

1. Model McCulloch-Pitts

a. Soal

Buatlah model neuran Mcculloch-Pitts dari tabel kebenaran logika OR di bawah ini dan cek apakah nilai di kolom output/kolom Y dari tabel kebenaran sama dengan nilai dari $f(net)$.
Nilai $W_1=1$, $W_2=1$, $\theta(\text{theta})/\text{threshold}=1$.

Tabel 1: Tabel Kebenaran Logika OR

X_1	X_2	Y
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

b. Jawaban Excel

Tampilan dari program sederhana melalui Microsoft Excel ditunjukkan melalui Gambar 1

Tabel Kebenaran Logika OR			W1	1	Model Mcculloch-Pitts			
X1	X2	Y	W2	1	X1	X2	net ($\sum x_i.w$)	f(net)
0	0	0	$\theta/\text{threshold}$	1	0	0	0	0
1	0	1			1	0	1	1
0	1	1			0	1	1	1
1	1	1			1	1	2	1

Cek net dan f(net) Output tabel kebenaran cocok dengan f(net), nilai W dan T sudah tepat

Gambar 1: Tampilan dari tabel yang digunakan untuk pembuatan model Mcculloch-Pitts

Penjelasan rumus yang digunakan secara rinci dapat dilihat pada Tabel 2. Dalam tabel ini, dijelaskan pada kolom dan baris berapa yang mengandung informasi penting (misal E7 berarti kolom E baris ketujuh merupakan nilai X_1 , dsb), beserta rumus yang digunakan.

Tabel 2. Rumus yang digunakan dalam excel untuk pemodelan Mcculloch-Pitts

No	Kolom dan Baris	Informasi	Rumus
1	B6	Nilai X_1 ke-1 pada tabel kebenaran logika	-
2	B7	Nilai X_1 ke-2 pada tabel kebenaran logika	-
3	B8	Nilai X_1 ke-3 pada tabel kebenaran logika	-

4	B9	Nilai X1 ke-4 pada tabel kebenaran logika	-
5	C6	Nilai X2 ke-1 pada tabel kebenaran logika	-
6	C7	Nilai X2 ke-2 pada tabel kebenaran logika	-
7	C8	Nilai X2 ke-3 pada tabel kebenaran logika	-
8	C9	Nilai X2 ke-4 pada tabel kebenaran logika	-
9	D6	Nilai Y ke-1 pada tabel kebenaran logika	-
10	D7	Nilai Y ke-2 pada tabel kebenaran logika	-
11	D8	Nilai Y ke-3 pada tabel kebenaran logika	-
12	D9	Nilai Y ke-4 pada tabel kebenaran logika	-
13	G4	Nilai W1	-
14	G5	Nilai W2	-
15	G6	Nilai threshold	-
16	I6	Nilai X1 ke-1 pada tabel Mcculloch-Pitts	=B6
17	I7	Nilai X1 ke-2 pada tabel Mcculloch-Pitts	=B7
18	I8	Nilai X1 ke-2 pada tabel Mcculloch-Pitts	=B8
19	I9	Nilai X1 ke-4 pada tabel Mcculloch-Pitts	=B9
20	J6	Nilai X2 ke-1 pada tabel Mcculloch-Pitts	=C6
21	J7	Nilai X2 ke-2 pada tabel Mcculloch-Pitts	=C7
22	J8	Nilai X2 ke-3 pada tabel Mcculloch-Pitts	=C8

23	J9	Nilai X2 ke-4 pada tabel Mcculloch-Pitts	=C9
24	K6	Nilai net ke-1 pada tabel Mcculloch-Pitts	=SUM(I6*\$G\$4+J6*\$G\$5)
25	K7	Nilai net ke-2 pada tabel Mcculloch-Pitts	=SUM(I7*\$G\$4+J7*\$G\$5)
26	K8	Nilai net ke-3 pada tabel Mcculloch-Pitts	=SUM(I8*\$G\$4+J8*\$G\$5)
27	K9	Nilai net ke-4 pada tabel Mcculloch-Pitts	=SUM(I9*\$G\$4+J9*\$G\$5)
28	L6	Nilai f(net) ke-1 pada tabel Mcculloch-Pitts	=IF(K6<\$G\$6,0,1)
29	L7	Nilai f(net) ke-2 pada tabel Mcculloch-Pitts	=IF(K7<\$G\$6,0,1)
30	L8	Nilai f(net) ke-3 pada tabel Mcculloch-Pitts	=IF(K8<\$G\$6,0,1)
31	L9	Nilai f(net) ke-4 pada tabel Mcculloch-Pitts	=IF(K9<\$G\$6,0,1)
32	D12	Pengujian untuk membuktikan apakah kolom output pada tabel kebenaran logika OR cocok dengan isi kolom f(net)	=IF(AND(D6:D9=L6:L9),"Output tabel kebenaran cocok dengan f(net), nilai W dan T sudah tepat", "Nilai f(net) tidak cocok dengan output tabel kebenaran, Nilai W dan Theta perlu diganti")

c. Jawaban Programming

Implementasi pada program sederhana dilakukan menggunakan bahasa pemrograman *Python*. Kode dieksekusi melalui Visual Studio Code, namun juga dapat dieksekusi melalui Google Colab, Jupyter Notebook, dsb. *Source code* untuk program ini dapat diakses melalui *GitHub repository* ini (<https://github.com/naufalHaidar12342/uas-kecerdasanbuatan2023>). *Repository* ini baru dapat diakses setelah UAS Kecerdasan Buatan. Untuk urutan baris kode yang digunakan sebagai berikut:

1. Melakukan import library “numpy” dengan alias bernama “np”. Jika “numpy” belum tersedia, jalankan perintah “pip install numpy” pada Command Prompt/Terminal

```
import numpy as np
```

2. Membuat tabel kebenaran logika OR dengan “array()” dari “numpy”. Pembuatan tabel dilakukan bertahap untuk tiap kolom (X1, X2, Y).

```
column_x1 = np.array([0, 1, 0, 1])
```

```
column_x2 = np.array([0, 0, 1, 1])
column_y = np.array([0, 1, 1, 1])
```

3. Karena W_1 , W_2 , dan threshold sudah diketahui, variable "weight_1", "weight_2", dan "threshold" berisi nilai/value dari tiap bagian.

```
weight_1 = 1
weight_2 = 1
threshold = 1
```

4. Melakukan perhitungan net dengan rumus $\sum x_i \cdot w$

```
net = (column_x1 * weight_1) + (column_x2 * weight_2)
```

5. Melakukan perhitungan untuk $f(\text{net})$

```
y_net = (net >= threshold).astype(int)
```

6. Membuat sebuah *function* untuk menampilkan isi dari $f(\text{net})$ dan "column_y". *Function* ini bernama "show_y_net_column_y"

```
def showFNetColumnY():
    print("Nilai y_net: ", y_net)
    print("Nilai kolom y: ", column_y)
```

7. Membuat sebuah *function* untuk memeriksa apakah setiap anggota dari *array* milik "y_net" sama persis dengan setiap anggota dari *array* milik "column_y". Perulangan dengan "for" loop akan melakukan pengecekan berulang sebanyak anggota dari *array* milik "column_y". Di dalam perulangan ini, akan melakukan cek apakah anggota dari *array* milik "column_y" di indeks "i" tidak sama dengan anggota dari *array* milik "y_net". Misalkan, jika putaran sekarang, "i" bernilai 1, maka anggota ke-1 dari "column_y" akan dibandingkan dengan anggota dari *array* "y_net". Sebagai pengingat, indeks dimulai dari 0 dan akan berakhir di 3.

Jika kondisi terpenuhi (anggota *array* dari "column_y" tidak sama dengan anggota *array* dari "y_net"), maka program akan menampilkan keterangan "Nilai dari kolom output tabel kebenaran logika OR tidak sesuai dengan hasil perhitungan McCulloch Pitts". Setelah itu, fungsi "showFNetColumnY" dipanggil.

Jika kondisi tidak terpenuhi, maka fungsi "compareColumnYColumnFNet" akan menampilkan keterangan "Nilai dari kolom output tabel kebenaran logika OR sesuai dengan hasil perhitungan McCulloch Pitts". Terakhir, dalam kondisi ini juga memanggil fungsi "showFNetColumnY"

```
def compareColumnYColumnFNet():
    # loop to check if all members of y match with y_net
    for i in range(len(column_y)):
        if column_y[i] != y_net[i]:
            print("Nilai dari kolom output tabel kebenaran
logika OR tidak sesuai dengan hasil perhitungan McCulloch
Pitts")

            showFNetColumnY()

        print("Nilai dari kolom output tabel kebenaran logika OR
sesuai dengan hasil perhitungan McCulloch Pitts")

    showFNetColumnY()
```

8. Terakhir, melakukan pemanggilan fungsi “compareColumnYColumnFNet” yang akan menunjukkan apakah nilai W dan threshold cocok untuk model McCulloch-Pitts.

```
model_neuron = compareColumnYColumnFNet()

model_neuron
```

Berikut ini hasil output dari program di atas, ditunjukkan melalui Gambar 2.

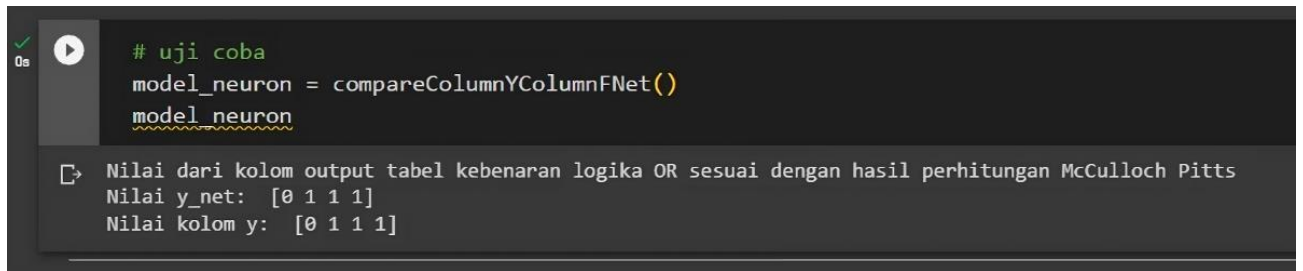
```
PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL

GIGABYTE-B550@DESKTOP-T02P024 MINGW64 ~/Documents/uas-kecerdasanbuatan (main)
$ C:/Users/GIGABYTE-B550/AppData/Local/Programs/Python/Python310/python.exe c:/Users/GIGABYTE-B550/Docum
Nilai dari kolom output tabel kebenaran logika OR sesuai dengan hasil perhitungan McCulloch Pitts
Nilai y_net: [0 1 1 1]
Nilai kolom y: [0 1 1 1]

GIGABYTE-B550@DESKTOP-T02P024 MINGW64 ~/Documents/uas-kecerdasanbuatan (main)
$
```

Gambar 2: Pengujian program melalui embedded terminal pada Visual Studio Code

Hasil yang sama juga didapat saat mengeksekusi program tersebut melalui Google Colab seperti di Gambar 3.



The image shows a Google Colab notebook interface. On the left, there is a vertical toolbar with a green checkmark, a play button, and a '0s' timer. The main area contains a code cell with the following text: a green comment '# uji coba', a function call 'model_neuron = compareColumnYColumnFNet()', and the variable name 'model_neuron' which is underlined with a yellow squiggly line. Below the code, the output is displayed, starting with a copy icon and a description of the output values, followed by two lines of numerical data in list format.

```
# uji coba
model_neuron = compareColumnYColumnFNet()
model_neuron
```

Nilai dari kolom output tabel kebenaran logika OR sesuai dengan hasil perhitungan McCulloch Pitts
Nilai y_net: [0 1 1 1]
Nilai kolom y: [0 1 1 1]

Gambar 3: Pengujian fungsi “compareColumnYColumnFNet” melalui Google Colab