

Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan menggunakan Metode Heteroassociative Memory pada Kode Rahasia Menggunakan System Biner

Sestri Novia Rizki

Universitas Media Nusantara Citra, I. Raya Panjang, Green Garden A8/1, Jakarta Barat
E-Mail: noviasestri@gmail.com

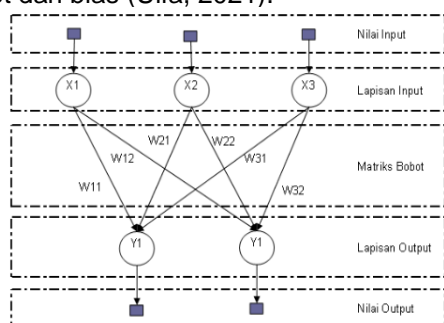
ABSTRACT

Letter pattern recognition can be completed with artificial neural networks using the Heteroassociative Memory method. Pattern recognition can be completed using a complex system so as to produce an information that can be used as a system to determine the confidentiality of a data. Heteroassociative Memory is capable of storing various kinds of collections based on data grouping, with each weight determined. The vector of belongs to each data group. The case solved in this research is determining the password to find out the input results match the predetermined target. The known password is a binary number password which consists of 6 data conversions and has targets T1 and T2. From the 6 initial weight initialization data inputs (w), the values $w_{11}=3$, $w_{21}=3$, $w_{31}=1$, $w_{41}=2$, $w_{12}=0$, $w_{22}=0$, $w_{32}=0$, $w_{42}=0$ are obtained. After testing with the training input, all activation function searches have values according to predetermined targets, so that it can be concluded that all patterns can be recognized by the system.

Keywords; Artificial neural networks; pattern recognition, bobo value; vector; Heteroassociative Memory

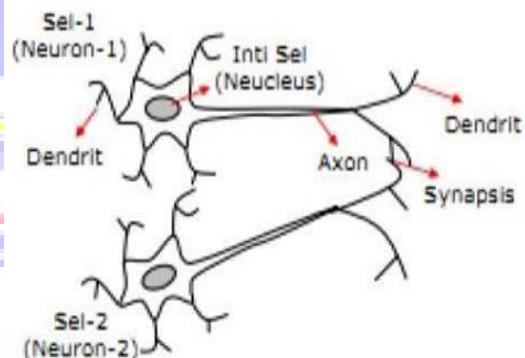
PENDAHULUAN

Jaringan syaraf tiruan banyak digunakan saat ini dalam berbagai bidang ilmu khususnya bidang computer, jaringan syaraf tiruan bisa digunakan untuk membaca hasil symbol maupun angka yang dihasilkan berupa system informasi (Arifin, 2009). Jaringan syaraf tiruan merupakan paradigma yang berasal dari inspirasi system jaringan syaraf secara biologis. Elemen merupakan kunci dari paradigma struktur system dari proses pengolahan informasi yang terdiri dari sejumlah elemen besar yang saling ada hubungan (neuron), yang bekerja Bersama sama untuk menyelesaikan masalah. Sistem kerja jaringan syaraf tiruan sama dengan system kerja manusia, yaitu menggunakan contoh JST yang dikonfigurasi untuk aplikasi tertentu (Purba, 2019). Dalam melakukan pelatihan jaringan syaraf tiruan ada 3 tahap yang harus dilakukan diantaranya: 1. Tahap perambatan maju (forward propagation), tahap perambatan-balik, dan tahap perubahan bobot dan bias (Ulfa, 2021).



Gambar 1. Arsitektur jaringan syaraf

Cara kerja jaringan syaraf tiruan mampu menangkap hubungan antara input dan output yang lengkap serta mampu dalam memecahkan masalah dengan mudah dan mampu menyelesaikan masalah yang rumit (David, n.d.) (Sudarsono, 2016).



Gambar 2. Syaraf Secara Biologis

Menurut penelitian yang dipaparkan oleh (David, n.d 2019.) Jaringan syaraf tiruan mampu mendiagnosa penyakit ikan cupang membutuhkan pengetahuan yang luas tentang gejala, penyebab cara pengobatan yang dialami oleh ikan cupang. Penyakit ikan cupang bisa diselesaikan menggunakan Heteroassociative Memory.

Heteroassociative memory merupakan Jaringan syaraf tiruan yang terdapat dari desain dalam menggabungkan pola input dan output, yang mana pola dari input dan pola dari output tidak sama dari vector (Jasmir, S.kom, 2013). Jaringan Syaraf Heteroassociative memory

jaringan yang mampu menyimpan berbagai pengelompokan pola, dengan mengetahui nilai bobot dengan lengkap. Setiap kelompok memiliki nilai vector $(s(n), t(n))$ dengan $n=1,2,..., N$, algoritma yang biasa digunakan yaitu algoritma HEBB Rule.

Jaringan Syaraf Tiruan Terbentuk dari generalisasi model matematis dari pemikiran dan pemahaman manusia (*human cognition*) berdasarkan pemikiran diantaranya :

1. Pemrosesan yang dihasilkan berupa informasi terjadi pada elemen sederhana yang dinamakan dengan neuron.
2. Sinyal diproses diantara sel saraf / neuron melalui proses sambungan penghubung.
3. Setiap proses sambungan yang terhubung harus memiliki bobot yang bersesuaian. Bobot ini akan digunakan untuk menggandakan/mengalikan sinyal yang dikirim melaluinya.
4. Setiap sel syaraf akan menerapkan fungsi aktivasi terhadap sinyal hasil penjumlahan berbobot yang masuk kepadanya untuk menentukan sinyal keluarannya (Rahmadani et al., 2021) (Husna & Rizki, 2023).

JST dapat dikelompokkan dengan ciri ciri (Komputer et al., 2022)

- a. Pola hubungan antar sara (Asitektur);
- b. Metode Penentuan Bobot;
- c. Aktivasi.

Salah satu metode JST yang dapat digunakan untuk melakukan pengenalan terhadap pola karakter adalah metode *Heteroassociative Memory*. Jaringan syaraf *associative memory* adalah jaringan yang bobot-bobotnya ditentukan sedemikian rupa sehingga jaringan tersebut dapat menyimpan pengelompokan pola. Masing-masing kelompok merupakan pasangan vektor $(s(p), t(p))$. Tiap-tiap vektor $s(p)$ memiliki n komponen dan setiap vektor $t(p)$ memiliki m komponen. Bobot-bobot tersebut dapat ditentukan dengan menggunakan *Hebb rule*. Untuk mengenali karakter tulisan, semua pola.

Menurut Hasil penelitian Menjelaskan bahwa hubungan antara neuron dapat dikelompokkan menjadi 3 bagian yaitu:

1. Jaringan syaraf Lapisan tunggal (*singel layer net*)
Jaringan syaraf ini hanya mempunyai 1 lapisan bobot yang terhubung, cara kerja jaringan ini hanya menerima masukkan kemudian di olah dan menghasilkan luaran tanpa harus melewati lapisan tersembunyi terlebih dahulu. Jadi dapat di simpulkan jika jaringan single layer ini hanya memiliki satu masukkan dan satu keluaran tanpa adanya lapisan tersembunyi.
2. Jaringan syaraf banyak lapisan (*multilayer net*)
Jaringan syaraf ini memiliki banyak lapisan byang terletak antara lapisan masukkan dan lapisan keluaran. Umumnya nilai bobot ini

terletak antara dua lapisan yang saling berdampingan. Jaringan syaraf ini mampu menyelesaikan permasalahan dibandingkan dengan lapisan tunggal.

3. Jaringan syaraf lapisan kompetitif (*competitive layer net*) (Putri, 2022)

Menurut penelitian (Lius et al., 2017) Pengenalan pola dibidang kecerdasan buatan seperti pengenalan pola yang sangat kompleks adalah membuat sebuah mesin yang mampu mengenali sebuah gambar karakter atau coretan pada tulisan tangan, Nilai yang digunakan berupa nilai bobot yang akan di simpan pada sebuah database. Nilai yang digunakan pada bobot yaitu nilai fase pengenalan jst. Proses ekstraksi digunakan nilai 10 x 10 atau 100 bit bipolar, bit ini yang akan mewakili coretan karakter pada aplikasi.

METODE

Untuk menyelesaikan penelitian pengenalan password menggunakan metode Heteroassociative memory dengan proses kerja:

Algoritma

1. Inisialisasi semua bobot = 0
2. Perbaikan bobot menggunakan persamaan $W_{ij}(\text{baru}) = W_{ij}(\text{lama}) + x_i * t_i$
3. Untuk setiap vector input, kerjakan
 - a. Set input dengan vector nilai input
 - b. Hitung nilai jaringan output $y_{inj} = \sum_i x_i * W_{ij} \quad (1)$
 - c. Tentukan aktivasi dari setiap output

$$y_j = \begin{cases} 1; y_{inj} > 0 \\ 0; y_{inj} = 0 \\ -1; y_{inj} < 0 \end{cases} \quad (\text{Untuk Target Bipolar})$$

$$y_j = \begin{cases} 0; \text{jika } y_{in} \leq 0 \\ 1; \text{jika } y_{in} > 0 \end{cases} \quad (\text{Untuk target biner})$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisa Dara

Data yang akan diolah dengan nilai

1. 1011 1100 1000 Bentuk 3 Pasword untuk mengetahui strategi yang digunakan
2. 0111 0001 0101 Bentuk 3 Pasword untuk mengetahui strategi yang digunakan

2. Proses pelatihan

Rancangan bentuk menganalisa strategi yang digunakan yaitu jaringan syaraf tiruan heteroassociative memory yang digunakan untuk mendapatkan kunci strategi kedua pola yang digunakan. Dua data yang diketahui, maka langkah selanjutnya yaitu membuat 2 target T_1 , dan T_2 . Bentuk kedua kelompok data yang diketahui dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 1. Pengelompokan Data

No	Data	T ₁	T ₂
1	1011	1	0
2	1100	1	0
3	1000	1	0
4	0111	0	1
5	0001	0	1
6	0101	0	1

Inisialisasi Bobot Awal (w);

$$= \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} \\ w_{21} & w_{22} \\ w_{31} & w_{32} \\ w_{41} & w_{42} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$$

3. Proses Iterasi

Perbaiki Bobot

Data 1.

Data ke-1 ($x_1=1$ $x_2=0$ $x_3=1$ $x_4=1$ $T_1=1$ $T_2=0$)

$$W_{12}(\text{baru}) = w_{12}(\text{lama}) + X_1T_2 = 0 + 1.0 = 0$$

$$W_{22}(\text{baru}) = w_{22}(\text{lama}) + X_2T_2 = 0 + 1.0 = 0$$

$$W_{32}(\text{baru}) = w_{32}(\text{lama}) + X_3T_2 = 0 + 0.0 = 0$$

$$W_{42}(\text{baru}) = w_{42}(\text{lama}) + X_4T_2 = 0 + 0.0 = 0$$

Perbaiki Bobot

Data 3.

Data ke-3 ($x_1=1$ $x_2=0$ $x_3=0$ $x_4=0$ $T_1=1$ $T_2=0$)

$$W_{11}(\text{baru}) = w_{11}(\text{lama}) + X_1T_1 = 2 + 1.1 = 3$$

$$W_{21}(\text{baru}) = w_{21}(\text{lama}) + X_2T_1 = 1 + 0.1 = 1$$

$$W_{31}(\text{baru}) = w_{31}(\text{lama}) + X_3T_1 = 0 + 0.1 = 0$$

$$W_{41}(\text{baru}) = w_{41}(\text{lama}) + X_4T_1 = 0 + 0.1 = 0$$

$$W_{12}(\text{baru}) = w_{12}(\text{lama}) + X_1T_2 = 0 + 1.0 = 0$$

$$W_{22}(\text{baru}) = w_{22}(\text{lama}) + X_2T_2 = 0 + 0.0 = 0$$

$$W_{32}(\text{baru}) = w_{32}(\text{lama}) + X_3T_2 = 0 + 0.0 = 0$$

$$W_{42}(\text{baru}) = w_{42}(\text{lama}) + X_4T_2 = 0 + 0.0 = 0$$

Perbaiki Bobot

Data 4.

Data ke-4 ($x_1=0$ $x_2=1$ $x_3=1$ $x_4=1$ $T_1=1$ $T_2=0$)

$$W_{11}(\text{baru}) = w_{11}(\text{lama}) + X_1T_1 = 3 + 0.1 = 3$$

$$W_{21}(\text{baru}) = w_{21}(\text{lama}) + X_2T_1 = 1 + 1.1 = 2$$

$$W_{31}(\text{baru}) = w_{31}(\text{lama}) + X_3T_1 = 0 + 1.1 = 1$$

$$W_{41}(\text{baru}) = w_{41}(\text{lama}) + X_4T_1 = 0 + 1.1 = 1$$

$$W_{12}(\text{baru}) = w_{12}(\text{lama}) + X_1T_2 = 0 + 1.0 = 0$$

$$W_{22}(\text{baru}) = w_{22}(\text{lama}) + X_2T_2 = 0 + 1.0 = 0$$

$$W_{32}(\text{baru}) = w_{32}(\text{lama}) + X_3T_2 = 0 + 1.0 = 0$$

$$W_{42}(\text{baru}) = w_{42}(\text{lama}) + X_4T_2 = 0 + 1.0 = 0$$

Perbaiki Bobot

Data 5.

Data ke-5 ($x_1=0$ $x_2=0$ $x_3=0$ $x_4=1$ $T_1=1$ $T_2=0$)

$$W_{11}(\text{baru}) = w_{11}(\text{lama}) + X_1T_1 = 3 + 0.1 = 3$$

$$W_{21}(\text{baru}) = w_{21}(\text{lama}) + X_2T_1 = 2 + 0.1 = 2$$

$$W_{31}(\text{baru}) = w_{31}(\text{lama}) + X_3T_1 = 1 + 0.1 = 1$$

$$W_{41}(\text{baru}) = w_{41}(\text{lama}) + X_4T_1 = 1 + 1.1 = 2$$

$$W_{12}(\text{baru}) = w_{12}(\text{lama}) + X_1T_2 = 0 + 0.0 = 0$$

$$W_{22}(\text{baru}) = w_{22}(\text{lama}) + X_2T_2 = 0 + 0.0 = 0$$

$$W_{32}(\text{baru}) = w_{32}(\text{lama}) + X_3T_2 = 0 + 0.0 = 0$$

$$W_{42}(\text{baru}) = w_{42}(\text{lama}) + X_4T_2 = 0 + 1.0 = 0$$

Perbaiki Bobot

Data 6.

Data ke-6 ($x_1=0$ $x_2=1$ $x_3=1$ $x_4=1$ $T_1=1$ $T_2=0$)

$$W_{11}(\text{baru}) = w_{11}(\text{lama}) + X_1T_1 = 3 + 0.1 = 3$$

$$W_{11}(\text{baru}) = w_{11}(\text{lama}) + X_1T_1 = 0 + 1.1 = 1$$

$$W_{21}(\text{baru}) = w_{21}(\text{lama}) + X_2T_1 = 0 + 0.1 = 0$$

$$W_{31}(\text{baru}) = w_{31}(\text{lama}) + X_3T_1 = 0 + 1.1 = 1$$

$$W_{41}(\text{baru}) = w_{41}(\text{lama}) + X_4T_1 = 0 + 1.1 = 1$$

$$W_{12}(\text{baru}) = w_{12}(\text{lama}) + X_1T_2 = 0 + 1.0 = 0$$

$$W_{22}(\text{baru}) = w_{22}(\text{lama}) + X_2T_2 = 0 + 0.0 = 0$$

$$W_{32}(\text{baru}) = w_{32}(\text{lama}) + X_3T_2 = 0 + 1.0 = 0$$

$$W_{42}(\text{baru}) = w_{42}(\text{lama}) + X_4T_2 = 0 + 1.0 = 0$$

Perbaiki Bobot

Data 2.

Data ke-2 ($x_1=1$ $x_2=1$ $x_3=0$ $x_4=0$ $T_1=1$ $T_2=0$)

$$W_{11}(\text{baru}) = w_{11}(\text{lama}) + X_1T_1 = 1 + 1.1 = 2$$

$$W_{21}(\text{baru}) = w_{21}(\text{lama}) + X_2T_1 = 0 + 1.1 = 1$$

$$W_{31}(\text{baru}) = w_{31}(\text{lama}) + X_3T_1 = 1 + 0.1 = 0$$

$$W_{41}(\text{baru}) = w_{41}(\text{lama}) + X_4T_1 = 1 + 0.1 = 0$$

$$W_{21}(\text{baru}) = w_{21}(\text{lama}) + X_2T_1 = 2 + 1.1 = 3$$

$$W_{31}(\text{baru}) = w_{31}(\text{lama}) + X_3T_1 = 1 + 0.1 = 1$$

$$W_{41}(\text{baru}) = w_{41}(\text{lama}) + X_4T_1 = 2 + 1.1 = 2$$

$$W_{12}(\text{baru}) = w_{12}(\text{lama}) + X_1T_2 = 0 + 0.0 = 0$$

$$W_{22}(\text{baru}) = w_{22}(\text{lama}) + X_2T_2 = 0 + 1.0 = 0$$

$$W_{32}(\text{baru}) = w_{32}(\text{lama}) + X_3T_2 = 0 + 0.0 = 0$$

$$W_{42}(\text{baru}) = w_{42}(\text{lama}) + X_4T_2 = 0 + 1.0 = 0$$

Hasil Bobot Baru

$$= \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} \\ w_{21} & w_{22} \\ w_{31} & w_{32} \\ w_{41} & w_{42} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3 & 0 \\ 3 & 0 \\ 1 & 0 \\ 2 & 0 \end{bmatrix}$$

4. Proses Pengujian

Lakukan Pengujian Jaringan dengan input pelatihan

Data ke-1 ($x_1=1$ $x_2=0$ $x_3=1$ $x_4=1$ $T_1=1$ $T_2=0$)

$$y_{in1} = X_1W_{11} + X_2W_{21} + X_3W_{31} + X_4W_{41} = 1.0 + 0.0 + 1.0 + 1.0 = 0$$

$$\text{Fungsi Aktivasi: } y_j = \begin{cases} 0; & \text{jika } y_{in} \leq 0 \\ 1; & \text{jika } y_{in} > 0 \end{cases}$$

Hasil aktivasi yang diperoleh : $y_1=1$ (Sama dengan Target $T_1=1$)

$$y_{in1} = X_1W_{11} + X_2W_{21} + X_3W_{31} + X_4W_{41} = 1.0 + 0.0 + 1.0 + 1.0 = 0$$

$$\text{Fungsi Aktivasi: } y_j = \begin{cases} 0; & \text{jika } y_{in} \leq 0 \\ 1; & \text{jika } y_{in} > 0 \end{cases}$$

Hasil aktivasi yang diperoleh : $y_1=0$ (Sama dengan Target $T_1=0$)1. Data ke-2 ($x_1=1$ $x_2=1$ $x_3=0$ $x_4=0$ $T_1=1$ $T_2=0$)

$$y_{in2} = X_1W_{12} + X_2W_{22} + X_3W_{32} + X_4W_{42} = 1.3 + 1.3 + 0.1 + 0.2 = 6$$

$$\text{Fungsi Aktivasi: } y_j \begin{cases} 0; \text{ jika } y_{in} \leq 0 \\ 1; \text{ jika } y_{in} > 0 \end{cases}$$

Hasil aktivasi yang diperoleh :y1=1 (Sama dengan Target T1=1

Data ke-2 (x1=1 x2=1 x3=0 x4=0

T1= 1 T2=0

y_in1=X1W11+X2W21+X3W31+X4W41=1.0+1.0+0.0+0.0=0

$$\text{Fungsi Aktivasi: } y_j \begin{cases} 0; \text{ jika } y_{in} \leq 0 \\ 1; \text{ jika } y_{in} > 0 \end{cases}$$

Hasil aktivasi yang diperoleh :y1=0 (Sama dengan Target T1=0

2. Data ke-3 (x1=1 x2=0 x3=0 x4=0

T1= 1

T2=0)

y_in2=X1W12+X2W22+X3W32+X4W42=1.3+0.3+0.1+0.2=3

$$\text{Fungsi Aktivasi: } y_j \begin{cases} 0; \text{ jika } y_{in} \leq 0 \\ 1; \text{ jika } y_{in} > 0 \end{cases}$$

Hasil aktivasi yang diperoleh :y1=1 (Sama dengan Target T1=1

y_in3=X1W11+X2W21+X3W31+X4W41=1.0+0.0+0.0+0.0=0

$$\text{Fungsi Aktivasi: } y_j \begin{cases} 0; \text{ jika } y_{in} \leq 0 \\ 1; \text{ jika } y_{in} > 0 \end{cases}$$

Hasil aktivasi yang diperoleh :y1=0 (Sama dengan Target T1=0

3. Data ke-4 (x1=0 x2=1 x3=1 x4=1

T1= 1 T2=0)

y_in2=X1W12+X2W22+X3W32+X4W42=0.3+1.3+1.1+1.2=5

$$\text{Fungsi Aktivasi: } y_j \begin{cases} 0; \text{ jika } y_{in} \leq 0 \\ 1; \text{ jika } y_{in} > 0 \end{cases}$$

Hasil aktivasi yang diperoleh :y1=1 (Sama dengan Target T1=1

y_in3=X1W11+X2W21+X3W31+X4W41=0.0+1.0+1.0+1.0=0

$$\text{Fungsi Aktivasi: } y_j \begin{cases} 0; \text{ jika } y_{in} \leq 0 \\ 1; \text{ jika } y_{in} > 0 \end{cases}$$

Hasil aktivasi yang diperoleh :y1=0 (Sama dengan Target T1=0

4. Data ke-5 (x1=0 x2=0 x3=0 x4=1

T1= 1 T2=0)

y_in2=X1W12+X2W22+X3W32+X4W42=0.3+0.3+0.1+1.2=2

$$\text{Fungsi Aktivasi: } y_j \begin{cases} 0; \text{ jika } y_{in} \leq 0 \\ 1; \text{ jika } y_{in} > 0 \end{cases}$$

Hasil aktivasi yang diperoleh :y1=1 (Sama dengan Target T1=1

y_in3=X1W11+X2W21+X3W31+X4W41=0.0+0.0+0.0+1.0=0

$$\text{Fungsi Aktivasi: } y_j \begin{cases} 0; \text{ jika } y_{in} \leq 0 \\ 1; \text{ jika } y_{in} > 0 \end{cases}$$

Hasil aktivasi yang diperoleh :y1=0 (Sama dengan Target T1=0

5. Data ke-6 (x1=0 x2=1 x3=1 x4=1

T1= 1 T2=0)

y_in2=X1W12+X2W22+X3W32+X4W42=0.3+1.3+1.1+1.2=6

$$\text{Fungsi Aktivasi: } y_j \begin{cases} 0; \text{ jika } y_{in} \leq 0 \\ 1; \text{ jika } y_{in} > 0 \end{cases}$$

Hasil aktivasi yang diperoleh :y1=1 (Sama dengan Target T1=1

y_in3=X1W11+X2W21+X3W31+X4W41=0.0+1.0+1.0+1.0=0

$$\text{Fungsi Aktivasi: } y_j \begin{cases} 0; \text{ jika } y_{in} \leq 0 \\ 1; \text{ jika } y_{in} > 0 \end{cases}$$

Hasil aktivasi yang diperoleh :y1=0 (Sama dengan Target T1=0

Dibawah ini merupakan dataable hasil akhir proses pencarian.

Tabel 2. Hasil Akhir

No	Data	T ₁	T ₂
1	1011	1	0
2	1100	1	0
3	1000	1	0
4	0111	1	0
5	0001	1	0
6	0101	1	0

Berdasarkan hasil pencarian yang sudah diproses dapat disimpulkan bahwa pelatihan Jaringan syaraf tiruan menggunakan Metode heteroassociative memory Dari data ke-1 sampai data ke-6 dapat menghasilkan pengelompokan data menjadi data yang benar

KESIMPULAN

Berdasarkan proses akhir pencarian menggunakan metode Heteroassociative memory dapat disimpulkan:

1. Metode Heteroassociative memory mampu membaca kode rahasia berdasarkan nilai input biner yang sudah di olah.

2. Proses pengolahan data yang terdiri dari 6 kode rahasia menggunakan kode biner sesuai dengan target yang diharapkan.
3. Proses pengolahan data 1 sampai data 6 harus benar hasil akhirnya, jika pada pencarian data 3 atau 4 salah maka proses perhitungan selanjutnya akan salah. Semua nilai berhubungan dari proses awal sampai proses akhir.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih saya ucapkan kepada kampus Universitas Media Nusantara Citra (UMNC) yang sudah memfasilitasi dan mendukung saya dalam menyelesaikan penelitian hingga publikasi dengan tepat waktu. Terima kasih juga saya ucapkan kepada pihak pihak pengelola yang telah mempublis karya ilmiah saya sesuai dengan tepat waktu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arifin, Z. (2009). Jaringan Syaraf Tiruan Bidirectional Associative Memory (BAM) Sebagai Identifikasi Pola Sidik jari Manusia. In *Jurnal Informatika Mulawarman Program Studi Ilmu Komputer Universitas Mulawarman* (Vol. 4, Issue 1).
- [2] David. (n.d.). *Penerapan Heteroassociative Memory Network pada Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Ikan Cupang*. 151–156.
- [3] Husna, L., & Rizki, S. N. (2023). *Pemanfaatan JST Pengenalan Keaslian Pola Tanda Tangan untuk Pencegahan Tindakan Pemalsuan Tanda Tangan*. 08, 116–124.
- [4] Jasmir, S.kom, M. ko. (2013). Analisis Metode Heteroassociative Memory untuk Mendiagnosa Penyakit Maag. *Media Processor*, 8(2), 1–14.
- [5] Komputer, T., Tiruan, J. S., Bipolar, S., & Pola, P. (2022). *Jaringan Saraf Tiruan Pengenalan Pola Huruf Sistem Matriks dengan Algoritma Hebb Rule*. 9(5), 1466–1471.
<https://doi.org/10.30865/jurikom.v9i5.5015>
- [6] Lius, A., Simarmata, E. R., & Herman, H. (2017). Pengembangan Aplikasi Pengenal Karakter Menggunakan Metode Heteroassociative Memory. ... & *Komputerisasi Akuntansi*, 1(1), 10–21.
- [7] Purba, S. (2019). *Pengenalan Karakter Menggunakan Metode Bidirectional Associative Memory (Bam) Kontinu*. 11(01), 89–101.
- [8] Putri, P. M. (2022). *Jaringan Saraf Tiruan Pengenalan Pola Karakter Kabataku Menggunakan Metode Bidirectional Associative Memory (BAM) Kontinu*. 9(5), 1444–1449.
<https://doi.org/10.30865/jurikom.v9i5.5016>
- [9] Rahmadani, F., Pardede, A. M. H., & Nurhayati. (2021). Jaringan Syaraf Tiruan Prediksi Jumlah Pengiriman Barang Menggunakan Metode Backpropagation. *Jurnal Teknik Informatika Kaputama (JTik)*, 5(1), 100–106.
- [10] Sudarsono, A. (2016). 153217-ID-jaringan-syaraf-tiruan-untuk-memprediksi. *Jurnal Media Infotama*, 12(1), 61–69.
- [11] Ulfa, M. (2021). Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan Prediksi Kebutuhan Alat Lampu Penerangan Jalan Umum (Lpu) Dengan Metode Backpropagation. *Jurnal Abdi Ilmu*, 14(1), 59–65.
<https://journal.pancabudi.ac.id/index.php/abdiilmu/article/view/3935>