa lebih mudah dideteksi atau dikenali. Dimana untuk mengidentifikasi objeknya menggunakan metode *thresholding*. Proses *thresholding* ini akan otomatis mengubah citra dari *grayscale* ke citra biner atau mengubah citra menjadi berwarna hitam putih [11].

### 2) Morfologi

Operasi morfologi berfungsi untuk menyempurnakan hasil segmentasi agar citra hasil segmentasi dapat terlihat secara lebih jelas. Dalam penelitian ini, digunakan operasi morfologi *closing* dan *opening*. Morfologi *closing* digunakan untuk mengisi pecahan-pecahan yang mungkin ada pada objek, menghilangkan lubang-lubang yang ada, dan mengisi celah pada garis-garis objek yang terputus. Adapun morfologi *opening* untuk memperhalus garis-garis yang membentuk objek, menghilangkan bagian yang sangat sempit, serta menghilangkan tonjolan yang tipis pada objek [12].

### 3) Deteksi Tepi

Deteksi tepi adalah proses yang digunakan untuk mempertajam area garis batas pada citra agar bentuk citra dapat terlihat dengan jelas [13]. Pada penelitian ini menggunakan deteksi tepi operator *prewitt*, karena operator ini mampu mendeteksi tepi horizontal maupun vertikal. Operator *prewitt* menggunakan kernel berukuran 3x3 piksel seperti yang dapat dilihat pada persamaan 1 [13].

$$Gx = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad Gy = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

## C. Ekstraksi Fitur Warna HSV (*Hue Saturation Value*)

Ekstraksi fitur warna melibatkan pengambilan fitur-fitur terkait dengan warna pada suatu objek. Dalam penelitian ini, digunakan model warna HSV yang terdiri dari tiga komponen utama: *Hue*, *Saturation*, dan *Value*. *Hue* adalah sudut dari 0 hingga 360 derajat yang mencerminkan jenis warna dalam spektrum warna, seperti merah, biru, atau kuning. *Saturation* mengukur tingkat kemurnian warna, dengan rentang nilai antara 0 hingga 1. Nilai 0 menunjukkan warna abu-abu, sedangkan nilai 1 menandakan warna primer yang sangat murni. Adapun *value* mengukur tingkat kecerahan warna, dengan nilai antara 0 hingga 100% [14]. Untuk memperoleh nilai HSV, dilakukan normalisasi nilai RGB terlebih dahulu, kemudian dari nilai tersebut akan dikonversi menjadi nilai HSV. Adapun persamaan yang digunakan adalah 2, 3, 4, 5, dan 6. [16].

$$r = \frac{R}{R+G+B} \quad g = \frac{G}{R+G+B} \quad b = \frac{B}{R+G+B} \quad (2)$$

$$V = \max(r, g, b) \quad (3)$$

$$S = \begin{cases} 0 & \text{jika } V = 0 \\ V - \frac{\min(r, g, b)}{V} & \text{jika } V > 0 \end{cases} \quad (4)$$

$$H = \begin{cases} 0 & \text{jika } S = 0 \\ \frac{60 \times (g-b)}{S \times V} & \text{jika } V = r \\ 60 \times \left[ 2 + \frac{(b-r)}{S \times V} \right] & \text{jika } V = g \\ 60 \times \left[ 4 + \frac{(r-g)}{S \times V} \right] & \text{jika } V = b \end{cases} \quad (5)$$

$$H = H + 360, \text{ jika } H < 0 \quad (6)$$

Keterangan:

r, g, b = Nilai piksel *Red, Green, Blue*

H, S, V = Nilai piksel *Hue, Saturation, Value*

## D. Ekstraksi Fitur Bentuk *Metric* dan *Eccentricity*

Tahap ini berfungsi untuk mendeteksi ciri pembeda pada suatu citra agar objek yang ada pada dalam citra dapat dibedakan terhadap objek yang lain. Dimana pada penelitian ini ciri yang dideteksi adalah ciri dari bentuknya, oleh karenanya digunakan ekstraksi fitur bentuk dengan menggunakan parameter *metric* dan *eccentricity*. Parameter *metric* berasal dari hasil perbandingan antara luas dan keliling objek, sementara parameter *eccentricity* didapat dari perbandingan antara jarak antara fokus minor dan fokus mayor pada objek yang berbentuk elips. Dimana dapat dihitung melalui persamaan 7 dan 8 [4].

### 1) *Metric*

$$M = \frac{4\pi \times A}{C} \quad (7)$$

Keterangan:

M = Metric

A = Area (Luas)

C = Circumference (Keliling)

2) *Eccentricity*

$$E = \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}} \quad (8)$$

Keterangan:

E = *Eccentricity*

a = Sumbu minor

b = Sumbu mayor

E. *Random Forest*

Pengklasifikasian *Random Forest* dilakukan pembentukan pohon (*tree*) dengan melatihnya menggunakan sampel data yang ada. Proses klasifikasi *Random Forest* melibatkan penggunaan metode *voting* untuk mengambil keputusan berdasarkan mayoritas suara dari pohon-pohon yang telah terbentuk [15]. Ada beberapa keunggulan dari *Random Forest* seperti mampu menghasilkan kesalahan yang terbatas, kinerja klasifikasi yang sangat baik, efisiensi dalam menangani data pelatihan dalam jumlah besar, dan mampu mengatasi *overfitting* dengan baik [16]. Adapun rumus perhitungannya dalam melakukan klasifikasi dapat dilihat pada persamaan 9 [17].

$$X^{(D)} = \sum_{i=1}^m p_i \log 2^{(p_i)} \quad (9)$$

Keterangan:

D = Kelas rata-rata

m = Nilai diskrit yang akan dipisah sejumlah nilai dengan i = 1

$p_i \log 2^{(p_i)}$  = Nilai setiap percabangan

Secara umum ada tiga tahapan dalam metode *Random Forest*, yang pertama melakukan *bootstrap* untuk membentuk *tree*, kedua untuk setiap *tree* yang dibangun akan memprediksi dengan prediktor acak, dan ketiga melakukan klasifikasi berdasarkan prediksi [18]. Berikut penjelasan lengkap dari tahapannya [14].

1) Tahap Pertama

- a) Melakukan *bootstrap*, dengan mengambil sampel dari data latih secara acak dengan penggantian, membentuk *subset* berukuran n.
- b) Melakukan pembentukan *subset* secara acak, *tree* dibangun berdasarkan *subset* tersebut, dalam setiap proses pemisahan pilih secara acak, dan lakukan *split* terbaik.
- c) Langkah a dan b diulang sebanyak k kali hingga diperoleh k buah *tree* acak.

2) Tahap Kedua

Melakukan prediksi gabungan berdasarkan k

buah *tree* dengan *majority vote* untuk melakukan klasifikasi. Metode *Random Forest* membangun banyak pohon keputusan klasifikasi dengan sampel yang dipilih secara acak. Setiap pohon dibangun dengan cara membagi data (*split*) kemudian dilatih dengan sampel *bootstrap* yang melibatkan dua per tiga dari data pelatihan, sementara sepertiga sisanya disebut sebagai *out-of-bag* (OOB) yang digunakan untuk menghitung kesalahan pada setiap *tree* yang telah dibangun. Setelah semua *tree* terbentuk, proses klasifikasi dilanjutkan. Penentuan kelas dilakukan melalui pemungutan suara dari setiap *tree*, di mana kelas dengan suara terbanyak menjadi kelas prediksi akhir [14].

F. Evaluasi

Hasil klasifikasi dari metode yang digunakan akan diuji dengan menghitung tingkat akurasi untuk menilai sejauh mana hasil pengujian mendekati nilai sebenarnya atau rata-rata hasil uji. Untuk menghitung nilai akurasi menggunakan persamaan 10 [4].

$$Accuracy = \frac{CP}{TP} \times 100\% \quad (10)$$

Keterangan:

CP : *Correct Prediction*, merupakan jumlah prediksi yang benar.

TP : *Total Prediction*, merupakan jumlah total keseluruhan prediksi.

G. MATLAB

Adapun *software* yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan MATLAB versi R2021a. Aplikasi ini digunakan karena telah menjadi pilihan utama dalam dunia pendidikan ilmiah sebagai perangkat pemrograman yang standar dalam bidang matematika, rekayasa, dan ilmu terkait. Ada beberapa pilihan dalam MATLAB yang dapat dipelajari, termasuk metode visualisasi dan pemrograman. MATLAB menawarkan kemudahan yang tidak dapat disaingi oleh bahasa pemrograman lainnya, karena tidak semua bahasa pemrograman menawarkan kemudahan serupa. MATLAB menyediakan fungsi-fungsi antarmuka pengguna grafis (GUI) yang dapat digunakan untuk pengolahan citra atau gambar [19].

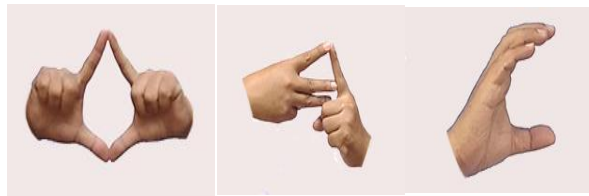
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1) Hasil Pengumpulan *Dataset*

Dilakukan pengumpulan data berupa citra huruf BISINDO sebanyak 260 citra, kemudian *background* asli dari citra-citra tersebut di *remove* menjadi *background* berwarna putih dengan ukuran yang beragam. Adapun pembagiannya terdiri dari 208 citra untuk data latih dan 52 citra untuk data uji. Dimana 208 citra dari 8 adegan berbeda dalam satu

huruf alfabet (dari A-Z), sedangkan 52 citra dari 2 adegan berbeda dalam satu huruf alfabet (dari A-Z). Berikut contoh citra huruf A, B, dan C yang telah didapatkan, dapat dilihat pada gambar 2 dibawah ini.



(a) (b) (c)

Gambar 2. (a) Citra Huruf A BISINDO, (b) Citra Huruf B BISINDO, (c) Citra Huruf C BISINDO

### 2) Pre-processing dan Segmentasi

Setelah mendapatkan *dataset* yang dibutuhkan, tahapan selanjutnya adalah melakukan *pre-processing*, dimana pada tahap ini citra asli atau citra RGB yang telah didapatkan, terlebih dahulu dilakukan konversi ke *grayscale*. Selanjutnya citra hasil *pre-processing* akan di segmentasi dengan *thresholding* dengan nilai 0.86, dan morfologi *closing* dengan nilai 2, serta morfologi *opening* dengan nilai 200. Kemudian hasil citra yang telah di segmentasi, diolah lagi dengan pendeteksian tepi. Pada penelitian ini, digunakan deteksi tepi *prewitt*. Hasil citra dari ketiga tahap ini, yaitu *pre-processing* dan segmentasi dapat dilihat pada gambar 3 berikut.



(a) (b) (c) (d)

Gambar 3. (a) Citra Asli, (b) Citra *Grayscale*, (c) Citra Segmentasi hasil *Thresholding* dan Morfologi, (d) Citra Segmentasi Deteksi Tepi

### 3) Hasil Ekstraksi Fitur Warna dan Bentuk

Dalam penelitian ini, ekstraksi fitur warna yang digunakan adalah HSV, sedangkan untuk ekstraksi fitur bentuk menggunakan *Metric* dan *Eccentricity*. Adapun nilai fitur dari hasil ekstraksi 208 citra data latih, dimana dalam satu huruf terdiri dari 8 citra huruf BISINDO dengan adegan berbeda, dapat dilihat pada tabel 1 (lampiran).

### 4) Klasifikasi *Random Forest*

Setelah nilai ekstraksi fitur didapatkan, barulah dilakukan tahap pengklasifikasian menggunakan klasifikasi *Random Forest*. Ada dua tahap yang

dilakukan, yaitu tahap latih dan tahap uji, dimana hasil dari ekstraksi fitur menjadi parameter untuk membangun model klasifikasi *random forest* data latih. Proses untuk membangun model dimulai dengan membuat pohon keputusan sesuai jumlah yang ditentukan. Pada penelitian ini menggunakan 140 pohon keputusan, dimana setiap pohon akan melakukan klasifikasi berdasarkan ketentuan yang diperoleh dari proses pelatihan. Kemudian hasil dari masing-masing pohon akan digunakan sebagai satu "suara" untuk melakukan prediksi dan akan menentukan kelas pada data uji [20].

### 5) Implementasi Aplikasi

Adapun bentuk tampilan *interface* menggunakan MATLAB GUI untuk pengenalan huruf BISINDO yang terdiri dari beberapa menu, mulai dari menu tahap input citra sampai dengan *reset* citra, dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. *Interface* Tahap Klasifikasi Citra

Pada gambar 4, menampilkan citra asli, citra hasil segmentasi, nilai ekstraksi fitur warna dan bentuk, serta menampilkan hasil klasifikasi citra huruf.

### B. Pembahasan

#### 1) Pengujian

Pada penelitian ini, dilakukan pengujian sistem dengan 3 skenario terhadap *dataset* huruf BISINDO. Pengujian dengan hasil "Benar" menunjukkan keberhasilan pengklasifikasian terhadap citra, sedangkan untuk hasil "Salah" berarti tidak berhasil dalam melakukan klasifikasi citra.

#### a) Skenario 1

Menggunakan pembagian *dataset* 80:20 dari 260 citra menggunakan 52 citra data uji, dimana dalam satu huruf terdiri dari 2 adegan citra berbeda. Adapun hasil klasifikasinya dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Pengujian Klasifikasi *Random Forest* untuk 52 Citra

| Citra Uji | Jumlah Citra Uji | Kelas | Klasifikasi Sistem | Hasil |
|-----------|------------------|-------|--------------------|-------|
| A         | 1                | A     | A                  | Benar |
|           | 2                | A     | A                  | Benar |
| B         | 1                | B     | B                  | Benar |
|           | 2                | B     | P                  | Salah |
| C         | 1                | C     | C                  | Benar |
|           | 2                | C     | C                  | Benar |
| D         | 1                | D     | D                  | Benar |
|           | 2                | D     | D                  | Benar |
| E         | 1                | E     | E                  | Benar |
|           | 2                | E     | E                  | Benar |
| F         | 1                | F     | F                  | Benar |
|           | 2                | F     | F                  | Benar |
| G         | 1                | G     | G                  | Benar |
|           | 2                | G     | G                  | Benar |
| H         | 1                | H     | H                  | Benar |
|           | 2                | H     | H                  | Benar |
| I         | 1                | I     | I                  | Benar |
|           | 2                | I     | I                  | Benar |
| J         | 1                | J     | J                  | Benar |
|           | 2                | J     | H                  | Salah |
| K         | 1                | K     | K                  | Benar |
|           | 2                | K     | K                  | Benar |
| L         | 1                | L     | L                  | Benar |
|           | 2                | L     | L                  | Benar |
| M         | 1                | M     | M                  | Benar |
|           | 2                | M     | M                  | Benar |
| N         | 1                | N     | N                  | Benar |
|           | 2                | N     | N                  | Benar |
| O         | 1                | O     | O                  | Benar |
|           | 2                | O     | O                  | Benar |
| P         | 1                | P     | P                  | Benar |
|           | 2                | P     | P                  | Benar |
| Q         | 1                | Q     | Q                  | Benar |
|           | 2                | Q     | Q                  | Benar |
| R         | 1                | R     | S                  | Salah |
|           | 2                | R     | R                  | Benar |
| S         | 1                | S     | S                  | Benar |
|           | 2                | S     | S                  | Benar |
| T         | 1                | T     | T                  | Benar |
|           | 2                | T     | T                  | Benar |
| U         | 1                | U     | U                  | Benar |
|           | 2                | U     | U                  | Benar |
| V         | 1                | V     | V                  | Benar |
|           | 2                | V     | V                  | Benar |
| W         | 1                | W     | W                  | Benar |
|           | 2                | W     | W                  | Benar |
| X         | 1                | X     | X                  | Benar |
|           | 2                | X     | X                  | Benar |
| Y         | 1                | Y     | Y                  | Benar |
|           | 2                | Y     | Y                  | Benar |
| Z         | 1                | Z     | Z                  | Benar |
|           | 2                | Z     | Z                  | Benar |

Berdasarkan tabel 2, terdapat 3 citra huruf yang menghasilkan klasifikasi yang salah yaitu citra huruf B, J, dan R. Maka akurasi yang didapatkan untuk pengujian skenario 80:20, dengan 52 citra uji sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Accuracy} &= \frac{\text{Correct Prediction}}{\text{Total Prediction}} \\ &\times 100\% \\ &= \frac{49}{52} \times 100\% = 94.2\% \end{aligned}$$

a) Skenario 2

Menggunakan pembagian *dataset* 70:30 dari 260 citra menggunakan 78 citra data uji, dimana dalam satu huruf terdiri dari 3 adegan citra berbeda. Adapun hasil klasifikasinya dapat dilihat pada tabel 3 berikut.

Berdasarkan tabel 3 diatas, terdapat 5 citra huruf yang menghasilkan klasifikasi yang salah yaitu citra huruf B, G, J, N dan P. Maka akurasi yang didapatkan untuk pengujian skenario 70:30, dengan 78 citra uji sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Accuracy} &= \frac{\text{Correct Prediction}}{\text{Total Prediction}} \\ &\times 100\% \\ &= \frac{73}{78} \times 100\% = 93.6\% \end{aligned}$$

a) Skenario 3

Menggunakan pembagian *dataset* 60:40 dari 260 citra menggunakan 104 citra data uji, dimana dalam satu huruf terdiri dari 4 adegan citra berbeda. Adapun hasil klasifikasinya dapat dilihat pada tabel 4 berikut.

Berdasarkan tabel 4 diatas, terdapat 23 citra huruf yang menghasilkan klasifikasi yang salah yaitu citra huruf A, B, E, F, G, H, I, J, N, P, R, S, T, U, V, W, dan Z. Maka akurasi yang didapatkan untuk pengujian skenario 60:40, dengan 104 citra uji sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Accuracy} &= \frac{\text{Correct Prediction}}{\text{Total Prediction}} \\ &\times 100\% \\ &= \frac{81}{104} \times 100\% = 77.9\% \end{aligned}$$

2) Hasil Pengujian

Hasil pengujian dalam klasifikasi huruf BISINDO dengan menggunakan metode *Random Forest* ditunjukkan pada tabel 5 berikut.

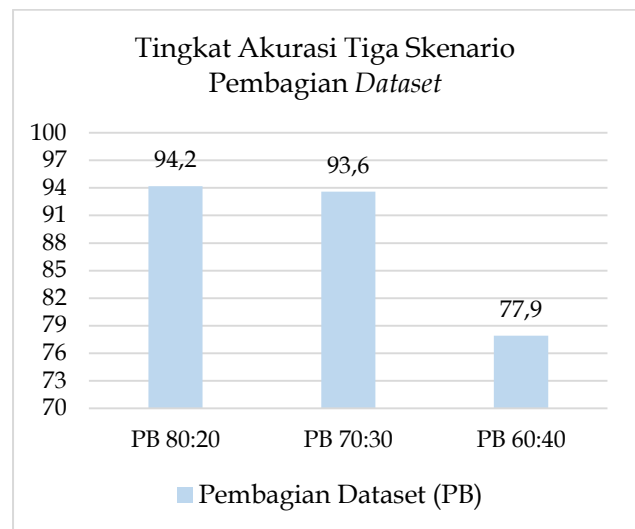
Tabel 5. Tingkat Akurasi Ketiga Skenario

| Skenario Pembagian Dataset | Data Latih | Data Uji | Tingkat Akurasi Pengujian |
|----------------------------|------------|----------|---------------------------|
| 80:20                      | 208        | 52       | 94.2%                     |
| 70:30                      | 182        | 78       | 93.6%                     |
| 60:40                      | 156        | 104      | 77.9%                     |

Tabel 3. Pengujian Klasifikasi *Random Forest* untuk 78 Citra

| Citra Uji | Jumlah Citra Uji | Kelas | Klasifikasi Sistem | Hasil |
|-----------|------------------|-------|--------------------|-------|
| A         | 1                | A     | A                  | Benar |
|           | 2                | A     | A                  | Benar |
|           | 3                | A     | A                  | Benar |
| B         | 1                | B     | B                  | Benar |
|           | 2                | B     | P                  | Salah |
|           | 3                | B     | B                  | Benar |
| C         | 1                | C     | C                  | Benar |
|           | 2                | C     | C                  | Benar |
|           | 3                | C     | C                  | Benar |
| D         | 1                | D     | D                  | Benar |
|           | 2                | D     | D                  | Benar |
|           | 3                | D     | D                  | Benar |
| E         | 1                | E     | E                  | Benar |
|           | 2                | E     | E                  | Benar |
|           | 3                | E     | E                  | Benar |
| F         | 1                | F     | F                  | Benar |
|           | 2                | F     | F                  | Benar |
|           | 3                | F     | F                  | Benar |
| G         | 1                | G     | B                  | Salah |
|           | 2                | G     | G                  | Benar |
|           | 3                | G     | G                  | Benar |
| H         | 1                | H     | H                  | Benar |
|           | 2                | H     | H                  | Benar |
|           | 3                | H     | H                  | Benar |
| I         | 1                | I     | I                  | Benar |
|           | 2                | I     | I                  | Benar |
|           | 3                | I     | I                  | Benar |
| J         | 1                | J     | J                  | Benar |
|           | 2                | J     | J                  | Benar |
|           | 3                | J     | H                  | Salah |
| K         | 1                | K     | K                  | Benar |
|           | 2                | K     | K                  | Benar |
|           | 3                | K     | K                  | Benar |
| L         | 1                | L     | L                  | Benar |
|           | 2                | L     | L                  | Benar |
|           | 3                | L     | L                  | Benar |
| M         | 1                | M     | M                  | Benar |
|           | 2                | M     | M                  | Benar |
|           | 3                | M     | M                  | Benar |
| N         | 1                | N     | N                  | Benar |
|           | 2                | N     | N                  | Benar |
|           | 3                | N     | M                  | Salah |
| O         | 1                | O     | O                  | Benar |
|           | 2                | O     | O                  | Benar |
|           | 3                | O     | O                  | Benar |

| Citra Uji | Jumlah Citra Uji | Kelas | Klasifikasi Sistem | Hasil |
|-----------|------------------|-------|--------------------|-------|
| P         | 1                | P     | P                  | Benar |
|           | 2                | P     | Q                  | Salah |
|           | 3                | P     | P                  | Benar |
| Q         | 1                | Q     | Q                  | Benar |
|           | 2                | Q     | Q                  | Benar |
|           | 3                | Q     | Q                  | Benar |
| R         | 1                | R     | R                  | Benar |
|           | 2                | R     | R                  | Benar |
|           | 3                | R     | R                  | Benar |
| S         | 1                | S     | S                  | Benar |
|           | 2                | S     | S                  | Benar |
|           | 3                | S     | S                  | Benar |
| T         | 1                | T     | T                  | Benar |
|           | 2                | T     | T                  | Benar |
|           | 3                | T     | T                  | Benar |
| U         | 1                | U     | U                  | Benar |
|           | 2                | U     | U                  | Benar |
|           | 3                | U     | U                  | Benar |
| V         | 1                | V     | V                  | Benar |
|           | 2                | V     | V                  | Benar |
|           | 3                | V     | V                  | Benar |
| W         | 1                | W     | W                  | Benar |
|           | 2                | W     | W                  | Benar |
|           | 3                | W     | W                  | Benar |
| X         | 1                | X     | X                  | Benar |
|           | 2                | X     | X                  | Benar |
|           | 3                | X     | X                  | Benar |
| Y         | 1                | Y     | Y                  | Benar |
|           | 2                | Y     | Y                  | Benar |
|           | 3                | Y     | Y                  | Benar |
| Z         | 1                | Z     | Z                  | Benar |
|           | 2                | Z     | Z                  | Benar |
|           | 3                | Z     | Z                  | Benar |



Gambar 5. Grafik Tingkat Akurasi Ketiga Skenario

Berdasarkan tabel 5 dan gambar 5, dapat dilihat bahwa hasil pengujian dalam klasifikasi huruf BISINDO diperoleh tingkat akurasi tertinggi pada skenario pembagian dataset 80:20, dengan pembagian 208 citra untuk data latih dan 52 citra

untuk data uji, yang mencapai tingkat akurasi sebesar 94.2%, sedangkan untuk pembagian *dataset* 70:30, dengan pembagian 182 citra untuk data latih dan 78 citra data uji, mencapai tingkat akurasi sebesar 93.6%. Kemudian pada pembagian *dataset* 60:40, dengan pembagian 182 citra untuk data latih dan 78 citra untuk data uji, lebih rendah yaitu hanya mencapai tingkat akurasi 77.9%.

Tabel 4. Pengujian Klasifikasi *Random Forest* untuk 104 Citra

| Citra Uji | Jumlah Citra Uji | Kelas | Klasifikasi Sistem | Hasil |
|-----------|------------------|-------|--------------------|-------|
| A         | 1                | A     | A                  | Benar |
|           | 2                | A     | A                  | Benar |
|           | 3                | A     | R                  | Salah |
|           | 4                | A     | A                  | Benar |
| B         | 1                | B     | B                  | Benar |
|           | 2                | B     | P                  | Salah |
|           | 3                | B     | Z                  | Salah |
|           | 4                | B     | Z                  | Salah |
| C         | 1                | C     | C                  | Benar |
|           | 2                | C     | C                  | Benar |
|           | 3                | C     | C                  | Benar |
|           | 4                | C     | C                  | Benar |
| D         | 1                | D     | D                  | Benar |
|           | 2                | D     | D                  | Benar |
|           | 3                | D     | D                  | Benar |
|           | 4                | D     | D                  | Benar |
| E         | 1                | E     | E                  | Benar |
|           | 2                | E     | E                  | Benar |
|           | 3                | E     | G                  | Salah |
|           | 4                | E     | E                  | Benar |
| F         | 1                | F     | F                  | Benar |
|           | 2                | F     | F                  | Benar |
|           | 3                | F     | T                  | Salah |
|           | 4                | F     | F                  | Benar |
| G         | 1                | G     | Z                  | Salah |
|           | 2                | G     | G                  | Benar |
|           | 3                | G     | G                  | Benar |
|           | 4                | G     | G                  | Benar |
| H         | 1                | H     | H                  | Benar |
|           | 2                | H     | H                  | Benar |
|           | 3                | H     | J                  | Salah |
|           | 4                | H     | H                  | Benar |
| I         | 1                | I     | I                  | Benar |
|           | 2                | I     | I                  | Benar |
|           | 3                | I     | K                  | Salah |
|           | 4                | I     | I                  | Benar |
| J         | 1                | J     | J                  | Benar |
|           | 2                | J     | J                  | Benar |
|           | 3                | J     | O                  | Salah |
|           | 4                | J     | J                  | Benar |
| K         | 1                | K     | K                  | Benar |
|           | 2                | K     | K                  | Benar |

| Citra Uji | Jumlah Citra Uji | Kelas | Klasifikasi Sistem | Hasil |
|-----------|------------------|-------|--------------------|-------|
| L         | 3                | K     | K                  | Benar |
|           | 4                | K     | K                  | Benar |
|           | 1                | L     | L                  | Benar |
|           | 2                | L     | L                  | Benar |
| M         | 3                | L     | L                  | Benar |
|           | 4                | L     | L                  | Benar |
|           | 1                | M     | M                  | Benar |
|           | 2                | M     | M                  | Benar |
| N         | 3                | M     | M                  | Benar |
|           | 4                | M     | M                  | Benar |
|           | 1                | N     | M                  | Salah |
|           | 2                | N     | N                  | Benar |
| O         | 3                | N     | N                  | Benar |
|           | 4                | N     | M                  | Salah |
|           | 1                | O     | O                  | Benar |
|           | 2                | O     | O                  | Benar |
| P         | 3                | O     | O                  | Benar |
|           | 4                | O     | O                  | Benar |
|           | 1                | P     | P                  | Benar |
|           | 2                | P     | Q                  | Salah |
| Q         | 3                | P     | F                  | Salah |
|           | 4                | P     | P                  | Benar |
|           | 1                | Q     | Q                  | Benar |
|           | 2                | Q     | Q                  | Benar |
| R         | 3                | Q     | Q                  | Benar |
|           | 4                | Q     | Q                  | Benar |
|           | 1                | R     | O                  | Salah |
|           | 2                | R     | R                  | Benar |
| S         | 3                | R     | R                  | Benar |
|           | 4                | R     | R                  | Benar |
|           | 1                | S     | S                  | Benar |
|           | 2                | S     | S                  | Benar |
| T         | 3                | S     | Y                  | Salah |
|           | 4                | S     | S                  | Benar |
|           | 1                | T     | T                  | Benar |
|           | 2                | T     | T                  | Benar |
| U         | 3                | T     | I                  | Salah |
|           | 4                | T     | R                  | Salah |
|           | 1                | U     | L                  | Salah |
|           | 2                | U     | U                  | Benar |
| V         | 3                | U     | U                  | Benar |
|           | 4                | U     | U                  | Benar |
|           | 1                | V     | V                  | Benar |
|           | 2                | V     | M                  | Salah |
| W         | 3                | V     | V                  | Benar |
|           | 4                | V     | V                  | Benar |
|           | 1                | W     | W                  | Benar |
|           | 2                | W     | Y                  | Salah |
| X         | 3                | W     | W                  | Benar |
|           | 4                | W     | W                  | Benar |
|           | 1                | X     | X                  | Benar |
|           | 2                | X     | X                  | Benar |
| Y         | 3                | X     | X                  | Benar |
|           | 4                | X     | X                  | Benar |
|           | 1                | Y     | Y                  | Benar |
|           | 2                | Y     | Y                  | Benar |



| Citra Uji | Jumlah Citra Uji | Kelas | Klasifikasi Sistem | Hasil |
|-----------|------------------|-------|--------------------|-------|
| Z         | 3                | Y     | Y                  | Benar |
|           | 4                | Y     | Y                  | Benar |
|           | 1                | Z     | Z                  | Benar |
|           | 2                | Z     | Z                  | Benar |
|           | 3                | Z     | V                  | Salah |
|           | 4                | Z     | R                  | Salah |

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa nilai ekstraksi fitur warna HSV serta ekstraksi fitur bentuk *metric* dan *eccentricity* dapat menghasilkan nilai secara baik untuk menentukan ciri dari suatu citra huruf BISINDO, hal ini dibuktikan dengan penggunaan metode *Random Forest* dapat memberikan hasil klasifikasi yang cukup akurat. Ini berarti perpaduan antara ekstraksi fitur warna HSV serta ekstraksi fitur bentuk *metric* dan *eccentricity* cocok digunakan pada metode *Random Forest*.

Pengklasifikasian menggunakan metode *Random Forest* dengan citra huruf BISINDO dapat memberikan hasil akurasi yang sangat bagus, Dimana hasil akurasi untuk skenario perbandingan data 80:20 mencapai akurasi pengujian sebesar 94.2%. Kemudian untuk skenario perbandingan data 70:30 mencapai akurasi pengujian sebesar 93.6%, sedangkan skenario perbandingan data 60:40 lebih rendah, yaitu hanya mencapai 77.9%.

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya yaitu penggunaan *dataset* perlu ditambah, khususnya penambahan pada data latih untuk meningkatkan akurasi model. Serta memastikan *dataset* mewakili variasi yang lebih baik dalam citra huruf BISINDO.

#### DAFTAR PUSTAKA

[1] A. D. Saputra, Jayanta, and I. A. B. Pangaribuan, "Klasifikasi Alfabet Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) Dengan Metode Template Matching dan K-Nearest Neighbors (KNN)," *Semin. Nas. Mhs. Ilmu Komput. dan Apl.*, vol. 1, no. 2, pp. 747-760, 2020, [Online]. Available: <https://conference.upnvj.ac.id/index.php/enamika/article/view/563>

[2] F. Nofiturrmah, "Problematika Anak Tunarungu Dan Cara Mengatasinya," *Quality*, vol. 6, no. 1, pp. 1-15, 2018, doi: 10.21043/quality.v6i1.5744.

[3] D. Indra, S. Madenda, and E. P. Wibowo, "Feature Extraction of Bisindo Alphabets Using Chain Code Contour," *Int. J. Eng. Technol.*, vol. 9, no. 4, pp. 3233-3241, 2017, doi: 10.21817/ijet/2017/v9i4/170904142.

[4] A. Herdiansah, R. I. Borman, D.

Nurnaningsih, A. A. J. Sinlae, and R. R. Al Hakim, "Klasifikasi Citra Daun Herbal Dengan Menggunakan Backpropagation Neural Networks Berdasarkan Ekstraksi Ciri Bentuk," *JURIKOM (Jurnal Ris. Komputer)*, vol. 9, no. 2, pp. 388-395, 2022, doi: 10.30865/jurikom.v9i1.3846.

[5] A. G. Putra and T. A. B. Wirayuda, "Klasifikasi Tulisan Tangan Berupa Angka Menggunakan Random Forest dan Histogram of Oriented Gradient," *e-Proceeding Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 738-744, 2014.

[6] N. Larasati, S. Devella, and M. E. Al Rivan, "Pengenalan ASL Menggunakan Metode Ekstraksi HOG dan Klasifikasi Random Forest," *JATISI (Jurnal Tek. Inform. dan Sist. Informasi)*, vol. 8, no. 2, pp. 611-622, 2021, doi: 10.35957/jatisi.v8i2.456.

[7] A. Imaduddin and A. B. Trjokorda, "Pengenalan Karakter Huruf Hangul Korea Menggunakan Random Forest," *e-Proceeding Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 755-763, 2014.

[8] S. Devella, Y. Yohannes, and F. N. Rahmawati, "Implementasi Random Forest Untuk Klasifikasi Motif Songket Palembang Berdasarkan SIFT," *JATISI (Jurnal Tek. Inform. dan Sist. Informasi)*, vol. 7, no. 2, pp. 310-320, 2020, doi: 10.35957/jatisi.v7i2.289.

[9] N. Wuryani and S. Agustiani, "Random Forest Classifier untuk Deteksi Penderita COVID-19 Berbasis Citra CT Scan," *J. Tek. Komput. AMIK BSI*, vol. 7, no. 2, pp. 187-193, 2021, doi: 10.31294/jtk.v4i2.

[10] P. D. Sulthan Arief Ismail Sugiarto Putro1, Dr. Ir. Jangkung Raharjo, M.T. 2, Syamsul Rizal, S.T., M.Eng. and 2 1, "Klasifikasi Bobot Sapi Berdasarkan Citra Digital Dengan Metode Fraktal Dan Random Forest," *e-Proceeding Eng.*, vol. 8, no. 2, pp. 1472-1480, 2021.

[11] C. Figri and I. Susilawati, "Identifikasi Jenis Tanaman Vinca Berdasarkan Ekstraksi Ciri Citra Bunga Dan Jaringan Syaraf Tiruan," *Semin. Nas. Multimed. Artif. Intell. SMAI*, vol. 3, pp. 54-60, 2020.

[12] R. J. Rumandan, R. Nuraini, N. Sadikin, and Y. Rahmanto, "Klasifikasi Citra Jenis Daun Berkhasiat Obat Menggunakan Algoritma Jaringan Syaraf Tiruan Extreme Learning Machine," *J. Comput. Syst. Informatics*, vol. 4, no. 1, pp. 145-154, 2022, doi: 10.47065/josyc.v4i1.2586.

[13] J. W. Yodha and A. W. Kurniawan, "Perbandingan Penggunaan Deteksi Tepi Dengan Metode Laplace, Sobel Dan Prewit Dan Canny Pada Pengenalan Pola," *Techno.Com*, vol. 13, no. 3, pp. 189-197, 2014,

[Online]. Available:  
[http://publikasi.dinus.ac.id/index.php/tech\\_noc/article/view/570](http://publikasi.dinus.ac.id/index.php/tech_noc/article/view/570)

- [14] T. Y. Purnomo, F. Yanto, F. Insani, S. Ramadhani, and Jasril, "Penerapan Algoritma Random Forest Pada Klasifikasi Daging," *J. Intra Tech*, vol. 6, no. 1, pp. 21–34, 2022.
- [15] P. Rosyani, S. Saprudin, and R. Amalia, "Klasifikasi Citra Menggunakan Metode Random Forest dan Sequential Minimal Optimization (SMO)," *J. Sist. dan Teknol. Inf.*, vol. 9, no. 2, p. 132, 2021, doi: 10.26418/justin.v9i2.44120.
- [16] *et al.*, "Klasifikasi Penyakit Daun Padi menggunakan Random Forest dan Color Histogram," *J. Komputasi*, vol. 10, no. 1, 2022, doi: 10.23960/komputasi.v10i1.2961.
- [17] A. Y. Rahman, "JEPIN (Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika) Klasifikasi Citra Burung Jalak Menggunakan Artificial Neural Network dan Random Forest," *J. Edukasi dan Penelit. Inform.*, vol. 8, no. 2, pp. 255–268, 2022.
- [18] I. F. Ashari, E. Rachmawati, and F. Sthevanie, "Pengenalan Jenis Buah Berdasarkan Citra Menggunakan HOG dan Histogram HSV," vol. 8, no. 1, pp. 793–808, 2021.
- [19] A. Abdullah and P. Pahrianto, "Sistem Klasifikasi Kematangan Tomat Berdasarkan Warna Dan Bentuk Menggunakan Metode Support Vector Machine (Svm)," *JSI J. Sist. Inf.*, vol. 9, no. 2, pp. 1313–1322, 2017, doi: 10.36706/jsi.v9i2.5007.
- [20] B. Wahyuningtyas, I. I. Tritoasmoro, and N. Ibrahim, "Identifikasi Penyakit Pada Daun Kopi Menggunakan Metode Local Binary Pattern Dan Random Forest," *e-Proceeding Eng.*, vol. 8, no. 6, pp. 2972–2980, 2022.

Lampiran

Tabel 1. Nilai Ekstraksi Fitur Warna dan Bentuk 208 Citra Data Latih

| Citra Latih | Jumlah Citra Latih | Nilai Ekstraksi Fitur |        |        |        |              |
|-------------|--------------------|-----------------------|--------|--------|--------|--------------|
|             |                    | H                     | S      | V      | Metric | Eccentricity |
| A           | 1                  | 0.0895                | 0.3762 | 0.7227 | 0.0304 | 0.8613       |
|             | 2                  | 0.0604                | 0.5448 | 0.5303 | 0.0330 | 0.8458       |
|             | 3                  | 0.0921                | 0.4362 | 0.6092 | 0.0296 | 0.8534       |
|             | 4                  | 0.0815                | 0.3733 | 0.7229 | 0.0304 | 0.8778       |
|             | 5                  | 0.0943                | 0.3859 | 0.7069 | 0.0312 | 0.8755       |
|             | 6                  | 0.0633                | 0.5418 | 0.5512 | 0.0345 | 0.8322       |
|             | 7                  | 0.0654                | 0.5267 | 0.5667 | 0.0358 | 0.8182       |
|             | 8                  | 0.0623                | 0.5362 | 0.5361 | 0.0320 | 0.8474       |
| B           | 1                  | 0.1620                | 0.2709 | 0.4383 | 0.0099 | 0.8568       |
|             | 2                  | 0.0694                | 0.4163 | 0.5293 | 0.0110 | 0.8730       |
|             | 3                  | 0.1018                | 0.4125 | 0.7393 | 0.0235 | 0.8316       |
|             | 4                  | 0.1095                | 0.3843 | 0.6967 | 0.0203 | 0.7608       |
|             | 5                  | 0.1032                | 0.4043 | 0.7574 | 0.0202 | 0.7362       |
|             | 6                  | 0.0550                | 0.4041 | 0.5658 | 0.0272 | 0.7341       |
|             | 7                  | 0.0574                | 0.4184 | 0.5480 | 0.0316 | 0.8296       |
|             | 8                  | 0.0565                | 0.4452 | 0.5649 | 0.0081 | 0.8180       |
| C           | 1                  | 0.0916                | 0.2781 | 0.5709 | 0.0044 | 0.7594       |
|             | 2                  | 0.1209                | 0.3412 | 0.7166 | 0.0236 | 0.7505       |
|             | 3                  | 0.0700                | 0.3894 | 0.2698 | 0.0261 | 0.6892       |
|             | 4                  | 0.1003                | 0.3499 | 0.7221 | 0.0264 | 0.7297       |
|             | 5                  | 0.0998                | 0.3196 | 0.7209 | 0.0260 | 0.7388       |
|             | 6                  | 0.1129                | 0.3226 | 0.7151 | 0.0254 | 0.7111       |
|             | 7                  | 0.0520                | 0.4164 | 0.3358 | 0.0288 | 0.6955       |
|             | 8                  | 0.0574                | 0.4368 | 0.2875 | 0.0237 | 0.6925       |
| D           | 1                  | 0.0989                | 0.3863 | 0.4938 | 0.0242 | 0.7269       |
|             | 2                  | 0.0610                | 0.5861 | 0.5376 | 0.0326 | 0.8174       |
|             | 3                  | 0.0948                | 0.4366 | 0.4688 | 0.0272 | 0.7493       |
|             | 4                  | 0.1332                | 0.3272 | 0.5471 | 0.0236 | 0.7852       |
|             | 5                  | 0.1130                | 0.3599 | 0.5568 | 0.0258 | 0.7962       |
|             | 6                  | 0.0573                | 0.6148 | 0.5044 | 0.0301 | 0.7212       |
|             | 7                  | 0.0587                | 0.6308 | 0.4890 | 0.0301 | 0.7132       |
|             | 8                  | 0.0615                | 0.6180 | 0.5193 | 0.0405 | 0.7558       |
| E           | 1                  | 0.0396                | 0.5235 | 0.5079 | 0.0040 | 0.5601       |
|             | 2                  | 0.0890                | 0.4686 | 0.4750 | 0.0052 | 0.8349       |
|             | 3                  | 0.0501                | 0.3935 | 0.5471 | 0.0337 | 0.7120       |
|             | 4                  | 0.0767                | 0.4779 | 0.4813 | 0.0227 | 0.8536       |
|             | 5                  | 0.1014                | 0.4719 | 0.4509 | 0.0200 | 0.8163       |
|             | 6                  | 0.0848                | 0.4390 | 0.5068 | 0.0219 | 0.8284       |
|             | 7                  | 0.0468                | 0.4054 | 0.5362 | 0.0099 | 0.7533       |
|             | 8                  | 0.0477                | 0.3914 | 0.5562 | 0.0351 | 0.7852       |
| F           | 1                  | 0.1460                | 0.3785 | 0.4232 | 0.0069 | 0.8331       |
|             | 2                  | 0.1120                | 0.4328 | 0.5796 | 0.0190 | 0.7249       |
|             | 3                  | 0.0849                | 0.4687 | 0.5749 | 0.0045 | 0.6148       |
|             | 4                  | 0.1078                | 0.4443 | 0.5729 | 0.0183 | 0.6722       |
|             | 5                  | 0.1436                | 0.4182 | 0.5626 | 0.0179 | 0.7660       |
|             | 6                  | 0.0599                | 0.5762 | 0.4542 | 0.0056 | 0.4985       |
|             | 7                  | 0.0633                | 0.5729 | 0.4546 | 0.0063 | 0.7491       |
|             | 8                  | 0.0607                | 0.5813 | 0.4541 | 0.0280 | 0.5230       |
| G           | 1                  | 0.0862                | 0.4252 | 0.4845 | 0.0087 | 0.8517       |
|             | 2                  | 0.0612                | 0.5233 | 0.4959 | 0.0421 | 0.7544       |
|             | 3                  | 0.0909                | 0.4027 | 0.5201 | 0.0068 | 0.6996       |
|             | 4                  | 0.0752                | 0.4514 | 0.5174 | 0.0035 | 0.6682       |
|             | 5                  | 0.0898                | 0.4192 | 0.5352 | 0.0061 | 0.7554       |
|             | 6                  | 0.0607                | 0.5471 | 0.4653 | 0.0078 | 0.7522       |
|             | 7                  | 0.0625                | 0.5449 | 0.4938 | 0.0101 | 0.7860       |
|             | 8                  | 0.0634                | 0.5558 | 0.4698 | 0.0463 | 0.7148       |
| H           | 1                  | 0.1200                | 0.3562 | 0.5497 | 0.0153 | 0.5859       |
|             | 2                  | 0.0660                | 0.5345 | 0.5388 | 0.0253 | 0.6050       |
|             | 3                  | 0.1314                | 0.3498 | 0.5659 | 0.0164 | 0.6293       |
|             | 4                  | 0.1118                | 0.3969 | 0.5533 | 0.0150 | 0.5849       |
|             | 5                  | 0.1142                | 0.3847 | 0.5659 | 0.0167 | 0.5507       |
|             | 6                  | 0.0641                | 0.5284 | 0.4947 | 0.0262 | 0.6738       |
|             | 7                  | 0.0659                | 0.5533 | 0.4985 | 0.0264 | 0.5743       |
|             | I                  | 8                     | 0.0609 | 0.4936 | 0.5682 | 0.0253       |
| 1           |                    | 0.0963                | 0.4166 | 0.5304 | 0.0254 | 0.5789       |
| 2           |                    | 0.0589                | 0.4893 | 0.5891 | 0.0100 | 0.6426       |
| 3           |                    | 0.1045                | 0.4155 | 0.5156 | 0.0259 | 0.5481       |
| 4           |                    | 0.1191                | 0.3773 | 0.5570 | 0.0228 | 0.7132       |
| 5           |                    | 0.1040                | 0.3786 | 0.5500 | 0.0250 | 0.6795       |
| 6           |                    | 0.0643                | 0.5139 | 0.5767 | 0.0081 | 0.7442       |
| 7           |                    | 0.0652                | 0.5213 | 0.5246 | 0.0070 | 0.7606       |
| J           | 8                  | 0.0672                | 0.5427 | 0.5263 | 0.0083 | 0.6663       |
|             | 1                  | 0.0538                | 0.5485 | 0.5041 | 0.0040 | 0.7035       |
|             | 2                  | 0.1184                | 0.3881 | 0.4873 | 0.0070 | 0.6399       |
|             | 3                  | 0.2043                | 0.3470 | 0.4834 | 0.0285 | 0.6503       |
|             | 4                  | 0.1068                | 0.3903 | 0.5038 | 0.0253 | 0.5852       |
|             | 5                  | 0.1085                | 0.3922 | 0.4960 | 0.0255 | 0.6814       |
|             | 6                  | 0.0645                | 0.5067 | 0.5583 | 0.0407 | 0.6005       |
|             | 7                  | 0.0670                | 0.5283 | 0.5415 | 0.0334 | 0.6119       |
| K           | 8                  | 0.0673                | 0.5369 | 0.4725 | 0.0304 | 0.7008       |
|             | 1                  | 0.1541                | 0.3474 | 0.5476 | 0.0212 | 0.8950       |
|             | 2                  | 0.0627                | 0.5242 | 0.5753 | 0.0059 | 0.8995       |
|             | 3                  | 0.1472                | 0.3626 | 0.5485 | 0.0089 | 0.6516       |
|             | 4                  | 0.1240                | 0.3492 | 0.5470 | 0.0050 | 0.9082       |
|             | 5                  | 0.1542                | 0.3438 | 0.5644 | 0.0199 | 0.8813       |
|             | 6                  | 0.0987                | 0.3672 | 0.5668 | 0.0175 | 0.9195       |
|             | 7                  | 0.0634                | 0.5434 | 0.5748 | 0.0102 | 0.9517       |
| L           | 8                  | 0.0608                | 0.5482 | 0.5580 | 0.0126 | 0.9416       |
|             | 1                  | 0.0490                | 0.4679 | 0.6023 | 0.0199 | 0.5861       |
|             | 2                  | 0.0938                | 0.4162 | 0.5866 | 0.0264 | 0.4380       |
|             | 3                  | 0.0605                | 0.4616 | 0.5706 | 0.0108 | 0.5024       |
|             | 4                  | 0.0829                | 0.4406 | 0.5750 | 0.0271 | 0.3971       |
|             | 5                  | 0.0736                | 0.3943 | 0.5492 | 0.0284 | 0.5352       |
|             | 6                  | 0.0819                | 0.4064 | 0.5586 | 0.0285 | 0.4871       |
|             | 7                  | 0.0568                | 0.4652 | 0.5705 | 0.0085 | 0.6529       |
| M           | 8                  | 0.0568                | 0.4359 | 0.5834 | 0.0090 | 0.6466       |
|             | 1                  | 0.0773                | 0.3712 | 0.7150 | 0.0176 | 0.8589       |
|             | 2                  | 0.0843                | 0.3971 | 0.6343 | 0.0213 | 0.9217       |
|             | 3                  | 0.0765                | 0.3947 | 0.6177 | 0.0195 | 0.9205       |
|             | 4                  | 0.0727                | 0.4266 | 0.5991 | 0.0155 | 0.9244       |
|             | 5                  | 0.0876                | 0.4135 | 0.5752 | 0.0039 | 0.8934       |
|             | 6                  | 0.0925                | 0.3116 | 0.6560 | 0.0046 | 0.9122       |
|             | 7                  | 0.0617                | 0.4661 | 0.6316 | 0.0056 | 0.8210       |
| N           | 8                  | 0.0637                | 0.4574 | 0.6242 | 0.0070 | 0.8535       |
|             | 1                  | 0.0577                | 0.4369 | 0.5882 | 0.0219 | 0.8814       |
|             | 2                  | 0.1035                | 0.4149 | 0.6197 | 0.0212 | 0.9248       |
|             | 3                  | 0.0984                | 0.4718 | 0.5929 | 0.0240 | 0.9276       |
|             | 4                  | 0.0879                | 0.4426 | 0.5988 | 0.0175 | 0.9051       |
|             | 5                  | 0.0886                | 0.4465 | 0.5785 | 0.0155 | 0.9123       |
|             | 6                  | 0.0882                | 0.4279 | 0.5941 | 0.0043 | 0.9256       |
|             | 7                  | 0.0591                | 0.4768 | 0.5216 | 0.0219 | 0.8909       |
| O           | 8                  | 0.0600                | 0.4474 | 0.5731 | 0.0236 | 0.8926       |
|             | 1                  | 0.1200                | 0.4590 | 0.5863 | 0.0379 | 0.7401       |
|             | 2                  | 0.1132                | 0.4413 | 0.5889 | 0.0329 | 0.7549       |
|             | 3                  | 0.1108                | 0.4336 | 0.5778 | 0.0296 | 0.7082       |
|             | 4                  | 0.1060                | 0.4317 | 0.5805 | 0.0327 | 0.7742       |
|             | 5                  | 0.1057                | 0.3823 | 0.6861 | 0.0063 | 0.7043       |
|             | 6                  | 0.1037                | 0.3916 | 0.6828 | 0.0341 | 0.6745       |
|             | 7                  | 0.1166                | 0.3861 | 0.6851 | 0.0343 | 0.6549       |
| P           | 8                  | 0.0619                | 0.5170 | 0.5591 | 0.0304 | 0.6243       |
|             | 1                  | 0.0608                | 0.6003 | 0.5603 | 0.0294 | 0.8408       |
|             | 2                  | 0.1151                | 0.4133 | 0.6481 | 0.0276 | 0.8438       |
|             | 3                  | 0.1146                | 0.4111 | 0.6618 | 0.0237 | 0.8450       |
|             | 4                  | 0.1164                | 0.4168 | 0.6368 | 0.0272 | 0.8160       |
|             | 5                  | 0.1125                | 0.4095 | 0.6438 | 0.0279 | 0.8241       |
|             | 6                  | 0.0962                | 0.3739 | 0.5897 | 0.0219 | 0.8691       |
|             | 7                  | 0.0612                | 0.6053 | 0.5354 | 0.0288 | 0.8264       |
| Q           | 8                  | 0.0640                | 0.6065 | 0.5366 | 0.0262 | 0.8014       |
|             | 1                  | 0.0996                | 0.3605 | 0.6967 | 0.0211 | 0.8708       |
|             | 2                  | 0.0626                | 0.5487 | 0.5480 | 0.0329 | 0.8499       |
|             | 3                  | 0.0911                | 0.3898 | 0.7680 | 0.0267 | 0.9137       |

| Citra Latih | Jumlah Citra Latih | Nilai Ekstraksi Fitur |        |        |        |              |
|-------------|--------------------|-----------------------|--------|--------|--------|--------------|
|             |                    | H                     | S      | V      | Metric | Eccentricity |
| R           | 4                  | 0.1127                | 0.3852 | 0.6888 | 0.0062 | 0.9110       |
|             | 5                  | 0.0791                | 0.3804 | 0.7676 | 0.0253 | 0.8513       |
|             | 6                  | 0.0602                | 0.5393 | 0.5877 | 0.0317 | 0.8947       |
|             | 7                  | 0.0622                | 0.5546 | 0.6124 | 0.0292 | 0.8430       |
|             | 8                  | 0.0618                | 0.5687 | 0.5763 | 0.0295 | 0.8878       |
|             | 1                  | 0.0670                | 0.3729 | 0.4140 | 0.0140 | 0.7933       |
|             | 2                  | 0.0769                | 0.4574 | 0.5257 | 0.0295 | 0.7787       |
|             | 3                  | 0.0642                | 0.4882 | 0.5913 | 0.0085 | 0.8364       |
| S           | 4                  | 0.0738                | 0.4651 | 0.5392 | 0.0333 | 0.7370       |
|             | 5                  | 0.0542                | 0.4675 | 0.5040 | 0.0300 | 0.7184       |
|             | 6                  | 0.0535                | 0.4785 | 0.5447 | 0.0302 | 0.7210       |
|             | 7                  | 0.0584                | 0.5146 | 0.5419 | 0.0072 | 0.8271       |
|             | 8                  | 0.0610                | 0.5118 | 0.5222 | 0.0080 | 0.8031       |
|             | 1                  | 0.0934                | 0.2974 | 0.4983 | 0.0060 | 0.8481       |
|             | 2                  | 0.1092                | 0.3537 | 0.6407 | 0.0207 | 0.8674       |
|             | 3                  | 0.1135                | 0.3549 | 0.6188 | 0.0054 | 0.8422       |
| T           | 4                  | 0.1153                | 0.3386 | 0.6298 | 0.0237 | 0.8560       |
|             | 5                  | 0.1608                | 0.3310 | 0.6064 | 0.0051 | 0.8548       |
|             | 6                  | 0.0565                | 0.4495 | 0.5773 | 0.0274 | 0.8800       |
|             | 7                  | 0.0522                | 0.4492 | 0.5716 | 0.0275 | 0.8800       |
|             | 8                  | 0.0562                | 0.4593 | 0.5603 | 0.0072 | 0.8601       |
|             | 1                  | 0.0676                | 0.3262 | 0.5107 | 0.0153 | 0.8340       |
|             | 2                  | 0.1379                | 0.4115 | 0.6028 | 0.0056 | 0.8448       |
|             | 3                  | 0.0594                | 0.4544 | 0.6186 | 0.0278 | 0.8167       |
| U           | 4                  | 0.1313                | 0.4048 | 0.5975 | 0.0062 | 0.8854       |
|             | 5                  | 0.1391                | 0.4194 | 0.5917 | 0.0061 | 0.7640       |
|             | 6                  | 0.0668                | 0.5223 | 0.5570 | 0.0064 | 0.7692       |
|             | 7                  | 0.0627                | 0.5206 | 0.5936 | 0.0254 | 0.8290       |
|             | 8                  | 0.0606                | 0.5046 | 0.6129 | 0.0244 | 0.7911       |
|             | 1                  | 0.0552                | 0.4199 | 0.4511 | 0.0210 | 0.6616       |
|             | 2                  | 0.1007                | 0.3775 | 0.6956 | 0.0250 | 0.5245       |
|             | 3                  | 0.0521                | 0.4649 | 0.5442 | 0.0059 | 0.7083       |
| V           | 4                  | 0.0728                | 0.3872 | 0.7098 | 0.0310 | 0.5891       |
|             | 5                  | 0.0827                | 0.3867 | 0.6750 | 0.0248 | 0.6865       |
|             | 6                  | 0.0705                | 0.3894 | 0.6644 | 0.0234 | 0.5663       |
|             | 7                  | 0.0635                | 0.4927 | 0.4578 | 0.0061 | 0.7243       |
|             | 8                  | 0.0558                | 0.5125 | 0.5057 | 0.0052 | 0.6598       |
|             | 1                  | 0.0913                | 0.4311 | 0.6954 | 0.0229 | 0.8144       |
|             | 2                  | 0.0590                | 0.4482 | 0.5672 | 0.0046 | 0.8080       |
|             | 3                  | 0.0770                | 0.4557 | 0.6929 | 0.0193 | 0.8585       |
| W           | 4                  | 0.0781                | 0.4084 | 0.7228 | 0.0194 | 0.7655       |
|             | 5                  | 0.0691                | 0.3976 | 0.7489 | 0.0170 | 0.8589       |
|             | 6                  | 0.0583                | 0.4688 | 0.5406 | 0.0043 | 0.8507       |
|             | 7                  | 0.0596                | 0.4755 | 0.5612 | 0.0043 | 0.8376       |
|             | 8                  | 0.0626                | 0.4763 | 0.5599 | 0.0051 | 0.7848       |
|             | 1                  | 0.1315                | 0.3605 | 0.6042 | 0.0172 | 0.8342       |
|             | 2                  | 0.0596                | 0.4492 | 0.5911 | 0.0085 | 0.8934       |
|             | 3                  | 0.1848                | 0.3273 | 0.5873 | 0.0194 | 0.8428       |
| X           | 4                  | 0.1411                | 0.3593 | 0.5972 | 0.0206 | 0.8830       |
|             | 5                  | 0.2403                | 0.3041 | 0.5831 | 0.0199 | 0.8651       |
|             | 6                  | 0.0597                | 0.4726 | 0.5564 | 0.0059 | 0.8202       |
|             | 7                  | 0.0559                | 0.4530 | 0.5814 | 0.0058 | 0.8302       |
|             | 8                  | 0.0606                | 0.4724 | 0.5726 | 0.0227 | 0.8443       |
|             | 1                  | 0.0678                | 0.4069 | 0.7764 | 0.0197 | 0.7744       |
|             | 2                  | 0.0673                | 0.5552 | 0.5608 | 0.0266 | 0.6781       |
|             | 3                  | 0.0694                | 0.4137 | 0.7499 | 0.0202 | 0.7888       |
| Y           | 4                  | 0.0637                | 0.4016 | 0.7608 | 0.0265 | 0.9025       |
|             | 5                  | 0.0653                | 0.4968 | 0.6587 | 0.0250 | 0.9342       |
|             | 6                  | 0.0691                | 0.5735 | 0.5470 | 0.0259 | 0.8176       |
|             | 7                  | 0.0668                | 0.5682 | 0.5653 | 0.0273 | 0.7651       |