BRAHMANA: Jurnal Penerapan Kecerdasan Buatan
Terakreditasi Nomor 204/E/KPT/2022 | Vol. 5, No. 1, Desember (2023), pp. 96-105

Jaringan Saraf Tiruan Menjaga Keamanan Data dengan Metode Bidirectional Associative Memory

Yusli Yenni
Universitas Nahdlatul Ulama Sumatera Barat, Indonesia
E-mail: yusliany10@gmail.com

Abstract

System security is currently very much needed from irresponsible parties who damage and steal data. For this reason, a system is needed that is able to protect and secure data from criminal acts. The aim of this research is to provide data codes and keys using binary conversion using the Continuous BAM method. The Continuous BAM method, namely Bidirectional Associative Memory (BAM), has the ability to act as associative memory or content addressable memory, namely memory that can be called up using part of the information stored in it. Apart from that, the Bidirectional Associative Memory (BAM) Artificial Neural Network (ANN) has 2 layers and is fully connected from one layer to the other, so it is possible to have a reciprocal relationship between the input layer and the output layer. The final results of this research are 6 patterns that are entered into the search process, including number patterns 1, 3, 4, 5, 7, and 9 with input vector values of numbers 1 [16,-22], numbers 3 [20, 22], numbers 4 [16,-22], number 5 [20,6], number 7 [24,2] and number 9 [20,18], which do not match the pattern number 7. Requested target [1,-1], result obtained [1,1]. The Continuous Bam method can be used to detect patterns correctly and accurately.

Keywords: *ANN, number patterns, bidirectional associative memory method, weights, vector input testing*

Abstrak

Keamanan system saat ini sangat dibutuhkan dari pihak pihak yang tidak bertanggung jawab dalam merusak dan mencuri data. Untuk itu diperlukan sebuah system yang mambu menjaga dan mengamanan kan data dari tindakan kejahatan. Tujuan penelitian ini yatu memberikan kode dan kunci data dengan konversi biner dengan metode BAM Kontinu. Metode Bam Kontinu yaitu Bidirectional Associative Memory (BAM) memiliki kemampuan sebagai associative memory atau content addressable memoryi yaitu memori yang dapat dipanggil menggunakan bagian dari informasi yang tersimpan di dalamnya. Selain itu Jaringan Syaraf Tiruan (JST) Bidirectional Associative Memory (BAM) memiliki 2 lapisan dan terhubung penuh dari satu lapisan ke lapisan yang lainnya, sehingga dimungkinkan adanya hubungan timbal balik antara lapisan input dan lapisan output. Hasil akhir penelitian ini terdapat 6 Pola yang dimasukkan kadalam proses pencarian diantaranya Pola Angka 1,3,4,5,7, dan 9 dengan nilai input vector angka 1 [16,-22], angka 3 [20,22], angka 4 [16,-22], angka 5 [20,6], angka 7 [24,2] dan angka 9 [20,18], yang tidak sesuai yaitu pola angka 7. Target yang diminta [1,-1], hasil yang diperoleh [1,1]. Metode Bam Kontinu dapat digunakan dalam mendeteksi pola dengan benar dan akurat.

Kata kunci; *JST, pola angka, metode bidirectional associative memory, bobot, pengujian input vektor*

1. Pendahuluan

Keamanan data sangat diperlukan saat ini karena banyak tindakan kejahatan baik yang disengaja maupun tidak disengaja [1]. Banyak perusahaan maupun perorangan membutuhkan aplikasi maupun system yang mampu menjaga keamanan data dari pihak

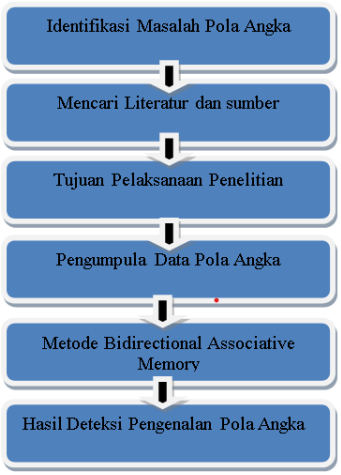
ISSN: 2715-9906
Copyright © BRAHMANA: Jurnal Penerapan Kecerdasan Buatan

pihak yang tidak bertanggung jawab [2]. Dalam penelitian ini meruapakan salah satu cara mengamankan data agar terhindar dari tindakan kejahatan dengan mengunci data menggunakan pola angka. Pola angka bias dijadikan untukkeamanan data dengan memasukkan kunci dan menggunakan konsep JST dengan system biner dan bipolar dalam mengartikan masing masing pola yang digunakan.

2. Metodologi Penelitian

2.1. Proses penelitian

Desain penelitian berfungsi sebagai arah dan pedoman bagi peneliti mengenai apa yang harus dilakukan di tempat peneliti, data apa saja yang harus dikumpulkan, bagaimana cara menganalisa data dan menentukan hasil apa saja yang harus dicapai setelah menylesaikan proses penelitian. Penelitian ini adalah penelitian kualitatif. Metode penelitian kualitatif merupakan metode penelitian yang berlandaskan pada fisafat post positivisme digunakan untuk meneliti pada kondisi objek alami dimana peneliti adalah sebagai instrumen kunci teknik pengumpulan datanya dilakukan secara gabungan, analisis data bersifat induktif atau kualitatif dan hasil penelitian kaulitatif lebih menekankan makna dari pada generalisasi [1][4-6]. Adapun desain penelitian yang akan dilakukan pada penelitian ini sebagai berikut:



Gambar 1. Metodologi Penelitian

2.2. Langkah langkah penyelesaian

Langkah langkah metode ini dapat dilihat pada proses dibawah ini. Untuk vektor input biner, matriks bobot ditentukan sebagai [7-10]:

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

Fungsi aktivasi yang digunakan adalah : Yj *Untuk lapisan output :*

$$y_j = \begin{cases} 1; jikay_in_j > 0 \\ y_j; jikay_in_j = 0 \\ 0; jikay_in_j < 0 \end{cases} \quad (2)$$

Xi *Pada lapisan input*

$$x_i = \begin{cases} 1; jikax_in_i > 0 \\ x_i; jikax_in_i = 0 \\ 0; jikax_in_i < 0 \end{cases} \quad (3)$$

2.3. Konsep Dasar

Jaringan Syaraf Tiruan (JST) telah banya Jaringan Syaraf Tiruan (JST) telah banyak diterapkan dalam menyelesaikan masalah dalam berbagai bidang. Dalam bidang ilmu komputer Jaringan Syaraf Tiruan dapat digunakan untuk menemukan keterangan dari simbol-simbol atau angka-angka yang dihasilkan oleh sistem informasi. Jaringan Syaraf Tiruan mempunyai kemampuan untuk menyimpan pengetahuan yang didapatkan dari hasil latihan. Kemampuan ini mirip dengan fungsi otak manusia, sehingga sistem Jaringan Syaraf Tiruan dapat digunakan pada pekerjaan-pekerjaan yang membutuhkan kecerdasan manusia. Dalam melakukan proses belajar, Jaringan Syaraf Tiruan dapat memodifikasi tingkah lakunya sesuai dengan keadaan lingkungannya[1].

Bila dilihat dari cara memodifikasi bobotnya, pelatihan JST dibagi menjadi dua, yaitu pelatihan dengan supervisi (pembimbing), dan pelatihan tanpa supervisi. Pada proses pelatihan, suatu input dimasukkan kejaringan, kemudian jaringan akan memproses dan mengeluarkan suatu keluaran. Keluaran yang dihasilkan oleh jaringan dibandingkan dengan target. Jika keluaran jaringan tidak sama dengan target, maka perlu dilakukan modifikasi bobot. Tujuan dari pelatihan ini adalah memodifikasi bobot hingga diperoleh bobot yang bisa membuat keluaran jaringan sama dengan target yang diinginkan. Dalam pelatihan dengan supervisi, jaringan dipandu oleh sejumlah pasangan data (masukan dan target) yang berfungsi sebagai pembimbing untuk melatih jaringan hingga diperoleh bobot yang terbaik. Pelatihan dilakukan dengan memberikan pasangan pola-pola masukan dan keluaran. Sebaliknya, dalam pelatihan tanpa supervisi, tidak ada pembimbing yang digunakan untuk memandu proses pelatihan. Artinya, jaringan hanya diberi input, tetapi tidak mendapatkan target yang diinginkan, sehingga modifikasi bobot pada jaringan dilakukan menurut parameter tertentu. Sebagai contoh, pola-pola masukan yang tersedia diklasifikasikan ke dalam kelompok-kelompok yang berbeda[2].

Jaringan Saraf Tiruan telah berkembang sebagai model matematika dari pikiran manusia yaitu Saraf biologis, yang didasarkan pada asumsi sebagai berikut [3]:

a) Pemrosesan informasi terjadi pada banyak elemen sederhana yang disebut neuron
b) Sinyal dilewatkan melalui sambungan antar neuron.
c) Setiap sambungan mempunyai bobot, yang menguatkan sinyal yang melaluinya
d) Setiap neuron menerapkan fungsi aktifasi ke lapisan input (jumlah sinyal input terboboti) untuk menentukan sinyal output.

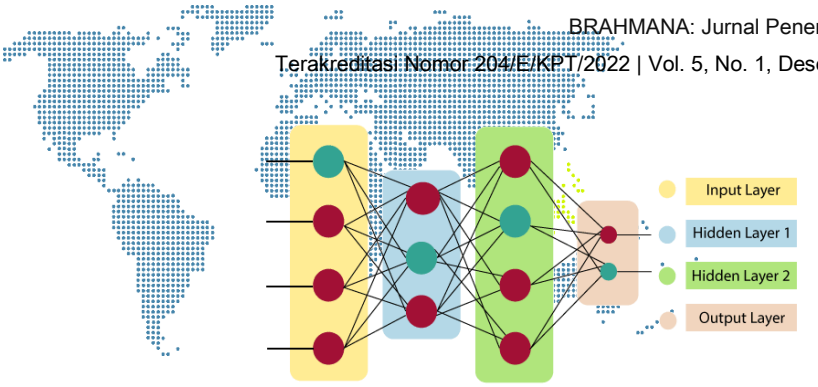
Ada 2 jenis saraf tiruan Bidirectional Associative Memory (BAM), yaitu:

a) Bidirectional Associative Memory Diskret Pada Bidirectional Associative Mmemory (BAM)diskret,ada 2 tipe inputan, yaitu biner dan bipolar.
b) Bidirectional Associative Memory Kontinu BAM kontinyu akan mentransformasikan input secara lebih halus dan kontinu kekawasan output dengan nilai yang terletak pada range [0,1 [16]. Pada BAM diskret ada 2 kemungkinan tipe data, yaitu biner dan bipolar. Matriks bobot awal dibuat sedemikian rupa sehingga dapat menyimpan pasangan vektor input dan vektor output s(p)-t(p), dengan p = 1, 2, 3, ..., P [4,7].

Baik tidaknya suatu model jaringan saraf tiruan ditentukan oleh hubungan antar neuron atau arsitektur jaringan saraf tiruan itu sendiri. Neuron terkumpul dalam laporan yang disebut neuron layer yang terbagi menjadi tiga lapisan :

1. Lapisan Input (Input Layer), unit dalam lapisan input ini disebut unit input yang bertugas menerima pola inputan dari luar yang menggambarkan suatu perprobleman
2. Lapisan tersembunyi (hidden layer), unit dalam lapisan tersembunyi disebut unit tersembunyi, yang mana nilai output tidak dapat diamati secara langsung.
3. Lapisan output (Output Layer), unit dalam lapisan output disebut unit output yang merupakan penyelesaian jaringan saraf tiruan terhadap suatu perprobleman[5][6].

Secara umum, arsitektur jaringan Saraf tiruan BAM ditunjukkan seperti pada Gambar



Gambar 2. Asitektur jaringan saraf tiruan BAM

BAM kontinu akan mentransformasikan input secara lebih halus dan kontinu ke kawasan output dengan nilai yang terletak pada range [0,1]. Fungsi aktivasi yang digunakan adalah fungsi sigmoid[8].

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1. Analisa Data Pola

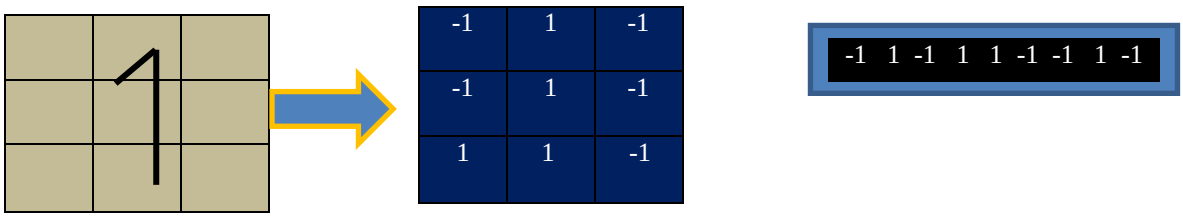
Berdasarkan Data yang diperoleh ada 6 Variabel vector input yang akan diproses secara berkala. Pola yang akan diproses diantaranya angka 1,3,4,5,7 dan 9 dengan ketentuan

1. Pola Angka ‘’1’’ disimpan pada nilai [1,-1]
2. Pola Angka ‘’3’’ disimpan pada nilai [1,1]
3. Pola Angka ‘’4’’ disimpan pada nilai [1,-1]
4. Pola Angka ‘’5’’ disimpan pada nilai [1,1]
5. Pola Angka ‘’7’’ disimpan pada nilai [1,-1]
6. Pola Angka ‘’9’’ disimpan pada nilai [1,1]

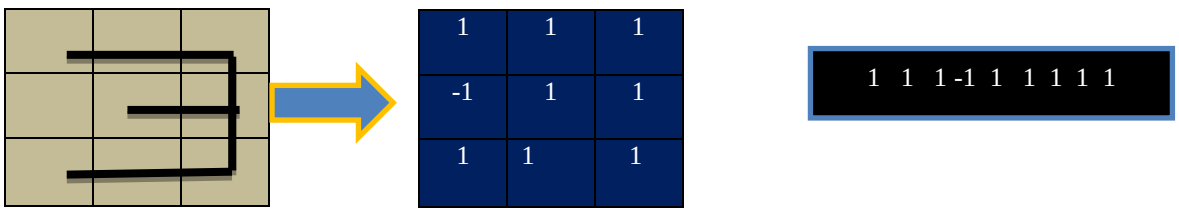
Langkah pertama yang dilakukan yaitu menulis angka dalam bentuk matriks 3X3 dengan ketentuan jika mengenai garis kotak dihitungan dengan angka 1 dan jika tidak mengenai garis kotak dengan angka -1. Setelah selesai dikonversikan bipolar semuanya dengan aturan [1 dan -1] maka langkash selanjutnya yaitu mengalikan dengan hasil target. Kemudian di akomulasikan semua sesuai dengan tahap proses yang dikerjakan dapat dilihat pada proses pembahasan dibawah ini:

3.2. Proses konversi Bipolar

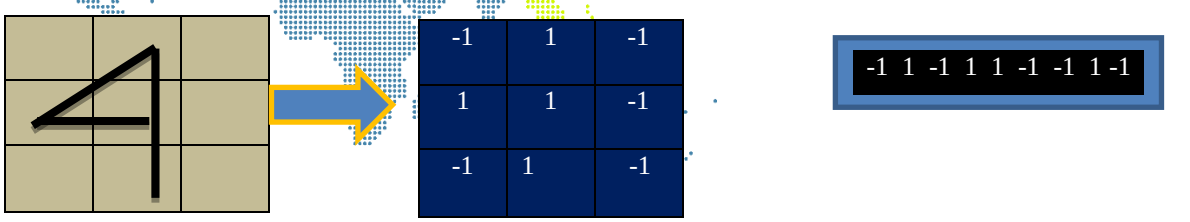
1. Pola angka’1’



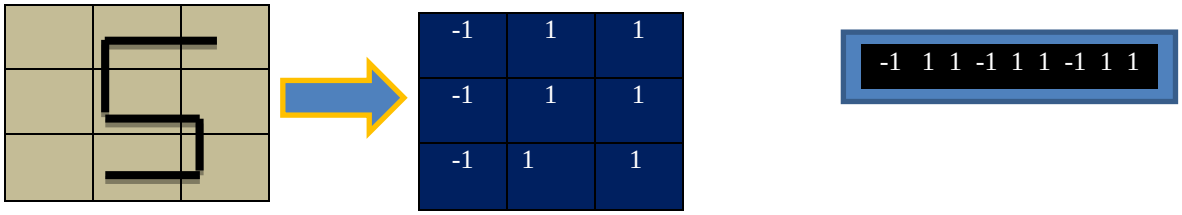
2. Pola angka’3’



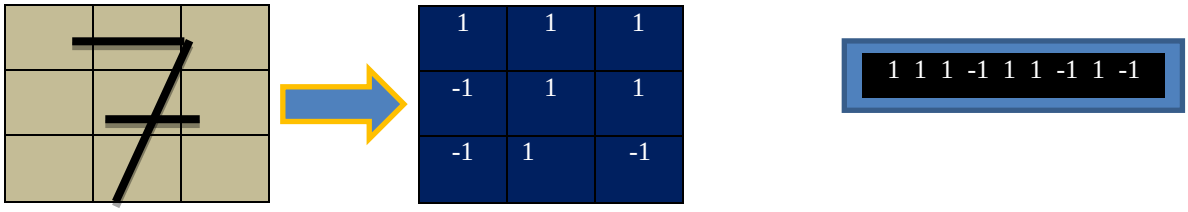
3. Pola angka'4'



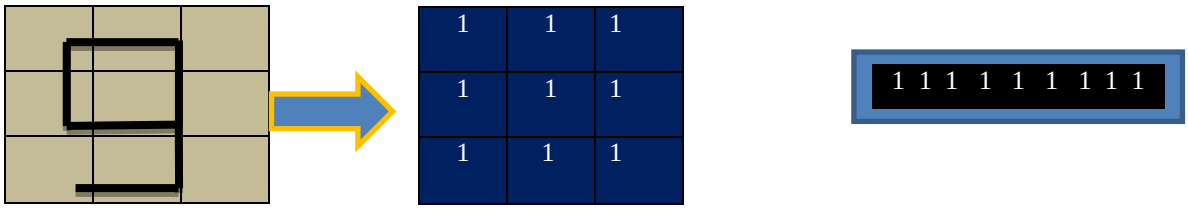
4. Pola Angka'5'



5. Pola Angka'7'



6. Pola Angka'9'



3.3. Bentuk pola angka yang digunakan yaitu

Pola yang digunakan dalam konversi ini terdiri dari 2 bagian yaitu pola [1 dan -1].

1) Pola Angka ''1'' disimpan pada nilai [1,-1]
2) Pola Angka ''3'' disimpan pada nilai [1,1]
3) Pola Angka ''4'' disimpan pada nilai [1,-1]
4) Pola Angka ''5'' disimpan pada nilai [1,1]
5) Pola Angka ''7'' disimpan pada nilai [1,-1]
6) Pola Angka ''9'' disimpan pada nilai [1,1]

Proses bentuk matriks bobot dalam penyimpanan pola angka

1. Matrik Bobot Pola Angka ''1''

$$W_{(\text{Pola 1})} = \begin{vmatrix} -1 \\ 1 \\ -1 \\ 1 \\ 1 \\ -1 \\ -1 \\ 1 \\ -1 \end{vmatrix} [1, -1] \quad \begin{vmatrix} -1 & 1 \\ 1 & -1 \\ -1 & 1 \\ 1 & -1 \\ 1 & -1 \\ -1 & 1 \\ -1 & 1 \\ 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{vmatrix}$$

2. Matrik Bobot Pola Angka ‘’3’’

$$W_{(\text{Pola } 3)} = \begin{vmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ -1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{vmatrix} [1, 1] \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \\ 1 & 1 \\ -1 & -1 \\ 1 & 1 \\ 1 & 1 \\ 1 & 1 \\ 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{vmatrix}$$

3. Matrik Bobot Pola Angka ‘’4’’

$$W_{Pola\ 4} = \begin{vmatrix} -1 \\ 1 \\ -1 \\ 1 \\ 1 \\ -1 \\ -1 \\ 1 \\ -1 \end{vmatrix} [1, -1] \begin{vmatrix} -1 & 1 \\ 1 & -1 \\ -1 & 1 \\ 1 & -1 \\ 1 & -1 \\ -1 & 1 \\ -1 & 1 \\ 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{vmatrix}$$

4. Matrik Bobot Pola Angka ‘’5’’

$$W_{(\text{Pola } 5)} = \begin{vmatrix} -1 \\ 1 \\ 1 \\ -1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ -1 \end{vmatrix} [1, 1] \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \\ 1 & 1 \\ -1 & -1 \\ 1 & 1 \\ 1 & 1 \\ 1 & 1 \\ 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{vmatrix}$$

5. Matrik Bobot Pola Angka ‘’7’’

$$W_{(\text{Pola } 7)} = \begin{vmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ -1 \\ 1 \\ 1 \\ -1 \\ 1 \\ -1 \end{vmatrix} [1, -1] \begin{vmatrix} 1 & -1 \\ 1 & -1 \\ 1 & -1 \\ -1 & 1 \\ 1 & -1 \\ 1 & -1 \\ -1 & 1 \\ 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{vmatrix}$$

6. Matrik Bobot Pola Angka ‘’9’’

$$W_{(\text{Pola } 9)} = \begin{vmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{vmatrix} [1, 1] \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \\ 1 & 1 \\ 1 & 1 \\ 1 & 1 \\ 1 & 1 \\ 1 & 1 \\ 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{vmatrix}$$

$$W=\begin{vmatrix}-1 & 1\\ 1 & -1\\ -1 & 1\\ 1 & -1\\ 1 & -1\\ -1 & 1\\ -1 & 1\\ 1 & -1\\ -1 & 1\end{vmatrix}+\begin{vmatrix}1 & 1\\ 1 & 1\\ 1 & 1\\ -1 & -1\\ 1 & 1\\ 1 & 1\\ 1 & 1\\ 1 & 1\\ 1 & 1\end{vmatrix}+\begin{vmatrix}-1 & 1\\ 1 & -1\\ -1 & 1\\ 1 & -1\\ 1 & -1\\ -1 & 1\\ -1 & 1\\ 1 & -1\\ -1 & 1\end{vmatrix}+\begin{vmatrix}-1 & -1\\ 1 & 1\\ 1 & 1\\ -1 & -1\\ 1 & 1\\ 1 & 1\\ 1 & 1\\ 1 & 1\\ -1 & -1\end{vmatrix}+\begin{vmatrix}1 & 1\\ 1 & 1\\ 1 & 1\\ -1 & -1\\ 1 & 1\\ 1 & 1\\ 1 & 1\\ 1 & 1\\ 1 & 1\end{vmatrix}+\begin{vmatrix}1 & 1\\ 1 & 1\\ 1 & 1\\ -1 & -1\\ 1 & 1\\ 1 & 1\\ -1 & -1\\ 1 & 1\\ -1 & -1\end{vmatrix}$$

Hasil Akomulasi Pola secara keseluruhan yaitu

$$=\begin{vmatrix}0 & 2\\ 6 & 0\\ 2 & 4\\ 0 & -2\\ 6 & 0\\ 2 & 4\\ 0 & 6\\ 6 & 0\\ -2 & 4\end{vmatrix}$$

3.4. Pengujian Input Vektor

Langkah selanjutnya itu menjumlahkan semua nilai pola angka berdasarkan matriks yang diperoleh diantaranya:

Bentuk matriks dari W adalah bentuk matriks bobot yang menghubungkan antara nouron nouron lapisan pada input dan output. Matris yang menghubungkan dengan nouron lapisan input adalah bentuk dari $W^{T.}$Dibawah ini adalah bentuk pengujian dari vector input dari masing masing pola angka.

a) $Y_in_1=x_1*W=$

```
[-1  1 -1  1  1 -1 -1  1 -1]
```

$$\begin{vmatrix}0 & 2\\ 6 & 0\\ 2 & 4\\ 0 & -2\\ 6 & 0\\ 2 & 4\\ 0 & 6\\ 6 & 0\\ -2 & 4\end{vmatrix}$$

= [16,-22]

$$y_j=\begin{cases}1; jika y_in_j > \theta\\ y_j; jika y_in_j = \theta\\ -1; jika y_in_j < \theta\end{cases}$$

Maka : y_in[1,-1] sama dengan Target yang diharapkan

b) $Y_in_2=x_2*W=$

[1 1 1 -1 1 1 1 1 1]

$$\begin{vmatrix} 0 & 2 \\ 6 & 0 \\ 2 & 4 \\ 0 & -2 \\ 6 & 0 \\ 2 & 4 \\ 0 & 6 \\ 6 & 0 \\ -2 & 4 \end{vmatrix} = [20,22]$$

$$y_j = \begin{cases} 1; jikay_in_j > \theta \\ y_j; jikay_in_j = \theta \\ -1; jikay_in_j < \theta \end{cases}$$

Maka : y_in[1,1] sama dengan Target yang diharapkan

c) $Y_in_3=x_3*W=$

[-1 1 -1 1 1 -1 -1 1 -1]

$$\begin{vmatrix} 0 & 2 \\ 6 & 0 \\ 2 & 4 \\ 0 & -2 \\ 6 & 0 \\ 2 & 4 \\ 0 & 6 \\ 6 & 0 \\ -2 & 4 \end{vmatrix} = [16,-22]$$

$$y_j = \begin{cases} 1; jikay_in_j > \theta \\ y_j; jikay_in_j = \theta \\ -1; jikay_in_j < \theta \end{cases}$$

Maka : y_in[1,-1] Tidak sama dengan Target yang diharapkan

d) $Y_in_4=x_4*W=$

[-1 1 1 -1 1 1 -1 1 1]

$$\begin{vmatrix} 0 & 2 \\ 6 & 0 \\ 2 & 4 \\ 0 & -2 \\ 6 & 0 \\ 2 & 4 \\ 0 & 6 \\ 6 & 0 \\ -2 & 4 \end{vmatrix} = [20,6]$$

$$y_j = \begin{cases} 1; jikay_in_j > \theta \\ y_j; jikay_in_j = \theta \\ -1; jikay_in_j < \theta \end{cases}$$

Maka : y_in[1,1] sama dengan Target yang diharapkan

e) $Y_in_5=x_5*W=$

[1 1 1 -1 1 1 -1 1 -1]

$$\begin{vmatrix} 0 & 2 \\ 6 & 0 \\ 2 & 4 \\ 0 & -2 \\ 6 & 0 \\ 2 & 4 \\ 0 & 6 \\ 6 & 0 \\ -2 & 4 \end{vmatrix} = [24,2]$$

$$y_j = \begin{cases} 1; jikay_in_j > \theta \\ y_j; jikay_in_j = \theta \\ -1; jikay_in_j < \theta \end{cases}$$

Maka : y_in[1,-1] Tidak sama dengan Target yang diharapkan

f) $Y_in_6=x_6*W=$

1 1 1 -1 1 1 -1 1 -1

$$\begin{vmatrix} 0 & 2 \\ 6 & 0 \\ 2 & 4 \\ 0 & -2 \\ 6 & 0 \\ 2 & 4 \\ 0 & 6 \\ 6 & 0 \\ -2 & 4 \end{vmatrix} = [20,18]$$

$$y_j = \begin{cases} 1; jikay_in_j > \theta \\ y_j; jikay_in_j = \theta \\ -1; jikay_in_j < \theta \end{cases}$$

Maka : y_in[1,1] sama dengan Target yang diharapkan.
Hasil akhir dalam pengujian input pada pola Angka 1,3,4,5,7, dan 9 diperoleh 5 nilai sesuai target dan 1 nilai yang tidak sama dengan target dapat dilihat pada table dibawah ini:

Tabel 1. Hasil Akhir

Target	Hasil	Keterangan
[1,-1]	[16,-22]	Sesuai dengan Target
[1,1]	[20,22]	Sesuai dengan Target
[1,-1]	[16,-22]	Sesuai dengan Target
[1,1]	[20,6]	Sesuai dengan Target
[1,-1]	[22,4]	Tidak Sesuai dengan Target
[1,1]	[20, 18]	Sesuai dengan Target

4. Kesimpulan

Berdasarkan pencarian nilai input Vektor dalam menghitungan Pola Angka dalam menjaga kerahasiaan kunci pada system pola angka maka dapat disimpulkan bahwa sistem jaringan saraf tiruan menggunakan metode BAM Kontinu dapat menyelesaikan permasalahan pola angka dalam menjaga kerahasiaan kunci pada system anggka dengan tapat dan akurat. Berdasarkan vector Input terdapat 6 sistem pola yang diketahui yaitu pola angka 1,3,4,5,7 dan 9. Hanya pola 7 yang tidak sesuai dengan target. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal diperlukan aplikasi yang mampu mendeteksi secara langsung nilai factor yang digunakan dalam pola angka.

Daftar Pustaka

[1] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*. Bandung: ALFABETA, 2012.

[2] E. D. Manurung, B. Nadeak, and E. Ndruru, "Implementasi Algoritma Hebb Rule Pada Diagnosa Penyakit Kolik Abdomen Pada Orang Dewasa," JURIKOM (Jurnal Riset Komputer), vol. 7, no. 2, p. 250, 2020, doi: 10.30865/jurikom.v7i2.2086.

[3] G. A. Pauzi, "Sistem Identifikasi dan Pengenalan Pola Citra Tanda-Tangan Menggunakan Sistem Jaringan Saraf Tiruan (Artificial Neural Networks) Dengan Metode Backpropagation," vol. 03, no. 02, pp. 93–101, 2015.

[4] A. Syafutra, S. Siswanto, and Y. Handayani, "Analisa Prediksi Data Debit Runtun Waktu Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan Algoritma Backpropagation (Studi Kasus DAS Indragiri)," Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Riau, vol. 1, no. 2, pp. 1–14, 2014.

[5] D. Avianto, "Menggunakan Algoritma Momentum Backpropagation Neural Network," Jurnal Informatika, vol. 10, no. 1, pp.1199–1209, 2016.

[6] F. Zola, "Jaringan Saraf Tiruan Menggunakan Algoritma Backpropagation Untuk Memprediksi Prestasi Siswa," Jurnal Teknologi Dan Open Source, vol. 1, no. 1, pp. 58–72, 2018, doi: 10.36378/jtos.v1i1.12.

[7] Z. Arifin, "Jaringan Saraf Tiruan Bidirectional Associative Memory (BAM) Sebagai Identifikasi Pola Sidik jari Manusia," Jurnal Informatika Mulawarman Program Studi Ilmu Komputer Universitas Mulawarman, vol. 4, no. 1, pp. 21–26, 2009

[8] K. L. Tjung et al., "Implementasi Kombinasi Jaringan Saraf Tiruan Metode Self-Organized Map (SOM) dan Bidirectional Associative Memory (BAM) Pada AI Game Action Adventure .," pp. 1–7, 2013.

[9] A. Giawa, "Implementasi Metode Bidirectional Associative Memory Pada Absensi Berbasis Identifikasi Wajah (Studi Kasus : Mts Zending Islam Indonesia Medan)," vol. 8, pp. 108–111, 2019.

[10] M. I. Ukkas, A. H. Kridalaksana, and T. W. Cenggoro, "Pengenalan Pola Perilaku Seorang Manusia Dalam Permainan Suten Menggunakan Metode Jaringan Saraf Tiruan Propagasi Balik," Sebatik, vol. 12, no. 1, pp. 1–8, 2018, doi: 10.46984/sebatik.v12i1.63