

KLASIFIKASI CITRA TULISAN TANGAN AKSARA SASAK DENGAN METODE HISTOGRAM OF ORIENTED GRADIENTS DAN MULTINOMIAL LOGISTIC REGRESSION

Fahmi Syuhada^{1*}

¹Program Studi Ilmu Komputer Universitas Qamarul Huda Badaruddin Bagu; Turmuzi Badruddin, Bagu, Praya, Central Lombok Regency, West Nusa Tenggara 83371;

Riwayat artikel:

Received: 3 Juni 2023

Accepted: 10 Juli 2023

Published: 1 Agustus 2023

Keywords:

Aksara; Sasak; Klasifikasi; HOG; MLR

Correspondent Email:

fahmisy@uniqhba.ac.id

© 2023 JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan). This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC)

Abstrak. Aksara Sasak adalah warisan budaya Lombok yang sangat penting untuk dilestarikan agar tidak punah diterpa perkembangan zaman. Paper ini mengusulkan perancangan model klasifikasi tulisan tangan untuk karakter aksara Sasak menggunakan metode Histogram of Oriented Gradient (HOG) dan Multinomial Logistic Regression (MLR). Metode HOG digunakan untuk melakukan ekstraksi fitur pada citra tulisan tangan aksara Sasak. Metode HOG dapat mendeskripsikan bentuk dari karakter berdasarkan nilai orientasi gradiennya. Kemudian, MLR merupakan metode yang digunakan untuk mengklasifikasikan hasil ekstraksi ciri. Dataset yang digunakan yaitu 1260 citra yang terdiri dari 70 citra tulisan tangan aksara sasak dari 18 karakter. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan maka didapatkan nilai evaluasi akurasi, presisi, dan recal masing-masing sebesar 88%, 88%, dan 87%. Kemudian menggunakan proses bounding box dapat meningkatkan hasil evaluasi secara signifikan. Nilai evaluasi dapat ditingkatkan dengan menambah data set yang digunakan untuk pelatihan model.

Abstract. The Sasak script is Lombok's cultural heritage which is very important to preserve so that it does not become extinct in the face of the times. This paper proposes to design a handwriting classification model for Sasak characters using the Histogram of Oriented Gradient (HOG) and Multinomial Logistic Regression (MLR) methods. The HOG method is used to perform feature extraction on handwritten images of the Sasak script. The HOG method can describe the shape of a character based on its gradient orientation value. Then, MLR is a method used to classify the results of feature extraction. The dataset used is 1260 images consisting of 70 handwritten images of the Sasak script of 18 characters. Based on the results of the tests carried out, the evaluation values for accuracy, precision, and recall were 88%, 88%, and 87%, respectively. Then using the bounding box process can significantly improve the evaluation results. The evaluation value can be increased by adding to the data set used for model training..

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan keragaman warisan budaya, adat istiadat dan nilai sejarah. Salah satunya di Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat, yang memiliki warisan budaya jenis tertulis bernama Aksara Sasak. Aksara Sasak merupakan tradisi penulisan kuno dari pulau

Lombok yang banyak ditemukan dalam dokumen sejarah seperti Babad Lombok[1]. Dari model penulisannya, aksara Sasak memiliki kemiripan dengan aksara Bali. Hal ini terjadi karena pada zaman dahulu ada pengaruh budaya di Lombok dengan kekuasaan di Bali. Aksara Sasak sudah menjadi bagian dari nilai warisan budaya yang dimiliki masyarakat Sasak di Lombok. Hal tersebut

menjadikan betapa pentingnya melestarikan salah satu warisan budaya ini agar tidak punah diterpa perkembangan zaman.

Penelitian ini merupakan salah satu upaya dalam melestarikan warisan budaya Aksara Sasak. Penelitian yang dimaksud yaitu implementasi tulisan aksara sasak dengan teknologi Computer Vision. Computer Vision adalah teknik atau metode untuk memperoleh, memproses, menganalisis, dan memahami gambar digital, dan mengekstraksi data dimensi tinggi dari dunia nyata untuk menghasilkan kesimpulan informasi baru[2].

Klasifikasi citra merupakan salah satu topik Computer Vision. Klasifikasi citra adalah proses mengkategorikan atau melabeli data citra sebagai data uji. Secara umum, jenis metode klasifikasi citra dikategorikan menjadi Supervised dan Unsupervised[3]. Dalam model klasifikasi citra terdapat beberapa tahapan yang dilakukan. Tahapan tersebut dimulai dengan pengumpulan data citra, preprocessing, ekstraksi fitur, dan proses klasifikasi. Dalam proses klasifikasi ada dua proses yang dilakukan yaitu pelatihan (*training*) dan pengujian (*testing*)[4].

Fokus penelitian ini adalah merancang sistem klasifikasi citra tulisan tangan karakter aksara Sasak. Klasifikasi citra ini dikategorikan sebagai model pembelajaran Supervised karena dirancang untuk mengenali citra aksara Sasak dengan yang disertakan labelnya. Namun dalam perancangan sistem klasifikasi seperti ini terdapat dua tahapan yang sangat mempengaruhi hasil yaitu tahapan ekstraksi fitur dan proses klasifikasi. Hasil evaluasi akan tergantung pada metode yang digunakan terlepas dari faktor lainnya.

Ekstraksi ciri bertujuan untuk mencari informasi pola karakter pada citra yang membedakannya dengan citra karakter lain sebagai acuan klasifikasi. Fitur yang biasa digunakan untuk karakter huruf adalah garis lurus, kurva, jumlah garis. Fitur topologi, titik akhir, dan titik perpotongan sudut fitur biner yang diekstrak dari citra grayscale. Metode yang sering digunakan untuk mengekstrak fitur dari suatu karakter adalah Hough Transform, Aspect ratio, Moment Invariants, Zoning, Fourier Transforms[5].

Yulianti[6] melakukan penelitian pengenalan pola tulisan tangan aksara Sasak dengan menggunakan metode Moment Invariant dan Support Vector Machine. Moment invariant digunakan sebagai metode ekstraksi citra untuk huruf tulisan tangan aksara Sasak. Sedangkan Support Vector Machine digunakan sebagai metode

untuk mengklasifikasikan. Maharani[7] mengembangkan model pengenalan pola tulisan tangan aksara Sasak dengan menggunakan metode Linear Discriminant Analysis dan jaringan syaraf tiruan tipe propagasi balik. Metode Linear Discriminant Analysis dalam penelitian ini digunakan untuk ekstraksi fitur dan Backpropagation Neural Network untuk metode klasifikasinya. Transformasi Hough juga merupakan metode ekstraksi fitur yang dapat digunakan untuk pengenalan citra karakter. Puspitaningrum[8] merancang model deteksi plat nomor kendaraan menggunakan metode hough transform and support vector machine. Darmawan[9] juga mengembangkan metode ini untuk mendapatkan hasil akurasi yang baik.

Histogram Oriented Gradients (HOG) juga merupakan metode ekstraksi fitur. Banyak penelitian yang menggunakan metode ini untuk ekstraksi fitur citra karakter seperti aksara. Sugianela and Suciati[10] merancang model pengenalan karakter karakter Jawa berdasarkan histogram oriented gradient. Selain itu, Sthevanie dkk.[11] menggunakan metode yang sama untuk Mengenal Aksara Bali Menggunakan Metode Pyramid Histogram of Oriented Gradients. Kedua penelitian tersebut menggunakan metode Histogram of Oriented Gradients (HOG) untuk melakukan ekstraksi ciri pada citra aksara. Kemudian penelitian menghasilkan evaluasi tingkat akurasi dengan hasil masing-masing sebesar 93,3% dan 81,35%.

Penelitian tentang klasifikasi citra tulisan tangan aksara sasak sudah beberapa dilakukan. Hal ini memang menjadi tantangan penelitian terkait untuk mendapatkan akurasi yang optimal. Kemudian pada penelitian selanjutnya model klasifikasi yang dihasilkan dapat dikembangkan untuk dokumen aksara sasak yaitu Babad Lombok. Penelitian tentang tulisan tangan aksara sasak melakukan ekstraksi fitur menggunakan metode Moment Invariant[6] dan Linear Discriminant Analysis[7]. Metode tersebut menganalisis sebaran nilai intensitas piksel citra dengan lokal/zoning maupun global. Kebaruan ekstraksi fitur terhadap citra aksara sasak dapat dilakukan dimana bentuk dari karakter pada citra akan dideskripsikan. Karena dengan lebih spesifik mendeskripsikan bentuk dari karakter aksara sasak tersebut akan memberikan pola yang lebih autentik untuk digunakan pada proses klasifikasi.

Pada penelitian ini mengusulkan untuk merancang model klasifikasi tulisan tangan untuk

karakter aksara Sasak-Lombok menggunakan metode Histogram of Oriented Gradient dan Multinomial Logistic Regression. Metode Histogram of oriented gradients (HOG) digunakan untuk melakukan ekstraksi fitur pada citra tulisan tangan aksara Sasak. Metode HOG dapat mendeskripsikan bentuk dari karakter berdasarkan nilai orientasi gradiennya. Kemudian, Multinomial Logistic Regression (MLR) merupakan metode yang digunakan untuk mengklasifikasikan hasil ekstraksi ciri. Data citra aksara diperoleh dari hasil pemindaian blangko yang digunakan responden untuk menuliskan tulisan tangannya dengan aksara Sasak. Pengujian dilakukan terhadap kumpulan kumpulan data yang terkumpul. Kemudian kumpulan data dibagi menjadi persentase untuk data pelatihan dan pengujian.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Komputer II Universitas Qamarul Huda Badaruddin Bagu yang sudah terdapat komputer dan perangkat lain dengan spesifikasi yang memenuhi sesuai dengan tujuan penelitian ini.

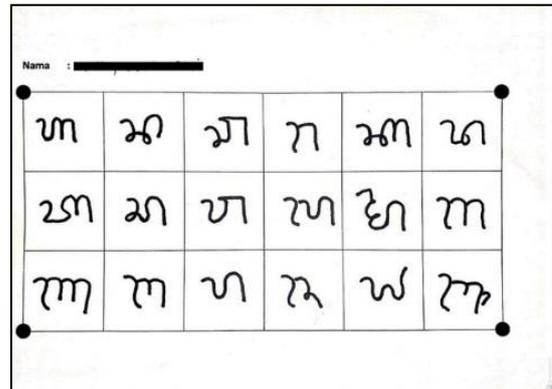
2.2. Alat dan Bahan

Alat dan Bahan yang dibutuhkan pada penelitian ini sebagai berikut:

- Komputer Core I5 RAM 8 GB 64 Bit
- Ruang penyimpanan minimal 50 GB
- Windows 10
- Python Versi Terbaru
- Jupyter Lab
- Kertas F4 untuk blangko untuk pengumpulan data
- Data file citra karakter aksara sasak ukuran 200x200 piksel

2.3. Pengumpulan Data

Pengumpulan dilakukan dengan meminta responden menuliskan karakter aksara sasak pada blangko seperti Gambar 2. Blangko kemudian dipindai untuk mendapatkan data digitalnya. Kemudian dilakukan pemisahan untuk mendapatkan 18 data file.jpg yang dikelompokkan sesuai dengan jenis karakternya. Penelitian[12] merupakan paper kegiatan sebelumnya yang dilakukan agar proses pemisahan dapat dilakukan secara otomatis.



Gambar 2. Blangko pengumpulan data

2.4. Tahapan Perancangan Model

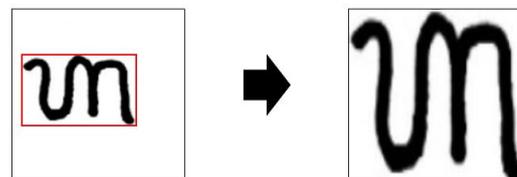
Implementasi dilakukan menggunakan bahasa pemrograman Python terbaru dengan menambahkan library pendukungnya. Adapun tahapan perancangan dapat direpresentasikan seperti Gambar 4.

1. Koleksi file gambar masing-masing karakter aksara sasak

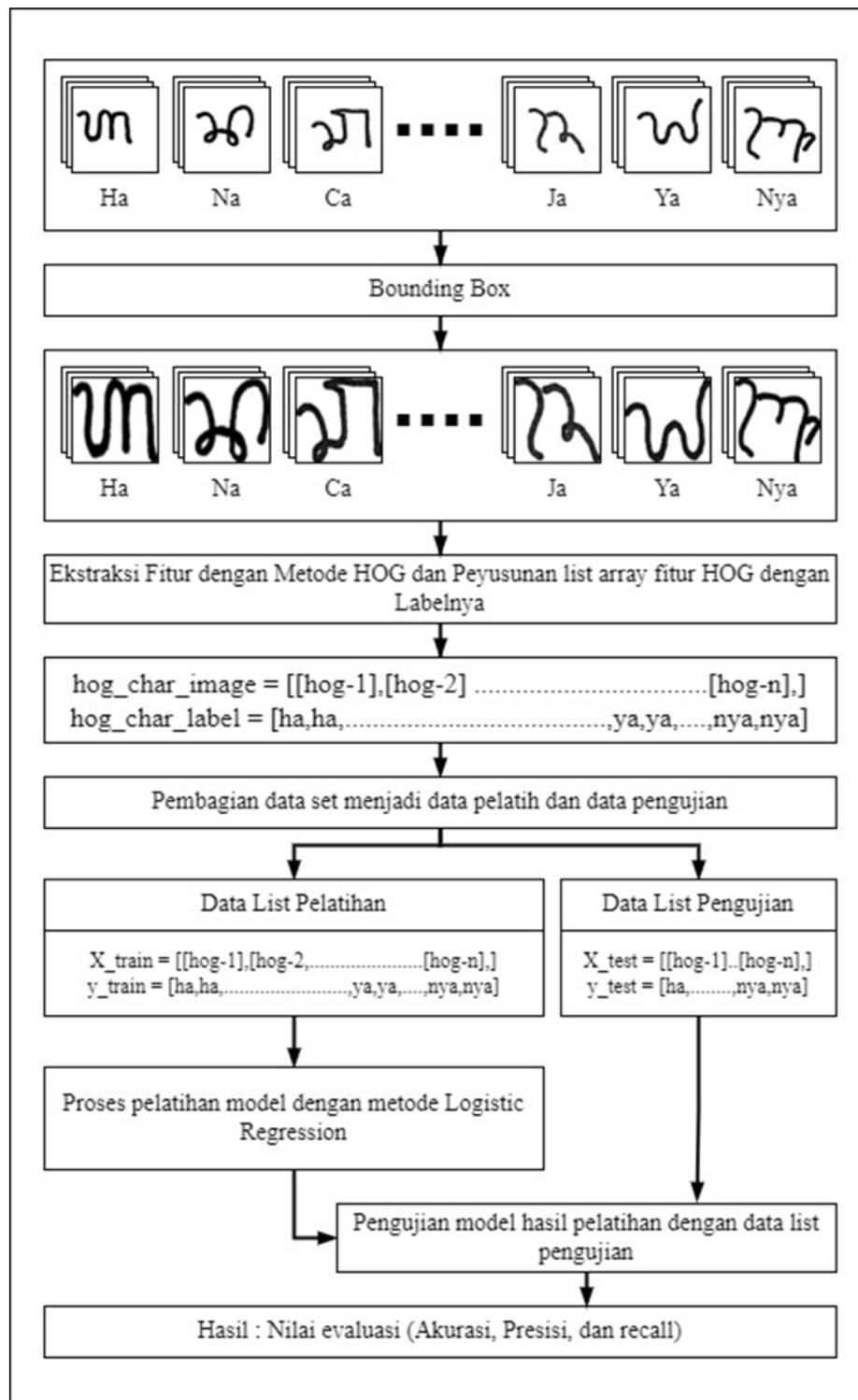
Pada tahapan ini dilakukan koleksi file gambar citra huruf aksara sasak yang dikumpulkan pada folder sesuai jenisnya. OpenCV dan Skimage akan digunakan sebagai library Python untuk membaca file gambar .jpg masing-masing karakter aksara sasak.

2. Bounding Box

File gambar yang dikumpulkan tidak terlalu berfokus langsung pada bentuk karakter sehingga akan mempengaruhi hasil. Oleh sebab itu perlu dilakukan proses ini seperti pada Gambar 4. Kontur dari karakter aksara sasak bisa digunakan untuk mencari koordinat (X,Y) minimal dan maksimal konten. Kemudian koordinat tersebut digunakan sebagai acuan untuk proses *cropping* dengan bentuk persegi seperti Gambar 3.



Gambar 3. Proses *bounding box* untuk memfokuskan karakter



Gambar 4. Tahapan perancangan model klasifikasi tulisan tangan aksara sask

3. Ekstraksi Fitur dengan Histogram of Oriented Gradient (HOG)

Ekstraksi fitur dilakukan dengan mengimplementasikan metode Histogram of

Oriented Gradient (HOG). Adapun langkah untuk melakukan ekstraksi fitur dengan HOG sebagai berikut:

a. Menghitung Gradien

Langkah pertama yaitu menghitung nilai gradien arah pixel koordinat x dan y setiap citra aksara sasak. Perhitungan nilai gradien dapat dilakukan dengan melakukan konvolusi matriks terhadap citra (f) berdasarkan orientasi gradient koordinat x / ($\frac{\partial f}{\partial x}$) dan gradien koordinat y / ($\frac{\partial f}{\partial y}$).

Untuk orientasi koordinat x / ($\frac{\partial f}{\partial x}$), citra dapat dikonvolusi dengan matriks berikut:

$$[-1,0,1]$$

Sedangkan untuk orientasi y / ($\frac{\partial f}{\partial y}$), citra dapat dikonvolusi dengan matriks berikut:

$$[-1,0,1]^T$$

b. Menghitung nilai Magnitude gradient citra

Selanjutnya, dilakukan proses perhitungan nilai magnitude dari gradien citra yang sudah didapatkan dengan persamaan berikut:

$$||\nabla f|| = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2}$$

c. Menghitung nilai orientasi gradient citra

Kemudian, dilakukan proses perhitungan nilai orientasi gradien citra yang sudah didapatkan dengan persamaan berikut:

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)}{\left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)}\right)$$

Dengan menggunakan nilai magnitude dan orientasi gradien citra maka nilai tersebut digunakan untuk membangun histogram

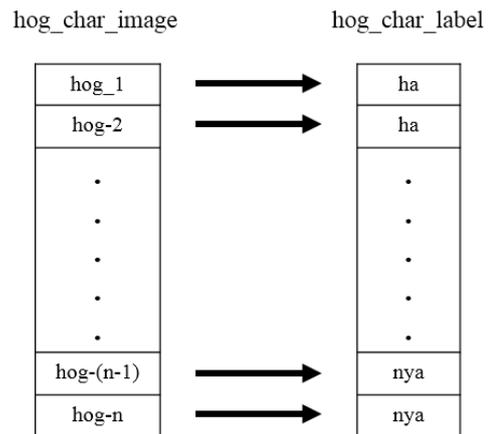
d. Pengelompokan Orientasi

Selanjutnya dilakukan pembuatan histogram sel. Setiap piksel dalam sel memberikan suara berbobot untuk bin histogram berbasis orientasi berdasarkan nilai yang ditemukan dalam perhitungan gradien. Sel-sel itu sendiri dapat berbentuk persegi panjang atau radial, dan saluran histogram tersebar merata pada 0 hingga 180 derajat atau 0 hingga 360 derajat.

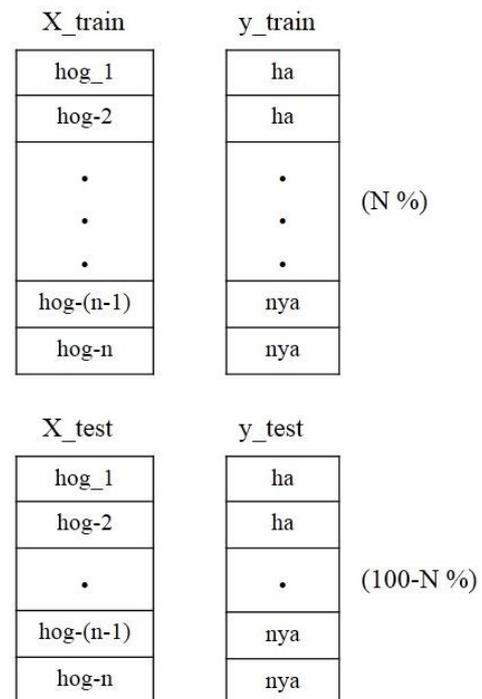
4. Pembagian Data

Setiap hasil ekstraksi fitur setiap file gambar karakter aksara sasak dikoleksi dalam variabel

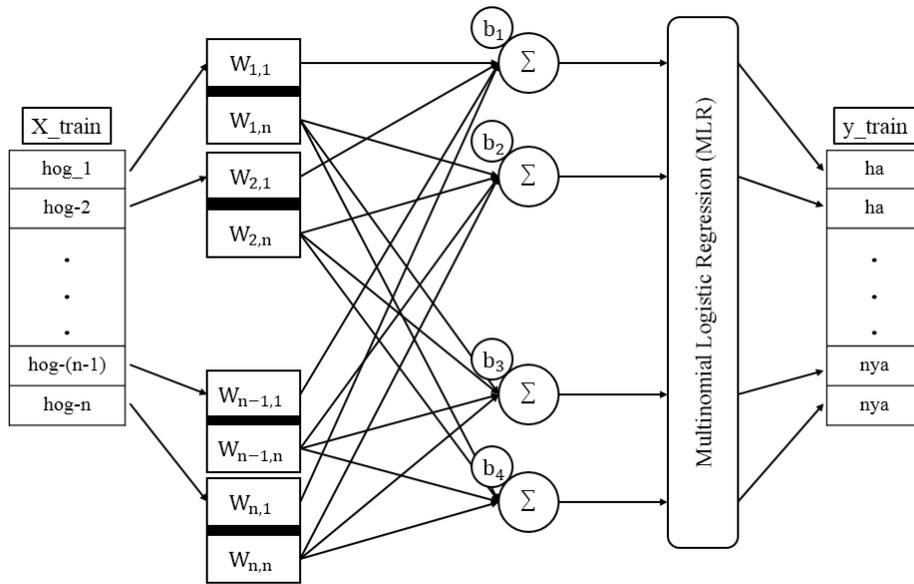
list array yang nanti diberi "hog_char_image". Bersamaan dengan itu dibuat juga variabel list array yang nanti diberi nama "hog_char_label". Variabel list ini digunakan untuk menyimpan nilai label dari masing-masing fitur HOG gambar aksara sasak yang tersimpan secara berurutan di index variabel "hog_char_image". Secara umum ilustrasinya dapat digambarkan seperti Gambar 5.



Gambar 5. Model variabel untuk menyimpan fitur hog dan label gambar



Gambar 6. Model pembagian dataset menjadi data pelatihan (training) dan pengujian (testing)



Gambar 7. Model pelatihan huruf aksara sasak dengan kerangka MLR

Tahapan selanjutnya yaitu pembagian data yang sudah tersimpan pada dua variabel di atas. Pembagian data dilakukan untuk menyediakan data yang digunakan untuk proses pelatihan (*training*) dan pengujian (*testing*). Perbandingan persentase pembagian data akan menjadi parameter evaluasi pengujian pada penelitian ini bersama dengan parameter-parameter pengujian lainnya. Gambar 6 merupakan ilustrasi bagaimana pembagian data pada penelitian ini dilakukan.

5. Proses Pelatihan Model

Tahapan selanjutnya yang dilakukan pada penelitian ini yaitu pelatihan model klasifikasi menggunakan metode MLR. MLR menggunakan

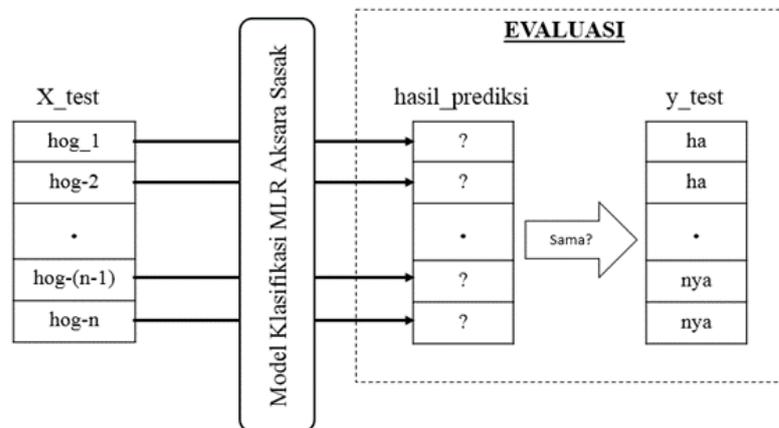
fungsi aktivasi Softmax dengan persamaan sebagai berikut:

$$softmax\left(z^{(1)}\right) = \frac{e^{z^{(i)}}}{\sum_{j=0}^k e^{z_k^{(i)}}}$$

dimana z didefinisikan dengan persamaan berikut:

$$z = X \cdot W^T + b$$

dimana X merupakan vektor fitur data *input*, W merupakan vektor bobot *input*, dan b merupakan vektor bias *input*. Model arsitektur klasifikasi metode MLR yang diterapkan pada penelitian ini yaitu seperti gambar 7.



Gambar 7. Model pelatihan huruf aksara sasak dengan kerangka MLR

6. Proses Pengujian Model

Setelah model klasifikasi citra aksara sasak dirancang dan dilatih menggunakan data list fitur pelatihan, Tahapan selanjutnya yaitu pengujian model. Variabel list “X_test” yang sudah disediakan sebelumnya akan digunakan sebagai data uji yang dimasukkan ke Model Klasifikasi. Dari model akan mendapatkan data keluaran berupa **hasil prediksi** label dari masing-masing data test yang dimasukkan. Gambar 8 merupakan ilustrasi bagaimana pengujian model dilakukan.

D. Evaluasi Pengujian Model

Evaluasi dilakukan terhadap hasil prediksi yang didapatkan pada tahap pengujian dengan membandingkannya terhadap nilai variabel “y_test” seperti digambarkan pada Gambar 8. Evaluasi penelitian ini dilakukan menggunakan model perhitungan statistik yaitu Confusion Matrix. Tabel Confusion Matrix dapat direpresentasikan Tabel 1:

Tabel 1. Confusion Matrix

		Kondisi Prediksi	
		Prediksi Positif (P)	Prediksi Negatif (N)
Kondisi aktual	Positif (P)	True Positif (TP)	False Negatif (FN)
	Negatif (N)	False Positif (FP)	True Negatif (TN)

Keterangan:

- TP : Prediksi benar dengan label sebenarnya bernilai benar
- TN : Prediksi salah dengan label sebenarnya bernilai salah
- FP : Prediksi benar dimana harusnya salah
- FN : Prediksi salah dimana harusnya benar

Berdasarkan nilai tabel *Confusion Matrix* yang nantinya didapatkan pada saat pengujian maka dapat dihitung beberapa parameter evaluasi. Parameter tersebut dapat digunakan untuk melihat tingkat performa dari model klasifikasi aksara sasak yang dirancang pada penelitian ini. Adapun parameter tersebut yaitu:

a. Akurasi

Merupakan tingkat ketepatan prediksi dari model terhadap nilai sebenarnya dibandingkan dengan jumlah data yang diuji. Akurasi dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$Accuracy = \frac{TP+FN}{P+N} \tag{1}$$

b. Presisi

Dapat diartikan tingkat kualitas ketepatan hasil dan mengacu pada seberapa dekat dua atau lebih pengukuran satu sama lain. Presisi dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \tag{2}$$

c. Recall

Merupakan tingkat keberhasilan model dalam menemukan kembali hasil dari data yang diujikan. Recall dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \tag{3}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

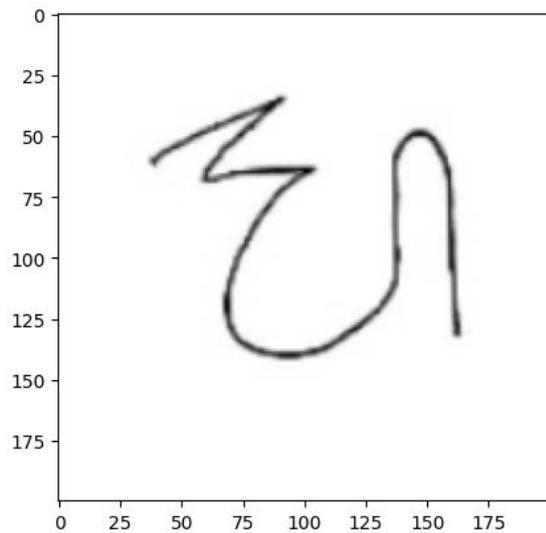
Pada bagian hasil dan pembahasan ini dipaparkan proses yang sudah dilakukan pada penelitian dan hasil yang didapatkan dari dari proses pengujian. Pada pengujian, evaluasi dilakukan dengan parameter akurasi, presisi, dan recall terhadap semua karakter aksara sasak yang digunakan. Pengujian dilakukan dengan melihat perbandingan nilai evaluasi jika proses bounding box.

Pelatihan dan pengujian model klasifikasi aksara sasak ini menggunakan data citra masing-masing karakternya yaitu sebanyak 70 citra sehingga jika dikalikan dengan 18 karakter maka total dataset yang digunakan pada penelitian ini yaitu 1260 citra. Citra karakter dikumpulkan pada masing-masing folder jenisnya. Kemudian citra dikoleksi dalam sebuah variabel list yang disandingkan dengan nilai label karakternya. Bersamaan dengan proses koleksi, dilakukan terlebih dahulu peningkatan kualitas serta konversi menjadi jenis citra grayscale.

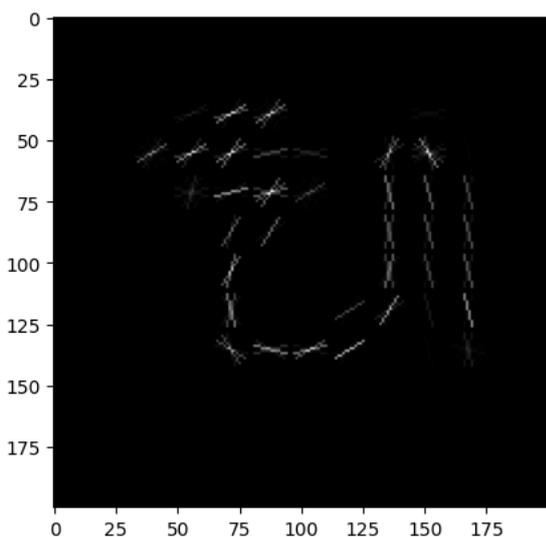
Kemudian ekstraksi fitur menggunakan Histogram of Oriented Gradient (HOG) terhadap citra aksara sasak yang dikoleksi. Ekstraksi fitur hog dilakukan menggunakan library `skimage.feature` pada python dengan konfigurasi hog sebagai berikut:

```
hog(image,orientations=8,pixels_per_cell=(ppc, ppc),cells_per_block=(4,4),block_norm='L2',visualize=True, multichannel=False)
```

Proses ekstraksi fitur menggunakan Histogram of Oriented Gradient (HOG) dilakukan guna mendapatkan informasi-informasi penting pada citra aksara sasak yang digunakan. HOG digunakan untuk mendeteksi tepi dari objek yang dideteksi dengan mengekstraksi gradien dan orientasinya. Gambar 8 a dan b menunjukkan visualisasi dari fitur hog sebuah karakter aksara sasak. HOG menggambarkan bagaimana gradien dan orientasi dari bentuk sebuah karakter yang nantinya dapat digunakan sebagai fitur untuk melakukan klasifikasi.



(a)



(b)

Gambar 8. Visualisasi fitur HOG dari karakter sebuah karakter aksara sasak

Tahapan selanjutnya yaitu proses pembagian dataset menjadi data untuk pelatihan dan pengujian. Perintah `train_test_split` dari library `sklearn.model_selection` digunakan seperti di bawah ini untuk mendapatkan pembagian data pelatihan dan data testing dengan perbandingan 9:1.

```
X_train, X_test, y_train, y_test, id_train, id_test =
train_test_split(X, y, indices, test_size=0.1,
random_state=1)
```

Setelah itu pelatihan dilakukan terhadap data pelatihan yang didapatkan menggunakan metode multinomial logistic regression. Pelatihan dilakukan dengan menggunakan modul `LogisticRegression` pada library `sklearn.linear_model` seperti di bawah ini.

```
clf = LogisticRegression(C=1000,
random_state=0, solver='lbfgs',
multi_class='multinomial');
clf.fit(X_train, y_train);
```

Setelah itu model klasifikasi citra tulisan tangan aksara sasak dengan metode multinomial logistic regression didapatkan. Model ini kemudian dievaluasi dengan melakukan prediksi terhadap data test yang didapatkan waktu proses pembagian. Prediksi dilakukan dengan perintah di bawah ini.

```
y_pred = clf.predict(X_test)
```

Untuk melihat tingkat keberhasilan dari model yang dirancang, pada penelitian ini kemudian dilakukan evaluasi. Evaluasi dilakukan dengan menghitung tiga parameter evaluasi seperti akurasi, presisi, dan recal. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan maka didapatkan hasil evaluasi seperti Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian model klasifikasi aksara sasak yang diusulkan.

	Presisi	Recal	F1-score
ha	0.75	0.75	1.00
na	0.78	0.88	0.82
ca	0.78	0.88	0.82
ra	0.56	1.00	0.71
ka	0.60	0.75	0.67
da	1.00	0.89	0.94
ta	1.00	0.75	0.86
sa	1.00	1.00	1.00

wa	0.67	0.50	0.57
la	1.00	1.00	1.00
ma	1.00	1.00	1.00
ga	0.91	0.83	0.87
ba	0.71	1.00	0.83
nga	1.00	0.67	0.80
pa	1.00	1.00	1.00
ja	1.00	1.00	1.00
ya	1.00	1.00	1.00
nya	1.00	0.83	0.91
Akurasi			0.88

Berdasarkan hasil evaluasi yang dilakukan terhadap model klasifikasi tulisan tangan aksara sasak didapatkan hasil akurasi sebesar 88%. Kemudian presisi dan recal masing-masing yaitu 88% dan 87%. Ini menandakan bahwa model sudah mampu melakukan klasifikasi dengan 1260 data set yang digunakan. Nilai evaluasi dapat ditingkatkan jika menggunakan lebih banyak data set seperti penelitian-penelitian klasifikasi citra huruf aksara sasak sebelumnya yang menggunakan lebih banyak dataset.

Pengujian pada penelitian ini juga dilakukan untuk melihat pengaruh penambahan proses bounding box pada teknik klasifikasi yang dirancang. Hasil evaluasi ditunjukkan seperti pada tabel 3. Disini dapat terlihat bahwa pengaruh besar terhadap pengimplementasian bounding box pada citra aksara sasak. Bounding box digunakan untuk lebih memfokuskan konten huruf pada citra yang digunakan. Dengan menerapkan proses ini maka hasil evaluasi yang dapat meningkat dua kali lipat dari pada tanpa menggunakan proses bounding box.

Tabel 3. Perbedaan hasil evaluasi dengan proses bounding box.

	Presisi	Recal	Akurasi
Tanpa Bounding Box	0.47	0.43	0.46
Dengan Bounding Box	0.88	0.87	0.88

4. KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk merancang teknik Klasifikasi Citra Tulisan Tangan Aksara Sasak Dengan Metode Histogram of Oriented Gradients dan Multinomial Logistic Regression. Dataset yang digunakan yaitu 1260 citra yang terdiri dari 70 citra tulisan tangan aksara sasak dari 18 karakter. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan maka didapatkan nilai evaluasi akurasi, presisi, dan recal masing-masing sebesar 88%, 88%, dan 87%. Kemudian menggunakan proses bounding box dapat meningkatkan hasil evaluasi secara signifikan. Nilai evaluasi dapat ditingkatkan dengan menambah data set yang digunakan untuk pelatihan model.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Maulana R. Aksara-aksara di Nusantara: Seri Ensiklopedia. Samudra Biru; 2020.
- [2] Klette R. Concise Computer Vision 2014. <https://doi.org/10.1007/978-1-4471-6320-6/COVER>.
- [3] Singh P, Shree R. A new SAR image despeckling using directional smoothing filter and method noise thresholding. Eng Sci Technol an Int J 2018;21:589–610. <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2018.05.009>.
- [4] Syuhada F, Wijaya IGPS, Bimantoro F. Pengenalan Wajah Untuk Sistem Kehadiran Menggunakan Metode Eigenface dan Euclidean Distance. J Comput Sci Informatics Eng 2018;2. <https://doi.org/10.29303/JCOSINE.V2I1.74>.
- [5] Cheriet M, Kharma N, Suen C, Liu C-L. Character recognition systems: a guide for students and practitioners. John Wiley & Sons; 2007.
- [6] Yulianti R, Wijaya IGPS, Bimantoro F. Pengenalan Pola Tulisan Tangan Suku Kata Aksara Sasak Menggunakan Metode Moment Invariant dan Support Vector Machine. J Comput Sci Informatics Eng 2019;3.
- [7] Maharani AASMK, Bimantoro F. Pengenalan Pola Tulisan Tangan Aksara Sasak Menggunakan Metode Linear Discriminant Analysis dan Jaringan

- Syaraf Tiruan Jenis Backpropagation. *J Teknol Informasi, Komputer, Dan Apl (JTIKA)* 2020;2:237–47. <https://doi.org/10.29303/jtika.v2i2.105>.
- [8] Puspaningrum EY, Saputra WSJ, others. Deteksi Plat Nomor Kendaraan Dengan Menggunakan Metode Hough Transform Dan Support Vector Machine. *J Inform Dan Sist Inf* 2020;1:659–68.
- [9] DARMAWAN TT. Pengenalan Karakter Plat Nomor Menggunakan Metode Restricted Boltzmann Machine. Universitas Gadjah Mada, 2018.
- [10] Sugianela Y, Suciati N. Ekstraksi fitur pada pengenalan karakter Aksara Jawa berbasis Histogram of Oriented Gradient. *JUTI J Ilm Teknol Inf* 2019;17:64–72.
- [11] Sthevanie F, Aristya PI, Ramadhani KN. Pengenalan Aksara Bali Menggunakan Metode Pyramid Histogram of Oriented Gradients. *Indo-JC* 2020;5:73–84. <https://doi.org/10.21108/indojc.2020.5.1.378>.
- [12] Syuhada F, Pratama RA, Sa Y. Pemisahan Citra Data Set Tulisan Tangan Aksara Sasak dengan Teknik Circle Hough dan Perspective Transform Image Separation from Sasak Handwriting Dataset images using Circle Hough and Perspective Transform Technique 2022;5:263–9.