

Identification Of Hijaiyah Letters Image Using Extreme Learning Machine Method

Identifikasi Citra Huruf Hijaiyah Menggunakan Metode Extreme Learning Machine

Luluk Sarifah^{*1}, Siti Khotijah², Marinatul Khaliqah³

^{*123}*Prodi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Sains dan Teknologi Annuqayah, Sumenep, 69463*

Email: lu2ksarifah@istannuqayah.ac.id¹, siti@istannuqayah.ac.id², marinaelkhaliq9@gmail.com³

Abstract

The development of digital image processing technology has many benefits, one of which is the identification of an object, such as the identification of the image of the hijaiyah letter. Hijaiyah letters are the letters of the arabic alphabet as the original language of the Qur'an. In essence, humans have the ability to recognize and distinguish hijaiyah letter patterns from one another, but this is not the case with computers, using digital images and machine learning, in this study an identification concept was built by recognizing the image of hijaiyah letters using one of the machine learning methods. namely the extreme learning machine (ELM) method. Extreme learning machine (ELM) is a feedforward neural network with one hidden layer or better known as single hidden layer feedforward neural networks (SLFNs). Therefore, the purpose of this study is that the computer can identify objects as well as human capabilities and see how accurate the results obtained in the ELM method are. The digital image identification process using the extreme learning machine (ELM) method is carried out in two stages, namely training and testing, where previously the preprocessing process was carried out first by changing the color of the RGB image to HSV and processing the color v, then segmentation was carried out with the aim of separating the objects (foreground) with the background, then to make it easier to recognize the pattern, a morphological process is carried out. From the simulation carried out on the test data, the results obtained an average accuracy of 90% with an error of 10%.

Keywords: ELM, digital image, Identification, hijaiyah letters.



JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI

Luluk Sarifah, Siti Khotijah, Marinatul Khaliqah

Abstrak

Perkembangan teknologi pengolahan citra digital memiliki banyak manfaat salah satunya dalam identifikasi suatu objek, seperti halnya identifikasi citra huruf hijaiyah. Huruf hijaiyah adalah huruf-huruf alfabet bahasa arab sebagai bahasa asli Al-Qur'an. Hakikatnya manusia memiliki kemampuan untuk mengenali dan membedakan pola huruf hijaiyah satu dengan yang lainnya, akan tetapi tidak demikian halnya komputer, dengan menggunakan citra digital dan *machine learning*, dalam penelitian ini dibangun suatu konsep identifikasi dengan cara mengenali citra huruf hijaiyah menggunakan salah satu metode *machine learning* yaitu metode *extream learning machine* (ELM). *Extreme learning machine* (ELM) merupakan jaringan syaraf tiruan *feedforward* dengan satu hidden layer atau lebih dikenal dengan istilah *single hidden layer feedforward neural networks* (SLFNs). Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah komputer dapat mengidentifikasi objek sebagaimana kemampuan manusia dan melihat seberapa akurat hasil yang didapatkan pada metode ELM. Proses identifikasi citra digital dengan metode *extream learning machine* (ELM) dilakukan dengan dua tahap yaitu *training* dan *testing*, dimana sebelumnya dilakukan proses *preprocessing* terlebih dahulu dengan cara mengubah warna citra RGB ke HSV dan mengolah warna v , kemudian dilakukan segmentasi dengan tujuan memisahkan antara objek (*foreground*) dengan *background*, selanjutnya agar mudah mengenali pola dilakukan proses morfologi. Dari simulasi yang dilakukan terhadap data uji, diperoleh hasil akurasi rata-rata sebesar 90% dengan error 10% .

Kata kunci: ELM, citra digital, identifikasi, huruf hijaiyah.

1. PENDAHULUAN

Citra atau gambar merupakan salah satu komponen multimedia yang memiliki peran penting sebagai bentuk informasi visual. Secara matematis citra digital merupakan fungsi dua variabel yang dapat dinyatakan dengan $f(x,y)$, dimana x dan y merupakan titik koordinat spasial dan amplitudo dari fungsi f pada sembarang koordinat (x,y) disebut intensitas atau level keabuan yang merupakan representasi dari warna cahaya yang ada pada citra analog [1]. Teknologi pengolahan citra digital memiliki banyak manfaat salah satunya dalam identifikasi suatu objek. Identifikasi objek dalam bentuk citra digital merupakan bagian dari *computer vision* yang menerapkan *pattern recognition* dan umumnya bertujuan untuk mengenali suatu objek dengan cara mengekstrak informasi penting yang terdapat pada suatu citra [2]. Pada dasarnya manusia memiliki kemampuan untuk mengenali dan membedakan pola dengan mudah seperti halnya pola yang terdapat pada citra huruf hijaiyah akan tetapi tidak demikian halnya komputer, komputer perlu adanya *learning* untuk dapat membedakan pola objek huruf hijaiyah.

Huruf hijaiyah merupakan huruf-huruf alfabet dalam bahasa arab sebagai bahasa asli Al-Qur'an yang jumlahnya ada 28 atau 30 jika huruf rangkap lam alif dan hamzah dimasukkan sebagai huruf yang berdiri sendiri. Pada penelitian ini menggunakan citra digital dalam membangun suatu konsep identifikasi dengan cara mengenali citra huruf hijaiyah, selain citra digital dalam penelitian ini juga menggunakan *machine learning*. *Machine learning* adalah salah satu disiplin ilmu dari *computer science* yang mempelajari bagaimana membuat komputer atau mesin mempunyai suatu kecerdasan [2], sehingga komputer dapat mengenali dan membedakan

pola seperti halnya manusia. Metode *machine learning* yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *extream learning machine* (ELM). ELM adalah metode yang bekerja dengan konsep *single hidden layer feed forward networks* (SLFNs), metode ini diciptakan untuk mengatasi kelemahan metode jaringan syaraf tiruan *feedforward* terutama pada proses *learning speed* [3]. ELM telah diterapkan pada berbagai bidang karena kecepatan dan kinerja generalisasi yang signifikan dengan inisialisasi acak dari *input* bobot dan penentuan *output* secara analitik [4].

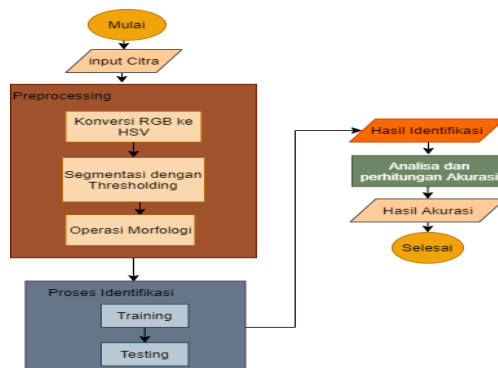
Penelitian tentang metode *Extreme machine learning* (ELM) yang pernah dilakukan diantaranya: ELM digunakan sebagai model klasifikasi pola menggunakan citra MRI 3D untuk mengidentifikasi kelainan jaringan dalam histologi otak [5]. *Extream Learning Machine* juga digunakan untuk pengenalan objek digital dimana selain menggunakan ELM untuk *preprocessing* juga menggunakan deteksi tepi Canny [2]. Adapun untuk penelitian identifikasi huruf hijaiyah dilakukan menggunakan metode *backpropagation* [6]. Selain itu juga identifikasi huruf hijaiyah menggunakan partisi citra [7]. Membandingkan *Extreme machine learning* dengan jaringan syaraf tiruan *Backpropagation*, dimana hasil prediksinya lebih baik bila dibandingkan dengan *Backpropagation*, karena ELM melakukan proses training lebih cepat [8]

Dari uraian di atas, tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi citra huruf hijaiyah dengan menggunakan metode *extream learning machine* (ELM) dan melihat akurasi hasil yang didapatkan dari metode ELM. ELM memiliki banyak keunggulan diantaranya Kecepatan belajar, tingginya kemampuan generalisas, dan minimal intervensi manusia [9] [10].

Tahapan dari penelitian ini adalah menginputkan citra huruf hijaiyah kemudian dilakukan proses *pre-poceccing* bertujuan memperbaiki kualitas dan mempertajam fitur-fitur yang dimiliki citra inputan. Teknik yang digunakan adalah mengkonversi ruang warna citra RGB menjadi HSV, mengekstrak komponen V (*value*) pada citra HSV. Selanjutnya melakukan segmentasi citra yang berguna untuk proses analisis gambar untuk ekstraksi ciri [11]. Segmentasi citra dalam penelitian ini menggunakan metode *thresholding* terhadap komponen V (*value*) dan mengubahnya menjadi bentuk citra biner, *smhooting* dengan *median filtering*, operasi morfologi dengan *filling holes* yang dilanjutkan dengan operasi morfologi area *opening* dan setelah itu operasi morfologi area *closing* serta ekstraksi ciri morfologi berdasarkan nilai area, *perimeter*, *eccentricity*, *major axis length*, dan *minor axis length*.

2. METODE PENELITIAN

Berikut blok diagram dari identifikasi citra huruf hijaiyah dengan metode ELM yang dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1. Diagram Tahapan Identifikasi

Adapun tahapan dari Gambar 2.1 adalah sebagai berikut:

1. *Input* data citra huruf hijaiyah
2. Selanjutnya proses *preproceccing* citra yang bertujuan memperbaiki kualitas dan mempertajam fitur-fitur yang dipunyai citra inputan. Teknik yang digunakan adalah mengkonversi ruang warna citra RGB menjadi HSV, mengekstrak komponen V (*value*) pada citra HSV, melakukan segmentasi citra menggunakan metode *thresholding* terhadap komponen value dan mengubahnya menjadi bentuk citra biner, melakukan *median filtering*, melakukan operasi morfologi dengan *filling holes* yang dilanjutkan dengan operasi morfologi area *opening* dan setelah itu operasi morfologi area *closing* untuk menyempurnakan hasil segmentasi dan kemudian diekstraksi ciri morfologi berdasarkan nilai *area*, *perimeter*, *eccentricity*, *major axis length*, dan *minor axis length*.
3. Dilakukan identifikasi dengan menggunakan metode *ekstream learning machine* (ELM) dengan dua tahapan yaitu *training* (pelatihan) dan *testing* (pengujian). Adapun algoritma dari metode *extreme learning machine* adalah sebagai berikut [12]:

Input : $input\ x_j$ dan target $output\ t_j, j = 1, 2, \dots, N$

Output: bobot $input\ w_i$, bobot $output\ \beta_i$ dan bias $b_i, i = 1, 2, \dots, N$

Algoritma:

- | | |
|-----------|---|
| Langkah 1 | : Tentukan fungsi aktivasi $g(x)$ dan jumlah <i>hidden nodes</i> \tilde{N} |
| Langkah 2 | : Tentukan secara acak nilai dari bobot $input\ w_i$ dan bias $b_i, i = 1, 2, \dots, \tilde{N}$ |
| Langkah 3 | : Hitung nilai matriks <i>output</i> H pada <i>hidden layer</i> |
| Langkah 4 | : Hitung nilai bobot <i>output</i> β |

4. Memperoleh hasil identifikasi citra huruf hijaiyah
5. Menganalisa dan mengevaluasi hasil dengan cara menghitung akurasi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengumpulan data

Simulasi pada program dilakukan pada gambar berekstensi jpg. Gambar yang akan digunakan telah tersimpan dalam penyimpanan komputer yang diperoleh dari internet dan penelitian sebelumnya, dimana gambar-gambar tersebut diedit terlebih dahulu dan dipotong (*crop*) menggunakan *Adobe Photoshop Portable* untuk menyamakan ukurannya. Data citra tersebut merupakan gambar berwarna (RGB)/*grayscale*/biner dengan ukuran piksel 300×300 dan dibagi ke dalam dua kelompok yaitu data *training* dan data *testing*. Berikut beberapa tampilan dari data set gambar yang digunakan untuk simulasi yang dapat dilihat pada Gambar 3.1.



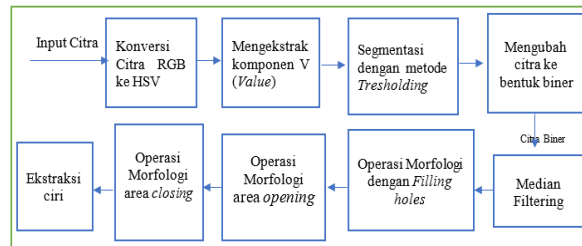
Gambar 3.1. Beberapa Data Set Huruf Hijaiyah

JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI

Luluk Sarifah, Siti Khotijah, Marinatul Khaliqah

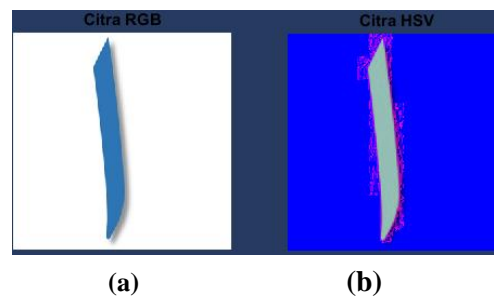
3.2 Preprocessing data

Agar dapat diproses oleh *extreme learning machine*, maka data citra yang telah dikumpulkan harus melalui proses *preprocessing* terlebih dahulu. Berikut urutan proses *preprocessing* yang mana termasuk dalam proses pengenalan objek, dapat dilihat pada Gambar 3.2.



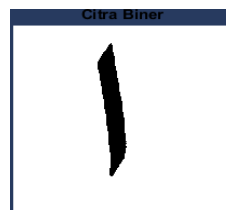
Gambar 3.2. Diagram Blok Proses Pengenalan Objek

Berdasarkan Gambar 3.2, *preprocessing* terdiri dari beberapa tahap yaitu: menginputkan citra RGB/Grayscale/Biner, kemudian hasilnya dikonversi dari RGB/Grayscale/Biner ke HSV dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. (a) Citra Input RGB, (b) Citra Hasil Konversi RGB ke HSV

Gambar 3.3 bagian (a) merupakan hasil dari *input* sebuah citra, sedangkan Gambar 4 bagian (b) merupakan citra hasil dari proses mengubah citra RGB ke HSV. Setelah dilakukan konversi RGB ke HSV, selanjutnya ngekstrak komponen V (*value*) untuk dilakukan segmentasi citra menggunakan metode *thresholding* terhadap komponen *value* tersebut. Citra hasil *thresholding* dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4. Citra Hasil *Thresholding* dengan bentuk Citra Biner

Gambar 3.4 merupakan hasil dari sementasi citra yang berbentuk citra biner menggunakan metode *thresholding* terhadap komponen *value* pada citra HSV. Citra hasil segmentasi dengan *Thresholding* yang berbentuk citra biner tersebut *dismhooting* dengan *median filtering*, selanjutnya dilakukan operasi komplemen agar objek bernilai 1 (berwarna putih), sedangkan background bernilai nol (berwarna hitam), kemudian dilakukan operasi morfologi menggunakan

JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI

Luluk Sarifah, Siti Khotijah, Marinatul Khaliqah

filling holes yang dilanjutkan dengan operasi morfologi area *opening* dan setelah itu operasi morfologi area *closing*. Hasil dari operasi morfologi dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5. Citra Hasil Operasi Morfologi

Untuk menyempurnakan hasil segmentasi dilakukan ekstraksi ciri morfologi berdasarkan nilai *area*, *perimeter*, *eccentricity*, *major axis length*, dan *minor axis length*, yang mana hasil ekstraksi ciri dapat dilihat pada Gambar 3.6, dimana Gambar 3.6 adalah hasil ekstraksi ciri yang merupakan tahapan dalam pengenalan pola sehingga dapat membedakan bentuk objek satu dengan objek lainnya.

	Ciri	Nilai
1	Area	6879
2	Perimeter	477.3500
3	Eccentrici...	0.9867
4	Major Axi...	237.6054
5	Minor Axi...	38.5549

Gambar 3.6. Hasil Ekstraksi Ciri

3.3 Pemodelan Extreme Learning Machine Untuk Identifikasi Citra Huruf Hijaiyah

Extreme Learning Machine (ELM) adalah jaringan syaraf tiruan *feedforward* dengan *single hidden layer* atau biasa disebut *single hidden layer feedforward neural networks* (SLFNs). ELM terdiri dari 3 layer, yaitu input layer, *hidden layer*, dan output layer [2]. *Input* untuk jaringan berupa citra grayscale, RGB, ataupun citra biner yang berukuran berukuran 300x300 piksel yang merupakan hasil dari praproses data. Jumlah node pada layer pertama sama dengan ukuran dari citra input yaitu 300x300 atau 90.000 node. Layer kedua merupakan *hidden layer* yang memberikan hasil optimal dengan 45.000 node. Hasil keluaran dari *hidden layer* ini akan dimasukkan ke dalam layer terakhir yaitu *output layer*. Pembagian data set untuk training dan testing pada ELM adalah 500 data citra digunakan untuk data training dan 30% dari data Training digunakan untuk data testing.

Berikut penjabaran dari 3 layer ELM [2]:

1. *Input layer*

Input yang digunakan terdiri dari 500 data citra dengan $x_i = [x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{i4500}]^T$ dan $t_i = [t_{i1}, t_{i2}, x_{i3}]^T$. Jumlah *hidden nodenya* adalah 45.000 dan fungsi aktivasi $g(x)$, sehingga dapat dideskripsikan seacara matematis diperoleh model ELM sebagai berikut:

$$\sum_{i=1}^{45000} \beta_i g_i(x_j) = \sum_{i=1}^{45000} \beta_i g(w_i \cdot x_j + b_i) = o_j,$$

JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI
Luluk Sarifah, Siti Khotijah, Marinatul Khaliqah

$$j = 1, 2, \dots, 500$$

dimana:

$w_i = [w_{i1}, w_{i2}, \dots, w_{i45000}]^T$ merupakan bobot dalam bentuk vektor yang menghubungkan *hidden node* ke- i dan *input nodes*.

$\beta_i = [\beta_{i1}, \beta_{i2}, \beta_{i3}]^T$ merupakan bobot dalam bentuk vektor yang menghubungkan *hidden node* ke- i dan *output nodes*.

b_i merupakan *bias* dari *hidden node* ke- i

$w_i \cdot x_j$ merupakan *inner product* dari w_i dan x_j .

Input untuk jaringan berupa citra *grayscale*/RGB/biner yang berukuran 300x300 piksel dan merupakan hasil dari praproses data. Jumlah *node* pada *layer* pertama sama dengan ukuran dari citra *input* yaitu 300x300 atau 90.000 *node*. *Input layer* dihubungkan ke *hidden layer* dengan vektor bobot w yang nilainya ditentukan secara random, begitu juga bias yang terhubung dengan *node-node* pada *hidden layer* juga ditentukan secara *random*. Fungsi yang dipilih sebagai fungsi aktivasi pada *layer* ini adalah fungsi *softsign* yaitu [13]:

$$f(x) = \frac{x}{1+|x|} \quad (1)$$

Fungsi aktivasi pada persamaan (1) memberikan batasan keluaran antara (-1,1), sehingga dapat dirumuskan suatu fungsi umum sebagai berikut:

$$H_{i,j} = g(w_i \cdot x_j + b_i) \quad (2)$$

$$= \frac{w_i \cdot x_j + b_i}{1+|w_i \cdot x_j + b_i|}$$

dengan:

- H : Matriks output pada *hidden layer*
- w : Vektor bobot yang menghubungkan *hidden node* dan *input node*
- x : Vektor *input*
- b : Bias yang terhubung dengan *hidden node*
- i : indeks jumlah *node* pada *hidden layer*
- j : indeks jumlah citra *input*

Menghitung vektor *output* juga dapat ditulis sebagai berikut [14]:

$$H = \widehat{g}(x')$$

2. Hidden layer

Hidden layer di jaringan *Extream Learning Machine*. Dalam penelitian ini terdiri dari 45.000 *nodes hidden layer* dan *output layer* dihubungkan oleh vektor bobot β . Sehingga dengan $N = 500$ dan $\tilde{N} = 45.000$ dapat dituliskan suatu persamaan sebagai berikut:

$$H\beta = T \quad (3)$$

$$H = \begin{bmatrix} g(w_1 \cdot x_1 + b_1) & \cdots & g(w_{45000} \cdot x_1 + b_{45000}) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ g(w_1 \cdot x_{500} + b_1) & \cdots & g(w_{45000} \cdot x_{500} + b_{45000}) \end{bmatrix}$$

$$\beta = \begin{bmatrix} \beta_1^T \\ \vdots \\ \beta_{45000}^T \end{bmatrix} \text{ dan } T = \begin{bmatrix} t_1^T \\ \vdots \\ t_{500}^T \end{bmatrix}$$

Oleh karena itu *output* yang berhubungan dengan *hidden layer* dapat ditentukan dari persamaan berikut [15]:

$$\beta = H^+T \quad (4)$$

dimana: T adalah vector target yang berfungsi sebagai kebenaran dasar data pelatihan

H^+ adalah Moore-Penrose

3. Output Layer

Setiap *node* yang ada di *hidden layer* dihubungkan dengan *output layer* melalui vektor bobot β . Jumlah *node* pada *output layer* disesuaikan dengan jumlah kelas dari objek yang akan dikenali. *Output layer* pada penelitian ini terdiri dari 3 buah *node* yang terdiri dari benar, salah, dan tidak dikenali dan hasil keluaran dari *output layer* ini mewakili kelas dari citra input. Nilai *output* dari *layer* ini dapat dihitung dengan Persamaan (3).

Adapun *output layer* yang menjadi target dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Target Output

TARGET OUTPUT	KETERANGAN
Benar	Berhasil dalam melakukan identifikasi huruf hijaiyah sesuai data set yang telah ditentukan
Salah	Gagal dalam melakukan identifikasi huruf hijaiyah
Tidak dikenali	Gagal melakukan identifikasi sehingga sistem yang dibuat tidak mengenali huruf hijaiyah.

Tabel 3.1 digunakan dalam menentukan targer *output* dalam identifikasi objek, dimana nantinya objek yang teridentifikasi benar masuk dalam kategori dikenali, sedangkan objek yang teridentifikasi salah dan tidak dikenali semuanya masuk dalam kategori tidak dikenali. Kategori-kategori tersebut digunakan dalam mendapatkan akurasi dari identifikasi citra huruf hijaiyah dengan metode ELM.

3.4 Tampilan Simulai Identifikasi Citra Huruf Hijaiyah

Simulasi identifiaksi citra huruf hijaiyah menggunakan MATLAB R2015A dengan membuat User Interface (GUI). Pada Gambar 2.8 menampilkan simulasi hasil identifikasi citra huruf Hijaiyah dengan antarmuka sistem yang memiliki tampilan dengan nama *main_program*, dan memiliki beberapa panel diantaranya panel pengolahan dan hasil ekstraksi ciri yang terdiri dari pilih citra, HSV, *thresholding*, operasi morfologi serta menampilkan tabel hasil ekstraksi ciri. Panel proses dan hasil berisi tampilan dari input citra, hasil citra yang diubah dari RGB/*grayscale*/biner ke HSV, citra biner hasil segmentasi dengan *thresholding* dan citra hasil operasi morfologi. Panel hasil terdiri dari data huruf, identifikasi dan reset.

JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI

Luluk Sarifah, Siti Khotijah, Marinatul Khaliqah

9	Dzal	Dzal	Dzal	Dal	Dzal	Dzal	4	1
10	Ra'	Ra'	Ra'	Ra'	Ra'	Ra'	5	0
11	Za	Za	Ra'	Za	Ra	Za	4	1
12	Sin	Sin	Sin	Sin	Sin	Sin	5	0
13	Syin	Syin	Sin	Syin	Syin	Shod	3	2
14	Shod	Shod	Shod	Shod	Shod	Shod	5	0
15	Dhod	Dhod	Dhod	Dhod	Dhod	Syin	4	1
16	Tha'	Tha'	Tha'	Tha'	Tha'	Tha'	5	0
17	Dho'	Tha'	Dho'	Dho'	Dho'	Dho'	4	1
18	'Ain	'Ain	'Ain	'Ain	'Ain	'Ain	5	0
19	Ghain	Ghain	Ghain	'Ain	Ghain	Ghain	4	1
20	Fa'	Fa'	Fa'	Fa'	Fa'	Fa'	5	0
21	Qaf	Qaf	Qaf	Ha'	Qaf	Fa'	3	2
22	Kaf	Kaf	Kaf	Kaf	Kaf	Kaf	5	0
23	Lam	Lam	Lam	Lam	Lam	Lam	5	0
24	Mim	Mim	Mim	Mim	Mim	Mim	5	0
25	Nun	Nun	Nun	Nun	Nun	Nun	5	0
26	Waw	Waw	waw	waw	Dal	Waw	4	1
27	Ha	Ha	Ha	Ha	Ha	Ha	5	0
28	Hamza	Hamza	Hamza	Hamza	Hamzah	Hamzah	5	0
	h	h	h	h				
29	Lam	Lam	Lam	Lam	Kaf	Lam	4	1
	Alif	Alif						
30	Ya	Ya	Waw	Ya	Ya	Fa'	5	0
							135	15
							Sum	

Rata-rata akurasi (%)

90%

4. KESIMPULAN

1. Sebelum mengidentifikasi citra huruf hijaiyah perlu dilakukan *preprocessing* terlebih dahulu. *Preprocessing* terdiri dari proses mengkonversi ruang warna citra RGB menjadi HSV, dimana dari citra HSV hanya mengekstrak komponen V (*value*), melakukan segmentasi citra

menggunakan metode *thresholding* terhadap komponen *value* dan mengubahnya menjadi bentuk citra biner, melakukan *median filtering*, melakukan operasi morfologi dengan *filling holes* yang dilanjutkan dengan operasi morfologi area *opening* dan setelah itu operasi morfologi area *closing* untuk menyempurnakan hasil segmentasi, dan proses selanjutnya dilakukan ekstraksi ciri morfologi berdasarkan nilai *area*, *perimeter*, *eccentricity*, *major axis length*, dan *minor axis length*.

2. Untuk proses identifikasi dengan menggunakan metode *extreme learning machine* ada dua tahap yaitu *training* dan *testing*. Untuk identifikasi citra huruf hijaiyah menggunakan data *training* sebanyak 500 buah citra, kemudian 150 data atau 30% dari data training digunakan untuk proses *testing*
3. Dari simulasi yang dilakukan, diperoleh akurasi 100% untuk *training* dan uji coba terhadap data *testing* diperoleh rata-rata akurasi sebesar 82% dan error 18%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gonzalez, R.C. & Woods, R.E, 2008. *Digital Image Processing*, 3rd edition, Prentice Hall, New Jersey.
- [2] Fikriya, Z.A, Irawan, M. I & Soetrisno, 2017. Implementasi Extreme Learning Machine untuk Pengenalan Objek Citra Digital, *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, Vol. 6, No.1.
- [3] Mahdiyah, U., Irawan, M. I., & Imah, E. M, 2015. Study Comparison Backpropagation, Support Vector Machine, and Extreme Learning Machine for Bioinformatics Data. *Journal of Computer Science and Information*, vol. 8, pp 53-59.
- [4] Yahia, S., Said, S., dan Zaied, M., 2021. Wavelet Extreme Learning Machine and Deep Learning for Data Classification, *Neurocomputing*, <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2020.04.158>
- [5] Deepa, S. N. & Arunadevi, B, 2013. Extreme Learning Machine for Classification of BrainTumor in 3D MR Images. *Informatol*, vol. 46, pp 111-121.
- [6] Syahara, P., 2017. Identifikasi Huruf Hijaiyah Tulisan Tangan Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation, *Skripsi*, Program Studi Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer AKAKOM, Yogyakarta.
- [7] Sanjaya, A., & Widodo, D.W., 2018. Identifikasi Tulisan Tangan Huruf Hijaiyah, *Jurnal Ilmiah NERO*, vol. 4, no. 1.
- [8] Tiffany, S., Sarwinda, D., Handari, B. D., Hertono, G. F., 2021. The Comparison Between Extreme Learning Machine and Artificial Neural Network-Back propagation for Predicting the Dengue Incidences Number in DKI Jakarta, *Journal of Physics: Conference Series*. 1821 012025
- [9] Ding, S., Zhao, H., Zhang, Y., Xu, X., Nie, R., 2015. Extreme learning machine: algorithm, theory and applications, *Artif. Intell. Rev.* 44 (1) (2015) 103–115. [31]
- [10] Rajesh, Prakash, J. S, 2021. Extreme learning machines a review and state of the art, *Int. J. Wisdom Based Comput.* 1 (1) 35–49.
- [11] Srikanth, R., & Bikshalu, K., 2020. Multilevel thresholding image segmentation based on energy curve with harmony Search Algorithm *Ain Shams Engineering Journal* 12, 1–20. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2020.09.003>

- [12] Huang, G.B., Zhu, Q.Y. & Siew, C.K., 2006. Extreme Learning Machine: Theory and Applications. *Neuron Computing*, Vol.70, hal. 489-501. Nanyang Technological University. Singapore
- [13] Glorot, X., & Bengio, Y., 2010. Understanding the Difficulty of Training Deep Feedforward neural Networks, *Proceeding of the 13th International Conference on Artificial Intelligence and Statistics (AISTATS)*, vol 9, pp. 249-256.
- [14] Song, S., Wang, M., & Lin, Y., 2020. An Improved algorithm for incremental extreme Learning machine. *System Science & Control engineering: An Open Access Journal.*, vol 8, No. 1, 308-3017
- [15] Ooi, B., P., dkk., 2021. A Study of Extreme Learnig Machine On Small Sample-Sized Classification Problems. *International Conference on Man Machine System.*