

Klasifikasi Biner Bipolar Pada Data Kuesioner Pelamar Asisten Laboratorium Menggunakan Model Hebbian Dan Perceptron

Muhammad Fathir Aulia¹, Armansyah²

Fakultas Sains dan Teknologi, Program Studi Ilmu Komputer
Universitas Islam Negeri Sumatera Utara
fathiryabj1@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan model Hebbian dan Perceptron untuk klasifikasi data kuesioner pelamar Asisten Laboratorium yang dikonversi ke format biner dan bipolar. Data kuesioner mengukur ketertarikan dan pengetahuan pelamar terkait bidang ilmu komputer guna menganalisis efektivitas, kecepatan, dan akurasi masing-masing model. Hasil implementasi menunjukkan bahwa model Hebbian dengan input biner tidak mengenali pola hingga epoch ke-10, sedangkan dengan input bipolar berhasil pada epoch ke-2. Model Perceptron dengan input biner mengenali pola pada epoch ke-2, sementara dengan input bipolar pada epoch ke-3. Kedua model dilatih dengan bobot dan bias awal = 0, serta parameter Perceptron berupa threshold (θ) = 0.5 dan learning rate (η) = 0.1. Dari empat pelamar, dua berminat mendaftar. Data dianalisis menggunakan model Hebbian dan Perceptron untuk mengevaluasi ketepatan, kecepatan, akurasi, serta efektivitas. Hasilnya, model Perceptron lebih direkomendasikan karena fleksibel dan mampu bekerja dengan format biner serta bipolar. Temuan ini memberikan wawasan dalam memilih model klasifikasi yang tepat untuk seleksi pelamar Asisten Laboratorium.

Kata kunci: Klasifikasi, Hebbian, Perceptron, Biner - Bipolar

Abstract

This research aims to implement the Hebbian and Perceptron models for the classification of Laboratory Assistant applicant questionnaire data converted to binary and bipolar formats. The questionnaire data measures the applicant's interest and knowledge related to the field of computer science to analyze the effectiveness, speed, and accuracy of each model. The implementation results show that the Hebbian model with binary input does not recognize patterns until the 10th epoch, while with bipolar input it succeeds at the 2nd epoch. The Perceptron model with binary input recognized the pattern at the 2nd epoch, while with bipolar input at the 3rd epoch. Both models were trained with initial weight and bias = 0, and Perceptron parameters of threshold (θ) = 0.5 and learning rate (η) = 0.1. Of the four applicants, two were interested in applying. The data was analyzed using Hebbian and Perceptron models to evaluate precision, speed, accuracy, and effectiveness. As a result, the Perceptron model is more recommended as it is flexible and able to work with binary as well as bipolar formats. The findings provide insights in choosing the right classification model for Laboratory Assistant applicant selection.

Keywords: Classification, Hebbian, Perceptron, Binary - Bipolar

PENDAHULUAN

Seleksi asisten laboratorium (Aslab) dalam bidang ilmu komputer merupakan proses penting yang membutuhkan objektivitas tinggi dalam menilai

kompetensi pelamar. Proses seleksi yang dilakukan secara manual seringkali memakan waktu dan memiliki potensi subjektivitas, yang dapat mengurangi

akurasi hasil seleksi (Suthan & Iqbal, 2025). Untuk itu, diperlukan metode klasifikasi yang dapat meningkatkan efisiensi dan objektivitas dalam memilih pelamar Aslab yang sesuai (Al Rivan et al., 2020). Salah satu pendekatan yang potensial adalah penggunaan Jaringan Syaraf Tiruan (JST), khususnya model Hebbian dan Perceptron, untuk mengklasifikasikan data pelamar yang diubah menjadi format biner bipolar (Hartono & Zein, 2023).

Format biner bipolar pada data kuesioner pelamar Aslab memudahkan proses klasifikasi dengan mengonversi nilai-nilai menjadi dua kategori, seperti “diterima” atau “tidak diterima”. Model Hebbian yang berfungsi dengan pembelajaran tanpa pengawasan dan model Perceptron yang menangani data dengan pemisahan linear, keduanya memiliki potensi untuk digunakan dalam klasifikasi data ini (Nugroho, 2023). Meskipun kedua model ini dikenal efektif dalam klasifikasi, tantangan muncul dari distribusi data yang tidak seimbang serta pola data yang tidak selalu linear, yang dapat mempengaruhi hasil klasifikasi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efektivitas dan akurasi kedua model dalam mengklasifikasikan data kuesioner pelamar Aslab yang telah diubah ke dalam format biner bipolar. Dengan membandingkan kinerja model Hebbian dan Perceptron, diharapkan dapat ditemukan model yang lebih efisien dan efektif dalam mendukung proses seleksi pelamar Aslab di bidang ilmu komputer, serta memberikan rekomendasi yang berguna untuk proses seleksi yang lebih objektif dan sistematis.

Rumusan Masalah

Berdasarkan pendahuluan diatas, adapun rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana cara mengkonversi data kusioner pelamar Aslab menjadi format biner bipolar untuk digunakan dalam klasifikasi model Hebbian dan Perceptron?
2. Bagaimana akurasi dan efektivitas model Hebbian dan Perceptron dalam mengklasifikasi data pelamar Aslab dalam format biner bipolar
3. Model mana yang lebih efektif dan akurat dalam klasifikasi data pelamar Aslab, antara model Hebbian dan Perceptron?

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengimplementasikan model Hebbian dan Perceptron untuk mengklasifikasikan data kusioner pelamar Aslab yang telah diubah menjadi format biner bipolar.
2. Membandingkan kinerja kedua model dalam hal akurasi, kecepatan dan efektivitas klasifikasi data pelamar Aslab.
3. Menyediakan rekomendasi model klasifikasi yang lebih efektif dan efisien untuk seleksi pelamar Aslab.

Manfaat Penelitian

1. Menambah pengetahuan dalam penerapan model Hebbian dan Perceptron dalam klasifikasi data biner bipolar di bidang ilmu komputer.
2. Memberikan metode klasifikasi yang efisien dan akurat untuk membantu proses seleksi pelamar aslab.

3. Mendukung laboran ilmu komputer dalam memilih pelamar aslab secara objektif dan tepat.

Tinjauan Pustaka

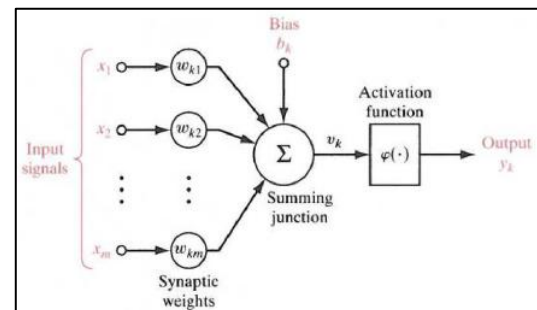
Jaringan saraf tiruan adalah metode pemrosesan data yang meniru cara kerja otak manusia (Kristianti & Widiatry, 2024). Metode ini digunakan untuk menyelesaikan masalah seperti pembelajaran, pengenalan pola, dan klasifikasi. Analisis jaringan saraf tiruan dilakukan dengan menggunakan dua metode, seperti metode Hebb dan Perceptron.

Hebb rule adalah metode pembelajaran paling sederhana (Marlina et al., 2024). Metode ini bekerja dengan memperbarui nilai bobot, sehingga ketika dua neuron saling terhubung dan aktif secara bersamaan, bobot di antara keduanya akan meningkat (Sinurat, 2021).

Perceptron merupakan salah satu jenis jaringan saraf tiruan yang sederhana. Metode ini termasuk dalam pembelajaran terawasi (supervised learning) pada sistem jaringan saraf. Dalam merancang jaringan neuron, perlu memperhatikan beberapa spesifikasi yang akan diidentifikasi, seperti jumlah neuron dan masukan. Perceptron adalah bentuk paling sederhana dari jaringan saraf tiruan, digunakan untuk mengklasifikasikan pola yang disebut *linearly separable*, yaitu pola-pola yang berada pada sisi yang berlawanan dalam sebuah bidang. Secara umum, Perceptron terdiri dari satu neuron dengan bobot sinaptik dan ambang batas (*threshold*) yang dapat disesuaikan. Namun, Perceptron hanya mampu mengklasifikasikan data ke dalam dua kelas saja (Wahyuningsih et al., 2023).

LANDASAN TEORI

Jaringan Syaraf Tiruan (JST) adalah konsep matematis yang terinspirasi dari cara kerja sistem biologis otak manusia dalam proses pembelajaran. Secara dasar, JST berfungsi seperti fungsi matematika yang menerima *input*, kemudian memprosesnya untuk menghasilkan *output* yang sudah terstruktur. Jaringan saraf tiruan umumnya dimodelkan sebagai sekumpulan neuron yang terhubung satu sama lain, di mana neuron-neuron tersebut saling mengirimkan sinyal melalui akson (Audina & Swanjaya, 2020).

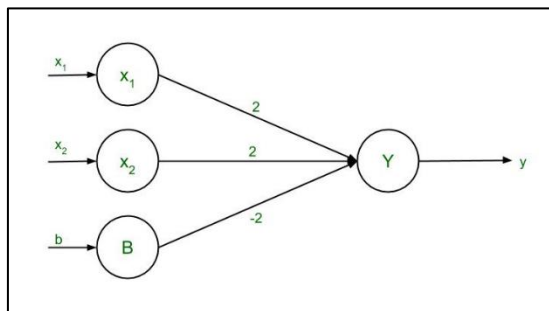


Gambar 1 Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan saraf tiruan (JST) adalah sistem pemrosesan informasi yang dirancang untuk meniru cara kerja otak manusia dalam menyelesaikan masalah, sehingga dapat membantu mempermudah pekerjaan manusia. JST telah banyak digunakan untuk menganalisis data yang besar dan kompleks, serta memberikan dukungan dalam pengambilan keputusan. Jaringan saraf tiruan ini dirancang untuk menyelesaikan masalah tertentu, seperti pengenalan pola atau klasifikasi, melalui proses pembelajaran (Ryanto et al., 2022).

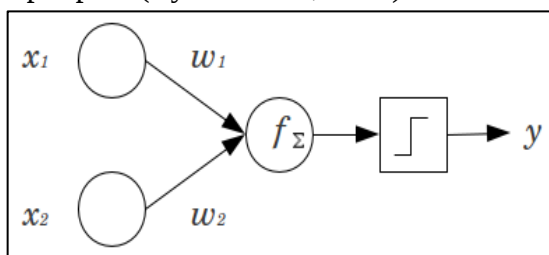
Metode Hebb Rule merupakan jaringan saraf tiruan yang meniru cara kerja otak manusia. Dalam metode ini, proses pelatihan dilakukan dengan memperbarui bobot pada neuron sehingga dapat saling terhubung pada waktu yang sama, menghasilkan peningkatan nilai

bobot. Secara otomatis, nilai tersebut dapat diperbaiki (Meri & Perdana, 2022). Algoritma Hebb Rule adalah algoritma yang sangat sederhana dibandingkan dengan algoritma pelatihan Perceptron, yang juga memperbaiki bobot. Jika ada dua neuron yang saling terhubung dan aktif secara bersamaan, maka bobot keduanya akan meningkat (Ridho et al., 2021).



Gambar 2 Arsitektur Hebb Rule

Metode perceptron adalah salah satu metode yang handal dalam jaringan saraf tiruan, khususnya dalam mengenali pola. Metode ini dapat dikatakan efektif karena memiliki prosedur pembelajaran yang menghasilkan bobot yang konvergen, sehingga memungkinkan *output* yang dihasilkan sesuai dengan target dari setiap input pola (Ryanto et al., 2022).



Gambar 3 Arsitektur Single Layer Perceptron

Penerapan Hebbian

Penerapan Hebbian dilakukan untuk melatih jaringan saraf tiruan berdasarkan prinsip penguatan bobot (Purba et al., 2024). Model Hebbian digunakan untuk mengklasifikasikan data kuesioner pelamar asisten laboratorium dengan pola biner

bipolar. Prosesnya melibatkan pembaruan bobot secara iteratif, di mana hubungan antar neuron diperkuat jika keduanya aktif secara bersamaan. Dengan cara ini, pola-pola yang relevan dalam data kuesioner dapat dikenali dan dipetakan untuk mendukung klasifikasi kandidat secara lebih akurat (Silvilestari, 2023).

Penerapan Perceptron

Penerapan Perceptron digunakan untuk mengklasifikasikan data kuesioner pelamar berdasarkan pola biner bipolar (Prasetyo & Dessy Ana Laila Sari, 2022). Perceptron bekerja dengan memanfaatkan fungsi aktivasi untuk menentukan output dari neuron berdasarkan bobot dan input yang diberikan (Kahar & Aritonang, 2022). Proses pelatihannya melibatkan penyesuaian bobot secara iteratif melalui algoritma pembelajaran berbasis kesalahan. Dengan pendekatan ini, model dapat memisahkan data pelamar ke dalam kelas yang sesuai, sehingga membantu dalam analisis dan pemilihan kandidat asisten laboratorium secara sistematis (N. Kapita et al., 2020).

Kuesioner merupakan salah satu alat pengumpulan data yang digunakan untuk mengevaluasi respon individu terhadap pertanyaan tertentu. Dalam penelitian ini, data dari kuesioner pelamar asisten laboratorium dapat diolah untuk mengenali pola yang mencerminkan potensi atau kemampuan pelamar. Data tersebut kemudian digunakan sebagai input dalam model Hebbian dan Perceptron untuk menentukan klasifikasi pelamar.

Klasifikasi biner bipolar adalah metode untuk membagi data ke dalam dua kategori, yang umumnya diwakili dengan nilai +1 dan -1 atau 1 dan 0 (Rami Ate et al., 2024). Metode ini sering diterapkan

dalam jaringan saraf tiruan untuk menggambarkan kondisi neuron yang aktif atau tidak aktif. Model klasifikasi biner bipolar sangat cocok untuk memetakan data kuesioner yang memerlukan pemisahan yang jelas berdasarkan pola tertentu (Rahmiyanti et al., 2021).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif, dengan data yang diperoleh dari kuesioner yang berkaitan dengan layanan empati asisten laboratorium terhadap mahasiswa. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan menyebarkan kuesioner kepada mahasiswa yang ingin atau berminat bergabung menjadi aslab. Kuesioner disebarluaskan secara online melalui platform Google Form, yang mempermudah responden untuk mengisi kuesioner secara cepat dan efisien. Berikut adalah instrumen pertanyaan yang diajukan dalam kuesioner:

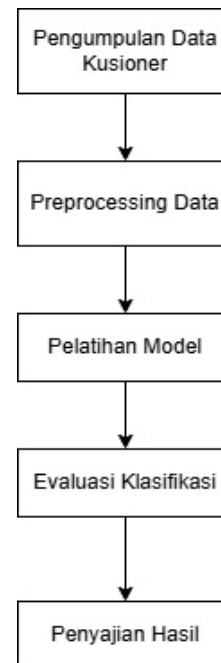
Tabel 1. Instrumen Kuesioner

Instrumen Ke-	Pertanyaan	Jawaban
1	Apakah anda ingin berbagi pengetahuan atau kemampuan anda dibidang komputer kepada orang lain ?	Ya/Tidak
2	Apakah anda siap menggantikan dosen ketika mengajar, ketika dosen berhalangan hadir?	Ya/Tidak
3	Apakah anda suka membaca dokumentasi terkait teknologi komputer yang terbaru ?	Ya/Tidak
4	Apakah anda menguasai algoritma pemrograman dan jaringan komputer dasar, atau menguasai dasar bidang komputer lainnya?	Ya/Tidak
5	Apakah menurut anda menjadi asisten laboratorium ilmu komputer itu menarik?	Ya/Tidak
6	Apabila di tahun 2025 nanti ada pendaftaran calon asisten laboratorium ilmu komputer,	Ya/Tidak

	apakah anda yakin ingin mendaftarkan diri?	
--	--	--

Alur Penelitian

Adapun diagram alur penelitian untuk mengklasifikasi data.



Gambar 4 Diagram Alur Penelitian

ANALISIS DAN PERANCANGAN

Berikut adalah analisis dan alur langkah-langkah dalam perancangan sistem klasifikasi:

- 1. Pengumpulan Data Kuesioner:** Data yang diperoleh akan berupa nilai dari jawaban yang telah diberikan.
- 2. Preprocessing Data:** Setelah data terkumpul, data kuesioner yang awalnya berupa jawaban dalam format teks akan diubah menjadi format biner bipolar.
- 3. Pelatihan Model :** Model Hebbian dan Perceptron digunakan untuk melatih data pelamar Aslab.
- 4. Evaluasi Klasifikasi:** Pada tahap ini, kita akan menilai kualitas hasil klasifikasi berdasarkan akurasi, kecepatan, dan efektivitas model

Tabel 2 Data Kusiner

Variabel	Mhs 1	Mhs 2	Mhs 3	Mhs 4
x ₁	1	1	1	1
x ₂	0	1	1	0
x ₃	1	0	1	1
x ₄	0	1	1	0
x ₅	1	1	1	0
Target	0	1	1	0

Berikut adalah data untuk analisis komputasi penelitian yang disajikan dalam format biner, sebagai berikut :

Tabel 3 Data Biner

x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	Target
1	0	1	0	1	0
1	1	0	1	1	1
1	1	1	1	1	1
1	0	1	0	0	0

Dimana 0 untuk keluaran “Tidak”, dan 1 untuk keluaran “Ya”.

Berikut adalah data untuk analisis komputasi penelitian yang disajikan dalam format bipolar, sebagai berikut :

Tabel 4 Data Bipolar

x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	Target
1	-1	1	-1	1	-1
1	1	-1	1	1	1
1	1	1	1	1	1
1	-1	1	-1	-1	-1

Dimana -1 untuk keluaran “Tidak”, dan 1 untuk keluaran “Ya”.

Perhitungan Perceptron

Bobot awal dan bias awal, serta *learning rate* dan nilai ambang batasnya diatur sebagai berikut :

Bobot awal (w) = 0
 Bias awal (b) = 0
 Threshold (θ) = 0.5
 Learning rate (η) = 0.1

Dengan :

$$y = \begin{cases} 1 & \text{jika } y_{in} > \theta \\ 0 & \text{jika } -\theta \leq y_{in} \leq \theta \\ -1 & \text{jika } y_{in} < -\theta \end{cases}$$

Perceptron Input Output Biner

Dengan ketentuan yang telah ditentukan, maka lakukanlah perhitungan pada epoch ke-1

1. Pada pola (1, 0, 1, 0, 1) $\rightarrow t = 0$
 $(1 \cdot 0) + (0 \cdot 0) + (1 \cdot 0) + (0 \cdot 0) + (1 \cdot 0) + 0 = 0$, maka $y = 0$ karena $-\theta \leq y_{in} < \theta$. Karena nilai y sesuai dengan target, maka tidak ada perubahan bobot.

2. Pada pola (1, 1, 0, 1, 1) $\rightarrow t = 1$
 $(1 \cdot 0) + (1 \cdot 0) + (0 \cdot 0) + (1 \cdot 0) + (1 \cdot 0) + 0 = 0$, maka $y = 0$ karena $-\theta \leq y_{in} < \theta$. Karena nilai y tidak sesuai dengan target, maka lakukan perubahan bobot.

$$\Delta w = \eta \cdot t \cdot x_i$$

$$\Delta w_1 = 0,1 \times 1 \times 1 = 0,1$$

$$\Delta w_2 = 0,1 \times 1 \times 1 = 0,1$$

$$\Delta w_3 = 0,1 \times 1 \times 0 = 0$$

$$\Delta w_4 = 0,1 \times 1 \times 1 = 0,1$$

$$\Delta w_5 = 0,1 \times 1 \times 1 = 0,1$$

$$\Delta b = 0,1 \times 1 = 0,1$$

$$w_i (\text{baru}) = w_i (\text{lama}) + \Delta w$$

$$w_1 = 0 + 0,1 = 0,1$$

$$w_2 = 0 + 0,1 = 0,1$$

$$w_3 = 0 + 0 = 0$$

$$w_4 = 0 + 0,1 = 0,1$$

$$w_5 = 0 + 0,1 = 0,1$$

$$b = 0 + 0,1 = 0,1$$

3. Pada pola (1, 1, 1, 1, 1) $\rightarrow t = 1$
 $(1 \cdot 0,1) + (1 \cdot 0,1) + (1 \cdot 0) + (1 \cdot 0,1) + (1 \cdot 0,1) + 0,1 = 0,5$, maka $y = 1$ karena $y_{in} \geq \theta$. Karena nilai y sesuai dengan target, maka tidak ada perubahan bobot.

4. Pada pola (1, 0, 1, 0, 0) $\rightarrow t = 0$
 $(1 \cdot 0,1) + (0 \cdot 0,1) + (1 \cdot 0) + (0 \cdot 0,1) + (0 \cdot 0,1) + 0,1 = 0,2$, maka $y = 0$ karena $-\theta \leq y_{in} < \theta$. Karena nilai y sesuai dengan target, maka tidak ada perubahan bobot.

Tabel 5 Tabel perbandingan

Target (t)	Prediksi (p)
0 (Terpenuhi)	0
1 (Tidak Terpenuhi)	0
1 (Terpenuhi)	1
0 (Terpenuhi)	0

Berdasarkan tabel 5 di atas, masih terdapat satu pola yang belum terpenuhi, sehingga perhitungan akan dilanjutkan ke epoch ke-2, dengan bobot awal, bias, learning rate dan threshold tetap menggunakan nilai dari perubahan bobot terakhir.

5. Pada pola (1, 0, 1, 0, 1) $\rightarrow t = 0$
 $(1 \cdot 0,1) + (0 \cdot 0,1) + (1 \cdot 0) + (0 \cdot 0,1) + (1 \cdot 0,1) + 0,1 = 0,3$, maka $y = 0$ karena $-\theta \leq y_{in} < \theta$. Karena nilai y sesuai dengan target, maka tidak ada perubahan bobot.
6. Pada pola (1, 1, 0, 1, 1) $\rightarrow t = 1$
 $(1 \cdot 0,1) + (1 \cdot 0,1) + (0 \cdot 0) + (1 \cdot 0,1) + (1 \cdot 0,1) + 0,1 = 0,5$, maka $y = 1$ karena $y_{in} \geq \theta$. Karena nilai y sesuai dengan target, maka tidak ada perubahan bobot.
7. Pada pola (1, 1, 1, 1, 1) $\rightarrow t = 1$
 $(1 \cdot 0,1) + (1 \cdot 0,1) + (1 \cdot 0) + (1 \cdot 0,1) + (1 \cdot 0,1) + 0,1 = 0,5$, maka $y = 1$ karena $y_{in} \geq \theta$. Karena nilai y sesuai dengan target, maka tidak ada perubahan bobot.
8. Pada pola (1, 0, 1, 0, 0) $\rightarrow t = 0$
 $(1 \cdot 0,1) + (0 \cdot 0,1) + (1 \cdot 0) + (0 \cdot 0,1) + (0 \cdot 0,1) + 0,1 = 0,2$, maka $y = 0$ karena $-\theta \leq y_{in} < \theta$. Karena nilai y sesuai dengan target, maka tidak ada perubahan bobot.

Tabel 6 Tabel perbandingan

Target (t)	Prediksi (p)
0 (Terpenuhi)	0
1 (Terpenuhi)	1
1 (Terpenuhi)	1
0 (Terpenuhi)	0

Perceptron Input Output Bipolar

Pada epoch ke-1

1. Pada pola (1, -1, 1, -1, 1) $\rightarrow t = -1$
 $(1 \cdot 0) + (-1 \cdot 0) + (1 \cdot 0) + (-1 \cdot 0) + (1 \cdot 0) + 0 = 0$, maka $y = 0$ karena $-\theta \leq y_{in} < \theta$. Karena nilai y tidak sesuai dengan target, maka lakukan perubahan bobot.
 $\Delta w = \eta \cdot t \cdot x_i$

$$\begin{aligned}\Delta w_1 &= 0,1 \times -1 \times 1 = -0,1 \\ \Delta w_2 &= 0,1 \times -1 \times -1 = 0,1 \\ \Delta w_3 &= 0,1 \times -1 \times 1 = -0,1 \\ \Delta w_4 &= 0,1 \times -1 \times -1 = 0,1 \\ \Delta w_5 &= 0,1 \times -1 \times 1 = -0,1 \\ \Delta b &= 0,1 \times -1 = -0,1\end{aligned}$$

$$w_i (\text{baru}) = w_i (\text{lama}) + \Delta w$$

$$\begin{aligned}w_1 &= 0 + (-0,1) = -0,1 \\ w_2 &= 0 + 0,1 = 0,1 \\ w_3 &= 0 + (-0,1) = -0,1 \\ w_4 &= 0 + 0,1 = 0,1 \\ w_5 &= 0 + (-0,1) = -0,1 \\ b &= 0 + (-0,1) = -0,1\end{aligned}$$

2. Pada pola (1, 1, -1, 1, 1) $\rightarrow t = 1$
 $(1 \cdot (-0,1)) + (1 \cdot 0,1) + (-1 \cdot (-0,1)) + (1 \cdot 0,1) + (1 \cdot (-0,1)) + (-0,1) = 0$, maka $y = 0$ karena $-\theta \leq y_{in} < \theta$. Karena nilai y tidak sesuai dengan target, maka lakukan perubahan bobot.

$$\Delta w = \eta \cdot t \cdot x_i$$

$$\begin{aligned}\Delta w_1 &= 0,1 \times 1 \times 1 = 0,1 \\ \Delta w_2 &= 0,1 \times 1 \times 1 = 0,1 \\ \Delta w_3 &= 0,1 \times 1 \times -1 = -0,1 \\ \Delta w_4 &= 0,1 \times 1 \times 1 = 0,1 \\ \Delta w_5 &= 0,1 \times 1 \times 1 = 0,1 \\ \Delta b &= 0,1 \times 1 = 0,1\end{aligned}$$

$$w_i (\text{baru}) = w_i (\text{lama}) + \Delta w$$

$$\begin{aligned}w_1 &= -0,1 + 0,1 = 0 \\ w_2 &= 0,1 + 0,1 = 0,2 \\ w_3 &= -0,1 + (-0,1) = -0,2 \\ w_4 &= 0,1 + 0,1 = 0,2 \\ w_5 &= -0,1 + 0,1 = 0 \\ b &= -0,1 + 0,1 = 0\end{aligned}$$

3. Pada pola (1, 1, 1, 1, 1) $\rightarrow t = 1$
 $(1 \cdot 0) + (1 \cdot 0,2) + (1 \cdot (-0,2)) + (1 \cdot 0,2) + (1 \cdot 0) + 0 = 0,2$, maka $y = 0$ karena $-\theta \leq y_{in} < \theta$. Karena nilai y tidak sesuai dengan target, maka lakukan perubahan bobot.

$$\Delta w = \eta \cdot t \cdot x_i$$

$$\begin{aligned}\Delta w_1 &= 0,1 \times 1 \times 1 = 0,1 \\ \Delta w_2 &= 0,1 \times 1 \times 1 = 0,1 \\ \Delta w_3 &= 0,1 \times 1 \times 1 = 0,1 \\ \Delta w_4 &= 0,1 \times 1 \times 1 = 0,1 \\ \Delta w_5 &= 0,1 \times 1 \times 1 = 0,1 \\ \Delta b &= 0,1 \times 1 = 0,1\end{aligned}$$

$$w_i (\text{baru}) = w_i (\text{lama}) + \Delta w$$

$$w_1 = 0 + 0,1 = 0,1$$

$$w_2 = 0,2 + 0,1 = 0,3$$

$$w_3 = -0,2 + 0,1 = -0,1$$

$$w_4 = 0,2 + 0,1 = 0,3$$

$$w_5 = 0 + 0,1 = 0,1$$

$$b = 0 + 0,1 = 0,1$$

4. Pada pola (1, -1, 1, -1, -1) $\rightarrow t = -1$
 $(1 \cdot 0,1) + (-1 \cdot 0,3) + (1 \cdot (-0,1)) + (-1 \cdot 0,3) + (-1 \cdot 0,1) + 0,1 = -0,6$, maka $y = -1$ karena $y_{in} < -\theta$. Karena nilai y sesuai dengan target, maka tidak ada perubahan bobot.

Tabel 7 Tabel perbandingan

Target (t)	Prediksi (p)
-1 (Tidak Terpenuhi)	0
1 (Tidak Terpenuhi)	0
1 (Tidak Terpenuhi)	0
-1 (Terpenuhi)	-1

Berdasarkan tabel 7 di atas, masih ada 3 pola yang masih belum terpenuhi, sehingga perhitungan akan dilanjutkan ke epoch ke-2, dengan bobot awal, bias, learning rate dan threshold tetap menggunakan nilai dari perubahan bobot terakhir.

5. Pada pola (1, -1, 1, -1, 1) $\rightarrow t = -1$
 $(1 \cdot 0) + (-1 \cdot 0) + (1 \cdot 0) + (-1 \cdot 0) + (1 \cdot 0) + 0 = -0,4$, maka $y = 0$ karena $-\theta \leq y_{in} < \theta$. Karena nilai y tidak sesuai dengan target, maka lakukan perubahan bobot.
 $\Delta w = \eta \cdot t \cdot x_i$
 $\Delta w_1 = 0,1 \times -1 \times 1 = -0,1$
 $\Delta w_2 = 0,1 \times -1 \times -1 = 0,1$
 $\Delta w_3 = 0,1 \times -1 \times 1 = -0,1$
 $\Delta w_4 = 0,1 \times -1 \times -1 = 0,1$
 $\Delta w_5 = 0,1 \times -1 \times 1 = -0,1$
 $\Delta b = 0,1 \times -1 = -0,1$
 $w_i \text{ (baru)} = w_i \text{ (lama)} + \Delta w$
 $w_1 = 0,1 + (-0,1) = -0,1$
 $w_2 = 0,3 + 0,1 = 0,4$
 $w_3 = -0,1 + (-0,1) = -0,2$
 $w_4 = 0,3 + 0,1 = 0,4$
 $w_5 = 0,1 + (-0,1) = 0$
 $b = 0,1 + (-0,1) = 0$
6. Pada pola (1, 1, -1, 1, 1) $\rightarrow t = 1$
 $(1 \cdot (-0,1)) + (1 \cdot 0,4) + (-1 \cdot (-0,2)) + (1 \cdot 0,4) + (1 \cdot 0) + 0 = 1$, maka $y = 1$ karena $y_{in} \geq \theta$. Karena nilai y sesuai dengan target, maka tidak ada perubahan bobot.

θ . Karena nilai y sesuai dengan target, maka tidak ada perubahan bobot.

7. Pada pola (1, 1, 1, 1, 1) $\rightarrow t = 1$
 $(1 \cdot (-0,1)) + (1 \cdot 0,4) + (1 \cdot (-0,2)) + (1 \cdot 0,4) + (1 \cdot 0) + 0 = 0,6$, maka $y = 1$ karena $y_{in} \geq \theta$. Karena nilai y sesuai dengan target, maka tidak ada perubahan bobot.
8. Pada pola (1, -1, 1, -1, -1) $\rightarrow t = -1$
 $(1 \cdot (-0,1)) + (-1 \cdot 0,4) + (1 \cdot (-0,2)) + (-1 \cdot 0,4) + (-1 \cdot 0) + 0 = -1$, maka $y = -1$ karena $y_{in} < -\theta$. Karena nilai y sesuai dengan target, maka tidak ada perubahan bobot.

Tabel 8 Tabel perbandingan

Target (t)	Prediksi (p)
-1 (Tidak Terpenuhi)	0
1 (Terpenuhi)	1
1 (Terpenuhi)	1
-1 (Terpenuhi)	-1

Berdasarkan tabel 8 di atas, masih ada 1 pola lagi yang masih belum terpenuhi, maka perhitungan akan dilanjutkan ke epoch ke-3, dengan bobot awal, bias, learning rate dan threshold tetap menggunakan nilai dari perubahan bobot terakhir.

9. Pada pola (1, -1, 1, -1, 1) $\rightarrow t = -1$
 $(1 \cdot (-0,1)) + (-1 \cdot 0,4) + (1 \cdot (-0,2)) + (-1 \cdot 0,4) + (1 \cdot 0) + 0 = -1$, maka $y = -1$ karena $y_{in} < -\theta$. Karena nilai y sesuai dengan target, maka tidak ada perubahan bobot.
10. Pada pola (1, 1, -1, 1, 1) $\rightarrow t = 1$
 $(1 \cdot (-0,1)) + (1 \cdot 0,4) + (-1 \cdot (-0,2)) + (1 \cdot 0,4) + (1 \cdot 0) + 0 = 1$, maka $y = 1$ karena $y_{in} \geq \theta$. Karena nilai y sesuai dengan target, maka tidak ada perubahan bobot.
11. Pada pola (1, 1, 1, 1, 1) $\rightarrow t = 1$
 $(1 \cdot (-0,1)) + (1 \cdot 0,4) + (1 \cdot (-0,2)) + (1 \cdot 0,4) + (1 \cdot 0) + 0 = 0,6$, maka $y = 1$ karena $y_{in} \geq \theta$. Karena nilai y sesuai dengan target, maka tidak ada perubahan bobot.
12. Pada pola (1, -1, 1, -1, -1) $\rightarrow t = -1$
 $(1 \cdot (-0,1)) + (-1 \cdot 0,4) + (1 \cdot (-0,2)) + (-1 \cdot 0,4) + (-1 \cdot 0) + 0 = -1$, maka $y = -1$ karena $y_{in} < -\theta$. Karena nilai y sesuai dengan target, maka tidak ada perubahan bobot.

karena $y_{in} < -\theta$. Karena nilai y sesuai dengan target, maka tidak ada perubahan bobot.

Tabel 9 Tabel perbandingan

Target (t)	Prediksi (p)
-1 (Terpenuhi)	-1
1 (Terpenuhi)	1
1 (Terpenuhi)	1
-1 (Terpenuhi)	-1

Perhitungan Hebbian

Bobot awal dan bias awal, diatur sebagai berikut :

Bobot awal (w) = 0

Bias awal (b) = 0

Dengan :

$$y = \begin{cases} 1 & \text{jika } y \geq 0 \\ 0 & \text{jika } y < 0 \end{cases}$$

Hebbian Input Output Biner

Dengan ketentuan di atas, maka hitung pada epoch ke-1

1. Pada pola (1, 0, 1, 0, 1) $\rightarrow t = 0$
 $(1 \cdot 0) + (0 \cdot 0) + (1 \cdot 0) + (0 \cdot 0) + (1 \cdot 0) + 0 = 0$, maka $y = 1$ karena $y \geq 0$

Karena prinsip hebbian, sesuai atau tidak nilai y dengan target, tetap ubah bobot.

$$\Delta w = x_i \cdot t$$

$$\Delta w_1 = 1 \times 0 = 0$$

$$\Delta w_2 = 0 \times 0 = 0$$

$$\Delta w_3 = 1 \times 0 = 0$$

$$\Delta w_4 = 0 \times 0 = 0$$

$$\Delta w_5 = 1 \times 0 = 0$$

$$\Delta b = 0$$

$$w_i (\text{baru}) = w_i (\text{lama}) + \Delta w$$

$$w_1 = 0 + 0 = 0$$

$$w_2 = 0 + 0 = 0$$

$$w_3 = 0 + 0 = 0$$

$$w_4 = 0 + 0 = 0$$

$$w_5 = 0 + 0 = 0$$

$$b = 0 + 0 = 0$$

2. Pada pola (1, 1, 0, 1, 1) $\rightarrow t = 1$
 $(1 \cdot 0) + (1 \cdot 0) + (0 \cdot 0) + (1 \cdot 0) + (1 \cdot 0) + 0 = 0$, maka $y = 1$ karena $y \geq 0$

Karena prinsip hebbian, sesuai atau tidak nilai y dengan target, tetap ubah bobot.

$$\Delta w = x_i \cdot t$$

$$\Delta w_1 = 1 \times 1 = 1$$

$$\Delta w_2 = 1 \times 1 = 1$$

$$\Delta w_3 = 0 \times 1 = 0$$

$$\Delta w_4 = 1 \times 1 = 1$$

$$\Delta w_5 = 1 \times 1 = 1$$

$$\Delta b = 1$$

$$w_i (\text{baru}) = w_i (\text{lama}) + \Delta w$$

$$w_1 = 0 + 1 = 1$$

$$w_2 = 0 + 1 = 1$$

$$w_3 = 0 + 0 = 0$$

$$w_4 = 0 + 1 = 1$$

$$w_5 = 0 + 1 = 1$$

$$b = 0 + 1 = 1$$

3. Pada pola (1, 1, 1, 1, 1) $\rightarrow t = 1$
 $(1 \cdot 1) + (1 \cdot 1) + (1 \cdot 0) + (1 \cdot 1) + (1 \cdot 1) + 1 = 5$, maka $y = 1$ karena $y \geq 0$

Karena prinsip hebbian, sesuai atau tidak nilai y dengan target, tetap ubah bobot.

$$\Delta w = x_i \cdot t$$

$$\Delta w_1 = 1 \times 1 = 1$$

$$\Delta w_2 = 1 \times 1 = 1$$

$$\Delta w_3 = 1 \times 1 = 1$$

$$\Delta w_4 = 1 \times 1 = 1$$

$$\Delta w_5 = 1 \times 1 = 1$$

$$\Delta b = 1$$

$$w_i (\text{baru}) = w_i (\text{lama}) + \Delta w$$

$$w_1 = 1 + 1 = 2$$

$$w_2 = 1 + 1 = 2$$

$$w_3 = 0 + 1 = 1$$

$$w_4 = 1 + 1 = 2$$

$$w_5 = 1 + 1 = 2$$

$$b = 1 + 1 = 2$$

4. Pada pola (1, 0, 1, 0, 0) $\rightarrow t = 0$
 $(1 \cdot 2) + (0 \cdot 2) + (1 \cdot 1) + (0 \cdot 2) + (0 \cdot 2) + 2 = 5$, maka $y = 1$ karena $y \geq 0$

Karena prinsip hebbian, sesuai atau tidak nilai y dengan target, tetap ubah bobot.

Tabel 10 Tabel perbandingan

Target (t)	Prediksi (p)
------------	--------------

0 (Tidak Terpenuhi)	1
1 (Terpenuhi)	1
1 (Terpenuhi)	1
0 (Tidak Terpenuhi)	1

Berdasarkan tabel 10 di atas, ada 2 pola lagi yang masih belum terpenuhi. Dan seperti pada gambar 4 sampai di epoch ke-3 juga belum terpenuhi, maka perhitungan dihentikan.

Hebbian Input Output Bipolar

Pada epoch ke-1

1. Pada pola (1, -1, 1, -1, 1) $\rightarrow t = -1$
 $(1 \cdot 0) + ((-1) \cdot 0) + (1 \cdot 0) + ((-1) \cdot 0) + (1 \cdot 0) + 0 = 0$, maka $y = 1$ karena $y \geq 0$.
 Karena prinsip hebbian, sesuai atau tidak nilai y dengan target, tetap ubah bobot.

$$\Delta w = x_i \cdot t$$

$$\Delta w_1 = 1 \times (-1) = -1$$

$$\Delta w_2 = (-1) \times (-1) = 1$$

$$\Delta w_3 = 1 \times (-1) = -1$$

$$\Delta w_4 = (-1) \times (-1) = 1$$

$$\Delta w_5 = 1 \times (-1) = -1$$

$$\Delta b = -1$$

$$w_i (\text{baru}) = w_i (\text{lama}) + \Delta w$$

$$w_1 = 0 + (-1) = -1$$

$$w_2 = 0 + 1 = 1$$

$$w_3 = 0 + (-1) = -1$$

$$w_4 = 0 + 1 = 1$$

$$w_5 = 0 + (-1) = -1$$

$$b = 0 + (-1) = -1$$

2. Pada pola (1, 1, -1, 1, 1) $\rightarrow t = 1$
 $(1 \cdot (-1)) + (1 \cdot 1) + ((-1) \cdot (-1)) + (1 \cdot 1) + (1 \cdot (-1)) + (-1) = 0$, maka $y = 1$ karena $y \geq 0$.
 Karena prinsip hebbian, sesuai atau tidak nilai y dengan target, tetap ubah bobot.

$$\Delta w = x_i \cdot t$$

$$\Delta w_1 = 1 \times 1 = 1$$

$$\Delta w_2 = 1 \times 1 = 1$$

$$\Delta w_3 = (-1) \times 1 = -1$$

$$\Delta w_4 = 1 \times 1 = 1$$

$$\Delta w_5 = 1 \times 1 = 1$$

$$\Delta b = 1$$

$$w_i (\text{baru}) = w_i (\text{lama}) + \Delta w$$

$$w_1 = (-1) + 1 = 0$$

$$w_2 = 1 + 1 = 2$$

$$w_3 = (-1) + (-1) = -2$$

$$w_4 = 1 + 1 = 2$$

$$w_5 = (-1) + 1 = 0$$

$$b = (-1) + 1 = 0$$

3. Pada pola (1, 1, 1, 1, 1) $\rightarrow t = 1$
 $(1 \cdot 0) + (1 \cdot 2) + (1 \cdot -2) + (1 \cdot 2) + (1 \cdot 0) + 0 = 2$, maka $y = 1$ karena $y \geq 0$. Karena prinsip hebbian, sesuai atau tidak nilai y dengan target, tetap ubah bobot.

$$\Delta w = x_i \cdot t$$

$$\Delta w_1 = 1 \times 1 = 1$$

$$\Delta w_2 = 1 \times 1 = 1$$

$$\Delta w_3 = 1 \times 1 = 1$$

$$\Delta w_4 = 1 \times 1 = 1$$

$$\Delta w_5 = 1 \times 1 = 1$$

$$\Delta b = 1$$

$$w_i (\text{baru}) = w_i (\text{lama}) + \Delta w$$

$$w_1 = 0 + 1 = 1$$

$$w_2 = 2 + 1 = 3$$

$$w_3 = (-2) + 1 = -1$$

$$w_4 = 2 + 1 = 3$$

$$w_5 = 0 + 1 = 1$$

$$b = 0 + 1 = 1$$

4. Pada pola (1, -1, 1, -1, -1) $\rightarrow t = -1$
 $(1 \cdot 1) + ((-1) \cdot 3) + (1 \cdot (-1)) + ((-1) \cdot 3) + ((-1) \cdot 1) + 1 = -6$, maka $y = -1$ karena $y < 0$.
 Karena prinsip hebbian, sesuai atau tidak nilai y dengan target, tetap ubah bobot.

$$\Delta w = x_i \cdot t$$

$$\Delta w_1 = 1 \times (-1) = -1$$

$$\Delta w_2 = (-1) \times (-1) = 1$$

$$\Delta w_3 = 1 \times (-1) = -1$$

$$\Delta w_4 = (-1) \times (-1) = 1$$

$$\Delta w_5 = (-1) \times (-1) = 1$$

$$\Delta b = -1$$

$$w_i (\text{baru}) = w_i (\text{lama}) + \Delta w$$

$$w_1 = 1 + (-1) = 0$$

$$w_2 = 3 + 1 = 4$$

$$w_3 = (-1) + (-1) = -2$$

$$w_4 = 3 + 1 = 4$$

$$w_5 = 1 + 1 = 2$$

$$b = 1 + (-1) = 0$$

Tabel 11 Tabel perbandingan

Target (t)	Prediksi (p)
-1 (Tidak Terpenuhi)	1
1 (Terpenuhi)	1

1 (Terpenuhi)	1
-1 (Terpenuhi)	-1

Berdasarkan tabel 11 di atas, ada 1 pola lagi yang masih belum terpenuhi. sehingga perhitungan akan dilanjutkan ke epoch ke-2, dengan bobot awal, bias menggunakan nilai dari perubahan bobot terakhir.

5. Pada pola (1, -1, 1, -1, 1) $\rightarrow t = -1$
 $(1 \cdot 0) + ((-1) \cdot 4) + (1 \cdot (-2)) + ((-1) \cdot 4) + (1 \cdot 2) + 0 = -8$, maka $y = -1$ karena $y < 0$.
 Karena prinsip hebbian, sesuai atau tidak nilai y dengan target, tetap ubah bobot.

$$\begin{aligned}\Delta w &= x_i \cdot t \\ \Delta w_1 &= 1 \times (-1) = -1 \\ \Delta w_2 &= (-1) \times (-1) = 1 \\ \Delta w_3 &= 1 \times (-1) = -1 \\ \Delta w_4 &= (-1) \times (-1) = 1 \\ \Delta w_5 &= 1 \times (-1) = -1 \\ \Delta b &= -1\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}w_i (\text{baru}) &= w_i (\text{lama}) + \Delta w \\ w_1 &= 0 + (-1) = -1 \\ w_2 &= 4 + 1 = 5 \\ w_3 &= (-2) + (-1) = -3 \\ w_4 &= 4 + 1 = 5 \\ w_5 &= 2 + (-1) = 1 \\ b &= 0 + (-1) = -1\end{aligned}$$

6. Pada pola (1, 1, -1, 1, 1) $\rightarrow t = 1$
 $(1 \cdot (-1)) + (1 \cdot 5) + ((-1) \cdot (-3)) + (1 \cdot 5) + (1 \cdot 1) + (-1) = 12$, maka $y = 1$ karena $y \geq 0$.
 Karena prinsip hebbian, sesuai atau tidak nilai y dengan target, tetap ubah bobot.

$$\begin{aligned}\Delta w &= x_i \cdot t \\ \Delta w_1 &= 1 \times 1 = 1 \\ \Delta w_2 &= 1 \times 1 = 1 \\ \Delta w_3 &= (-1) \times 1 = -1 \\ \Delta w_4 &= 1 \times 1 = 1 \\ \Delta w_5 &= 1 \times 1 = 1 \\ \Delta b &= 1\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}w_i (\text{baru}) &= w_i (\text{lama}) + \Delta w \\ w_1 &= (-1) + 1 = 0 \\ w_2 &= 5 + 1 = 6 \\ w_3 &= (-3) + (-1) = -4 \\ w_4 &= 5 + 1 = 6\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}w_5 &= 1 + 1 = 2 \\ b &= (-1) + 1 = 0\end{aligned}$$

7. Pada pola (1, 1, 1, 1, 1) $\rightarrow t = 1$
 $(1 \cdot 0) + (1 \cdot 6) + (1 \cdot (-4)) + (1 \cdot 6) + (1 \cdot 2) + 0 = 10$, maka $y = 1$ karena $y \geq 0$. Karena prinsip hebbian, sesuai atau tidak nilai y dengan target, tetap ubah bobot.

$$\begin{aligned}\Delta w &= x_i \cdot t \\ \Delta w_1 &= 1 \times 1 = 1 \\ \Delta w_2 &= 1 \times 1 = 1 \\ \Delta w_3 &= 1 \times 1 = 1 \\ \Delta w_4 &= 1 \times 1 = 1 \\ \Delta w_5 &= 1 \times 1 = 1 \\ \Delta b &= 1\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}w_i (\text{baru}) &= w_i (\text{lama}) + \Delta w \\ w_1 &= 0 + 1 = 1 \\ w_2 &= 6 + 1 = 7 \\ w_3 &= (-4) + 1 = -3 \\ w_4 &= 6 + 1 = 7 \\ w_5 &= 2 + 1 = 3 \\ b &= 0 + 1 = 1\end{aligned}$$

8. Pada pola (1, -1, 1, -1, -1) $\rightarrow t = -1$
 $(1 \cdot 1) + ((-1) \cdot 7) + (1 \cdot (-3)) + ((-1) \cdot 7) + ((-1) \cdot 3) + 1 = -18$, maka $y = -1$ karena $y < 0$.
 Karena prinsip hebbian, sesuai atau tidak nilai y dengan target, tetap ubah bobot.

$$\begin{aligned}\Delta w &= x_i \cdot t \\ \Delta w_1 &= 1 \times (-1) = -1 \\ \Delta w_2 &= (-1) \times (-1) = 1 \\ \Delta w_3 &= 1 \times (-1) = -1 \\ \Delta w_4 &= (-1) \times (-1) = 1 \\ \Delta w_5 &= (-1) \times (-1) = 1 \\ \Delta b &= -1 \\ w_i (\text{baru}) &= w_i (\text{lama}) + \Delta w \\ w_1 &= 1 + (-1) = 0 \\ w_2 &= 7 + 1 = 8 \\ w_3 &= (-3) + (-1) = -4 \\ w_4 &= 7 + 1 = 8 \\ w_5 &= 3 + 1 = 4 \\ b &= 1 + (-1) = 0\end{aligned}$$

Tabel 12 Tabel perbandingan

Target (t)	Prediksi (p)
-1 (Terpenuhi)	-1
1 (Terpenuhi)	1
1 (Terpenuhi)	1
-1 (Terpenuhi)	-1

KESIMPULAN

Berdasarkan data yang diperoleh melalui kuesioner yang telah dibagikan, terdapat 2 dari 4 pelamar Asisten Laboratorium yang berminat untuk mendaftar. Data tersebut kemudian dianalisis menggunakan perhitungan komputasi dengan model Hebbian dan Perceptron untuk mengevaluasi tingkat ketepatan, kecepatan, akurasi, serta efektivitas dari kedua model. Hasilnya menunjukkan bahwa model Perceptron lebih direkomendasikan untuk pengklasifikasian data tersebut, karena memiliki tingkat fleksibilitas yang tinggi dan mampu bekerja dengan format biner maupun bipolar.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Rivan, M. E., Rachmat, N., & Ayustin, M. R. (2020). *Klasifikasi Jenis Kacang-Kacangan Berdasarkan Tekstur Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan*. *Jurnal Komputer Terapan*, 6 (1), 89–98. <https://doi.org/10.35143/jkt.v6i1.3546>
- Audina, R., & Swanjaya, D. (2020). *Pemodelan Pola Varian Parfum Sepatu Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Perceptron*. *Prosiding SEMNAS INOTEK (Seminar Nasional Inovasi Teknologi)*, 4 (3), 173–178. <https://proceeding.unpkediri.ac.id/index.php/inotek/article/view/82>
- Hartono, R., & Zein, A. (2023). *Penerapan Algoritma Genetika Dan Jaringan Syaraf Tiruan Dalam Penjadwalan Mata Kuliah*. 6 |*Jurnal Ilmu Komputer JIK*, VI (03), 6–7.
- Kahar, N., & Aritonang, W. (2022). *Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Dengan Algoritma Perceptron Dalam Penentuan Program Studi Mahasiswa Baru*. *Jurnal Akademika*, 14 (2), 74–80. <https://doi.org/10.53564/akademika.v14i2.864>
- Kristianti, N., & Widiatry, W. (2024). *Penggunaan Algoritma Hebb Dalam Pola Pengenalan Huruf*. *Jurnal Teknologi Informasi: Jurnal Keilmuan Dan Aplikasi Bidang Teknik Informatika*, 18 (1), 52–60. <https://doi.org/10.47111/jti.v18i1.12561>
- Marlina, E., Susanto, C., Dewisti, D., & Bura, R. (2024). *Analisa Gaya Belajar Anak Dan Kepribadian Dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Hebb Rule Analysis Of Children ' s Learning Styles And Personality Using The Hebb Rule Artificial Neural Network Method*. 14 (1), 81–91.
- Meri, R., & Perdana, R. W. (2022). *Jaringan Syaraf Tiruan Menggunakan Algoritma Hebb Rule Untuk Diagnosa Penyakit Kulit Manusia*. *JOISIE Journal Of Information System And Informatics Engineering*, 6 (Desember), 78–87.
- N. Kapita, S., Mahdi, S., & Tempola, F. (2020). *Penilaian Pengetahuan Siswa Dengan Jaringan Syaraf Tiruan Algoritma Perceptron*. *Techno: Jurnal Penelitian*, 9 (1), 372. <https://doi.org/10.33387/tjp.v9i1.1712>
- Nugroho, P. A. (2023). *Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Multi-Layer Perceptron Untuk Prediksi Penyinaran Matahari Kota Bandung*. *Komputa : Jurnal Ilmiah Komputer Dan Informatika*, 12 (1), 83–90. <https://doi.org/10.34010/komputa.v12i1.9419>
- Prasetyo, A., & Dessy Ana Laila Sari. (2022). *Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Model Perceptron Untuk Klasifikasi Karir Alumni SMKN 1 Glagah 2018*. *Journal Zetroem*, 4 (1), 8–12. <https://doi.org/10.36526/ztr.v4i1.1812>
- Purba, Y. F., Simbolon, G. A., & Sipayung, S. P. (2024). *Diagnosa Penyakit Kulit dengan Algoritma Hebb Rule Jaringan Saraf Tiruan*. 1 (2), 456–464.

- Rahmiyanti, R., Defit, S., & Yunus, Y. (2021). *Prediksi dan Klasifikasi Buku Menggunakan Metode Backpropagation*. Jurnal Informasi Dan Teknologi, 3, 109–114. <https://doi.org/10.37034/jidt.v3i3.116>
- Rami Ate, E., Trisno, T., & Malo, M. W. (2024). *Klasifikasi Kain Tenun Sumba Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan*. Journal Of Technology and Information System (J-TIS), 3(1), 1–12. <https://doi.org/10.70129/jtis.v3i1.514>
- Ridho, A., Andini, M. R., Umar, U. T., Darat, U. T., & Barat, K. A. (2021). *Hebb's rule dalam pengenalan aksara tulak -tulak mandailing*. 5(2), 285–290.
- Ryanto, S., Zulfikri, R., Imron Khoiri, M., & Saputra, R. (2022). *Aplikasi Deteksi Penyakit Dermatitis Menggunakan Metode Perceptron*. Jurnal SANTI - Sistem Informasi Dan Teknik Informasi, 2(2), 65–72. <https://doi.org/10.58794/santi.v2i2.71>
- Silvilestari, S. (2023). *Pemanfaatan Algoritma Pembelajaran Pola Karakter Menggunakan Metode Hebb Rule*. MEANS (Media Informasi Analisa Dan Sistem), 8(2), 196–199. <https://doi.org/10.54367/means.v8i2.3061>
- Sinurat, J. (2021). *Jaringan Saraf Tiruan Diagnosa Penyakit Kanker Paru-Paru Menggunakan Metode Hebb Rule*. Bulletin of Information Technology (BIT), 2 (1), 20–27.
- Suthan Farras Ashar, Farhan Iqbal, L. S. H. (2025). *Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan (JST) untuk Mengenali Pola TandaTangan dengan Metode Backpropagation*. Journal Of Multidisciplinary Inquiry in Science Technology, 2 (1), 1–7.
- Wahyuningsih, S., Raudhah, Abdy, S., Ramadhani, S., & Alasi, T. S. (2023). *Impelemntasi Algoritma Perceptron dalam Penentuan Pola Pemilihan Panitia Pemungutan Suara (Studi Kasus: Kelurahan Pulo Brayon Bengkel)* jurnal Armada Informatika. Jurnal Armada Informatika, 7 (2), 227–236.