

Analisis Pembuatan Aktivasi Jaringan Saraf Tiruan dengan Metode McCulloch-Pitts pada Fungsi Logika AND, Or dan XOR

AGUS DARMAWAN
SYAMSIAH
FIQIH ISMAWAN

Program Studi Teknik Informatika Universitas Indraprasta PGRI
Jl. Nangka No. 58, Tanjung Barat, Jagakarsa Jakarta Selatan

Email: *agay.unindra08@gmail.com, ncham.unindra08@gmail.com, vQ.ismaone@gmail.com*

Abstract. Artificial neural networks (ANN) are information processors that mimic the workings of the human brain, namely the form of neurons (nerve cells). Because of this advantage, ANN can be used to recognize specific patterns; in this study, the logic function notation pattern. ANN is used with the McCulloch-Pitts method. Logic function patterns start from notations AND, OR and XOR. Determination of the notation pattern recognition is based on three inputs that must be entered, namely the input value (X1), Input value (X2), and the target value (t) where the target value is by following the logic table. Manually on the excel program using the McCulloch-Pitts method (ANN), the results are the same as the logic table so that it can be concluded that manual calculations with excel can be implemented in java programs in the introduction of logical functions AND, OR and XOR.

Keywords: ANN, McCulloch-Pitts, logic, and excel

Abstrak. Jaringan saraf tiruan (JST) merupakan pemroses informasi yang meniru cara kerja otak manusia, yaitu bentuk neuron (sel syaraf). Karena kelebihan inilah, JST dapat dipakai untuk mengenali pola tertentu, pada penelitian ini pola notasi fungsi logika. JST yang dipakai dengan metode McCulloch-Pitts. pola fungsi logika mulai dari notasi AND , OR dan XOR . Penentuan pengenalan pola notasi tersebut berdasarkan 3 inputan yang harus dimasukkan yaitu nilai input (X1), nilai Input(X2), dan nilai target (t) dimana nilai target ini sesuai dengan tabel logika .Hasil dari penelitian ini bahwa pengenalan pola dari kedua perhitungan baik secara manual pada program excel dengan metode (JST) metode McCulloch-Pitts, didapatkan hasil yang sama dengan tabel logika sehingga dapat disimpulkan perhitungan manual dengan excel dapat diimplementasi pada program java dalam pengenalan fungsi logika AND , OR dan XOR.

Kata Kunci: JST, McCulloch-Pitts, fungsi logika dan excel

PENDAHULUAN

Jaringan Syaraf Tiruan (JST) adalah salah satu cabang ilmu dari bidang ilmu kecerdasan buatan. Salah satu model JST yang sering digunakan untuk pembelajaran adalah McCulloch-Pitts. Metode McCulloch-Pitts merupakan metode pembelajaran dengan pengawasan dalam sistem jaringan syaraf. Dalam merancang jaringan neuron yang perlu diperhatikan adalah banyaknya spesifikasi yang akan diidentifikasi. Jaringan neuron terdiri dari sejumlah neuron dan sejumlah masukan.

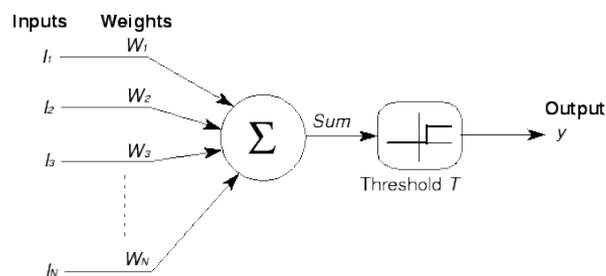
Dari sifat penyimpanan dari neuron McCulloch-Pitts, yaitu, perceptron sederhana. Terlihat bahwa dalam masalah neuron, rumus umum yang merupakan inti dari semua masalah yang mengakui simetri replika Parisi memecahkan dengan parameter urutan satu komponen

muncul (Györgyi, 2001).

Pada jurnal ini, peneliti akan membuat program untuk mengenali pola notasi yaitu fungsi logika mulai dari notasi AND, OR dan XOR. Untuk mengenali pola fungsi logika salah satu metode yang dapat dipakai adalah dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan (JST) diterapkan untuk tujuan realisasi gerbang logika (Raju, Kumar, & Sneha, 2017).

Jaringan saraf tiruan (JST) merupakan suatu sistem yang bertugas untuk memproses data dengan meniru jaringan saraf biologis. Sehingga sampel fungsi logika yang dijadikan sebagai input dapat dikenali oleh komputer seperti otak yang memproses informasi dan kemudian mengenali pola notasi yang dilihat oleh mata. Karena kelebihan inilah, JST merupakan metode yang tepat untuk mengenali pola logika fungsi. Selain kelebihan-kelebihan di atas, JST juga memiliki kemampuan untuk belajar dan sifat toleransi kesalahan (*fault tolerance*) (Ihwan, Arman, & Solehati, 2017).

Jaringan Saraf Tiruan (JST) mampu mengenali kegiatan dengan berbasis pada data. Data akan dipelajari oleh JST sehingga memiliki kemampuan untuk memberi keputusan terhadap data yang belum dipelajari. JST ditentukan oleh 3 hal, yakni: pola hubungan antar neuron (arsitektur jaringan), metode untuk menentukan bobot penghubung (metode *training/learning/* algoritma) dan fungsi aktivasi (Puspitaningrum, 2006) Struktur jaringan saraf tiruan dapat dilihat pada Gambar 1.



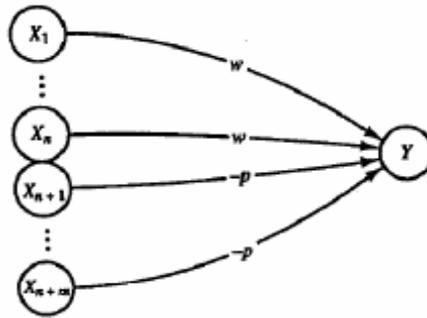
Gambar 1. Struktur Jaringan Saraf Tiruan

Pada saat Neuron Y menerima inputan x_1 , x_2 , dan x_3 dengan bobot hubungan masing-masing adalah w_1 , w_2 , dan w_3 . Kemudian ketiga impuls neuron yang ada dijumlahkan, sehingga dapat ditulis: $net = x_1w_1 + x_2w_2 + x_3w_3$.

Besarnya impuls yang diterima oleh Y mengikuti fungsi aktivasi $y = f(net)$. Apabila nilai aktivasi cukup kuat, maka sinyal akan diteruskan. Nilai fungsi aktivasi (keluaran model jaringan) juga dapat dipakai sebagai dasar untuk mengubah bobot (Fitriawan, Pucu, & Baptista, 2012).

Model JST yang digunakan oleh McP merupakan model yang pertama ditemukan. Model neuron McP memiliki karakteristik sebagai berikut:

- Fungsi aktivasinya biner.
- Semua garis yang memperkuat sinyal (bobot positif) ke arah suatu neuron memiliki kekuatan (besar bobot) yang sama. Hal yang sama untuk garis yang memperlemah sinyal (bobot negatif) ke arah neuron tertentu.
- Setiap neuron memiliki batas ambang (threshold) yang sama. Apabila total input ke neuron tersebut melebihi threshold, maka neuron akan meneruskan sinyal.



Gambar 2. Model Neuron McCulloch-Pitts

Pada Gambar 2 menunjukkan model neuron Y menerima sinyal dari (n+m) buah neuron $x_1, x_2, \dots, x_n, x_{n+1}, \dots, x_{n+m}$. n buah penghubung dengan dari x_1, x_2, \dots, x_n ke Y merupakan garis yang memperkuat sinyal (bobot positif), sedangkan m penghubung dari x_{n+1}, \dots, x_{n+m} ke Y merupakan garis yang memperlemah sinyal (bobot negatif). Semua penghubung dari x_1, x_2, \dots, x_n ke Y memiliki bobot yang sama. Hal yang sama dengan penghubung dari x_{n+1}, \dots, x_{n+m} ke Y memiliki bobot yang sama. Namun jika ada neuron lain misal Y_2 , maka bobot x_1 ke Y_1 boleh berbeda dengan bobot dari x_2 ke Y_2 .

Fungsi aktivasi neuron Y adalah :

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

Bobot tiap garis tidak ditentukan dengan proses pelatihan, tetapi dengan metode analitik. Beberapa contoh berikut memaparkan bagaimana neuron McP digunakan untuk memodelkan fungsi logika sederhana atau pola notasi. (Arifin, Asfani, & Handayani, 2018)

METODE

Metode penelitian yang penulis lakukan adalah metode penelitian eksperimen, dengan tahapan sebagai berikut:

1. Melihat Pola dari Tabel Fungsi Logika

Pada fungsi logika yang digunakan adalah operasi perbandingan. Untuk lebih menengela pola dalam fungsi logika atau perbandingan, maka perlu diperhatikan beberapa operator logika dan cara penggunaannya di gambar bawah ini.

x_1	x_2	y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

x_1	x_2	y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

x_1	x_2	y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Gambar 1. Tabel Kebenaran logika AND ,OR dan XOR

2. Proses Pembelajaran Pola dari Tabel Fungsi Logika

Proses pembelajaran dilakukan untuk semua kemungkinan masukan dan keluaran. iterasi ke 01 : masukan $x_1=0, x_2=0$, dan target sesuai logika yang mau dipelajari iterasi ke 02 : masukan $x_1=0, x_2=1$, dan target sesuai logika yang mau dipelajari iterasi ke 03 : masukan $x_1=1, x_2=0$, dan target sesuai logika yang mau dipelajari iterasi ke 04 : masukan $x_1=1, x_2=1$, dan target sesuai logika yang mau dipelajari

3. Perhitungan nilai aktivasi

Pada tahanan ini dilakukan melakukan perhitungan input untuk menghasilkan output dengan bantuan aktivasi dibawah ini.

Fungsi Logika AND

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

Fungsi Logika OR

$$f(net) = \begin{cases} 1, & \text{jika } net \geq 1 \\ 0, & \text{jika } net < 1 \end{cases} \quad (3)$$

Fungsi Logika XOR

$$f(net) = \begin{cases} 1, & \text{jika } net > 0 \\ 0, & \text{jika } net \leq 0 \end{cases} \quad (4)$$

4. Analisa hasil keluaran output

Dari data tabel kebenaran akan di cocokan dengan perhitungan yang didapat dari nilai aktivasi yang di lakukan pada program excel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Manual Menggunakan Program *Excel*

1. Fungsi Logika AND

Pada hal ini akan dilakukan perhitungan manual untuk mencari iterasi dalam pengenalan fungsi logika AND dengan disesuaikan dengan metode McCulloch-Pitts. perhitungan pengenalan pola fungsi logika AND menggunakan data input di bawah ini:

$$X_1 = \{0,0,1,1\}$$

$$X_2 = \{0,1,0,1\}$$

$$\text{Nilai bobot } (w) = 1$$

$$\text{threshold} = 2$$

a. Mencari nilai net1 pada pola AND

$$\text{Net1} = (x_1 * w) + (x_1 * w)$$

$$\text{Net2} = (x_2 * w) + (x_2 * w)$$

$$\text{Net3} = (x_3 * w) + (x_3 * w)$$

$$\text{Net4} = (x_4 * w) + (x_4 * w)$$

b. Mencari nilai $y_1=f(\text{net1})$, $y_2=f(\text{net2})$, $y_3=f(\text{net3})$ dan $y_4=f(\text{net4})$ pada pola Logika AND

y_1, y_2, y_3 , dan $y_4 =$ jika, $(\text{net1}) \geq 2$, maka bernilai 1; jika, $(\text{net1}) < 2$, maka bernilai 0.

c. Hasil dari perhitungan untuk rumus diatas ditunjukkan pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. perhitungan logika AND dengan Metode McP

Pelatihan		Output
x_1	x_2	$net = \sum_{i=1}^2 X_{ij}W_{ij}$ $f(net) = \begin{cases} 1, & \text{jika } net \geq 2 \\ 0, & \text{jika } net < 2 \end{cases}$
0	0	$1*1 + 1*1 = 0$
0	1	$1*1 + 0*1 = 1$
1	0	$0*1 + 1*1 = 1$
1	1	$0*1 + 0*1 = 2$

Dari tabel 1 di atas memperlihatkan bawah nilai di hasilkan sama dengan yang ada pada gambar tabel fungsi logika AND umumnya.

2. Fungsi Logika OR

Pada hal ini akan dilakukan perhitungan manual untuk mencari iterasi dalam pengenalan fungsi logika OR dengan disesuaikan dengan metode McCulloch-Pitts. perhitungan pengenalan pola fungsi logika OR menggunakan data input di bawah ini:

$x_1 = \{0,0,1,1\}$

$x_2 = \{0,1,0,1\}$

Nilai bobot (w) = 1

threshold = 1

a. Mencari nilai net1 pada pola OR

$Net1 = (x_1 * w) + (x_1 * w)$

$Net2 = (x_2 * w) + (x_2 * w)$

$Net3 = (x_3 * w) + (x_3 * w)$

$Net4 = (x_4 * w) + (x_4 * w)$

b. Mencari nilai $y_1=f(net1)$, $y_2=f(net2)$, $y_3=f(net3)$ dan $y_4=f(net4)$ pada pola logika OR
 y_1, y_2, y_3 , dan $y_4 =$ jika, $(net1) > 1$, maka bernilai 1; jika, $(net1) < 1$, maka bernilai 0.

c. Hasil dari perhitungan untuk rumus diatas ditunjukkan pada tabel berikut ini.

Tabel 2. perhitungan logika OR dengan Metode McP

Pelatihan		Output
x_1	x_2	$net = \sum_{i=1}^2 X_{ij}W_{ij}$ $f(net) = \begin{cases} 1, & \text{jika } net \geq 1 \\ 0, & \text{jika } net < 1 \end{cases}$
0	0	$1*1 + 1*1 = 0$
0	1	$1*1 + 0*1 = 1$
1	0	$0*1 + 1*1 = 1$
1	1	$0*1 + 0*1 = 2$

Dari tabel 2 di atas memperlihatkan bawah nilai di hasilkan sama dengan yang ada pada gambar tabel fungsi logika OR umumnya.

3. Fungsi Logika XOR

Pada hal ini akan dilakukan perhitungan manual untuk mencari iterasi dalam pengenalan fungsi

logika XOR dengan disesuaikan dengan metode McCulloch-Pitts. perhitungan pengenalan pola fungsi Logika XOR menggunakan data input di bawah ini:

$$X1=\{0,0,1,1\}$$

$$X2=\{0,1,0,1\}$$

$$\text{Nilai bobot (w)} = 1$$

$$\text{threshold} = 2$$

pada fungsi logika “XOR” dengan dua masukan X1 dan X2 akan memiliki keluaran Y=0 bila dan hanya bila X1=X2.

$$X1 \text{ XOR } X2 = (X1 \text{ and } \sim X2) \text{ or } (X2 \text{ and } \sim X1)$$

$$Z1 = (X1 \text{ and } \sim X2) \quad W1 = 2, W2 = -1, \text{ threshold} = 2$$

$$Z2 = (X2 \text{ and } \sim X1) \quad W1 = -1, W2 = 2, \text{ threshold} = 2$$

$$Y = N = Z1 \text{ or } Z2 \quad W1 = 1, W2 = 1, \text{ threshold} = 1$$

a. Mencari nilai net1 pada pola AND

$$\text{Net1} = (x_1 * w_1) + (x_1 * w_1)$$

$$\text{Net2} = (x_2 * w_2) + (x_2 * w_2)$$

$$\text{Net3} = (x_3 * w_3) + (x_3 * w_3)$$

$$\text{Net4} = (x_4 * w_4) + (x_4 * w_3)$$

b. Mencari nilai y1=f(net1), y2=f(net2), y3=f(net3) dan y4=f(net4) pada pola Logika AND

y1, y2, y3, dan y4= jika, (net1) >= 2, maka bernilai 1; jika, (net1) < 2, maka bernilai 0.

c. Hasil dari perhitungan untuk rumus diatas ditunjukkan pada tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. perhitungan logika OR dengan Metode McP

						Pelatihan		Output
x ₁	x ₂	~X ₁	~X ₂	Z1 = (X1 and ~X2)	Z2 = (X2 and ~X1)	$\text{net} = \sum_{i=1}^2 X_{ij}W_{ij}$		$f(\text{net}) = \begin{cases} 1, & \text{jika net} > 1 \\ 0, & \text{jika net} < 1 \end{cases}$
0	0	1	1	0	0	0*1 + 0*1 =		0
0	1	1	0	0	1	0*1 + 1*1 =		1
1	0	0	1	1	0	1*1 + 0*1 =		1
1	1	0	0	0	0	0*1 + 0*1 =		0

Dari tabel 3 di atas memperlihatkan bahwa nilai di hasilkan sama dengan yang ada pada gambar tabel fungsi logika AND umumnya.

Analisis

Hasil pengenalan pola Fungsi Logika AND dari perhitungan baik secara manual pada program excel dalam Jaringan Saraf Tiruan (JST) metode McCulloch-Pitts, didapatkan hasil nilai sama yang sama dengan tabel logika, tabulasi data hasil ditunjukkan pada tabel 4 berikut.

Tabel 4. Tabulasi Data Hasil Pengenalan Pola Notasi pada Metode McCulloch-Pitts

Pola yang dipilih	Perhitungan			
	Inputan	Nilai (w) = 1 Nilai (θ) = 2	Excel	Fungsi Logika
AND	Inputan	Nilai (w) = 1 Nilai (θ) = 2	Sama	Sama
OR	Inputan	Nilai (w) = 1	Sama	Sama

		Nilai (θ) = 1		
XOR	Inputan	Nilai (w) = 1		
		Nilai (θ) = 0	Sama	Sama

Berdasarkan tabel 4 bahwa pada pengenalan pola fungsi logika didapatkan hasil yang sama antara perhitungan manual dengan *excel* dan tabel kebenaran, sehingga dapat disimpulkan perhitungan manual dengan *excel* dapat digunakan untuk pengenalan pola (studi kasus logika AND, OR dan XOR) hasilnya antara perhitungan dan dengan tabel logika sama.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil eksperimen dapat disimpulkan bahwa fungsi logika dapat diterapkan dengan JST menggunakan model McCulloch-Pitts yang dapat mendeteksi pola dari sebuah fungsi logika terutama terdapat masalah pada logika AND dan OR begitu juga dengan masalah pada logika NOR. Meskipun dalam penyelesaian di XOR Perlu penambahan hidden layer agar dapat menyelesaikan permasalahan dalam pengenalan pola logika akan tetapi dari perhitungan pengenalan pola memiliki nilai sama dengan nilai dari logika tabel kebenaran.

Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya dianjurkan untuk mengambil penggunaan model lain dalam pengenalan pola logika yang termasuk dalam lingkup pengajaran materi JST. Kasus yang diangkat lebih kompleks sehingga akan banyak varian hitungan dalam hidden layer sehingga dapat lebih bermanfaat bagi pengembangan kecerdasan buatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, M., Asfani, K., & Handayani, A. N. (2018). APLIKASI JARINGAN SARAF TIRUAN METODE PERCEPTRON PADA PENGENALAN POLA NOTASI. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*. <https://doi.org/10.24176/simet.v9i1.1737>
- Fitriawan, H., Pucu, O., & Baptista, Y. (2012). Identifikasi Plat Nomor Kendaraan Secara Off-Line Berbasis Pengolahan Citra dan Jaringan Syaraf Tiruan. *ELECTRICIAN Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Elektro*.
- Györgyi, G. (2001). Techniques of replica symmetry breaking and the storage problem of the McCulloch-Pitts neuron. *Physics Report*. [https://doi.org/10.1016/S0370-1573\(00\)00073-9](https://doi.org/10.1016/S0370-1573(00)00073-9)
- Ihwan, A., Arman, Y., & Solehati, I. (2017). Analisis Fluktuasi Suhu Udara Bulanan Kota Pontianak Dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Propagasi Balik. *POSITRON*. <https://doi.org/10.26418/positron.v1i1.594>
- Puspitaningrum, D. (2006). Pengantar Jaringan Syaraf Tiruan. *ANDI: Yogyakarta*. <https://doi.org/10.1016/j.jdmm.2017.04.004>
- Raju, J. S. S., Kumar, S., & Sneha, L. V. S. S. S. (2017). Realization of Logic Gates Using McCulloch-Pitts Neuron Model. *International Journal of Engineering Trends and Technology*. <https://doi.org/10.14445/22315381/ijett-v45p212>