

Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation dalam Pengenalan Huruf Hijaiyah

Sufi Vanitra¹, Barry Ceasar Oktariadi², Syarifah Putri Agustini Alkadri³

Universitas Muhammadiyah Pontianak

e-mail: ¹sufivanitra@gmail.com, ²barry.ceasaro@unmuhpnk.ac.id, ³agustini.putri@unmuhpnk.ac.id

Diajukan: 2 Oktober 2025; Direvisi: 19 Oktober 2025; Diterima: 27 Oktober 2025

Abstrak

Pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran bahasa Arab dan Al-Qur'an masih kurang dan terkendala oleh minimnya sistem yang mampu mengenali huruf hijaiyah tulisan tangan secara akurat. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem klasifikasi huruf hijaiyah tulisan tangan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) algoritma backpropagation yang digabungkan dengan teknik ekstraksi ciri bentuk dan tekstur (GLCM). Dataset terdiri dari 1200 data latih dan 300 data uji dengan citra huruf hijaiyah tulisan tangan bersumber dari Kaggle dan 150 data uji dengan citra huruf hijaiyah tulisan tangan secara langsung. Tahapan penelitian meliputi preprocessing citra (resize, grayscale, Gaussian filter, binarisasi Otsu), ekstraksi 24 fitur (8 fitur bentuk dan 16 fitur GLCM), normalisasi, serta pelatihan dan pengujian model. Hasil pelatihan model mencapai akurasi sempurna 100%, sedangkan hasil pengujian pada data tulisan tangan menggunakan data Kaggle sebesar 99,33%. Sedangkan pengujian menggunakan tulisan tangan secara langsung sebesar 93%. Namun, ketika diuji dengan data huruf font digital yang belum pernah dilihat sebelumnya, akurasi sistem menurun drastis menjadi 20%. Hasil ini menyimpulkan bahwa metode backpropagation yang dipakai sangat efektif untuk mengenali pola spesifik dari dataset tulisan tangan yang dilatih, namun memiliki kemampuan generalisasi yang terbatas terhadap variasi bentuk huruf yang baru.

Kata kunci: huruf hijaiyah, tulisan tangan, jaringan syaraf tiruan, backpropagation

Abstract

The use of technology in learning Arabic and the Qur'an is still lacking and is hampered by the lack of systems that are able to recognize handwritten hijaiyah letters accurately. This study aims to develop a classification system for handwritten hijaiyah letters using an Artificial Neural Network (ANN) backpropagation algorithm combined with the shape and texture feature extraction (GLCM) technique. The dataset consists of 1200 training data and 300 test data with handwritten hijaiyah letter images sourced from Kaggle and 150 test data with handwritten hijaiyah letter images directly. The research stages included image preprocessing (resize, grayscale, Gaussian filter, Otsu binarization), extraction of 24 features (8 shape features and 16 GLCM features), normalization, and model training and testing. The model training results achieved a perfect 100% accuracy, while the test results on handwriting data using Kaggle were 99.33%. The test results using live handwriting were 93%. However, when tested with previously unseen digital font data, the system's accuracy dropped drastically to 20%. These results conclude that the backpropagation method used is very effective in recognizing specific patterns from the trained handwriting dataset, but has limited generalization capabilities to new letterform variations.

Keywords: hijaiyah letters, handwriting, artificial neural networks, backpropagation

1. Pendahuluan

Dalam fase perkembangan anak, kemampuan mengenali dan membaca huruf merupakan fondasi penting dalam proses pembelajaran membaca, khususnya dalam membaca Al-Qur'an. Namun, huruf hijaiyah memiliki bentuk yang kompleks dan kemiripan antar huruf yang tinggi, sehingga menyulitkan banyak anak untuk mengenalinya, terlebih jika huruf tersebut ditulis tangan[1]. Tulisan tangan memiliki variasi bentuk tergantung gaya masing-masing individu, yang membuat proses pembelajaran semakin menantang, terutama bagi anak-anak yang masih berada dalam tahap awal belajar membaca Al-Qur'an. Oleh karena itu, diperlukan suatu alat bantu yang mampu membantu anak mengenali huruf dengan cara yang lebih efektif dan adaptif terhadap berbagai bentuk tulisan tangan[2].

Saat ini, pemanfaatan teknologi dalam dunia pendidikan semakin meningkat, termasuk dalam pembelajaran bahasa Arab dan Al-Qur'an. Sayangnya, masih sedikit sistem yang mampu mengenali huruf hijaiyah tulisan

tangan secara akurat. Padahal, sistem pembelajaran berbasis teknologi dapat menjadi solusi praktis untuk membantu anak-anak belajar dengan lebih interaktif, menyenangkan, serta memberikan umpan balik secara langsung.

Berbagai pendekatan telah dicoba untuk meningkatkan akurasi pengenalan huruf Hijaiyah. Penelitian sebelumnya menunjukkan perkembangan metode yang digunakan. Awalnya, teknik sederhana seperti pencocokan citra banyak dipakai, namun metode ini sangat kaku dan gagal menangani variasi tulisan tangan. Kemudian, pendekatan yang lebih kompleks seperti algoritma genetika dan pendekatan sintaktik juga diujicobakan. Meskipun lebih fleksibel, metode-metode ini masih memiliki keterbatasan dalam mengenali pola tulisan tangan yang rumit dan non-linear, terutama untuk huruf Hijaiyah yang memiliki variasi bentuk yang sangat beragam. Sebelumnya telah banyak penelitian mengenai pengolahan citra pada pengenalan pola menggunakan jaringan syaraf tiruan backpropagation[3]. Penelitian yang dilakukan oleh Asdar dengan metode Local Binary Pattern (LBP) dan Fuzzy K-Nearest Neighbor, metode ini telah terbukti berhasil dalam penelitian sejenis dan cocok untuk data citra dengan variasi bentuk dan rotasi keberhasilan mengenali huruf hijaiyah dengan akurasi 96,55%. namun, capaian ini hanya berlaku pada huruf digital yang seragam (seperti font komputer) dan tidak diterapkan pada dataset tulisan tangan yang lebih variatif[3]. Sementara itu, Lisa Amelia menggunakan algoritma Support Vector Machine (SVM) dengan hasil akurasi 99,16%, Kemampuan SVM dalam menangani masalah non-linier melalui penggunaan kernel function membuatnya sangat cocok untuk membedakan bentuk-bentuk kompleks dan variasi dari huruf hijaiyah[4][5]. meski mengesankan, penelitian ini juga masih terbatas pada pengenalan huruf dari font digital yang standar, bukan dari tulisan tangan yang alami. Keterbatasan ini menunjukkan bahwa diperlukan pendekatan yang lebih kuat untuk menangani kerumitan dan noise pada data tulisan tangan.

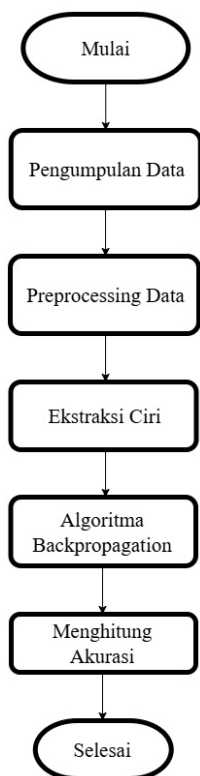
Alasan penggunaan Jaringan Saraf Tiruan (JST), khususnya algoritma backpropagation, dipilih sebagai solusi dalam penelitian ini karena kemampuannya yang unggul dalam mempelajari pola-pola yang kompleks dan non-linear[6]. Berbeda dengan metode konvensional yang memerlukan ekstraksi fitur manual yang sangat bergantung pada keahlian perancang, JST dapat secara otomatis mempelajari dan mengekstraksi fitur-fitur penting dari data selama proses pelatihan[7]. Kemampuan ini membuat JST sangat robust dalam menghadapi variasi bentuk, ukuran, dan gaya tulisan tangan yang tidak terbatas. Arsitektur multilayer pada JST backpropagation memungkinkan jaringan untuk membangun model internal yang sangat representatif untuk membedakan huruf-huruf yang mirip sekalipun.

Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan penggunaan algoritma backpropagation dalam Jaringan Syaraf Tiruan[8][9]. Metode ini bekerja dengan menyesuaikan bobot berdasarkan nilai kesalahan yang didapatkan selama proses pelatihan, sehingga memungkinkan jaringan untuk secara bertahap meningkatkan akurasi hingga menemukan bobot yang optimal untuk mengenali pola. Dengan adanya sistem pengenalan otomatis berbasis Jaringan Syaraf Tiruan backpropagation ini, anak-anak dapat belajar secara mandiri sambil menerima umpan balik langsung, menjadikan proses pembelajaran lebih interaktif dan menarik. Selain itu, sistem ini juga mendukung para pengajar dalam menyampaikan materi pembelajaran yang lebih inovatif dan berbasis teknologi, sehingga dapat menciptakan lingkungan belajar yang lebih adaptif dan sesuai dengan kebutuhan anak-anak di era digital. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memiliki urgensi dalam memecahkan masalah kesulitan anak-anak dalam mengenali huruf Hijaiyah, tetapi juga bertujuan untuk menciptakan solusi pembelajaran yang lebih modern, interaktif, dan efektif bagi generasi muda dalam mempelajari Al-Quran[10].

Backpropagation ditujukan untuk mengetahui bobot optimal pada jaringan saraf tiruan dengan arsitektur multilayer network. Metode ini bekerja dengan menyesuaikan bobot berdasarkan nilai kesalahan yang didapatkan selama proses training, sehingga memungkinkan jaringan untuk secara bertahap meningkatkan akurasi dalam mengenali pola.

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya pengumpulan data, preprocessing data, ekstraksi ciri, pelatihan data menggunakan algoritma backpropagation, menghitung akurasi. Alur penelitian yang diterapkan dapat dilihat pada diagram alir Gambar 2. 1 dibawah ini:

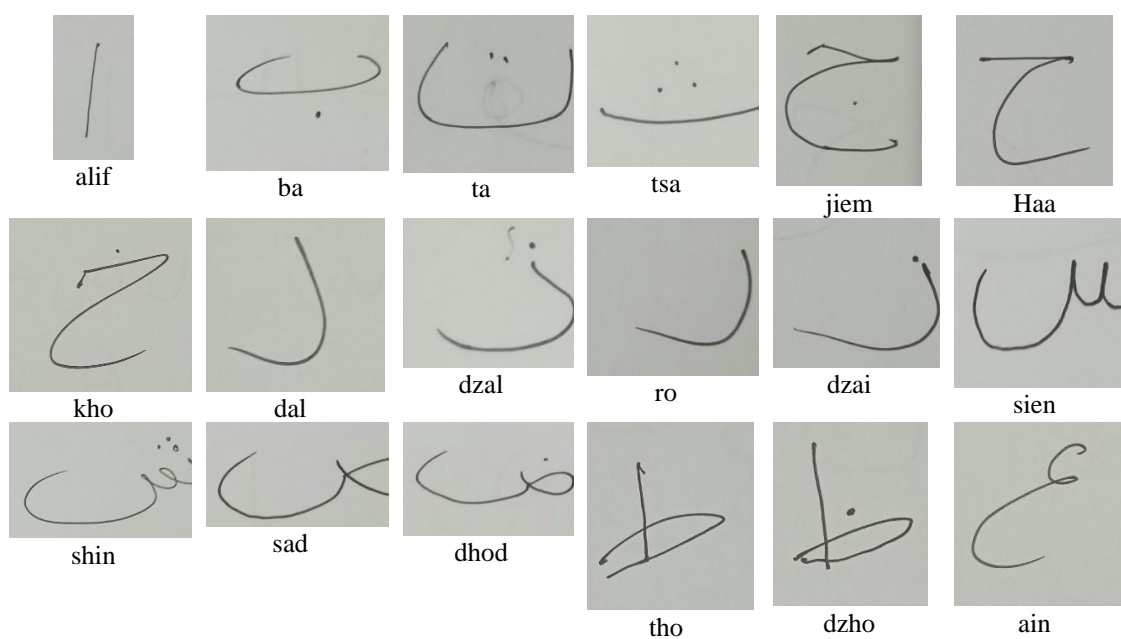


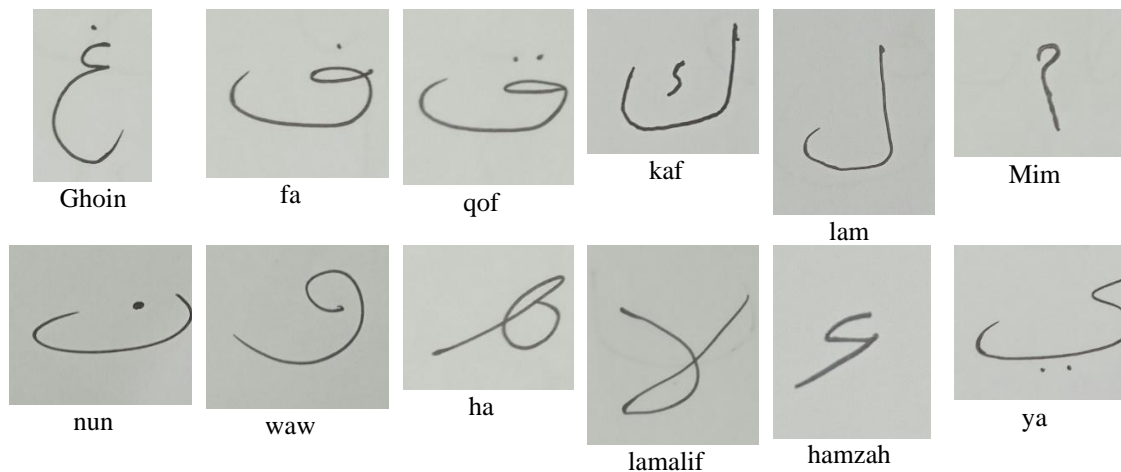
Gambar 2.1 Diagram Alur Metodologi Penelitian

2.1. Pengumpulan Data

Data diperoleh dari sumber publik yang tersedia di platform Kaggle[11], data diperoleh dari sumber publik, yang dapat diakses melalui tautan berikut:

<https://www.kaggle.com/datasets/kohaku99/tulisan-tangan-huruf-hijaiyah> dan tulisan tangan secara langsung. Adapun data-data yang dikumpulkan berupa citra digital huruf hijaiyah tulisan tangan dengan jumlah huruf yang digunakan ada 1650 citra dengan 30 huruf hijaiyah yang dapat dilihat pada Tabel 2. 1. Berikut contoh data huruf hijaiyah pada Gambar 2. 2.





Gambar 2. 2 tulisan tangan huruf hijaiyah

Tabel 2.1 jumlah huruf hijaiyah tiap kelas

No	Nama huruf	Jumlah huruf
1	alif	55
2	ba	55
3	ta	55
4	tsa	55
5	jiem	55
6	haa	55
7	kho	55
8	dal	55
9	dzal	55
10	ro	55
11	zain	55
12	sien	55
13	shin	55
14	shad	55
15	dhad	55
16	tho	55
17	dzho	55
18	ain	55
19	ghoin	55
20	fa	55
21	qaf	55
22	kaf	55
23	lam	55
24	mim	55
25	nun	55
26	waw	55
27	ha	55
28	lamalif	55
29	hamzah	55
30	ya	55

2.2. Preprocessing Data

Preprocessing data bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan penyempurnaan data sebelum data digunakan sekaligus untuk meningkatkan perhitungan akurasi. Pada tahapan preprocessing yang dilakukan

di matlab yang pertama adalah memasukkan dataset gambar huruf hijaiyah, mengubah ukuran citra menjadi 300 x 300 piksel, proses konversi RGB menjadi grayscale, kemudian dilakukan penapisan menggunakan Filter Gaussiiian untuk membuang derau *salt & pepper* yang timbul ketika proses scan paper. Masih dalam tahap pra-pengolahan, proses dilanjutkan dengan segmentasi menggunakan algoritma Otsu untuk mendapatkan bagian objek (*foreground*), yakni bagian huruf hijaiyah. Kegiatan ini akan menghasilkan citra biner. Lalu, hasil preprocessing di simpan dalam berbentuk .mat.[7].

2.3. Ekstraksi ciri

Proses ekstraksi ciri dimulai dengan memuat data hasil preprocessing dari file .mat, yang berisi gambar biner huruf hijaiyah. Tahap ini menggabungkan dua jenis fitur: bentuk/geometris dan tekstur (GLCM). fitur bentuk, digunakan untuk mengekstrak 8 ciri seperti luas (Area), keliling (Perimeter), kebulatan (Circularity), eksentrisitas (Eccentricity) dan yang lainnya. Sementara itu, fitur tekstur dihitung menggunakan Gray-Level Co-occurrence Matrix (GLCM) pada empat sudut (0° , 45° , 90° , 135°) dengan 4 properti GLCM: contrast, correlation, energy, dan homogeneity.

2.3. Algoritma Backpropagation

2.3.1. Perancangan arsitektur jaringan syaraf tiruan backpropagation

Jaringan syaraf tiruan dengan Backpropagation memiliki tiga lapisan utama:

1. Lapisan Input (input layer): Menerima fitur citra hasil preprocessing.
 2. Lapisan Tersembunyi (hidden layer): Melakukan pemrosesan pola menggunakan bobot yang diperbarui saat pelatihan.
 3. Lapisan Output (output layer): Menghasilkan output berupa prediksi huruf Hijaiyah yang sesuai.
- Parameter JST yang ditentukan:
- A. Jumlah neuron di hidden layer: Ditentukan berdasarkan eksperimen.
 - B. Fungsi aktivasi: Sigmoid biner.
 - C. Maksimum epoch (iterasi pelatihan): Ditentukan berdasarkan konvergensi model.

2.3.2. Pelatihan Data dengan Algoritma Backpropagation

Sebelum memulai pelatihan, pertama yang dilakukan adalah memuat dataset yang telah diproses sebelumnya. Dataset ini berisi fitur gambar huruf hijaiyah yang telah dikonversi ke dalam bentuk numerik agar bisa dipahami oleh JST. Setelah dataset siap, kemudian mendesain struktur JST. Ia memilih 24 neuron di lapisan tersembunyi, yang merupakan titik awal untuk menentukan kompleksitas model. Algoritma pelatihan yang dipilih adalah trainlm (Levenberg-Marquardt). Setelah jaringan terbentuk, kita memilih fungsi aktivasi untuk setiap lapisan. Lapisan tersembunyi menggunakan tansig (Tangens Sigmoid). Lapisan output menggunakan purelin (fungsi linear).

Agar pelatihan berjalan dengan baik, ilmuwan ini mengatur beberapa parameter penting seperti, Epochs, Goal, Min Grad, Max Fail. JST mulai belajar dari dataset, model ini menerima input gambar hijaiyah, lalu mencoba memetakan ke huruf yang sesuai dengan menyesuaikan bobot dan bias pada neuron. Setelah pelatihan selesai, MSE (Mean Squared Error) dihitung untuk melihat tingkat kesalahan. Semakin kecil nilai MSE, semakin baik model tersebut dalam mengenali huruf hijaiyah.

Backpropagation bekerja dalam tiga tahap utama:

- A. Feedforward (Menyebarkan Input ke Output).
 - 1) Input citra huruf Hijaiyah diberikan ke lapisan input.
 - 2) Perhitungan dilakukan hingga mencapai lapisan output menggunakan bobot awal yang diinisialisasi secara random.
 - 3) Output awal dibandingkan dengan target sebenarnya untuk menghitung error.
- B. Backpropagation (Menghitung dan Menyesuaikan Bobot)
 - 1) Menghitung error antara output yang diprediksi dan target sebenarnya.
 - 2) Menggunakan turunan fungsi aktivasi (sigmoid) dan metode gradient descent untuk memperbarui bobot.
 - 3) Proses ini berulang hingga error menjadi minimal atau hingga batas epoch tercapai.
- C. Updating Weights (Memperbarui Bobot di Setiap Lapisan)
 - 1) Bobot diperbarui secara bertahap agar model lebih akurat dalam mengenali huruf.

2.3.3. Pengujian Data

Tahapan pengujian yang pertama dilakukan adalah memuat model JST yang sudah dilatih, memilih gambar huruf hijaiyah untuk diuji, mengubah ukuran dan konversi ke grayscale, mengurangi noise dengan gaussian Filter, lalu ke format numerik, segmentasi huruf dengan metode Otsu, operasi morfologi untuk pembersihan hasil binarisasi, mengonversi gambar ke format vektor untuk JST, melakukan prediksi huruf hijaiyah

dengan JST, menampilkan hasil prediksi. Dengan langkah-langkah ini, JST sekarang bisa membantu mengenali huruf hijaiyah secara otomatis, yang dapat digunakan untuk berbagai aplikasi seperti pembelajaran bahasa Arab atau sistem pengenalan tulisan tangan.

2.4. Menghitung akurasi

Akurasi (Accuracy) adalah salah satu metrik evaluasi yang umum digunakan untuk mengukur sejauh mana model klasifikasi dapat melakukan prediksi dengan benar. Akurasi dihitung dengan membandingkan jumlah prediksi yang benar dengan jumlah total prediksi yang dilakukan. Rumus untuk mencari nilai akurasi pada penelitian ini adalah:

$$\text{Akurasi} = (\text{jumlah data benar}) / (\text{total data}) \times 100\% \quad (1)$$

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini berhasil membangun model penerapan jaringan syaraf tiruan backpropagation dalam pengenalan huruf hijaiyah. Dataset yang digunakan terdiri dari 1650 citra huruf hijaiyah yang dibagi kedalam 30 kelas. Data tersebut dibagi menjadi 2 yaitu data pelatihan 1200 citra dan data uji 300 citra dari Kaggle dan 150 dari tulisan secara langsung.

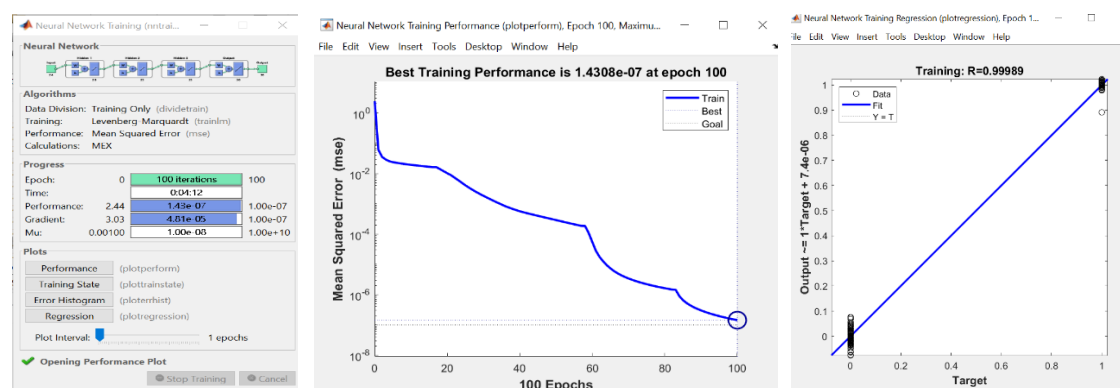
3.1. Hasil pelatihan

Pada tahapan pelatihan menggunakan metode *backpropagation* ini struktur jaringan yang dibuat terdiri dari input layer 24 fitur, 3 *hidden layer*, dan 30 *output layer*. Algoritma training *Levenberg-Marquardt* (trainlm). Berikut adalah hasil pelatihan pada Tabel 3. 1 menggunakan metode backpropagation sebanyak 10 kali. Penelitian ini penulis melakukan trial and error untuk mendapatkan nilai *performance* yang baik dengan mendekati nilai goal 0.0000001 dan akurasi pelatihan maximum 100%.

Tabel 3. 1 Hasil pelatihan backpropagation sebanyak 10 kali

No	input	Hidden layer 1	Hidden layer 2	Hidden layer 3	Epoch	Mse	Waktu	Akurasi persentasi
1	24	15	20	25	100	0.00449	04:46	89.89
2	24	10	25	25	100	0.00448	11:32	86.78
3	24	20	25	25	100	0.00449	07:34	89.89
4	24	15	25	30	100	0.0000109	07:43	100
5	24	20	20	30	100	0.000118	18:47	99.78
6	24	20	25	35	100	0.000000143	04:12	100
7	24	10	15	35	100	0.000210	06:31	99.67
8	24	10	20	30	100	0.000138	5:26	99.33
9	24	10	10	25	100	0.00468	02:32	86.44
10	24	10	25	35	100	0.0000373	18:20	99.89

Dapat dilihat pada Tabel 3. 1 konfigurasi jaringan syaraf tiruan dengan 3 hidden layer ukuran 20, 25, 35. Menggunakan fungsi aktivasi hidden layer tansig, tansig, tansig dan fungsi aktivasi output purelin. Konfigurasi pelatihan epoch: 100, waktu 04:12 menit, nilai mse 1.43e-07 atau 0.000000143, dan mendapatkan nilai akurasi pelatihan 100%.



Gambar 3. 1 Plot pelatihan neural network training

Tabel 3.1 menunjukkan pelatihan pengenalan huruf hijaiyah sebanyak 1200 huruf hijaiyah berhasil dikenali. Sehingga akurasi pada pelatihan ini mendapat 100% dan pengujian pengenalan huruf hijaiyah sebanyak 450 huruf memperoleh 93,77%. Pada pengujian menggunakan huruf hijaiyah font digital hanya memperoleh 20%. Pada pengujian huruf hijaiyah font digital, gui hanya mampu mengenali 60 dari 300 citra karena semua citra uji merupakan citra yang sama sekali tidak diperkenalkan selama pelatihan.

4. KESIMPULAN

Sistem pengenalan huruf hijaiyah dengan metode backpropagation menunjukkan performa yang sangat baik pada data huruf hijaiyah tulis tangan. Dari total 300 citra huruf yang diuji dari Kaggle, sebanyak 398 citra dikenali dengan benar, menghasilkan akurasi sebesar 99,33%. Dan pengujian menggunakan 150 citra huruf yang diuji dari tulisan tangan secara langsung, 138 citra dikenali dengan menghasilkan akurasi 93%. Hal ini menunjukkan bahwa metode backpropagation mampu mengenali pola huruf yang telah dilatih dengan sangat efektif.

Daftar Pustaka

- [1] F. M. Suryawan, J. Pragantha, dan T. Handayani, "Pengenalan Karakter Sibi Menggunakan Metode Convolutional Neural Network," *Jurnal Ilmu Komputer dan Sistem Informasi*, vol. 10, no. 1, hlm. 14–18, 2022, doi: 10.24912/jiksi.v10i1.17825.
- [2] M. Fathurrahman dan R. Dwiyanaputra, "Pengenalan Citra Huruf Hijaiah Menggunakan Metode Gray Level Co-Occurrence Matrices (Glc) Dengan 4 Sudut Orientasi Dan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation," *Jurnal Teknologi Informasi, Komputer, dan Aplikasinya (JTika)*, vol. 3, no. 1, hlm. 146–154, 2021, doi: 10.29303/jtika.v3i1.140.
- [3] R. A. Saputra dan Asdar, "Pengenalan Pola Huruf Hijaiah dengan Metode Backpropagation," *Proceedings - Konferensi Nasional Ilmu Komputer (KONIK)*, hlm. 424–427, 2021.
- [4] Lisa Amelia Putri, Andriani Sitorus, Nurul Fitriah, Havni Virul, Syawaliah Putri Rangkuti, dan Supiyandi Supiyandi, "Pengolahan Citra Huruf Hijaiyah Menggunakan Algoritma Support Vector Machine," *Neptunus: Jurnal Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi*, vol. 2, no. 3, hlm. 01–15, 2024, doi: 10.61132/neptunus.v2i3.168.
- [5] T. H. Saragih dan N. Huda, "Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Dengan Adaptive Moment Estimation Untuk Klasifikasi Penyakit Covid-19 Di Kalimantan Selatan," *Epsilon: Jurnal Matematika Murni Dan Terapan*, vol. 16, no. 2, hlm. 162, 2022, doi: 10.20527/epsilon.v16i2.6792.
- [6] E. G. Walker dan D. David, "Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Dalam Sistem Pakar Diagnosa Virus TORCH," *Sisfotenika*, vol. 10, no. 1, hlm. 87, 2020, doi: 10.30700/jst.v10i1.947.
- [7] B. C. Octariadi, "Pengenalan Pola Tanda Tangan Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation," *Jurnal Teknoinfo*, vol. 14, no. 1, hlm. 15, 2020, doi: 10.33365/jti.v14i1.462.
- [8] G. Gumelar dkk., "Jurnal Computer Science and Information Technology (CoSciTech) Implentation of CNN for Corn Leaf Disease Identification," vol. 6, no. 2, hlm. 175–180, 2025.
- [9] M. H. Abdullah dkk., "Penerapan Algoritma Backpropagation untuk Memprediksi Jumlah Pemain pada Game Valorant," *Jurnal Informasi dan Teknologi*, vol. 1, no. 3, hlm. 12–23, 2024, [Daring]. Tersedia pada:

-
- <https://jurnal.ftkom.uncp.ac.id/index.php/jitu/article/view/71%0Ahttps://jurnal.ftkom.uncp.ac.id/index.php/jitu/article/download/71/85>
- [10] B. Baso, D. Nababan, R. Risald, dan R. Y. Kolloh, “Segmentasi Citra Tenun Menggunakan Metode Otsu Thresholding dengan Median Filter,” *Jurnal Teknologi Dan Ilmu Komputer Prima (Jutikomp)*, vol. 5, no. 1, hlm. 1–6, 2022, doi: 10.34012/jutikomp.v5i1.2586.
- [11] A. C. Siregar *dkk.*, “Jurnal Computer Science and Information Technology (CoSciTech) Klasifikasi Penyakit Daun Tanaman Timun Berbasis Convolutional Neural Network (CNN) Classification of Cucumber Leaf Diseases Based on Convolutional Neural Network (CNN),” vol. 6, no. 2, hlm. 285–291, 2025.