

Penerapan Metode *Backpropagation* Dan *Image Centroid Zone* – *Zone Centroid Zone* Pada Pengenalan Pola Tulisan Tangan Aksara Bima

(Implementation of *Backpropagation* and *ICZ-ZCZ* for Handwriting Recognition of
Bima Script)

Rizka Amalia, Fitri Bimantoro, Arik Aranta
Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Mataram
Jl. Majapahit 62, Mataram, Lombok NTB, INDONESIA
Email: rizka.syj@gmail.com, [bimo, arikaranta]@unram.ac.id

Abstract

The *Bima Script* as known as *Aksara Bima* is one of *Bima's* local heritage that needs to be preserved. Based on an online questionnaire of 81 respondent from *Bima*, there were 66.7% of people who were not familiar with the *Bima's Script* and 45.7% of people did not even know the existence of the *Bima's Script* [2]. One of the ways to preserving the *Bima script* is building a pattern recognition. This research proposes to build a machine learning model that is able to recognize the Handwriting of *Bima Script* through Zoning feature extraction, *Image Centroid Zone (ICZ)* and *Zone Centroid Zone* combined with *Backpropagation Neural Network (BPNN)* classification. Result of the test using *ICZ* reached an accuracy up to 87.03% and the result using *ZCZ* reached and accuracy up to 88.64%, The best performance obtained accuracy up to 89.89% by applying Hidden size = 2, 128 neurons, 0.02 learning rate, error limit 0.001, 1000 epochs, and 9:1 training:testing data.

Keywords: *Bima Script*, *Pattern Recognition*, *Backpropagation*, *Zoning*, *Image Centroid Zone*, *Zone Centroid Zone*.

1. PENDAHULUAN

Suku Bima memiliki sistem komunikasi atau bahasa tersendiri yang dilengkapi dengan sistem penulisan atau aksara yang biasa disebut dengan Aksara Mbojo atau Aksara Bima, aksara yang sampai saat ini belum banyak kalangan yang mengenal apalagi menggunakannya dalam bentuk tulis menulis [1]. Apabila menurunnya penggunaan aksara Bima dalam kehidupan sehari-hari tidak diimbangi dengan upaya untuk melestarikan penggunaan aksara Bima dikhawatirkan dapat menyebabkan aksara Bima masuk dalam kategori *endangered* language. *Endangered languages* adalah bahasa-bahasa yang terancam punah yang tidak memiliki generasi muda sebagai penuturnya dan penutur yang fasih hanyalah kelompok generasi menengah atau dewasa [3].

Pelestarian aksara Bima dapat dilakukan dengan memanfaatkan kemajuan teknologi dalam bidang pengenalan pola dan pemrosesan citra digital. Penelitian terkait pengenalan pola pada aksara Bima sendiri pertama kali dilakukan dengan menggunakan metode *Shearlet Transform dan Support Vector Machine* yang mampu menghasilkan akurasi terbaik sebesar 90%[5]. Penelitian terkait pengenalan pola tulisan tangan aksara berupa aksara Jawa telah

dilakukan dengan menggunakan algoritma *Backpropagation* dan *Intency of Character* sebagai ekstraksi cirinya dan menghasilkan akurasi tertinggi yaitu sebesar 83% [6]. Penelitian berikutnya terkait alih aksara Jawa menggunakan metode *Image Centroid Zone – Zone Centeroid Zone (ICZ-ZCZ)* didapatkan akurasi sebesar 97.87% [7]. Sedangkan Penelitian terkait aksara Bima yang telah dilakukan sebelumnya dengan menerapkan algoritma *Rule Base* dan pendekatan Hexadesimal pada transliterasi Aksara Bima menjadi huruf latin diperoleh tingkat akurasi sebesar 90.64% [8].

Berdasarkan penelitian yang telah dipaparkan serta ditinjau dari tingkat akurasi yang dihasilkan, maka penulis bermaksud menerapkan metode *Backpropagation* untuk proses klasifikasi serta metode *ICZ-ZCZ* untuk ekstraksi cirinya dengan menggunakan data dan zona ekstraksi yang berbeda. Alasan dipilihnya kedua metode tersebut karena tingginya akurasi yang dihasilkan pada penelitian terkait alih aksara dan metode tersebut belum pernah diterapkan pada pengenalan aksara Bima. Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan performa yang baik serta meningkatkan minat masyarakat luas untuk

mengetahui ataupun melakukan penelitian terkait aksara Bima.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian terkait pengenalan pola menggunakan metode *Backpropagation* dengan menggabungkan metode *Image Centroid Zone – Zone Centroid Zone* (ICZ-ZCZ) sebagai ekstraksi cirinya pernah dilakukan sebelumnya. Penelitian tersebut menggunakan ciri ICZ dengan metode pengujian 3-fold *cross validation* menghasilkan akurasi sebesar 97,87% [7]. Selanjutnya penelitian terkait pengenalan pola dengan metode *Backpropagation* dilakukan dengan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* dan Intency Of Character, Mark direction sebagai ekstraksi cirinya dan menghasilkan akurasi tertinggi yaitu sebesar 83% [6]. Penelitian terkait pengenalan karakter ciri plat nomor kendaraan menggunakan metode Momentum *Backpropagation* dan *Haar Wavelet*. Hasil uji coba memiliki tingkat akurasi hingga 97,10% [9]. Penelitian tentang pengenalan pola tulisan tangan dengan metode *Backpropagation* menghasilkan tingkat akurasi sebesar 96% [10]. Penelitian terkait pengenalan huruf dan angka Arab atau hijaiyah dengan Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* menghasilkan tingkat akurasi sebesar 91,66% untuk angka arab dan 92% untuk pengenalan huruf [11].

Penelitian berikutnya terkait metode ekstraksi ciri ICZ-ZCZ dan Klasifikasi K-Nearest Neighbour pada pengenalan aksara Jawa dengan nilai akurasi tertinggi diperoleh sebesar 71.5% [12]. Penelitian terkait metode ZCZ (*Zone Centroid Zone*) dan metode *Backpropagation* pada pengenalan angka arab timur menghasilkan tingkat akurasi sebesar 100% dengan 100 data sampel dan akurasi sebesar 86% dari 500 data sampel [13]. Penelitian berikutnya terkait identifikasi Karakter Pada Plat Nomor Kendaraan Menggunakan Ekstraksi Fitur ICZ dan ZCZ dengan Metode Klasifikasi K-NN dan ekstraksi ciri ICZ adalah 97.00% sedangkan akurasi dengan menggunakan ekstraksi ciri ICZ+ZCZ adalah 98.17% [14]. Penelitian terkait metode *zoning* dan *invariant moment* menghasilkan akurasi tertinggi sebesar 86.15% [15] serta penelitian terkait pengenalan pola aksara Bima menggunakan ekstraksi ciri GLCM dan *Zoning* & klasifikasi *Probabilistic Neural Network* menghasilkan akurasi tertinggi sebesar 81.35% [2].

Berdasarkan tinjauan pustaka yang tertera di atas, metode *zoning* ICZ-ZCZ terbukti baik dalam proses ekstraksi ciri serta metode *backpropagation* terbukti dapat menghasilkan tingkat akurasi yang tinggi dalam proses klasifikasi. Oleh sebab itulah penulis

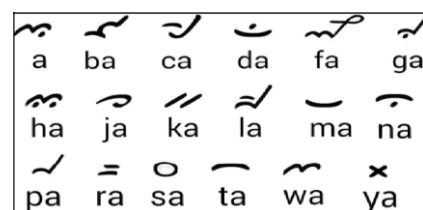
memutuskan untuk menggunakan metode ICZ-ZCZ sebagai metode ekstraksi ciri tulisan tangan aksara Bima serta dikombinasikan dengan metode *Backpropagation* sebagai metode klasifikasi pengenalan pola aksara Bima.

2.1. Aksara Bima

Bima memiliki peradaban yang luar biasa, Aksara Bima merupakan salah satu warisan budaya yang sempat hilang selama ratusan tahun. Aksara tersebut tersimpan dalam waktu yang lama dalam suatu naskah, yang kemudian pada tanggal 28 Juli 2007 dideklarasikan pada Simposium Internasional Pernaskahan Nusantara XI yang dilaksanakan di Bima [1].

Bima memiliki dua aksara, yaitu aksara huruf lengkung dan aksara huruf garis-garis. Aksara huruf lengkung, menurutnya sudah tidak terpakai lagi. Penulis juga telah berupaya untuk mendapatkan naskah yang ditulis dengan huruf lengkung tersebut, namun hingga saat ini belum dapat menemukannya dalam bentuk naskah. Aksara lengkung tersebut, hanya terdapat dalam catatan Thomas Raffles yang terdapat dalam lampiran 3b buku *the History of Java* [19]. Aksara Bima Kuno, sebagaimana diakui oleh Raffles, *An alphabet formerly adopted in Bima but not now used*, pernah dipakai di Bima tapi saat ini tidak digunakan lagi [19]. Adapun sampai saat ini, jenis aksara Bima yang digunakan adalah aksara Bima modern.

Bentuk huruf Aksara Bima modern dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bentuk Aksara Bima Modern.

2.2. Ekstraksi Ciri

Ekstraksi ciri adalah suatu proses atau cara untuk mendapatkan informasi dari suatu objek, baik berupa citra, tulisan, ataupun suara, dimana informasi ciri yang didapatkan dapat membedakan antara satu objek dengan objek yang lainnya [10].

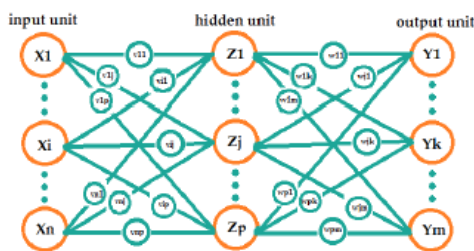
2.3. Zoning ICZ-ZCZ

Zoning merupakan suatu pembagian citra menjadi $m \times n$ daerah, dimana setiap daerah yang telah terbagi memiliki nilai fitur tersendiri. Tujuan dari zoning adalah mendapatkan nilai ciri bagian atau zona sejumlah $m \times n$ yang merupakan bagian dari ciri citra secara utuh [16].

ICZ-ZCZ (*Image Centroid Zone – Zone Centroid Zone*) merupakan metode ekstraksi zoning. Metode ekstraksi zoning akan membagi citra menjadi beberapa zona yang berukuran sama, untuk kemudian dari setiap zona akan diambil cirinya. Ada beberapa algoritme untuk metode ekstraksi ciri zoning, di antaranya metode ekstraksi ciri jarak metrik ICZ (*image centroid and zone*), metode ekstraksi ciri jarak metrik ZCZ (*zone centroid and zone*), dan metode ekstraksi ciri gabungan ICZ+ZCZ. Ketiga algoritma tersebut menggunakan citra digital sebagai input dan menghasilkan fitur untuk klasifikasi dan pengenalan sebagai output-nya. Berikut merupakan tahapan dalam proses ekstraksi ciri ICZ, ZCZ dan ICZ+ZCZ [24]

2.4. Backpropagation Neural Network

Backpropagation adalah metode sistematis pada jaringan saraf tiruan yang menggunakan algoritma pembelajaran terawasi yang biasanya digunakan oleh algoritma perceptron dengan banyak layer untuk mengubah bobot-bobot yang ada pada lapisan tersembunyi [20].



Gambar 2. Arsitektur Backpropagation Neural Network

Backpropagation memiliki beberapa unit (*neuron*) yang ada dalam satu atau lebih layer tersembunyi. Gambar 2.3 adalah arsitektur backpropagation multilayer dengan 1 hidden layer. Pada gambar, unit input dilambangkan dengan X, unit hidden dilambangkan dengan Z, dan unit output dilambangkan dengan Y. Bobot antara unit input (X) dan unit hidden (Z) dilambangkan dengan V, sedangkan bobot antara unit hidden (Z) dan unit output (Y) dilambangkan dengan W.

2.5. Confussion Matrix

Confussion Matrix adalah suatu matriks berukuran 2×2 , dimana secara umum tiap blok terbagi menjadi 4 bagian. True Positives (TP) menunjukkan prediksi bernilai benar sesuai dengan kondisi yang sesungguhnya bernilai benar. False Positives (FP) menunjukkan prediksi bernilai benar dimana pada kondisi yang sesungguhnya bernilai salah. True Negatives (TN) menunjukkan prediksi bernilai salah sesuai dengan kondisi yang sesungguhnya bernilai salah. False Negatives (FN) menunjukkan prediksi bernilai salah dimana pada kondisi yang sesungguhnya bernilai benar [33].

TABEL 1 CONFUSION MATRIX

		Kondisi sebenarnya	
		Kondisi benar	Kondisi salah
Prediksi	Prediksi benar	True Positives	False Positives
	Prediksi salah	False Negatives	True Negatives

2.6. Akurasi, Presisi, Recall

Akurasi merupakan rasio prediksi benar (*True Positives* dan *True Negatives*) dengan keseluruhan data. Adapun perhitungan yang digunakan dalam menghitung akurasi dapat dilihat pada Persamaan (6) [34].

$$Akurasi = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \quad (6)$$

Presisi merupakan rasio prediksi benar positif (*True Positives*) dengan keseluruhan hasil yang diprediksi positif (*True Positives* dan *False Positives*). Adapun perhitungan yang digunakan dalam menghitung presisi dapat dilihat pada Persamaan (7) [34].

$$Presisi = \frac{TP}{TP+FP} \quad (7)$$

Recall merupakan rasio prediksi benar positif (*True Positives*) dengan keseluruhan hasil yang benar positif (*True Positives* dan *False Negatives*). Adapun perhitungan yang digunakan dalam menghitung recall dapat dilihat pada Persamaan (8) [34].

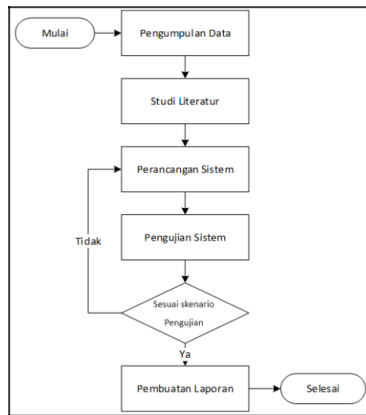
$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \quad (8)$$

3. METODE PENELITIAN

3.1. Rancangan Penelitian

Pada tahap rancangan penelitian dilakukan beberapa tahap secara sistematis, dimulai dari tahap

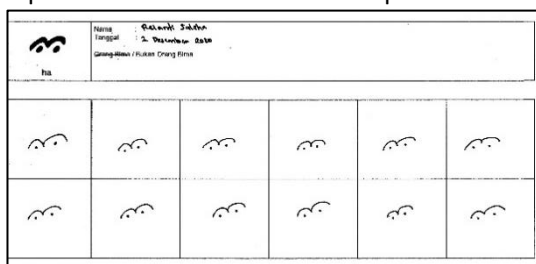
studi literatur hingga tahap penarikan kesimpulan dari sistem yang telah dibuat dan diuji. Tahap proses penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir Gambar 3



Gambar 3. Diagram alir penelitian

3.2. Pengumpulan Dataset

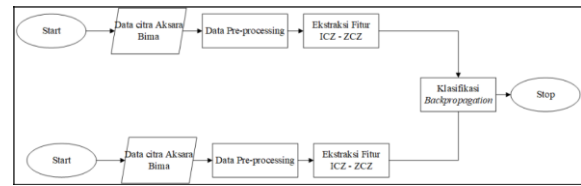
Dataset pada penelitian ini diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yang terdiri dari 2640 citra tulisan tangan karakter Aksara Bima serta dilakukan pengumpulan data tambahan dari 5 orang mahasiswa sehingga total sebanyak 3960 data dari 15 orang. Tiap mahasiswa menuliskan 22 jenis karakter Aksara Bima masing-masing karakter sebanyak 12 kali. Pengambilan dataset tulisan tangan dilakukan menggunakan media kertas berukuran F4 dengan menggunakan pulpen berukuran 1.0 mm. Adapun cara untuk mengakuisisi citra ke dalam bentuk digital dengan menggunakan scanner, dimana citra yang diperoleh memiliki resolusi 600 dpi.



Gambar 4. Form dataset Aksara Bima

3.3. Perancangan Algoritma

Perancangan algoritma menjelaskan bagaimana sistem dirancang mulai dari tahap pelatihan sistem sampai dengan sistem dapat mengklasifikasikan aksara. Blok diagram sistem terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram Block System

1. Citra yang diinput ke dalam sistem merupakan citra yang diambil secara langsung dari tulisan tangan yang ditulis dalam selembar kertas F4. Tulisan tersebut di-*scan* dan disimpan dalam bentuk format .JPG kemudian di-*cropping* sesuai dengan banyaknya huruf aksara yaitu sebanyak 22 huruf kemudian akan dipotong menjadi ukuran 128x128 pixel dalam bentuk format "jpg".
2. Tahap *preprocessing*, yakni tahap manipulasi gambar sesuai keinginan. Karena proses *crop* dan *resize* telah dilakukan di luar sistem maka proses selanjutnya yang akan dilakukan di dalam sistem yakni proses konversi ruang warna menjadi *grayscale*.
3. Gambar/citra akan diekstraksi menggunakan metode ICZ-ZCZ untuk mendapatkan ciri dari masing-masing citra aksara Bima dan kemudian hasil dari ekstraksi ciri tersebut akan menjadi data latih untuk sistem dan sebagai data masukan untuk proses klasifikasi dengan metode *Backpropagation*.
4. Proses klasifikasi yang digunakan pada penelitian ini adalah *Backpropagation*.
5. Hasil klasifikasi disimpan oleh sistem sebagai proses pelatihan kemudian hasil klasifikasi yang telah diproses oleh sistem dibandingkan dengan target apakah sudah sesuai atau tidak. Kemudian tahap selanjutnya yaitu proses pengujian.

3.4. Proses Pengujian

Proses pengujian atau *testing* terdiri dari tahap-tahap sebagai berikut:

1. *Input citra* aksara untuk klasifikasi (citra pengujian). Citra yang dimasukkan yaitu citra aksara yang telah di-*crop* dan di-*resize* di luar sistem.
2. Tahap *preprocessing* yang dilakukan di dalam sistem pada proses klasifikasi sama dengan pada proses pelatihan yakni konversi ruang warna.
3. Ekstraksi fitur dilakukan untuk menentukan ciri dari masing-masing aksara sebanyak 22 karakter. ICZ-ZCZ adalah metode ekstraksi fitur dan reduksi dimensi yang digunakan di dalam sistem.
4. Tahap klasifikasi dilakukan dengan metode *Backpropagation* untuk mengetahui karakter

aksara Bima. Data hasil pelatihan dimuat untuk dibandingkan dengan data uji.

5. Keluaran akhir dari proses klasifikasi berupa jenis huruf dari karakter aksara Bima.

3.5. Skenario Pengujian

Pengujian pada penelitian ini dilakukan berdasarkan beberapa parameter uji antara lain sebagai berikut :

1. Pengaruh ukuran *neuron* dan *hidden size*, pada tahapan ini akan digunakan ukuran *neuron* sebesar 16, 32, 64, dan 128 sedangkan ukuran *hidden size* sebesar 1, 2, dan 3.
2. Pengaruh *learning rate*, pada tahapan ini dilakukan pengujian dengan menggunakan *learning rate* dengan rentang 0.01 – 0.05
3. Pengaruh variasi data *training* dan *testing*, pada tahap ini dilakukan pengujian dengan rasio data *training* dan *testing* dari 9:1, 8:2, 7:3, 6:4, 5:5, 4:6, 3:7, 2:8, dan 1:9.
4. Validasi data dengan K-fold *Cross validation*, dengan ukuran K yang digunakan adalah K=10.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengujian Ekstraksi Fitur Zoning

Penelitian ini menggunakan metode ekstraksi ciri *zoning ICZ-ZCZ* sebagai metode pengambilan fitur dari citra tulisan tangan aksara Bima. Dimana citra yang diekstraksi oleh metode ini memiliki variasi ukuran sebesar 32x32, 64x64, 128x128 piksel dan menghasilkan 36 fitur dari masing masing citra.

TABEL 2 HASIL PENGUJIAN ZONING

Metode Klasifikasi	Metode Ekstaksi	Ukuran pixel	Akurasi
Backpropagation	Image Centroid Zone (ICZ)	32x32	0.715277
		64x64	0.865340
		128x128	0.870370
	Zone Centroid Zone (ZCZ)	32x32	0.766553
		64x64	0.871212
		128x128	0.884680

Berdasarkan hasil uji terhadap fitur *Zoning ICZ-ZCZ* pada Tabel 2, menunjukkan bahwa klasifikasi atau pengenalan pola tulisan tangan aksara Bima menggunakan metode *Zoning ICZ* dapat menghasilkan

akurasi tertinggi sebesar 87,03% dan metode *Zoning ZCZ* dapat menghasilkan akurasi tertinggi sebesar 88,46% Hal ini menunjukkan metode ekstraksi ciri *Zoning ICZ-ZCZ* cukup baik sebagai metode untuk pengambilan fitur citra tulisan tangan Aksara Bima untuk dikombinasikan dengan metode klasifikasi *Backpropagation Neural Network*

4.2. Pengujian Ukuran Neuron dan Hidden Size

Pada pengujian skenario pengaruh ukuran *neuron* dan *hidden size*, variasi nilai *neuron* yang diujikan yaitu sebesar 16, 32, 64, dan 128 sedangkan untuk *hidden size* sebesar 1, 2, dan 3.

TABEL 3 HASIL PENGUJIAN HIDDEN SIZE DAN UKURAN NEURON

Hidden Size	Ukuran Neuron	Akurasi	Presisi	Recall	Waktu (s)
1	16	0.768518	0.768518	0.768518	0.000885
	32	0.819023	0.819023	0.819023	0.002095
	64	0.866161	0.866161	0.866161	0.001866
	128	0.875420	0.875420	0.875420	0.003055
2	16	0.714646	0.714646	0.714646	0.000861
	32	0.835858	0.835858	0.835858	0.002972
	64	0.856902	0.856902	0.856902	0.002085
	128	0.877946	0.877946	0.877946	0.001787
3	16	0.639730	0.639730	0.639730	0.001130
	32	0.789562	0.789562	0.789562	0.001960
	64	0.813973	0.813973	0.813973	0.002459
	128	0.839225	0.839225	0.839225	0.006691

Hasil pengujian pada Tabel 3 di atas menunjukkan bahwa pada model BPNN ukuran *neuron* 128 dengan *hidden size* 2 menghasilkan akurasi, presisi dan *recall* terbaik sebesar 87,79% dengan waktu komputasi 0.001787 detik. Sedangkan untuk hasil Pengujian pengujian pada model BPNN ukuran *neuron* 128 dengan *hidden size* 1 menghasilkan akurasi, presisi dan *recall* terbaik sebesar 87,54% dengan waktu komputasi 0.003055 detik. Hasil Pengujian pengujian pada model BPNN ukuran *neuron* 128 dengan 3 *hidden size* 3 menghasilkan akurasi, presisi dan *recall* terbaik sebesar 83,92% dengan waktu komputasi 0.006691 detik.

4.3. Pengujian Learning rate

Pengujian pada nilai *learning rate* bertujuan untuk menentukan besar nilai dari *learning rate* terbaik. Dimana *learning rate* merupakan parameter penting

dalam perubahan bobot ketika model BPNN dilatih (*training*). Dalam skenario ini besar nilai *learning rate* yang digunakan dalam rentang 0.01 – 0.05 dengan menggunakan model BPNN terbaik yang telah didapatkan dari hasil uji skenario sebelumnya

TABEL 4 HASIL PENGUJIAN *LEARNING RATE*

<i>Learning rate</i>	akurasi	presisi	<i>recall</i>	Waktu (s)
0.01	0.861952	0.861952	0.861952	0.001954
0.02	0.890572	0.890572	0.890572	0.002521
0.03	0.871212	0.871212	0.871212	0.002695
0.04	0.878787	0.878787	0.878787	0.001728
0.05	0.080808	0.080808	0.080808	0.001702

Hasil terbaik yang didapatkan pada nilai *learning rate* sebesar 0.02, dengan menghasilkan akurasi, presisi dan *recall* sebesar 0.890572 atau 89,05%, dengan waktu komputasi selama 0.002521 detik.

4.4. Pengujian Variasi Data *Training* : *Testing*

Pengujian pada pengaruh ukuran data *training* dan *testing* bertujuan untuk melihat seberapa baik model BPNN yang telah dibangun dalam mengenali pola tulisan tangan aksara Bima dengan variasi data *training* dan *testing* yang beragam. Dalam pengujian ini digunakan rasio data *training* dan *testing* dari 9:1, 8:2, 7:3, 6:4, 5:5, 4:6, 3:7, 2:8 dan 1:9. Digunakan juga metode *K-fold cross validation* untuk memvariasikan data *training* dan *testing* dengan jumlah K=10.

TABEL 5 HASIL PENGUJIAN RASIO DATA *TRAINING:TESTING*

Rasio Data	akurasi	presisi	<i>recall</i>	Waktu (s)
9 : 1	0.898989	0.898989	0.898989	0.001523
8 : 2	0.872474	0.872474	0.872474	0.003052
7 : 3	0.880571	0.880571	0.880571	0.003683
6 : 4	0.873106	0.873106	0.873106	0.004836
5 : 5	0.864141	0.864141	0.864141	0.005184
4 : 6	0.853956	0.853956	0.853956	0.006027
3 : 7	0.836940	0.836940	0.836940	0.007440
2 : 8	0.807133	0.807133	0.807133	0.008021
1 : 9	0.721661	0.721661	0.721661	0.009854

Dari Tabel hasil pengujian pada Tabel 5. dapat dilihat bahwa model BPNN yang telah dilatih dengan ukuran data *training* dan *testing* 9:1 dapat menghasilkan akurasi terbaik sebesar 89,89% dengan waktu komputasi 0.001523 detik. Dari tabel hasil pengujian dapat dilihat juga bahwa dengan perbandingan data *testing* yang lebih besar dari data *training* model BPNN mampu menghasilkan akurasi yang cukup baik yaitu 72% sampai 85%. Hal ini menunjukkan bahwa model BPNN yang telah dibangun, cukup baik dalam mengenali tulisan tangan aksara Bima.

Selanjutnya dilakukan pengujian menggunakan metode validasi dataset dengan *K-fold Cross validation*. Ukuran K yang digunakan pada pengujian ini adalah K = 10. Adapun hasil pengujian seperti pada Tabel VI berikut.

TABEL 6 HASIL PENGUJIAN DATASET DENGAN *K-FOLD CROSS VALIDATION*

iterasi	akurasi	presisi	<i>recall</i>	Waktu (s)
1	0.891414	0.891414	0.891414	0.000761
2	0.863636	0.863636	0.863636	0.000770
3	0.888888	0.888888	0.888888	0.000963
4	0.896464	0.896464	0.896464	0.000786
5	0.873737	0.873737	0.873737	0.000756
6	0.883838	0.883838	0.883838	0.000731
7	0.876262	0.876262	0.876262	0.000800
8	0.893939	0.893939	0.893939	0.001203
9	0.861111	0.861111	0.861111	0.000722
10	0.858585	0.858585	0.858585	0.000740

Hasil pengujian dengan *K-Fold Cross validation* dapat menghasilkan model yang cukup baik dengan ukuran K = 10. Dimana hasil dari pengujian ini menunjukkan akurasi tertinggi sebesar 0.896464 atau 89,64% yaitu pada iterasi ke 4 (empat) dengan waktu komputasi selama 0.000786 detik .

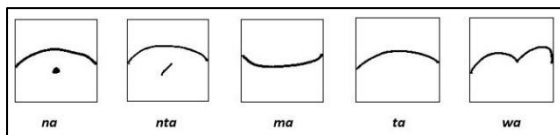
4.5. Hasil *Confussion matrix*

Hasil pengujian dengan *Confussion Matrix* digunakan untuk melihat seberapa baik model BPNN yang telah dibangun dalam mengenali setiap pola tulisan tangan aksara Bima pada masing masing aksara. Adapun hasil *Confussion Matrix* dapat dilihat pada Tabel 7 berikut.

TABEL 7 Hasil *Confussion Matrix*

kelas	a	ba	ca	da	fa	ga	ha	ja	ka	la	ma	mpa	na	nca	nga	nta	pa	ra	sa	ta	wa	ya	
a	43	0	0	0	0	0	5	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
ba	0	48	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0
ca	0	2	48	0	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
da	0	0	0	52	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
fa	0	0	1	0	53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ga	0	0	1	0	2	42	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	6	1	0	0	0	0	0
ha	4	0	0	0	0	0	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
ja	2	0	0	0	0	0	1	47	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0
ka	0	0	0	0	1	0	0	1	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
la	0	0	0	0	2	3	0	0	0	46	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
ma	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
mpa	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	51	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
na	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	37	0	0	9	0	0	1	3	3	0	0
nca	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	50	1	0	0	0	0	0	0	0	0
nga	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54	0	0	0	0	0	0	0	0
nta	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	1	0	42	0	1	0	0	1	0	0
pa	0	1	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	49	0	0	0	0	0	0
ra	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	52	0	0	0	0	0
sa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	53	0	0	0	0
ta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	49	0	0	0
wa	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	47	0	0
ya	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	52

Dari hasil *Confussion Matrix* pada Tabel 7 di atas dapat dilihat bagaimana model BPNN mampu mengenali pola tulisan aksara Bima pada masing-masing aksara. Dapat dilihat juga dimana kesalahan model BPNN dalam mengenali tulisan tangan aksara Bima. Dari beberapa kelas contohnya seperti pada aksara na, model BPNN mengenali aksara tersebut sebagai aksara ma sebanyak 1 kali, aksara nta 9 kali, aksara ta 3 kali, dan aksara wa 3 kali dari 54 data *testing* untuk aksara na. Hal ini dapat disebabkan karena aksara na, ma, nta, ta, dan wa memiliki karakter aksara yang hampir mirip seperti Gambar 6 berikut.



Gambar 6. Karakteristik Aksara Bima

Dari hasil *Confussion Matrix* pada Tabel 4.12, ditampilkan hasil *classification report* yang memuat performa dari model BPNN dalam mengenali setiap tulisan tangan aksara Bima pada masing-masing aksara. Adapun *classification report* tersebut dapat dilihat pada Tabel 8 berikut

TABEL 8. HASIL *CLASSIFICATION REPORT*

kelas	akurasi	presisi	recall
a	0.84	0.84	0.80
ba	0.91	0.94	0.89
ca	0.92	0.96	0.89
da	0.95	0.93	0.96
fa	0.93	0.88	0.98
ga	0.80	0.82	0.78
ha	0.86	0.84	0.89
ja	0.90	0.92	0.87
ka	0.97	0.98	0.96
la	0.87	0.88	0.85
ma	0.95	0.98	0.93
mpa	0.95	0.96	0.94
na	0.70	0.71	0.69
nca	0.93	0.93	0.93
nga	0.95	0.90	1
nta	0.80	0.82	0.78
pa	0.85	0.80	0.91
ra	0.94	0.91	0.96
sa	0.98	0.98	0.98
ta	0.91	0.91	0.91
wa	0.85	0.84	0.87
ya	0.97	0.98	0.96

Dari hasil *classification report* pada Tabel 8 di atas, memperlihatkan bahwa model BPNN mampu mengenali setiap aksara Bima dengan cukup baik yaitu dengan rata-rata presisi, *recall* dan akurasi mencapai 90%. Hal ini dapat dicapai karena standarisasi dataset yang cukup baik untuk kebutuhan *training* dan *testing* model, serta parameter pada model BPNN yang telah didapatkan dari setiap skenario uji sudah cukup tepat untuk melakukan pengenalan pola tulisan tangan aksara Bima.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa hal yang dapat penulis simpulkan, antara lain sebagai berikut.

1. Metode ekstraksi ciri *Zoning Image Centroid Zone* (ICZ) pada pengenalan pola tulisan tangan aksara Bima dapat memperoleh akurasi metode ICZ mencapai 87,03% dan metode *Zone Centroid Zone* (ZCZ) memperoleh akurasi metode ICZ mencapai 88,64%
2. Metode *zoning* & BPNN memperoleh akurasi terbaik sebesar 89,89% dengan parameter *Hidden size 2*, 128 *neuron*, batas *error* 0.001, *epoch* 1000, serta pembagian data *training* dan *testing*

sebesar 9:1.

3. *Learning rate* terbaik pada pengujian ini yaitu 0.02 dengan hasil akurasi, presisi, dan *recall* sebesar 89.05%
4. Hasil pengujian dengan *K-Fold Cross validation* menunjukkan akurasi tertinggi pada iterasi ke-4 dengan hasil akurasi sebesar 89.64%

5.2. Saran

Penelitian yang telah dilakukan masih jauh dari kata sempurna, maka dari itu beberapa saran yang dapat penulis berikan apabila penelitian ini akan dikembangkan kembali antara lain sebagai berikut:

1. Pengambilan data aksara lebih bervariasi dengan karakter yang lebih banyak
2. Tahap-tahap *pre-processing* dapat ditambah atau dilakukan dengan berbagai cara sesuai kebutuhan penelitian.
3. Menggunakan zonasi citra yang lebih besar.
4. Menggunakan metode ekstraksi ciri gabungan ICZ+ZCZ

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima Kasih sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada seluruh koresponden aksara Bima, pembimbing, rekan-rekan, serta seluruh pihak yang telah membantu/terlibat dalam proses penelitian ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

DAFTAR PUSTAKA

- S. Abubakar, "Aksara Bima Usaha Menemukan dan Mengembangkannya," UIN Mataram DPK Sekol. Tinggi Ilmu Tarb. Sunan Giri Bima, pp. 1–30, 2018.
- [2] Naufal, M., Bimantoro, F., & Aranta, A. Pengenalan Pola Tulisan Tangan Aksara Bima dengan Ekstraksi Ciri GLCM dan *Zoning* & Klasifikasi Probabilistic *Neural Network*. *J. Teknol. Informasi, Komputer, dan Apl. (JTIKA)*, 2020.
 - [3] F. H. Tondo, "Kepunahan Bahasa-Bahasa Daerah: Faktor Penyebab Dan Implikasi Etnolinguistik," *J. Masy. Budaya*, vol. 11, no. 2, pp. 277–296, 2009.
 - [4] Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 79/Permendikbud/SR.79/2014 tentang Muatan Lokal Kurikulum 2013.
 - [5] M. Rizky, I. Nurtanio, and I. S. Areni, "Mbojo Character Recognition Using Shearlet Transform and Support Vector Machine," *Proceeding - 2018 Int. Semin. Intell. Technol. Its Appl. ISITIA 2018*, pp. 339–344, 2018.
 - [6] A. Tanto Wibowo, "Pengenalan Pola Tulisan Tangan Aksara Jawa Dengan Algoritma *Backpropagation*," Universitas Sanata Dharma. Yogyakarta, 2018.
 - [7] I. Osmond Giovanni "Metode *Backpropagation* Untuk Alih Aksara Jawa Cetak Menggunakan Ciri ICZ ZCZ" Universitas Sanata Dharma. Yogyakarta, 2019.
 - [8] A. Aranta, F. Bimantoro, and I. P. T. Putrawan, "Penerapan Algoritma Rule Base dengan Pendekatan Hexadesimal pada Transliterasi Aksara Bima Menjadi Huruf Latin," *J. Teknol. Informasi, Komputer, dan Apl. (JTIKA)*, vol. 2, no. 1, pp. 130–141, 2020.
 - [9] D. Arianto "Pengenalan Pola Karakter Plat Nomor Kendaraan Menggunakan Algoritma Momentum *Backpropagation Neural Networ*", *Jurnal Informatika.*, vol.2.10, pp 1–11, 2016.
 - [10] A. Andana, R. Widyati, and M. Irzal, "Pengenalan Citra Tulisan Tangan Menggunakan Metode *Backpropagation*," *J. Mat. Terap.*, vol. 2, no. 1, pp. 36–44, 2018.
 - [11] O. Aro Taye, Y. Musa Abdullah, and S. Abdul Kasir Ikeola "Recognition of Alphabet Characters and Arabic Numerals Using *Backpropagation Neural*". Universitas of Ilorin, vol. 11, no. 2. 2018.
 - [12] R. Muhammad Syam, "Pengenalan Aksara Jawa Tulisan Tangan Dengan Menggunakan Ekstraksi Fitur *Zoning* Dan Klasifikasi K-Nearest Neighbor," Departemen Ilmu Komputer, Institut Pertanian Bogor. 2013.
 - [13] Sutarno and P. Ardhya Garini, "Pengenalan Angka Arab Timur Tulisan Tangan Menggunakan *Zone Centroid Zone* dan *Backpropagation*," *Computer Science and ICT.*, vol. 3, no.1. pp. 162–164, 2017.
 - [14] R. Putri Ayu Pramesti, "Identifikasi Karakter Plat Nomor Kendaraan Menggunakan Ekstraksi Fitur ICZ Dan ZCZ Dengan Metode Klasifikasi K-NN," Departemen Ilmu Komputer, Institut Pertanian Bogor. 2013.
 - [15] Pasek, I. G., Wijaya, S., Bagus, I., Widiartha, K., Bimantoro, F., & Wahyu, A. *Buildings Cracks Classification Using Zoning and Invariant Moment Features and Quadratic Discriminant Analysis Classifier*. *J. Teknol. Informasi, Komputer, dan Apl. (JTIKA)*, Vol 10, 2019.

- [16] R. Gonzales "Digital Image Processing Using Matlab". Prentis Hall, Inc. Upper Saddle River, NJ, USA, 2002. *Using several Artificial Neural Network Methods, J.ITC Re. Appl, Vol.8 No.3: 195-212. 2015.*
- [17] E. Ardianto, S. Munawaroh, and Prihandono "Pengolahan Citra Digital Untuk Identifikasi Ciri Sidik Jari Berbasis Minutiae ".*Jurnal Teknologi Informatika Dinamik*, vol. 16, no. 1, 2011.
- [18] A. Agung Wisnu, N. Muhammad Zidny, and U. Elisa, "Identifikasi Citra Tanda Tangan Berdasarkan Grid Entropy dan PCA Menggunakan Multi Layer Perceptron" ., Institut Teknologi Telkom Purwokerto, 2019.
- [19] T. Stamford Raffles, "The History of Java" John Murray Albemarle Street, London. vol. 1 no.1, 1817.
- [20] Supardi, Julian and A. Utami, "Development Of Artificial Neural Network Architecture For Face Recognition In Real Time".*International Journal Machine Learning and Computing*. Singapore. vol. 04. 2014
- [21] J. J. Siang, *Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrogramannya Menggunakan Matlab*, 1st ed. Yogyakarta: ANDI, 2005.
- [22] L. Fausett, *Fundamentals of neural networks: architectures, algorithms, and applications*. Melbourne: Prentice-Hall, Inc. Upper Saddle River, NJ, USA, 1994.
- [23] A. Jumarwanto, R. Hartanto, and D. Prastiyanto, "Aplikasi Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation Untuk Memprediksi Penyakit THT Di Rumah Sakit Mardi Rahayu Kudus," *J. Tek. Elektro*, vol. 1, no. 1, pp. 11–21, 2009.
- [24] Rajashekaradhya SV, and Ranjan PV. Efficient zone based feature extraction algorithm for handwritten numeral recognition of four popular south indian scripts. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*. 4(12):1171-1181. 2008.
- [25] J. Davis and M. Goadrich, "The relationship between precision-recall and ROC curves," *ACM Int. Conf. Proceeding Ser.*, pp. 233–240, 2006.
- [26] R. Arthana, "Mengenai Accuracy, Precision, Recall dan Specificity serta yang diprioritaskan dalam Machine Learning," Medium.Com, 2018. [Online]. Available: <https://medium.com/@rey1024/mengenai-accuracy-precision-recall-dan-specificity-serta-yangdiprioritaskan-b79ff4d77de8>. [Accessed: 15-Apr-2020].
- [27] Budhi, G. satia, Adipranata, and Rudy. *Handwritten Javanese Character Recognition*