

Model Neuron Mc Culloch-Pitts dalam Pengenalan Pola Logika Dasar

As'ad Shidqy Aziz¹, Brahma Ratih RF², Tri Kristianti³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Wisnuwardhana Malang
Jalan Danau Sentani No 99, Kedungkandang - Kota Malang
E-mail: asaziz19@wisnuwardhana.ac.id

Abstrak— *Artificial Intelligence* adalah sistem komputer yang mampu melakukan tugas-tugas yang biasanya membutuhkan kecerdasan manusia. Salah satu cabang dari kecerdasan buatan adalah jaringan syaraf tiruan. Sebelum mengimplementasikan jaringan syaraf tiruan yang kompleks diperlukan pengetahuan terkait metode jaringan syaraf tiruan sederhana terlebih dahulu. Salah satunya adalah model neuron Mc Culloch-Pitts. Model neuron ini akan digunakan dalam menyelesaikan logika dasar AND, OR, NAND dan NOR. Hasil dari penerapan jaringan syaraf tiruan model neuron Mc Culloch-Pitts dapat digunakan untuk mengenali pola fungsi logika dasar. Penentuan nilai *threshold* dan bobot dalam model ini dilakukan tanpa proses learning atau dengan cara analitik.

Kata kunci : Jaringan Syaraf Tiruan, Neuron, *Threshold*, Bobot

Abstract— *Artificial Intelligence* is a computer system capable of performing tasks that would normally require human intelligence. One of the branches of artificial intelligence is artificial neural network. Before implementing a complex neural network, it is necessary to know about simple artificial neural network methods first. One of them is the McCulloch-Pitts neuron model. This neuron model will be used in solving the basic logic of AND, OR, NAND and NOR. The results of the application of the Mc Culloch-Pitts neural network model can be used to identify patterns of basic logic functions. The determination of the threshold and weight values in this model is carried out without a learning process or by analytical means.

Keyword: Neural Network, Neuron, *Threshold*, Weight

I. PENDAHULUAN

Artificial Intelligence atau kecerdasan buatan adalah sistem komputer yang mampu melakukan tugas-tugas yang biasanya membutuhkan kecerdasan manusia. Proses yang terjadi dalam *Artificial Intelligence* mencakup *learning*, *reasoning*, dan *self-correction*. Proses ini mirip dengan manusia yang melakukan analisis sebelum memberikan keputusan [1].

Menurut Copeland *Artificial intelligence* adalah kecerdasan buatan (AI), kemampuan komputer digital atau robot yang dikendalikan komputer untuk melakukan tugas yang umumnya terkait dengan kecerdasan manusia [2]. Salah satu cabang dari kecerdasan buatan adalah jaringan syaraf tiruan. Jaringan Syaraf Tiruan adalah sistem pemrosesan informasi yang memiliki karakteristik mirip dengan Jaringan Syaraf Biologi. Jaringan Syaraf Tiruan dibentuk sebagai generalisasi model matematika dari Jaringan Syaraf Biologi [3].

Jaringan Syaraf tiruan telah banyak digunakan baik dalam bidang pengenalan pola (*pattern recognition*), *Signal Processing* dan Peramalan (*forecasting*). Seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Andriani (2018), menggunakan jaringan syaraf tiruan *backpropagation* untuk peramalan harga

jual kelapa sawit berdasarkan kualitas buah [4]. Erniati *et al*,(2016) melakukan penelitian dengan menerapkan jaringan syaraf tiruan perceptron untuk prediksi THT[5].

Sebelum mengimplementasikan jaringan syaraf tiruan yang kompleks seperti *backpropagation* dan perceptron maka diperlukan pengetahuan terkait metode jaringan syaraf tiruan sederhana terlebih dahulu. Salah satunya adalah metode Mc Culloch-Pitts.

Model jaringan sayaraf tiruan Mc Culloch-Pitts merupakan model jaringan syaraf tiruan yang pertama kali ditemukan. Model Neuron ini memiliki fungsi aktivasi biner, dan setiap neuron memiliki ambang batas (*threshold*) yang sama. Jika hasil dari total input pada neuron ini melebihi ambang batas maka akan diteruskan ke output.

Pada artikel ini, metode yang dipakai adalah metode Mc Culloch-pitch dalam menyelesaikan logika dasar AND, OR, NAND dan NOR. Hasil dari penelitian ini nantinya dapat dijadikan dasar untuk mempelajari jaringan syaraf tiruan yang lebih kompleks seperti perceptron, *backpropagation* dan algoritma lainnya.

II. DASAR TEORI

A. Logika Dasar

Dalam penelitian ini terdapat 4 Fungsi logika dasar yang akan dilakukan yaitu AND, OR, NAND, dan NOR.

1. Fungsi Logika AND

Fungsi logika AND adalah fungsi logika yang outputnya akan berlogika 1 jika semua inputnya berlogika 1. Sebaliknya apabila ada salah satu dari input berlogika 0 maka output yang dihasilkan akan berlogika 0. Untuk memperjelas fungsi logika AND dapat dilihat melalui tabel kebenaran dalam Tabel 1.

Tabel 1. Tabel Kebenaran Logika AND

X1	X2	Out
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

2. Fungsi Logika OR

Fungsi logika OR adalah fungsi logika yang outputnya akan berlogika 1 jika salah satu inputnya berlogika 1. Output pada fungsi logika OR akan berlogika 0 jika semua inputnya berlogika 0. Untuk memperjelas fungsi logika OR dapat dilihat melalui tabel kebenaran dalam Tabel 2.

Tabel 2. Tabel Kebenaran Logika OR

X1	X2	Out
0	0	0
1	0	1
0	1	1

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

3. Fungsi Logika NAND

Fungsi logika NAND adalah gabungan dari fungsi logika AND dan NOT. Sehingga hasil dari output fungsi logika NAND ini berkebalikan dari fungsi logika AND. Fungsi logika ini outputnya akan berlogika 1 jika salah satu inputnya berlogika 1. Output pada fungsi logika NAND akan berlogika 0 jika semua inputnya berlogika 1. Untuk memperjelas fungsi logika NAND dapat dilihat melalui tabel kebenaran dalam Tabel 3.

Tabel 3. Tabel Kebenaran Logika NAND

X1	X2	Out
0	0	1
1	0	1
0	1	1
1	1	0

4. Fungsi Logika NOR

Fungsi logika NOR adalah gabungan dari fungsi logika OR dan NOT. Sehingga hasil dari output fungsi logika NOR ini berkebalikan dari fungsi logika OR. Fungsi logika ini outputnya akan berlogika 1 jika semua inputnya berlogika 0. Output pada fungsi logika NOR akan berlogika 0 jika salah satu atau semua inputnya berlogika 1. Untuk memperjelas fungsi logika NOR dapat dilihat melalui tabel kebenaran dalam Tabel 4.

Tabel 4. Tabel Kebenaran Logika NOR

X1	X2	Out
0	0	1
1	0	0
0	1	0
1	1	0

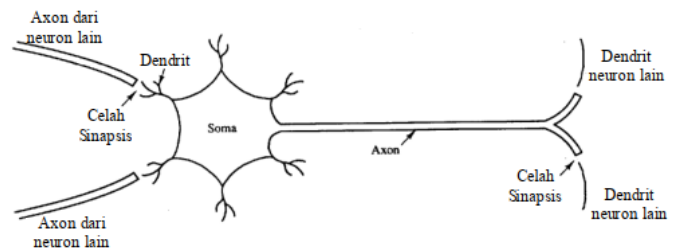
B. Jaringan Syaraf Biologi dan Tiruan

1. Jaringan Syaraf Biologi

Otak manusia memiliki jaringan syaraf dengan struktur yang kompleks. Dalam struktur tersebut memiliki neuron neuron yang dihubungkan oleh bagian yang disebut sinapsis. Prinsip kerja neuron berdasarkan sinyal atau impuls yang diberikan pada neuron. Dalam otak manusia memiliki jumlah neuron kisaran 10^{12} dan jumlah sinapsis sebanyak 6.10^{18} . Dikeranakan begitu banyaknya jumlah neuron dan sinapsis dalam otak manusia, otak mampu mengenali pola, mengenali bentuk, melakukan penghitungan dengan kecepatan yang sangat tinggi dibandingkan dengan komputer digital. Salah satu contoh otak manusia dapat mengenali wajah seseorang dengan cepat walaupun dia memakai kacamata, topi dibandingkan dengan komputer digital[3].

Dalam otak manusia neuron memiliki tiga komponen penting diantaranya dendrit, soma dan axon. Masing – masing dari bagian tersebut memiliki fungsi yang berbeda. Dendrit memiliki fungsi untuk menerima sinyal dari neuron lain. Sinyal tersebut adalah impuls elektrik yang dikirim melauai proses kimiawi melalui celah sinaptik. Sedangkan

soma dalam otak memiliki fungsi menjumlahkan sinyal – sinyal yang masuk kedalam neuron jika sinyal tersebut cukup kuat dan melebihi *threshold*, maka sinyal tersebut akan diteruskan melalui axon ke sel lain. Struktur dari jaringan syaraf biologi dapat dilihat dalam Gambar 1.

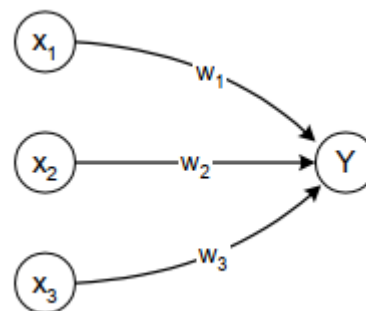


Gbr 1. Struktur Jaringan Syaraf Biologi

2. Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan syaraf tiruan adalah sebuah sitem untuk memproses sebuah sinyal dengan karakteristik mirip dengan jaringan syaraf biologi. Jaringan syaraf tiruan merupakan program komputer yang dapat meniru proses pemikiran dan pengetahuan untuk menyelesaikan suatu masalah yang spesifik keputusan dapat diberikan secara cerdas[6]. Layaknya otak manusia jaringan syaraf tiruan juga terdiri dari beberapa neuron dan antar neuron tersebut memiliki hubungan [7].

JST dibentuk dengan menggeneralisasi jaringan syaraf biologi kedalam model matematika. Tiga hal penting dalam sebuah jaringan syaraf tiruan diantaranya pola hubungan antar neuron dalam sistem atau disebut arsitektur jaringan, metode yang digunakan dalam menentukan bobot dalam masing – masing penghubung, dan fungsi aktivasi yang digunakan untuk menentukan output jarigan. Arsitektur jaringan syaraf tiruan sederhana dapat dilihat dalam Gambar 2.



Gbr 2. Arsitektur jaringan syaraf tiruan.

Berdasarkan Gambar 2 neuron Y akan menerima input dari neuron X_1 , X_2 dan X_3 dengan bobot antar neuron yaitu W_1 , W_2 , dan W_3 . Dari ketiga impuls neuron tersebut kemudian dijumlahkan sehingga akan menghasilkan net. Seperti pada persamaan (1).

$$net = X_1W_1 + X_2W_2 + X_3W_3 \quad (1)$$

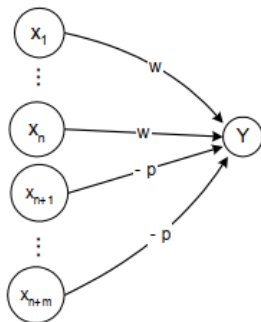
Hasil net yang dihasilkan akan diaktivasi menjadi $f(net)$. Jika nilai hasil aktivasi kuat akan diteruskan dan diterima oleh neuron Y.

C. Model Neuron Mc Culloch-Pitts

Model Neuron Mc Culloch Pitts adalah metode neuron dari jaringan syaraf tiruan yang pertama kali ditemukan. Model ini ditemukan oleh Mc Culloch dan Pitts pada tahun 1943 untuk menyelesaikan fungsi logika sederhana[3]. Karakteristik dari model neuron ini diantaranya :

- a. Menggunakan fungsi aktivasi biner
- b. Besar bobot pada semua garis dalam memperkuat sinyal ke suatu neuron memiliki besar yang sama. Hal yang analog berlaku untuk garis yang memperlemah sinyal (bobot negatif) ke arah neuron tertentu.
- c. Memiliki ambang batas atau *threshold* yang sama pada setiap neuronnya. Sinyal yang diteruskan apabila jumlah input ke neuron melebihi *threshold* yang ditentukan

Arsitektur jaringan dari model neuron Mc Culloch-Pitts dapat dilihat dalam Gambar 3.



Gbr 3. Arsitektur Jaringan Mc Culloch-Pitts

Berdasarkan Gambar 3. Neuron output yaitu Neuron Y menerima sinyal input dari penjumlahan neuron x_1, \dots, x_n dan x_{n+1}, \dots, x_{n+m} . bobot (w) bernilai positif akan memperkuat sinyal dan bobot ($-p$) bernilai negatif akan memperlemah sinyal.

Fungsi aktivasi Y yang dipakai dalam model neuron ini adalah aktivasi biner seperti dibawah ini :

$$f(net) = \begin{cases} 1, & \text{jika } net \geq a \\ 0, & \text{jika } net < a \end{cases}$$

Pada metode neuron Mc Culloch-Pitts bobot pada tiap baris tidak ditentukan oleh proses pelatihan tetapi menggunakan metode analitik dan *trial-error*.

III. METODE PENELITIAN

Pada artikel ini jaringan syaraf tiruan yang digunakan yaitu model neuron Mc-Culloch Pitts bobot yang digunakan dalam menyelesaikan logika dasar yang telah ditetapkan adalah 1. Untuk fungsi aktivasi yang digunakan terdapat 4 aktivasi dimana masing – masing aktivasi tersebut digunakan untuk

setiap fungsi logika dasar yang akan diselesaikan. Fungsi logika dasar yang akan digunakan adalah fungsi logika AND, OR, NOR dan NAND

Setelah dilakukan pengenalan pola fungsi logika dasar sesuai dengan bobot dan fungsi aktivasi yang telah ditentukan pada masing- masing fungsi logika dasar, maka dilakukan percobaan dengan mengubah bobot dan menganalisa hasil yang didapatkan. Jika sistem tidak mengenali pola lagi maka dilakukan perubahan nilai *threshold* dengan metode analitik sampai sistem yang dibuat dapat mengenali pola fungsi logika dasar tersebut.

A. Fungsi Aktivasi Logika AND

Pada fungsi aktivasi logika AND akan di tentukan *threshold* dengan nilai 2. Kemudian akan dibandingkan hasil dari penghitungan dengan tabel kebenaran dari logika AND.

$$f(net) = \begin{cases} 1, & \text{jika } net \geq 2 \\ 0, & \text{jika } net < 2 \end{cases}$$

B. Fungsi Aktivasi Logika OR

Pada fungsi aktivasi logika OR akan di tentukan *threshold* dengan nilai 1. Kemudian akan dibandingkan hasil dari penghitungan dengan tabel kebenaran dari logika OR.

$$f(net) = \begin{cases} 1, & \text{jika } net \geq 1 \\ 0, & \text{jika } net < 1 \end{cases}$$

C. Fungsi Aktivasi Logika NAND

Pada fungsi aktivasi logika OR akan di tentukan *threshold* dengan nilai 2. Kemudian akan dibandingkan hasil dari penghitungan dengan tabel kebenaran dari logika NAND.

$$f(net) = \begin{cases} 0, & \text{jika } net \geq 2 \\ 1, & \text{jika } net < 2 \end{cases}$$

D. Fungsi Aktivasi Logika NOR

Pada fungsi aktivasi logika OR akan di tentukan *threshold* dengan nilai 1. Kemudian akan dibandingkan hasil dari penghitungan dengan tabel kebenaran dari logika NOR.

$$f(net) = \begin{cases} 0, & \text{jika } net \geq 1 \\ 1, & \text{jika } net < 1 \end{cases}$$

E. Penghitungan nilai net

Penghitungan nilai net dilakukan dengan cara menambahkan hasil dari penjumlahan neuron input dikali masing – masing bobotnya. Persamaan dalam menghitung nilai net dapat dilihat dalam Persamaan 2.

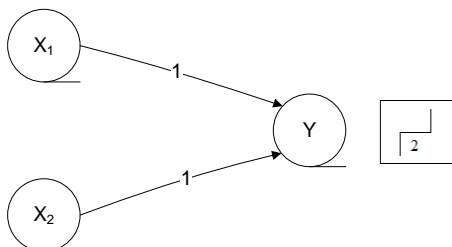
$$net = \sum_{i=1}^2 x_1 \cdot w + x_2 \cdot w \tag{2}$$

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penghitungan nilai output pada masing- masing logika mengacu pada (1). Bobot yang digunakan pada masing – masing fungsi logika bernilai 1 ($w = 1$) dan nilai *threshold* sesuai dengan nilai yang ada pada metode. Berikut adalah hasil dari penerapan model neuron Mc Culloch-Pitts pada fungsi logika dasar:

A. Fungsi logika AND

Pada fungsi logika AND bobot (w) yang digunakan bernilai 1 dan *threshold* bernilai 2. Arsitektur jaringan untuk fungsi AND dapat dilihat dalam Gbr 4. Penghitungan pada masing – masing net untuk mengenali pola logika AND dapat dilihat dibawah ini:



Gbr 4. Arsitektur Jaringan Fungsi Logika AND

1. Penghitungan nilai *net*

Nilai input X1 dan X2 diambil dari Tabel 1. Dimana untuk input X1 yaitu 0, 1, 0, 1. Nilai input dari X2 yaitu 0, 0, 1, 1.

- $net\ 1 = (0.1) + (0.1) = 0$
- $net\ 2 = (1.1) + (0.1) = 1$
- $net\ 3 = (0.1) + (1.1) = 1$
- $net\ 4 = (1.1) + (1.1) = 2$

2. Penghitungan nilai Output ($f(net)$)

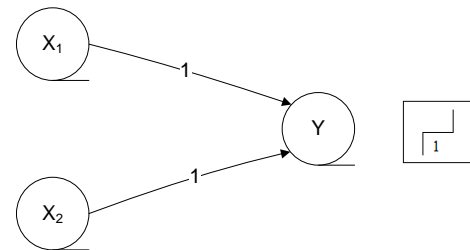
Penghitungan nilai output atau nilai $f(net)$ ditentukan menggunakan fungsi aktivasi berdasarkan nilai *threshold* yang telah ditentukan pada bagian metode. Output dalam fungsi logika AND ini akan bernilai 1 jika nilai *net* yang dihasilkan lebih besar atau sama dengan 2 (nilai *threshold*) dan akan bernilai 0 jika nilai *net* yang dihasilkan lebih kecil dari 2. Hasil dari fungsi aktivasi dalam menentukan nilai output logika AND dapat dilihat dalam Tabel 5.

Tabel 5. Tabel Pengenalan Pola Logika AND

X ₁	X ₂	net	f(net)
0	0	0	0
1	0	1	0
0	1	1	0
1	1	2	1

B. Fungsi logika OR

Pada fungsi logika OR bobot (w) yang digunakan bernilai 1 dan *threshold* bernilai 1. Arsitektur jaringan untuk fungsi OR dapat dilihat dalam Gbr 5. Penghitungan pada masing – masing net untuk mengenali pola logika OR dapat dilihat dibawah ini:



Gbr 5. Arsitektur Jaringan Fungsi Logika OR

1. Penghitungan nilai *net*

Nilai input X1 dan X2 diambil dari Tabel 1. Dimana untuk input X1 yaitu 0, 1, 0, 1. Nilai input dari X2 yaitu 0, 0, 1, 1.

- $net\ 1 = (0.1) + (0.1) = 0$
- $net\ 2 = (1.1) + (0.1) = 1$
- $net\ 3 = (0.1) + (1.1) = 1$
- $net\ 4 = (1.1) + (1.1) = 2$

2. Penghitungan nilai Output ($f(net)$)

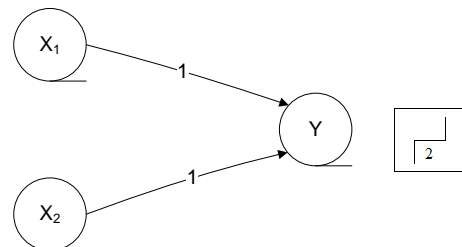
Penghitungan nilai output atau nilai $f(net)$ ditentukan menggunakan fungsi aktivasi berdasarkan nilai *threshold* yang telah ditentukan pada bagian metode. Output dalam fungsi logika OR ini akan bernilai 1 jika nilai *net* yang dihasilkan lebih besar atau sama dengan 1 (nilai *threshold*) dan akan bernilai 0 jika nilai *net* yang dihasilkan lebih kecil dari 1. Hasil dari fungsi aktivasi dalam menentukan nilai output logika OR dapat dilihat dalam Tabel 6.

Tabel 6. Tabel Pengenalan Pola Logika OR

X ₁	X ₂	net	f(net)
0	0	0	0
1	0	1	1
0	1	1	1
1	1	2	1

C. Fungsi logika NAND

Pada fungsi logika NAND bobot (w) yang digunakan bernilai 1 dan *threshold* bernilai 2. Arsitektur jaringan untuk fungsi NAND dapat dilihat dalam Gbr 6. Penghitungan pada masing – masing net untuk mengenali pola logika NAND dapat dilihat dibawah ini:



Gbr 6. Arsitektur Jaringan Fungsi Logika NAND

1. Penghitungan nilai *net*

Nilai input X1 dan X2 diambil dari Tabel 1. Dimana untuk input X1 yaitu 0, 1, 0, 1. Nilai input dari X2 yaitu 0, 0, 1, 1.

- $net\ 1 = (0.1) + (0.1) = 0$
- $net\ 2 = (1.1) + (0.1) = 1$
- $net\ 3 = (0.1) + (1.1) = 1$
- $net\ 4 = (1.1) + (1.1) = 2$

2. Penghitungan nilai Output ($f(net)$)

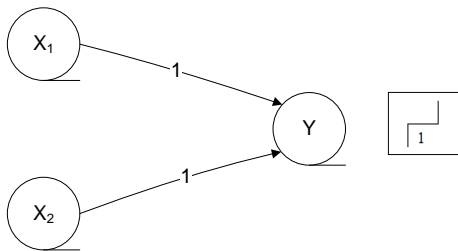
Penghitungan nilai output atau nilai $f(net)$ ditentukan menggunakan fungsi aktivasi berdasarkan nilai $threshold$ yang telah ditentukan pada bagian metode. Output dalam fungsi logika NAND ini akan bernilai 0 jika nilai net yang dihasilkan lebih besar atau sama dengan 2 (nilai $threshold$) dan akan bernilai 1 jika nilai net yang dihasilkan lebih kecil dari 2. Hasil dari fungsi aktivasi dalam menentukan nilai output logika NAND dapat dilihat dalam Tabel 7.

Tabel 7. Tabel Pengenalan Pola Logika NAND

X ₁	X ₂	net	f(net)
0	0	0	1
1	0	1	1
0	1	1	1
1	1	2	0

D. Fungsi logika NOR

Pada fungsi logika NOR bobot (w) yang digunakan bernilai 1 dan threshold bernilai 1. Arsitektur jaringan untuk fungsi NOR dapat dilihat dalam Gbr 7. Penghitungan pada masing – masing net untuk mengenali pola logika NOR dapat dilihat dibawah ini:



Gbr 7. Arsitektur Jaringan Fungsi Logika NOR

1. Penghitungan nilai net

Nilai input X1 dan X2 diambil dari Tabel 1. Dimana untuk input X1 yaitu 0, 1, 0, 1. Nilai input dari X2 yaitu 0, 0, 1, 1.

- $net\ 1 = (0.1) + (0.1) = 0$
- $net\ 2 = (1.1) + (0.1) = 1$
- $net\ 3 = (0.1) + (1.1) = 1$
- $net\ 4 = (1.1) + (1.1) = 2$

2. Penghitungan nilai Output ($f(net)$)

Penghitungan nilai output atau nilai $f(net)$ ditentukan menggunakan fungsi aktivasi berdasarkan nilai $threshold$ yang telah ditentukan pada bagian metode. Output dalam fungsi logika NOR ini akan bernilai 0 jika nilai net yang dihasilkan lebih besar atau sama dengan 1 (nilai $threshold$) dan akan bernilai 1 jika nilai net yang dihasilkan lebih kecil dari 1. Hasil

dari fungsi aktivasi dalam menentukan nilai output logika NOR dapat dilihat dalam Tabel .8

Tabel 8. Tabel Pengenalan Pola Logika NOR

X ₁	X ₂	net	f(net)
0	0	0	0
1	0	1	0
0	1	1	0
1	1	2	1

E. Penggantian Nilai Bobot

Tujuan penggantian bobot bertujuan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap $threshold$ yang telah ditentukan. Penggantian nilai bobot ini dilakukan pada salah satu fungsi logika yaitu logika AND. Dimana sebelumnya $threshold$ yang digunakan bernilai 2. Jika nilai bobot diubah menjadi 2 maka penghitungan untuk menentukan output pola logika AND sebagai berikut :

- $net\ 1 = (0.2) + (0.2) = 0$
- $net\ 2 = (1.2) + (0.2) = 2$
- $net\ 3 = (0.2) + (1.2) = 2$
- $net\ 4 = (1.2) + (1.2) = 4$

Penentuan nilai output f(net) jika $threshold$ menggunakan nilai sebelumnya menjadi seperti pada Tabel 9.

Tabel 9. Tabel Pengenalan Pola Logika AND w=2
threshold=2

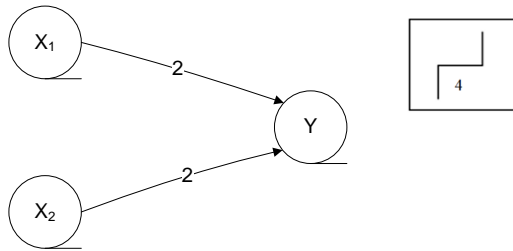
X ₁	X ₂	net	f(net)
0	0	0	0
1	0	2	1
0	1	2	1
1	1	4	1

Berdasarkan hasil aktivasi dalam Tabel 9, jika nilai $threshold$ tetap maka hasil output tidak sesuai dengan nilai tabel kebenaran fungsi logika AND maka perlu ada perubahan nilai $threshold$. Maka nilai $threshold$ diubah menjadi 4 sehingga nilai output $f(net)$ menjadi seperti yang tercantum dalam Tabel 10. Arsitektur jaringannya akan berubah juga seperti dalam Gambar 8.

Tabel 9. Tabel Pengenalan Pola Logika AND w=2
threshold=4

X ₁	X ₂	net	f(net)
0	0	0	0
1	0	2	0
0	1	2	0
1	1	4	1

Dari hasil yang didapatkan dalam Tabel 9 ketika nilai $threshold$ diubah menjadi 4 metode neuron MC Culloch-Pitts dapat mengenali pola logika AND. Hal tersebut menandakan bahwa perubahan nilai bobot dapat berpengaruh juga terhadap nilai $threshold$ yang digunakan agar model neuron ini dapat mengenali pola logika AND.



Gbr 8. Arsitektur Jaringan Fungsi Logika AND dengan $w=2$ $threshold =4$

V. KESIMPULAN

Jaringan syaraf tiruan model neuron Mc Culloch-Pitts dapat digunakan untuk mengenali pola fungsi logika dasar. Penentuan nilai *threshold* dalam model ini dilakukan tanpa proses learning atau dengan cara analitik (*trial and error*). Hal tersebut ditandai dengan ketika terjadi perubahan nilai bobot dari yang sudah ditentukan di awal maka model ini tidak dapat mengenali lagi pola dari fungsi logika dasar. Maka diperlukan juga perubahan nilai *threshold* secara manual agar model ini dapat mengenali fungsi logika dasar yang telah ditentukan.

REFERENSI

- [1] M. Sobron and Lubis, "Implementasi Artificial Intelligence Pada System Manufaktur Terpadu," *Semin. Nas. Tek. UISU*, vol. 4, no. 1, pp. 1–7, 2021, [Online]. Available: <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/semnastek/article/view/4134>.
- [2] B.J. Copeland, "artificial intelligence," 2022. <https://www.britannica.com/technology/artificial-intelligence> (accessed Apr. 18, 2022).
- [3] J. J. Siang, *Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemograman Menggunakan Matlab*. Yogyakarta: Andi, 2005.
- [4] S. Andriyani and N. Sihombing, "Implementasi Metode Backpropagation Untuk Prediksi Harga Jual Kelapa Sawit Berdasarkan Kualitas Buah," *Jurteks*, vol. 4, no. 2, pp. 155–164, 2018, doi: 10.33330/jurteks.v4i2.40.
- [5] M. Emiati, B. Irawan, D. M. Midyanti, and J. S. Komputer, "Jurnal Coding , Sistem Komputer Untan PREDIKSI PENYAKIT THT (TELINGA , HIDUNG , TENGGOROKAN) Jurnal Coding , Sistem Komputer Untan ISSN : 2338-493X," vol. 4, no. 2, 2016.
- [6] L. Nurhani, A. Gunaryati, S. Andryana, and I. Fitri, "Jaringan Syaraf Tiruan Dengan Metode Backpropagation Untuk Memprediksi Jumlah Mahasiswa Baru," *Semin. Nas. Teknol. Inf. dan Multimed.*, pp. 25–30, 2018.
- [7] A. Sudarsono, "Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Memprediksi Laju Pertumbuhan Penduduk Menggunakan Metode Bacpropagation (Studi Kasus Di Kota Bengkulu)," *J. Media Infotama*, vol. 12, no. 1, pp. 61–69, 2016, doi: 10.37676/jmi.v12i1.273.