

# IMPLEMENTASI METODE OTSU DAN MOMEN HU PADA CITRA KERIS

Maria Mediatrice Sebatubun<sup>1</sup>, Cosmas Haryawan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Teknologi Digital Indonesia, Yogyakarta

<sup>2</sup>Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Teknologi Digital Indonesia, Yogyakarta

<sup>1,2</sup>Jln. Raya Janti 143, Karangjambu, Banguntapan, Yogyakarta, Indonesia

<sup>1</sup>memey@utdi.ac.id, <sup>2</sup>cosmas@utdi.ac.id

## Abstrak

UNESCO telah menetapkan keris Indonesia sebagai *Masterpiece of The Oral and Intangible Heritage of Humanity*. Keris memiliki bilah yang terdiri dari pamor, dhapur, dan Tangguh yang merupakan istilah yang digunakan untuk menyebut nama bentuk dari bilah keris. Dhapur keris ada yang berbentuk lurus dan lengkok (*Luk* dalam bahasa Jawa). Yang berbentuk *luk*, jumlahnya bermacam-macam, mulai dari *luk* 3 (tiga) sampai *luk* 29 (dua puluh Sembilan). Jenis keris berdasarkan dhapur yang diakui secara baku sekitar 150 jenis. Namun, bentuk dhapur keris tidak mudah dikenali secara langsung. Selain karena jenisnya yang banyak, bentuk dhapur ini terkadang memiliki karakteristik yang mirip meskipun jenisnya berbeda. Hal ini menyebabkan keris sulit untuk dikenali oleh orang awam. Penelitian ini akan melakukan klasifikasi jenis keris berdasarkan dhapur yaitu Parung Sari dan Tilam Sari menggunakan teknik pengolahan citra dan algoritma *machine learning*. Tahap awal yaitu proses *cropping* citra, kemudian segmentasi menggunakan metode Otsu dan proses morfologi yang terdiri dari *closing* dan *dilation*. Setelah itu, proses ekstraksi fitur dilakukan dengan tujuh momen Hu. Hasil ekstraksi fitur ini menjadi masukkan pada algoritma klasifikasi MultiLayer Perceptron (MLP) dengan *k-fold cross-validation*. Akurasi yang diperoleh yaitu 95% dengan nilai *precision* 100% dan *recall* 90%. Dapat disimpulkan bahwa metode yang digunakan mampu membedakan kedua jenis keris dengan baik.

**Kata kunci:** ekstraksi fitur, keris, *k-fold cross-validation*, klasifikasi, momen Hu, MLP

## 1. Pendahuluan

Indonesia memiliki berbagai jenis senjata tradisional sejak berabad-abad yang lalu. Hal ini dapat dilihat dari tulisan prasejarah, relief-relief candi hingga cerita rakyat. Keris merupakan senjata tajam yang sangat umum dalam budaya masyarakat Jawa. Pada tanggal 25 November 2005, UNESCO telah menetapkan keris Indonesia sebagai warisan budaya tak benda dunia (*Masterpiece of the Oral and Intangible Heritage of Humanity*) (Setyawati, 2018). Keris bukan hanya senjata tajam, tetapi juga simbol dan memiliki nilai filosofis dan seni. Oleh karena itu, keris yang diciptakan melalui teknik tempa tradisional akan memiliki keseimbangan, simetris, dan daya magis (Kusumatatwa, Setiadi and Nagoro, 2021).

Daya magis keris berasal dari pamor yang membentuk motif pada bilah keris. Semua visual keris mencakup *luk*, bilah, ricikan, pegangan, warangka mencerminkan kebudayaan masyarakat (Komunitas Cinta Budaya, 2022). Keris terdiri dari berbagai jenis yang dibedakan berdasarkan bagian-bagian keris tersebut, misalnya keris dapat dibedakan berdasarkan pamor dan dhapur

(Harsrinuksmo, 2004). Istilah “dhapur” merujuk pada bentuk bilah keris, yaitu lurus dan lengkok (*Luk* dalam Bahasa Jawa).

Jumlah *Luk* bermacam-macam, mulai dari *Luk* 3 sampai *Luk* 29 dan biasanya berjumlah ganjil. Jenis keris berdasarkan dhapur yang telah diakui secara baku berjumlah sekitar 150 jenis. Namun, bentuk dhapur keris tidak mudah dikenal secara langsung. Hal ini dikarenakan jenisnya yang banyak, bentuk dhapur juga terkadang memiliki ciri yang mirip, meskipun jenisnya berbeda, sehingga akan sulit bagi orang awam untuk mengenali keris dengan benar. Sementara sebagai warisan budaya, keris harus dikenalkan dan dilestarikan di berbagai kalangan, khususnya generasi muda. Contoh dhapur keris dapat dilihat pada Gambar 1 yaitu Tilam Sari dan Gambar 2 yaitu Parung Sari.



Gambar 1. Keris dengan dhapur Tilam Sari



Gambar 2. Keris dengan dhapur Parung Sari

Dengan adanya perkembangan teknologi saat ini, terutama pengolahan citra, sangat memungkinkan untuk dilakukan proses pengenalan suatu obyek secara otomatis (Damanik, 2022). Sebelumnya, terdapat penelitian mengenai pengenalan jenis senjata tradisional menggunakan teknik pengolahan citra (Adhi, Widodo and Anugrah, 2019). Penelitian tersebut mengimplementasikan metode deteksi tepi *canny* dan *thresholding* untuk segmentasi, kemudian algoritma *backpropagation* untuk pengenalan beberapa jenis senjata tradisional Indonesia seperti badik, clurit, golok, keris, dan lain-lain. Penelitian serupa juga dilakukan dengan menggunakan beberapa senjata tradisional Jawa Tengah seperti keris, tombak, kudi, wedung, dan plinteng sebagai obyek (Saputra, Mulyana and Yel, 2022). Proses pengenalan menggunakan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN).

Berdasarkan tinjauan Pustaka yang telah dilakukan, belum banyak ditemukan penelitian khusus tentang pengenalan keris. Hal ini mungkin disebabkan karena bentuknya yang mirip bahkan terkadang secara visual terlihat sama, sumber data yang terbatas maupun narasumber yang paham tentang keris sulit ditemukan. Pada tahun 2015, terdapat penelitian yang membedakan 10 jenis keris Jawa menggunakan teknik pengolahan citra (Budi and Peterzon, 2015). Metode deteksi tepi *canny* dan *basic morphological* digunakan untuk segmentasi obyek. Selanjutnya, penelitian tentang dhapur keris dilakukan dengan memanfaatkan sistem pakar untuk identifikasi keris Jawa (Setyadi, Kuncoro and Purnama, 2020). Pendekatan *knowledge representation* dari pakar keris digunakan untuk identifikasi dhapur keris berdasarkan ricikan.

Berdasarkan tinjauan Pustaka, maka penelitian ini akan melakukan pengenalan jenis keris Jawa dengan dhapur Parung Sari dan Tilam Sari menggunakan teknik pengolahan citra. Diharapkan dengan adanya penelitian ini, dapat menghasilkan model yang akurat dalam penentuan jenis keris berdasarkan dhapur menggunakan citra digital. Selain itu, juga dapat dimanfaatkan untuk pengembangan penelitian selanjutnya untuk mengenali jenis-jenis keris Jawa sebagai bagian dari pelestarian budaya Indonesia. Proses segmentasi citra akan dilakukan menggunakan metode Otsu. Salah satu tahap segmentasi yaitu *thresholding* dimana proses ini akan membagi citra *grayscale* menjadi beberapa kelompok berdasarkan pada level keabuan / *gray level* (0-255). *Thresholding* ini

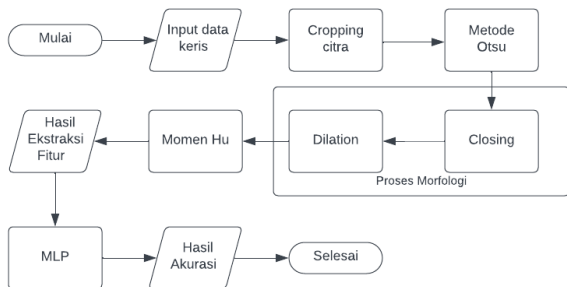
memaksimalkan nilai kontras citra sehingga *background* dan *foreground* akan terlihat dengan jelas (Pitoy and Suputra, 2021). Proses ini dapat dilakukan dengan menentukan nilai *threshold* secara manual. Namun, hal ini menjadi kurang efisien, karena setiap citra memiliki karakteristik level keabuan yang berbeda sehingga akan membutuhkan waktu yang lama untuk menentukan nilai *threshold* untuk setiap citra. Dengan menggunakan teknik *thresholding* pada metode Otsu, nilai *threshold* dapat diperoleh secara otomatis berdasarkan citra yang dimasukkan sehingga proses segmentasi juga akan lebih cepat. Metode Otsu terbukti cukup handal dan dapat dimanfaatkan dalam berbagai obyek seperti segmentasi melanoma pada kasus kanker kulit (Pitoy and Suputra, 2021), pengenalan warna kulit wajah (Rismayana, Alfianti and Ramdan, 2022), penginderaan jauh (Srinivas, Prasad and Sirisha, 2019), hingga pengenalan makanan tradisional (Harnis, Sari and Rahman, 2019). Selanjutnya, proses ekstraksi fitur digunakan untuk mengambil ciri atau karakteristik dari masing-masing jenis keris menggunakan *Hu Moment Invariant*. Metode ini merupakan salah satu metode ekstraksi fitur bentuk dan dianggap tahan terhadap manipulasi citra seperti translasi, rotasi, skala dan *skew* serta mampu memberikan akurasi yang baik dengan waktu komputasi yang cepat (Kurniawan, Soemarto and Yahya, 2020). Selain momen Hu, juga terdapat metode ekstraksi fitur bentuk lain seperti *Zernike Moment* dan *Histogram of Oriented Gradient* (HOG). Namun, kedua metode ini memiliki proses komputasi yang kompleks. Berdasarkan penelitian (Kurniawan, Soemarto and Yahya, 2020) yang membandingkan momen Hu, momen Zernike dan HOG, diperoleh bahwa momen Hu lebih unggul dari sisi akurasi dan waktu komputasi. Beberapa penelitian sebelumnya juga menggunakan metode ini untuk ekstraksi berbagai obyek seperti *character recognition*, *face recognition*, *finger and palm print*, *medical image analysis* dan lain sebagainya (Nasrudin et al., 2021). Tahap terakhir, algoritma *MultiLayer Perceptron* (MLP) pada WEKA digunakan untuk menguji kemampuan metode segmentasi dan ekstraksi dalam membedakan jenis keris.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Sumber data dan Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini memanfaatkan data primer yang diperoleh dari pengambilan citra secara manual yang diambil menggunakan kamera dari seorang kolektor dan juga pakar keris di Yogyakarta. Citra hasil foto memiliki format .jpg dengan resolusi 6016x4016 yang berjumlah 20 citra dan terdiri dari 10 citra Parung Sari dan 10 citra Tilam Sari. Tahap awal yang dilakukan yaitu *cropping* citra, kemudian segmentasi menggunakan metode Otsu dan diikuti proses morfologi yaitu *closing*, *dilation*, dan

ekstraksi fitur menggunakan momen Hu. Hasil ekstraksi fitur berupa angka yang kemudian dijadikan sebagai input pada algoritma MLP. Setelah proses segmentasi, dilakukan proses morfologi yaitu *Closing* yang bertujuan untuk menutup lubang-lubang kecil pada objek (*foreground*). Hasil dari proses ini masih meninggalkan sedikit lubang hitam pada area bilah keris, sehingga dilakukan proses *dilation* untuk memperlebar area objek (Eddine ALAA and El Abidne, 2021). Alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Flowchart penelitian

2.2 Otsu Method

Tahap awal yang dilakukan yaitu proses *cropping* citra yang bertujuan untuk mengambil bagian bilah keris saja. Proses ini dilakukan secara manual. Setelah itu, proses binarisasi menggunakan metode Otsu. Metode ini menentukan nilai *threshold* dengan membedakan citra menjadi dua kelompok, yaitu objek (*foreground*) dan *background*. Metode ini dapat memilih *threshold* yang paling optimal secara otomatis dan stabil karena berdasarkan pada histogram citra (Noriega, 2005). Prinsip metode Otsu adalah menghitung probabilitas nilai intensitas *i* dalam histogram, normalisasi dan distribusi seperti pada (1).

$$p_i = \frac{n_i}{N}, p_i \geq 0, \sum_{i=1}^L p_i = 1 \tag{1}$$

dimana:

- $p_i$  = normalisasi histogram
- $L$  = level keabuan pada citra
- $n_i$  = jumlah piksel pada level keabuan ke- $i$
- $N$  = jumlah total piksel

Selanjutnya dari persamaan (1) di atas, akan dilakukan pembagian piksel-piksel tersebut menjadi dua kelas  $C_0$  dan  $C_1$  (*background* dan objek dalam citra, atau sebaliknya) dengan sebuah *threshold* pada level keabuan  $k$ .  $C_0$  akan berisi piksel dengan level keabuan  $(1, \dots, k)$  dan  $C_1$  akan berisi piksel dengan level keabuan  $(k+1, \dots, L)$ . Maka probabilitas dari terjadinya kelas  $\omega_0$  dan  $\omega_1$  (*background* dan objek dalam citra) dan rata-rata level pada kelas  $\mu_0$  dan  $\mu_1$  (*background* dan objek dalam citra) didapatkan dari (2).

$$\omega_0 = \Pr(C_0) = \sum_{i=1}^k p_i = \omega(k), \tag{2}$$

$$\omega_1 = \Pr(C_1) = \sum_{i=k+1}^L p_i = 1 - \omega(k), \tag{3}$$

dan 
$$\mu_0 = \sum_{i=1}^k i \Pr(i | C_0) = \sum_{i=1}^k i p_i / \omega_0 = \mu(k) / \omega(k), \tag{4}$$

$$\mu_1 = \sum_{i=k+1}^L i \Pr(i | C_1) = \sum_{i=k+1}^L i p_i / \omega_1 = \frac{\mu_r - \mu(k)}{1 - \omega(k)}, \tag{5}$$

dengan 
$$\omega(k) = \sum_{i=1}^k p_i, \tag{6}$$

dan 
$$\mu(k) = \sum_{i=1}^k i p_i. \tag{7}$$

Persamaan (7) di atas adalah nilai *zeroth* dan untuk mengetahui total rata-rata level keabuan  $\mu_r$  dari citra dengan (8).

$$\mu_r = \mu(L) = \sum_{i=1}^L i p_i \tag{8}$$

Kemudian untuk memudahkan dalam melakukan verifikasi terhadap beberapa relasi untuk semua pilihan *threshold*  $k$  yang ada, maka dapat menggunakan (9).

$$\omega_0 \mu_0 + \omega_1 \mu_1 = \mu_r, \omega_0 + \omega_1 = 1 \tag{9}$$

Varian dari kedua kelas  $\sigma_0^2$  dan  $\sigma_1^2$  (*background* dan objek dalam citra) yang ada dapat diperoleh dari (10) dan (11).

$$\sigma_0^2 = \sum_{i=1}^k (i - \mu_0)^2 \Pr(i | C_0) = \sum_{i=1}^k (i - \mu_0)^2 p_i / \omega_0, \tag{10}$$

$$\sigma_1^2 = \sum_{i=k+1}^L (i - \mu_1)^2 \Pr(i | C_1) = \sum_{i=k+1}^L (i - \mu_1)^2 p_i / \omega_1 \tag{11}$$

2.3 Moment Hu

Moment invariant merupakan salah satu teknik ekstraksi fitur yang digunakan untuk mengekstrak fitur secara global untuk pengenalan bentuk (Nasrudin et al., 2021). Moment Invariant pertama kali diperkenalkan oleh Hu pada tahun 1962 (Hu, 1962). Dia mengusulkan fungsi distribusi momen geometris 2-D pada image sebagai sebuah struktur elemen. Hu menurunkan himpunan moment invariant berdasarkan teori fungsi aljabar untuk mendefinisikan orthogonal terhadap transformasi linier yaitu faktor translasi, penskalaan dan rotasi, yang kemudian dikenal sebagai Geometric Moment Invariant (GMI) (Nasrudin et al., 2021).

Terdapat 6 momen dan 1 invarian orthogonal *skew* yang diturunkan oleh Hu yang dapat dilihat pada (12), (13), (14), (15), (16), (17), (18). Invariant *skew* ini berguna untuk membedakan *mirror image*.

$$\mu_{20} + \mu_{02} \tag{12}$$

$$(\mu_{20} - \mu_{02})^2 + 4\mu_{11}^2 \tag{13}$$

$$(\mu_{30} - 3\mu_{12})^2 + (3\mu_{21} - \mu_{03})^2 \tag{14}$$

$$(\mu_{30} + \mu_{12})^2 + (\mu_{21} - \mu_{03})^2 \tag{15}$$

$$(\mu_{30} - 3\mu_{12})(\mu_{30} + \mu_{12})[(\mu_{30} + \mu_{12})^2 - 3(\mu_{21} + \mu_{03})^2] + (3\mu_{21} - \mu_{03})(\mu_{21} + \mu_{03})[3(\mu_{30} + \mu_{12})^2 - (\mu_{21} + \mu_{03})^2] \tag{16}$$

$$(\mu_{20} - \mu_{02})[(\mu_{30} + \mu_{12})^2 - (\mu_{21} + \mu_{03})^2] + 4\mu_{11}(\mu_{30} + \mu_{12})(\mu_{21} + \mu_{03}) \quad (17)$$

Dan 1 invarian orthogonal skew

$$\frac{(3\mu_{21} - \mu_{03})(\mu_{30} + \mu_{12})[(\mu_{30} + \mu_{12})^2 - 3(\mu_{21} + \mu_{03})^2] - (\mu_{03} - 3\mu_{12})(\mu_{21} + \mu_{03})[3(\mu_{30} + \mu_{12})^2 - (\mu_{21} + \mu_{03})^2]}{(\mu_{30} + \mu_{12})^2 - (\mu_{21} + \mu_{03})^2} \quad (18)$$

### 2.4 Klasifikasi dengan MLP

Setelah memperoleh ketujuh momen invarian, tahap selanjutnya adalah melakukan klasifikasi yang bertujuan untuk menguji metode momen Hu dalam mengekstraksi citra keris. Tahap klasifikasi ini dilakukan menggunakan metode MLP pada WEKA versi 3.8.6. Klasifikasi dilakukan dengan teknik *K-Fold Cross-Validation*. Teknik ini memecah dataset secara random menjadi ‘K’ subset dengan *size* yang hampir sama dan saling eksklusif satu sama lain. Model MLP akan dilatih dan diuji sebanyak ‘K’ kali. Setiap kali pelatihan, semua data dilatih pada semua *fold* kecuali hanya satu *fold* saja yang disisakan untuk pengujian. Selanjutnya penilaian *cross-validation* terhadap akurasi model secara keseluruhan dihitung dengan mengambil rerata dari semua hasil akurasi ‘K’ (Rukshan Pramoditha, 2020).

### 2.5 Evaluasi

Tahap evaluasi yang dilakukan yaitu mengukur kinerja metode MLP dalam mengklasifikasi dua jenis keris. Tingkat keberhasilan yang akan diukur yaitu:

#### 1. Akurasi

Nilai akurasi diperoleh dengan menghitung jumlah klasifikasi yang benar/sesuai target dibagi dengan jumlah keseluruhan data yang digunakan dalam proses klasifikasi yang dapat dihitung menggunakan persamaan (19) (Haryawan and Sebatubun, 2020).

$$accuracy = \frac{TP + TN}{TP + FP + TN + FN} \quad (19)$$

Nilai TP (*True Positive*) adalah jumlah data benar pada target yang diklasifikasi benar, TN (*True Negative*) adalah jumlah data salah pada target yang diklasifikasi salah, FP (*False Positive*) adalah jumlah data salah pada target yang diklasifikasi benar, FN (*False Negative*) adalah jumlah data benar pada target yang diklasifikasi salah.

#### 2. Precision

Nilai *Precision* merupakan persentase prediksi yang benar (Orozco-Arias et al., 2020) yang dapat dihitung menggunakan persamaan(20).

$$precision = \frac{TP}{TP + FP} \quad (20)$$

### 3. Recall

Nilai *Recall* atau sensitivitas adalah persentase sampel benar yang diprediksi benar. Nilai *recall* dapat dihitung menggunakan persamaan(21).

$$recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad (21)$$

### 3. Hasil dan Pembahasan

Tahap awal penelitian yaitu proses cropping citra untuk mengambil area bilah Keris yang dapat dilihat pada Gambar 4 Proses *cropping* dilakukan secara manual dengan menentukan titik kordinat piksel pada masing-masing citra.

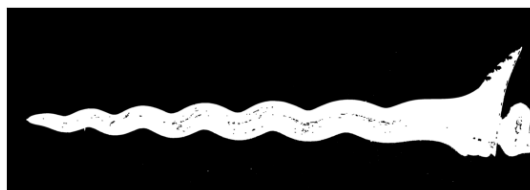


Gambar 4 Citra Asli

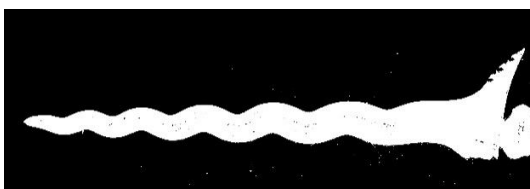


Gambar 5 Hasil *Cropping* Citra

Selanjutnya segmentasi menggunakan metode Otsu dan dilanjutkan proses *Closing* yang dapat dilihat pada Gambar 6 dan *Dilation* pada Gambar 7. Hasil dari metode Otsu masih terdapat lubang-lubang hitam sehingga perlu dilakukan proses morfologi yang bertujuan untuk mengurangi lubang hitam tersebut.



Gambar 6 *Closing*



Gambar 7 *Dilation*

Setelah proses *dilation*, implementasi momen Hu dilakukan dengan tujuh fitur. Tabel 1 menampilkan data hasil ekstraksi fitur.



Tabel 1. Hasil Ekstraksi fitur

h1	h2	h3	h4	h5	h6	h7	Target
4.49E-03	1.93E-05	9.26E-09	7.54E-09	6.30E-17	3.32E-11	-4.33E-19	Tilamsari
4.51E-03	1.95E-05	1.09E-08	9.17E-09	9.18E-17	4.05E-11	-5.93E-19	Tilamsari
4.82E-03	2.24E-05	1.04E-08	8.76E-09	8.36E-17	4.15E-11	-2.00E-19	Tilamsari
4.61E-03	2.04E-05	1.21E-08	1.03E-08	1.15E-16	4.64E-11	-6.45E-19	Tilamsari
4.33E-03	1.79E-05	6.40E-09	4.98E-09	2.81E-17	2.11E-11	-2.69E-19	Tilamsari
4.49E-03	1.93E-05	9.26E-09	7.54E-09	6.30E-17	3.32E-11	-4.33E-19	Tilamsari
3.74E-03	1.33E-05	3.22E-09	2.43E-09	6.81E-18	8.86E-12	5.51E-20	Tilamsari
3.97E-03	1.49E-05	7.89E-09	6.16E-09	4.29E-17	2.38E-11	-6.62E-19	Tilamsari
4.50E-03	1.95E-05	9.95E-09	8.37E-09	7.64E-17	3.70E-11	-3.71E-19	Tilamsari
5.64E-03	3.09E-05	3.08E-08	2.74E-08	7.95E-16	1.52E-10	2.76E-18	Tilamsari
5.61E-03	3.03E-05	5.01E-08	4.45E-08	2.10E-15	2.45E-10	-2.07E-17	ParungSari
5.89E-03	3.36E-05	5.50E-08	4.94E-08	2.58E-15	2.86E-10	-1.69E-17	ParungSari
5.50E-03	2.93E-05	3.30E-08	2.93E-08	9.12E-16	1.58E-10	-6.65E-18	ParungSari
5.74E-03	3.18E-05	6.18E-08	5.68E-08	3.37E-15	3.20E-10	-1.00E-17	ParungSari
4.62E-03	2.04E-05	1.80E-08	1.49E-08	2.43E-16	6.69E-11	-5.38E-18	ParungSari
4.95E-03	2.32E-05	3.37E-08	2.85E-08	8.83E-16	1.37E-10	-1.46E-17	ParungSari
4.78E-03	2.17E-05	3.34E-08	2.90E-08	9.02E-16	1.35E-10	-1.26E-17	ParungSari
4.93E-03	2.34E-05	2.80E-08	2.46E-08	6.46E-16	1.19E-10	-3.06E-18	ParungSari
4.77E-03	2.18E-05	2.97E-08	2.61E-08	7.26E-16	1.22E-10	-3.86E-18	ParungSari
4.39E-03	1.84E-05	1.79E-08	1.51E-08	2.49E-16	6.47E-11	-3.12E-18	ParungSari

Hasil ekstraksi fitur ini kemudian digunakan sebagai masukan pada MLP dengan WEKA. Tahap klasifikasi dilakukan menggunakan *K-Fold Cross-Validation* dengan nilai  $k=5$ , jumlah *epoch* = 200, *learning rate* = 0,2 dan momentum = 0,1. Pemilihan nilai  $K=5$  didasarkan pada ketentuan dalam penentuan *K fold* yang harus lebih dari atau sama dengan 2. Selain itu, jumlah *K fold* berbanding terbalik dengan besarnya kumpulan data, artinya jika ukuran kumpulan data terlalu kecil maka jumlah *fold* dapat bertambah. Nilai  $K$  yang biasanya yang digunakan adalah 5 atau 10, meskipun tidak ada aturan formal. Dikarenakan jumlah data kecil, maka nilai  $K$  yang digunakan adalah 5. Penentuan *learning rate* juga merupakan tantangan tersendiri karena tidak ada aturan baku dan berpengaruh pada waktu pembelajaran. Jika nilai *learning rate* terlalu kecil maka proses *training* akan membutuhkan waktu yang lebih lama, sementara jika terlalu besar maka *training* kemungkinan menjadi kurang optimal karena terlalu cepat. Oleh karena itu, penentuan *learning rate* ini dilakukan secara manual. Hasil *confusion matrix* dapat dilihat pada Gambar 8.

```

=== Confusion Matrix ===
 a  b  <-- classified as
 9  1 | a = Tilamsari
 0 10 | b = ParungSari
    
```

Gambar 8. Confusion matrix

Berdasarkan *confusion matrix* pada Gambar 8, nilai  $TP = 9$ ,  $TN = 10$ ,  $FN = 1$ , dan  $FP = 0$  maka dapat dihitung nilai akurasi = 95%. Nilai *precision* merupakan jumlah data  $TN$  atau dalam kasus ini adalah jenis keris Parung Sari yang berhasil diklasifikasi sebagai keris Parung Sari. Oleh karena itu, nilai *precision* diperoleh 100% karena semua citra Parung Sari dapat dikenali dengan benar. Sementara nilai *recall* adalah jumlah data  $TP$  atau keris Tilam Sari yang diklasifikasi sebagai keris Tilam Sari. Terdapat 1 citra yang salah diklasifikasi, dimana seharusnya keris Tilam Sari tetapi dikenali sebagai Parung Sari. Oleh karena itu, *recall* yang diperoleh 90%.

Selanjutnya, dilakukan perbandingan dengan  $k$  fold = 5 dan *learning rate* = 0,1 diperoleh akurasi 90%, kemudian *learning rate* = 0,2 dan 0,3 diperoleh akurasi 95%. Hal ini kemungkinan karena jumlah data yang kecil sehingga meskipun nilainya ditambah, tidak mempengaruhi hasil akurasi. Sementara penentuan nilai *epoch* bergantung pada ukuran dataset. Apabila dataset berukuran besar maka membutuhkan jumlah *epoch* yang lebih besar, dan sebaliknya. Meskipun penelitian ini menggunakan 20 data, penggunaan *epoch* yang lebih kecil mengurangi nilai akurasi. Pengujian menggunakan *epoch=100* diperoleh akurasi 90%, *epoch=200*, *epoch=300*, *epoch=400*, *epoch=500* diperoleh akurasi 95%.

Momentum merupakan nilai konstanta yang berfungsi untuk mempercepat konvergensi algoritma, sehingga semakin besar nilai momentum kecepatan konvergensi meningkat dan waktu komputasi menjadi lebih sedikit (Indriana, Ratnawati and Anam, 2019). Pengujian menggunakan momentum=0,1, momentum=0,2, dan momentum=3 memberikan hasil akurasi yang sama yaitu 95%. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan momentum=0,1. Perbedaan nilai momentum tidak memberikan perbedaan pada akurasi, *precision* dan *recall*, kemungkinan disebabkan karena jumlah data yang kecil sehingga nilai momentum tidak berpengaruh pada hasil akhir.

#### 4. Kesimpulan dan Saran

Penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasi dua jenis keris yaitu keris Parung Sari dan Tilam Sari berdasarkan dhapur. Tahap yang dilakukan yaitu *cropping citra*, segmentasi menggunakan metode Otsu dan diikuti oleh proses morfologi yaitu *closing* dan *dilation*. Hasil dari proses ini berupa citra biner yang kemudian digunakan untuk proses ekstraksi fitur menggunakan tujuh momen Hu. Ketujuh fitur ini kemudian diklasifikasi menggunakan MLP dengan *5-fold cross validation*, jumlah *epoch=200*, *learning rate=0,2* dan *momentum=0,1* dan diperoleh akurasi tertinggi sebesar 95%. Berdasarkan hasil yang diperoleh,

maka dapat dilihat bahwa metode yang diusulkan dapat mengklasifikasi kedua jenis keris dengan baik.

Penelitian ini hanya menggunakan dua jenis keris dengan masing-masing keris berjumlah 10 citra. Oleh karena itu, untuk penelitian selanjutnya perlu menambahkan jumlah citra dan jenis keris yang lebih bervariasi.

#### Daftar Pustaka:

- Adhi, B.P., Widodo and Anugrah, R.S., 2019. Indonesian Traditional Weapons Recognition Using Backpropagation. In: *1st 2018 Indonesian Association for Pattern Recognition International Conference, INAPR 2018 - Proceedings*. pp.67–70. <https://doi.org/10.1109/INAPR.2018.8627033>.
- Budi, H. and Peterzon, R., 2015. Hybrid Method and Similarity to Recognize Javanese Keris. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 6(9), pp.108–114. <https://doi.org/10.14569/ijacsa.2015.060914>.
- Damanik, M., 2022. Aplikasi Pengenalan Identitas Gambar Dengan Menggunakan Metode Backpropagation. *Journal of Informatics, Electrical and Electronics ...*, 1(3), pp.84–90.
- Eddine ALAA, N. and El Abidne, I.Z., 2021. *Introducing to Image Processing with Python*. [online] Available at: <[https://www.researchgate.net/publication/349811111\\_Image\\_Processing\\_with\\_Python\\_An\\_Introduction](https://www.researchgate.net/publication/349811111_Image_Processing_with_Python_An_Introduction)>.
- Harnis, P., Sari, Y.A. and Rahman, M.A., 2019. Segmentasi Citra Kue Tradisional menggunakan Otsu Thresholding pada Ruang Warna CIE LAB. *Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, [online] 3(7), pp.6799–6808. Available at: <<http://j-ptiik.ub.ac.id>>.
- Harsrinuksmo, B., 2004. Ensiklopedi Keris. In: *Gramedia Pustaka Utama*. p.139.
- Haryawan, C. and Sebatubun, M.M., 2020. Implementasi Multilayer Perceptron untuk Prediksi Kegagalan Studi Mahasiswa. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi*, 18(2), pp.125–134. <https://doi.org/DOI:> <http://dx.doi.org/10.12962/j24068535.v18i2.a990>.
- Hu, M.K., 1962. Visual Pattern Recognition by Moment Invariants. *IRE Transactions on Information Theory*, 8(2), pp.179–187. <https://doi.org/10.1109/TIT.1962.1057692>.
- Indriana, N.A.W., Ratnawati, D.E. and Anam, S., 2019. Momentum Backpropagation Untuk Klasifikasi Fungsi Senyawa Aktif Berdasarkan Notasi SMILES (Simplified Molecular Input Line Entry System). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (J-PTIIK)*, 3(2), pp.1946–1951.
- Komunitas Cinta Budaya, 2022. *Keris Indonesia for Peace and Humanity*. Komunitas Cinta Budaya, .
- Kurniawan, H.C., Soemarto, K.S. and Yahya, B.N., 2020. Evaluasi Metode Ekstraksi Fitur Hu Moment Invariants untuk Pengenalan Aktivitas Manusia. *Jurnal Telematika*, 15(2), pp.107–114.
- Kusumatatwa, K.I., Setiadi, A. and Nagoro, K.S.D., 2021. Estetika Metafisika pada Seni Keris sebagai Media Pembelajaran. *Journal of Contemporary Indonesian Art*, 7(2), pp.74–89. <https://doi.org/10.24821/jocia.v7i2.5501>.
- Nasrudin, M.W., Yaakob, N.S., Abdul Rahim, N.A., Zahir Ahmad, M.Z., Ramli, N. and Aziz Rashid, M.S., 2021. Moment Invariants Technique for Image Analysis and Its Applications: A Review. *Journal of Physics: Conference Series*, 1962(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1962/1/012028>.
- Noriega, L., 2005. *Multilayer Perceptron Tutorial*.
- Orozco-Arias, S., Piña, J.S., Tabares-Soto, R., Castillo-Ossa, L.F., Guyot, R. and Isaza, G., 2020. Measuring Performance Metrics of Machine Learning Algorithms for Detecting and Classifying Transposable Elements. *Processes*, 8(6). <https://doi.org/10.3390/PR8060638>.
- Pitoy, P.A. and Suputra, I.P.G.H., 2021. Dermoscopy Image Segmentation in Melanoma Skin Cancer using Otsu Thresholding Method. *JELIKU (Jurnal Elektronik Ilmu Komputer Udayana)*, 9(3), p.397. <https://doi.org/10.24843/jlk.2021.v09.i03.p11>.
- Rismayana, A.H., Alfianti, H. and Ramdan, D.S., 2022. Facial Skin Color Segmentation Using Otsu Thresholding Algorithm. *Journal of Applied Intelligent System*, 7(1), pp.26–35. <https://doi.org/10.33633/jais.v7i1.5513>.
- Rukshan Pramoditha, 2020. k-fold cross-validation explained in plain English. *Towards Data Science*, (December 2020).
- Saputra, O., Mulyana, D.I. and Yel, M.B., 2022. Implementasi Algoritma Convolutional Neural Network (CNN) Untuk Klasifikasi Senjata Tradisional Di Jawa Tengah Dengan Metode Transfer Learning. *Jurnal SISKOM-KB (Sistem Komputer dan Kecerdasan Buatan)*, 5(2), pp.45–52. <https://doi.org/10.47970/siskom-kb.v5i2.282>.
- Setyadi, H.A., Kuncoro, D. and Purnama, B.E., 2020. Expert system for identification dhapur of java keris. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 9(1), pp.1763–1767.
- Setyawati, E., 2018. Aplikasi Pengenalan Jenis Keris Tradisional dengan menggunakan Augmented Reality Berbasis Android. pp.590–595.
- Srinivas, C., Prasad, M. and Sirisha, M., 2019. Remote Sensing Image Segmentation using OTSU Algorithm Vishnu Institute of Technology Input image. *International Journal of Computer Applications*, 178(12), pp.46–50.