



Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan untuk Pengenalan Pola Huruf Menggunakan Metode *Bidirectional Associative Memory* (BAM)

Warda Hamidah¹, Lailan Sofinah Harahap²

¹ Fakultas Sains dan Teknologi, Program Studi Ilmu Komputer,
Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Indonesia

² Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Program Studi Teknologi Informasi,
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Indonesia

Email: wardahamidah03@gmail.com¹, lailansofinahharahap@umsu.ac.id²

Abstract. *The process in artificial intelligence is similar to the process that occurs in the human brain. The pattern recognition process is to determine whether the input and output values are the same so that the system can detect the pattern. A reciprocal relationship between the input and output levels is made possible by the two interconnected layers of the Bidirectional Associative Memory (BAM) technique. As a result, this technique can serve as an associative memory, meaning that some of the data stored in it can be called upon.. The load signal is transmitted from the input layer X to the output layer Y in this procedure. The weight value will be modified by computing the outcomes between the ranks [1,0]. In this work, the active sigmoid function is employed. Three input characters—the letters S, O, and X—are used in this study's 5x5 order matrix. A pattern [27 4] that matches the target is produced by the target letter S [1,-1], a pattern [27 -3] that does not match the target is produced by the target letter O [1.1], and a pattern [-37 21] that matches the target is produced by the target letter X [-1,1]. Consequently, not all patterns are able to meet the established objectives.*

Keywords: *Pattern Recognition, Sigmoid, JST, Artificial Intelligence, Activation Function*

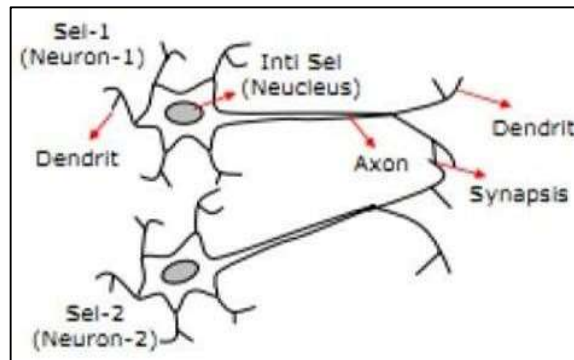
Abstrak. Proses dalam kecerdasan buatan serupa dengan proses yang terjadi pada otak manusia. Proses pengenalan pola adalah untuk menentukan apakah nilai masukan dan keluaran sama sehingga sistem dapat mendeteksi pola tersebut. Hubungan timbal balik antara tingkat input dan output dimungkinkan oleh dua lapisan saling terhubung dari teknik Bidirectional Associative Memory (BAM). Akibatnya, teknik ini dapat berfungsi sebagai memori asosiatif, yang berarti bahwa beberapa data yang disimpan di dalamnya dapat dipanggil.. Sinyal beban ditransmisikan dari lapisan input X ke lapisan output Y dalam prosedur ini. Nilai bobot akan dimodifikasi dengan menghitung hasil antara peringkat [1,0]. Dalam karya ini, fungsi sigmoid aktif digunakan. Tiga karakter input—huruf S, O, dan X—digunakan dalam matriks urutan 5x5 dalam studi ini. Sebuah pola [27 4] yang cocok dengan target dihasilkan oleh huruf target S [1,-1], sebuah pola [27 -3] yang tidak cocok dengan target dihasilkan oleh huruf target O [1.1], dan sebuah pola [-37 21] yang cocok dengan target dihasilkan oleh huruf target X [-1,1]. Akibatnya, tidak semua pola dapat memenuhi tujuan yang telah ditetapkan.

Kata Kunci: Pengenalan Pola, Sigmoid, JST, Kecerdasan Buatan, Fungsi Aktifasi

1. PENDAHULUAN

Menurut Heryati (2022), orang lain menganggap JST sebagai sistem komputasi yang dibangun dan dioperasikan berdasarkan pengetahuan tentang sel saraf biologis otak. Jaringan saraf tiruan, juga dikenal sebagai JST, adalah teknik pemrosesan informasi yang mirip dengan sistem sel saraf biologis dan menghasilkan model matematis untuk menyelesaikan masalah. Kemampuan mereka untuk menangkap hubungan input dan output yang kompleks membuat proses pemecahan masalah dan penyelesaian sistem yang rumit menjadi lebih mudah (Rozi Meri, 2022).

Otak Manusia Berfungsi Sebagaimana



Gambar 1. Syaraf Secara Biologis

Salah satu teknik saat ini yang dapat digunakan untuk pemrosesan karakter optik adalah neural network (Susilo et al., 2021). Teknik pengenalan pola mengukur sifat atau karakteristik sebuah objek untuk mengklasifikasikan dan menjelaskan pola atau objek kompleks. Proses pengenalan pola terdiri dari tahapan prapengolahan, ekstraksi ciri, dan klasifikasi. Semua tahapan ini dapat dilakukan oleh sistem pengenalan pola karakter, seperti neural network atau metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST) (Pangaribuan & Sagala, 2022). Berinteraksi dengan objek di sekitar kita, kita melihat dan bergerak dengan mereka (John Adler, 2021). Tujuan proses pengenalan pola terdiri dari dua bagian:

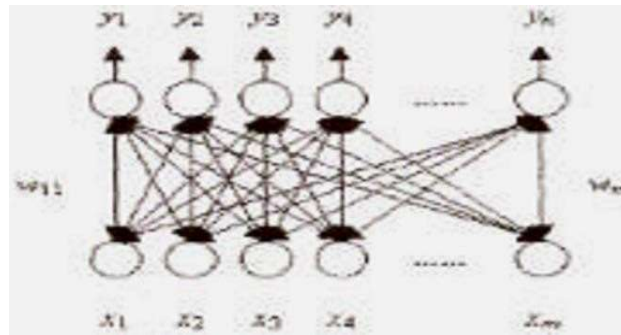
1. Menambah pola ke pola yang belum dikenal.
2. Klasifikasi terawasi berarti mengidentifikasi pola sebagai bagian dari kelas yang subjeknya sudah dikenal.

Langkah perantara dalam proses menghilangkan dan menormalkan gambar dalam satu cara, seperti pemrosesan gambar, teks, dll., pengiraan karakteristik, pengkelasan, dan akhirnya post-pemrosesan berdasarkan kelas pengenalan dan tingkat kepercayaan. Proses pengklasifikasian berhubungan dengan pengenalan pola. Dalam beberapa situasi tertentu, pengambilan dan pemilihan ciri-ciri juga dapat dilakukan secara semi-otomatis atau sepenuhnya otomatis, seperti yang terlihat dalam jaringan syaraf (*neural networks*) (Coding et al., 2021). JST digunakan untuk tiga representasi pola input: representasi biner, bipolar, dan kontinu (Zaitun et al., 2023). Menurut Muliona Rizki (2023) Sigmoid bipolar, yang memiliki jangkauan nilai $[-1,1]$ adalah fungsi aktivasi kedua.

Jaringan syaraf memiliki dua lapisan, yaitu lapisan input dan output, yang berhubungan satu sama lain secara timbal balik, menurut model memori timbal balik bidirectional (BAM). Dengan kata lain, jika bobot matriks sinyal dari lapisan input X ke lapisan output Y adalah W,

maka bobot matriks sinyal dari lapisan output Y ke lapisan input X adalah WT. (Purba, 2023)
Berdasarkan asumsi sebagai berikut:

1. Banyak komponen sederhana yang disebut neuron bertanggung jawab atas pemrosesan informasi.
2. Sinyal melalui ikatan neuron.
3. Setiap ikatan memiliki bobot, yang menguatkan sinyal yang melaluinya.
4. Setiap neuron menggunakan fungsi aktivasi untuk mengidentifikasi sinyal output melalui lapisan input, yang merupakan jumlah sinyal input yang terboboti.



Gambar 2. Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan BAM

Gambar 2. menunjukkan arsitektur simulasi jaringan syaraf BAM (Kusumadewi, 2023)

Kosko (1988) membuat BAM menjadi salah satu jenis jaringan memori heteroassociatif. BAM menyimpan pola pelatihan dalam matriks $n \times m$, perkalian dari vektor input dan target pelatihan, yang merupakan produk luar. Arsitektur BAM terdiri dari dua lapisan yang dihubungkan melalui lintasan koneksi berat. BAM dapat menanggapi input dari kedua lapisan sampai semua neuron menjadi stabil (semua aktivasi neuron konstan). Jaringan akan beriterasi dan mengirimkan sinyal pulang pergi antara kedua lapisan. Berat bergerak satu arah atau dua arah. (Tjung et al., 2023).

Syaraf tiruan Memory Associative Bidirectional (BAM) terdiri dari dua kategori, yaitu:

1. Memori Bidirectional Associative Diskret (BAM) memiliki dua jenis input biner dan bipolar.
2. Memori Kontinu Bidirectional Associative (BAM) mengubah input ke kawasan output secara lebih halus dan kontinyu dengan nilai yang terletak pada rentang $[0,1]$. (Giawa, 2022).

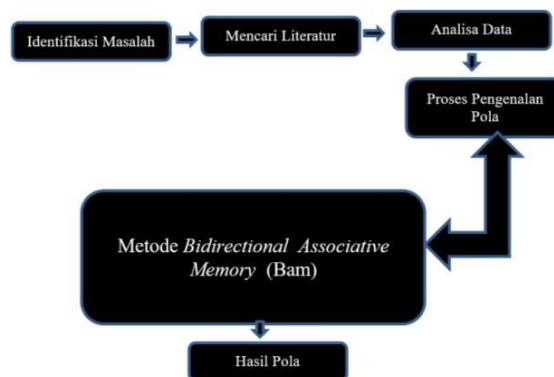
Validitas model jaringan saraf tiruan ditentukan oleh hubungan antar neuron dan struktur jaringan saraf tiruan. Neuron dikumpulkan dalam laporan yang disebut "lapisan neuron", yang terdiri dari tiga lapisan:

1. Lapisan input terdiri dari unit input yang ditugaskan untuk menerima pola input dari luar yang menggambarkan masalah.
2. Lapisan tersembunyi terdiri dari unit tersembunyi yang nilai outputnya tidak dapat dilihat secara langsung.
3. Lapisan keluar terdiri dari unit keluar yang ditugaskan untuk menerima pola keluar dari luar.

Salah satu contoh penelitian yang menggunakan jaringan syaraf tiruan adalah sebagai berikut: Penggunaan Jaringan Syaraf Tiruan Metode Backpropagation untuk Pengenalan Pola pada Citra Tanda Tangan Online dan Offline (Octariadi & Siregar, 2021); Penggunaan Jaringan Syaraf Tiruan untuk Pengenalan Pola Notasi Balok (Euclides et al., 2022); dan Analisis Jaringan Syaraf Tiruan Pengena (Haumahu, 2021). Model Jaringan Perceptron untuk Pengenalan Pola Huruf Hiragana dalam Jaringan Saraf Tiruan (Ramadhani et al., 2023).

2. METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian bertujuan untuk menghasilkan hasil penelitian yang baik karena dilakukan secara sistematis. Metode yang digunakan peneliti untuk mengolahan pengenalan pola huruf adalah sebagai berikut:



Gambar 3. Metologi Penelitian

2.1 Proses Pengenalan Pola

Penelitian ini menggunakan metode BAM Kontinu. Metode ini menggunakan proses pengubah input ke output yang lebih halus dengan nilai yang berada di rentang [0,1] dengan menggunakan Fungsi Aktivasi Sigmoid. Berikut adalah proses kerja metode ini:

Untuk vektor input biner, matriks bobot ditentukan sebagai :

$$w_{ij} = \sum_p (2 * s_i(p) - 1)(2 * t_i(p) - 1) \quad (1)$$

Sedangkan fungsi aktivasi yang digunakan adalah : Y_j Untuk lapisan output :

$$y_j = \begin{cases} 1; & \text{jikay_in}_j > 0 \\ y_j; & \text{jikay_in}_j = 0 \\ 0; & \text{jikay_in}_j < 0 \end{cases} \quad (2)$$

X_i Untuk lapisan input

$$x_i = \begin{cases} 1; & \text{jikax_in}_i > 0 \\ x_i; & \text{jikax_in}_i = 0 \\ 0; & \text{jikax_in}_i < 0 \end{cases} \quad (3)$$

Sedangkan untuk vektor input bipolar, matriks bobot ditentukan sebagai :

$$w_{ij} = \sum_p (s_i(p) * t_i(p)) \quad (4)$$

Sedangkan fungsi aktivasi yang digunakan adalah : Y_j Untuk lapisan output :

$$y_j = \begin{cases} 1; & \text{jikay_in}_j > \theta \\ y_j; & \text{jikay_in}_j = \theta \\ -1; & \text{jikay_in}_j < \theta \end{cases} \quad (5)$$

X_i Untuk lapisan input

$$x_i = \begin{cases} 1; & \text{jikax_in}_i > \theta \\ x_i; & \text{jikax_in}_i = \theta \\ -1; & \text{jikax_in}_i < \theta \end{cases} \quad (6)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

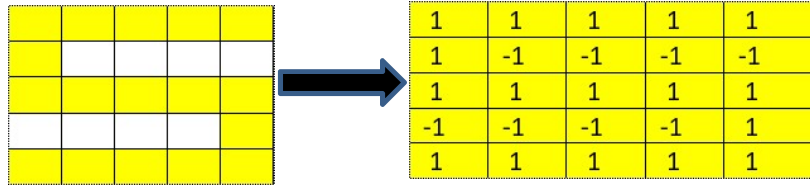
3.1 Analisa Pola

Analisa Pola yang digunakan adalah huruf S, O, dan X. Prosedur kerja menggunakan matriks Ordo 5x5. Untuk menyelesaikan kasus ini, nilai yang terletak pada rang [0,1] dan fungsi aktifasi fungsi sigmoid digunakan untuk mengubah nilai input ke nilai output dengan cara yang lebih sederhana.

3.1.1 Pengenalan Pola Huruf

Untuk mempetakan huruf "S", "O", dan "X", kode bipolar berikut dapat digunakan untuk jaringan Bidirectional Associative Memory sebagai berikut:

a. Pola huruf 'S'

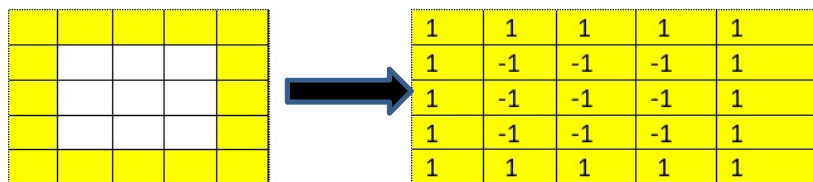


Pola Tanda 'S' disimpan dalam $[[1, -1]]$

$$W_{(\text{Tanda S})} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Matriks Bobot yang digunakan dalam menyimpan tanda 'S'

b. Pola huruf 'O'

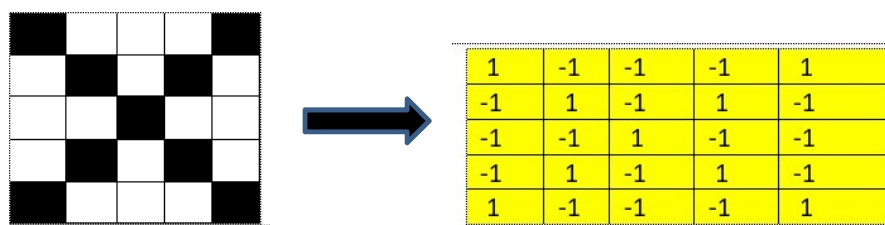


Pola Tanda 'O' disimpan dalam $[1, 1]$

Matriks Bobot yang digunakan dalam menyimpan tanda 'O'

$$W_{(Tanda o)} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

c. Pola Huruf ‘X’



Pola Tanda ‘X’ disimpan dalam [-1, 1]

Matriks Bobot yang digunakan dalam menyimpan tanda ‘X’

$$W = \begin{bmatrix} 1 & -1 & -1 & -1 & 1 \\ -1 & 1 & -1 & 1 & -1 \\ -1 & -1 & 1 & -1 & -1 \\ -1 & 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & -1 & 1 \\ -1 & -1 & 1 & -1 & -1 \\ -1 & 1 & -1 & 1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & -1 & 1 \\ -1 & -1 & 1 & -1 & -1 \\ -1 & 1 & -1 & 1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & -1 & 1 \\ -1 & -1 & 1 & -1 & -1 \\ -1 & 1 & -1 & 1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & 1 & -1 \end{bmatrix}$$

3.1.2 Penjumlahan Pola

Setelah melakukan prosedur untuk menentukan bobot setiap pola, langkah berikutnya adalah menggabungkan semua hasil pola yang dihasilkan.

$$W = W_{(Tanda s)} + W_{(Tanda o)} + W_{(Tanda x)}$$

Matriks bentuk bobot W menghubungkan neuron lapisan input ke lapisan output, tetapi matriks yang menghubungkan neuron lapisan input ke lapisan output adalah WT.

$$\text{WT} = \begin{vmatrix} -3 & 3 & 3 & 3 & 1 & 3 & 1 & -1 & -3 & 1 & 3 & 1 & -1 & 1 & 3 & 1 & -3 & -1 & -1 & 3 & 1 & 3 & 3 & 3 & 1 \\ 1 & -1 & -1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & 1 & -1 & -3 & -1 & -1 & -1 & 1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & -1 & -1 & 1 \end{vmatrix}$$

$$Y_{in_1=X_{15}W_7[1111111-1-1-1-111111-1-1-1-1111111]} = \begin{array}{cc} & \begin{array}{c} -3 \\ 3 \\ | 3 \\ 3 \\ 1 \\ | 3 \\ 1 \\ -1 \\ | -3 \\ 1 \\ 3 \\ 1 \\ -1 \\ | 1 \\ -3 \\ -1 \\ -1 \\ | 3 \\ 1 \\ 3 \\ | 3 \\ 3 \\ 1 \end{array} \\ & \begin{array}{c} 1 \\ -1 \\ -1 \\ 1 \\ 1 \\ -1 \\ 1 \\ -1 \\ -1 \\ 1 \\ -1 \\ 1 \\ -1 \\ 1 \\ 1 \\ -1 \\ -1 \\ 1 \\ 1 \\ -1 \\ -1 \\ 1 \end{array} \end{array} = [27 -4]$$

Maka : $y_{in}[1,-1]$ Tidak sama dengan Target yang diharapkan

$$Y_{in2} = X_2 \otimes W = \begin{bmatrix} 1 & -1 & -1 & -1 & 1 & 1 & -1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -3 & 1 \\ 3 & -1 \\ 3 & -1 \\ 3 & -1 \\ 1 & 1 \\ 3 & -1 \\ 1 & 1 \\ -1 & -1 \\ -3 & 1 \\ 1 & 1 \\ 3 & -1 \\ 1 & -3 \\ 1 & -1 \\ 3 & -1 \\ 1 & 1 \\ -3 & 1 \\ -1 & -1 \\ -1 & 1 \\ 3 & -1 \\ 1 & 1 \\ 3 & -1 \\ 3 & -1 \\ 3 & -1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$y_j = \begin{cases} 1; & \text{jikay_in}_j > \theta \\ y_j; & \text{jikay_in}_j = \theta \\ -1; & \text{jikay_in}_j < \theta \end{cases}$$

Maka : $y_{in}[1,1]$ Tidak sama dengan Target yang diharapkan

$$Y_{in3} = X_3 \otimes W = \begin{bmatrix} 1 & -1 & -1 & -1 & 1 & 1 & -1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -3 & 1 \\ 3 & -1 \\ 3 & -1 \\ 3 & -1 \\ 1 & 1 \\ 3 & -1 \\ 1 & 1 \\ -1 & -1 \\ -3 & 1 \\ 1 & 1 \\ 3 & -1 \\ 1 & -3 \\ -1 & -1 \\ 3 & -1 \\ 1 & 1 \\ -3 & 1 \\ -1 & -1 \\ -1 & 1 \\ 3 & -1 \\ 1 & 1 \\ 3 & -1 \\ 3 & -1 \\ 3 & -1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} = [-37 \ 21]$$

$$y_j = \begin{cases} 1; & \text{jikay_in}_j > \theta \\ y_j; & \text{jikay_in}_j = \theta \\ -1; & \text{jikay_in}_j < \theta \end{cases}$$

Maka : $y_{in}[1,1]$ Sama dengan Target yang diharapkan

Tabel 1. Hasil Pengenalan Pola

No	Pola	Hasil Penyimpanan Pola	Hasil Penjumlahan	Karakteristik Pola
1	“S”	$X=[1,-1]$	$[27, -4]$	Sesuai dengan Pola
2	“O”	$X=[1,1]$	$[27, -3]$	Tidak Sesuai dengan Pola
2	“X”	$X=-[1,1]$	$[-37, 21]$	Sesuai dengan Pola

Hasil Pencarian Pola Huruf ditemukan dua pola yang sesuai dengan tujuan, yaitu pola "S" dan pola "X", dan satu pola yang tidak sesuai dengan tujuan, yaitu pola "O". Nilai masing-masing pola adalah $[27, 4]$, $[27, -3]$, dan $[-37, 21]$.

4. KESIMPULAN

Menurut penelitian yang dilakukan tentang pengenalan pola huruf menggunakan metode Bidirectional Associative Memory (BAM), jaringan saraf imitasi dapat digunakan untuk mengidentifikasi pola huruf. Sebelum perhitungan dimulai, nilai pola harus ditentukan supaya nilai input dan output sesuai dengan tujuan yang diinginkan. Jika nilai pola tidak sesuai, perhitungan pola berikutnya tidak dapat dilakukan. Hasil akhir, yang sesuai dengan target yang telah ditentukan, dihasilkan oleh nilai dari masing-masing pola, khususnya pola 1 yang mengandung huruf "S" $[27, 4]$. Tidak semua pola yang dimasukkan ke dalam pengenalan pola menggunakan Metode Bidirectional Associative Memory (BAM) dapat sesuai dengan target yang ditentukan. Pola 2 yang memiliki huruf "O" menghasilkan hasil yang tidak sesuai dengan target yang telah ditentukan $[27, -3]$, dan pola 3 yang memiliki huruf "X" menghasilkan hasil yang sesuai dengan target yang telah ditentukan $[-37, 21]$.

5. DAFTAR PUSTAKA

1. Heryati, A. (2020). Penerapan Jaringan Saraf Tiruan Untuk Memprediksi Pencapaian Prestasi Mahasiswa. 8–9.
2. Rozi Meri, D. (2022). Jaringan syaraf tiruan menggunakan algoritma hebb rule untuk diagnosa penyakit kulit manusia. 6(2), 78–87.
3. Susilo, M. M., Wonohadidjojo, D. M., & Sugianto, N. (2021). Pengenalan Pola Karakter Bahasa Jepang Hiragana Menggunakan 2D Convolutional Neural Network. 03(02), 28–36.
4. Pangaribuan, Y., & Sagala, M. (2022). Menerapkan Jaringan Saraf Tiruan untuk Mengenali Pola Huruf Menggunakan Metode Perceptron. Jurnal Teknik Informatika UNIKA Santo Thomas, 2(479), 53–59.
<http://103.76.21.184/index.php/JTIUST/article/view/191>
5. John Adler, D. (2021). Jurnal Sistem Komputer Unikom – Komputika – Volume 1, No. 2 - 2021. 1(2).
6. Coding, J., Untan, S. K., Masrani, H., Ruslianto, I., Komputer, J. S., & Informasi, J. S.

- (2021). Pada proses segmentasi ini dibagi menjadi dua bagian , yaitu segmentasi baris dan. 06(02), 69–78.
7. Zaitun, Warsito, & Pauzi, G. A. (2023). Sistem Identifikasi dan Pengenalan Pola Citra Tanda-Tangan Menggunakan Sistem Jaringan Saraf Tiruan (Artificial Neural Networks) Dengan Metode Backpropagation. *JURNAL Teori Dan Aplikasi Fisika FMIPA Universitas Lampung*, 03(02), 93–101.
 8. Muliona Rizki, D. (2023). *JARINGAN SYARAF TIRUAN PENGENALAN POLA HURUF*. 2(1), 46–50.
 9. Purba, S. (2023). Pengenalan Karakter Menggunakan Metode Bidirectional Associative Memory (Bam) Kontinu. 11(01), 89–101.
 10. Tjung, K. L., Budhi, G. S., Purba, K. R., Studi, P., Informatika, T., Industri, F. T., Petra, U. K., & Siwalankerto, J. (2023). Implementasi Kombinasi Jaringan Syaraf Tiruan Metode Self-Organized Map (SOM) dan Bidirectional Associative Memory (BAM) Pada AI Game Action Adventure . 1–7.
 11. Giawa, A. (2022). Implementasi Metode Bidirectional Associative Memory Pada Absensi Berbasis Identifikasi Wajah (Studi Kasus : Mts Zending Islam Indonesia Medan). 8, 108–111.
 12. Octariadi, B. C., & Siregar, A. C. (2021). Pengenalan Pola pada Citra Tanda Tangan Online dan Offline menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Metode Backpropagation. 5(01), 49–56.
 13. Euclides, N., Nugroho, W., Widiarti, A. R., Informa, T., Maguwoharjo, P., & Sleman, D. (2022). Transliterasi citra aksara hiragana mempergunakan jaringan backpropagation. 13(November), 182–192.
 14. Haumahu, J. P. (2021). Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Pengenalan Pola Notasi Balok Menggunakan Metode Backpropagation. 6(3), 255–259.
 15. Ramadhani, I., Pratiwi, S. H., & Handayani, A. N. (2023). Analisis Jaringan Saraf Tiruan Pengenalan Pola Huruf Hiragana dengan Model Jaringan Perceptron. 11(1), 45–56.