

JARINGAN SYARAF TIRUAN (JST)

SEMESTER II

PERTEMUAN KE – 13 & 14

DOSEN : ELISAWATI,M.KOM

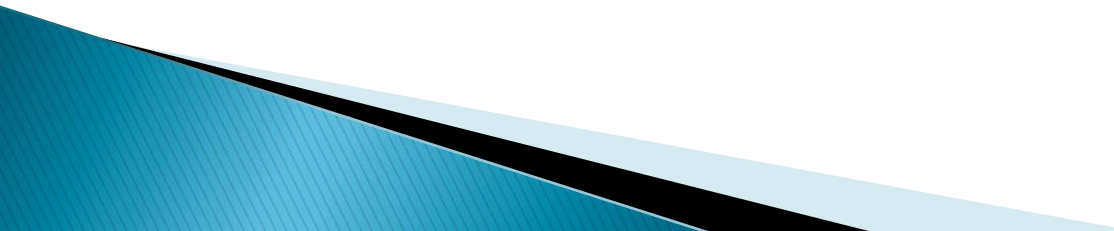
Jaringan Syaraf Tiruan

- ▶ Jaringan syaraf tiruan adalah paradigma pengolahan informasi yang terinspirasi oleh sistem saraf secara biologis, seperti proses informasi pada otak manusia.

Kelebihan-kelebihan yang di berikan oleh JST antara lain :

1. Belajar Adaptive : kemampuan untuk memperelajari bagaimana melakukan pekerjaan berdasarkan data yang diberikan untuk pelatihan atau pengalaman awal.
2. Self-Organisation : Sebuah JST dapat membuat organisasi sendiri atau representasi dari informasi yang di terimanya selama waktu belajar
3. Real Time Operation : perhitungan JST dapat dilakukan secara paralel sehingga perangkat keras yang dirancang dan diproduksi secara khusus dapat mengambil keuntungan dari kemampuan ini.

Kelemahan-kelemahan JST antara lain :

- 1. Tidak efektif jika di gunakan untuk melakukan operasi-perasi numerik dengan presisi tinggi**
 - 2. Tidak efektif jika di gunakan untuk melakukan operasi-operasi algoritma aritmatik, operasi logika dan simbolis**
 - 3. Untuk beroperasi JST butuh pelatihan sehingga bila jumlah datanya besar, waktu yang digunakan untuk proses pelatihan sangat lama.**
- 

Aplikasi JST

- ▶ **JST dalam kehidupan sehari-hari**

JST telah banyak digunakan untuk mengidentifikasi pola atau tren dalam data sehingga JST cocok digunakan untuk peramalan kebutuhan, termasuk peramalan penjualan, kontrol proses industri, penelitian pelanggan, validasi data, manajemen risiko, dan target pemasaran.

- ▶ **JST dalam dunia Kedokteran**

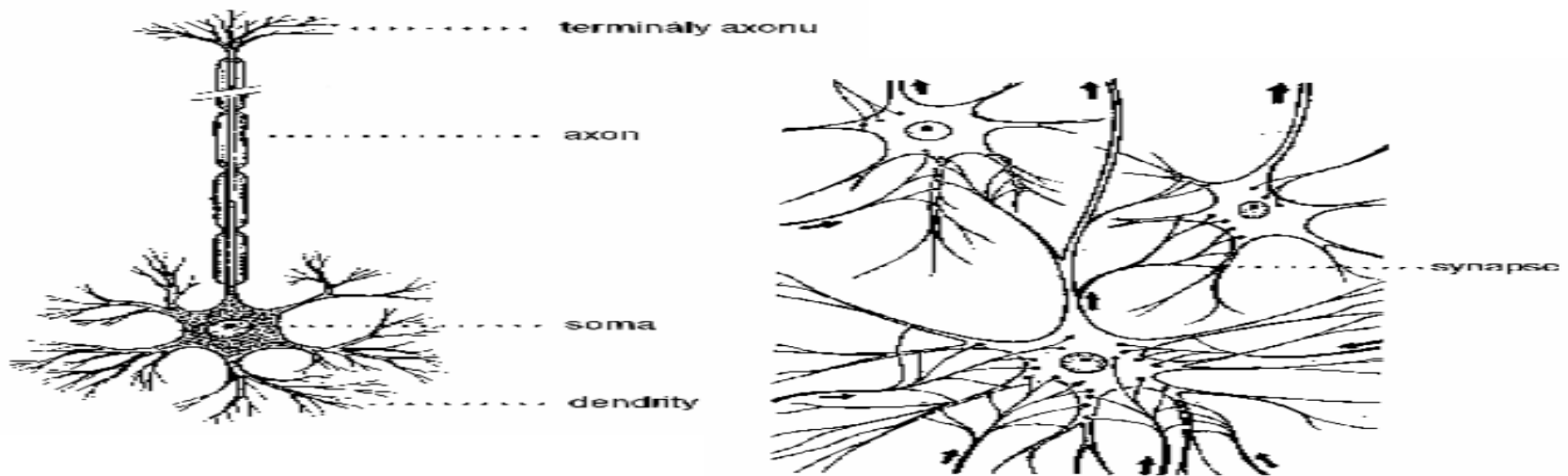
JST saat ini menjadi sebuah penelitian yang menarik di bidang riset obat. Pada saat ini, sebagian besar penelitian di arahkan pada pemodelan bagian tubuh manusia dan pengenalan penyakit dari berbagai scan (misalnya cardiograms, CAT scan, scan ultrasonik dll).

- ▶ **JST dalam bisnis**

JST dalam bisnis biasanya untuk optimasi, penjadwalan serta data mining yaitu mencari pola implisit dalam informasi eksplisit yang di simpan dalam databases

Model Biologis

- ▶ Jaringan saraf tiruan muncul setelah pengenalan neuron disederhanakan oleh McCulloch dan Pitts tahun 1943. Neuron ini di sajikan sebagai model neuron biologis dan sebagai komponen konseptual untuk rangkaian yang dapat melakukan tugas-tugas komputasi.

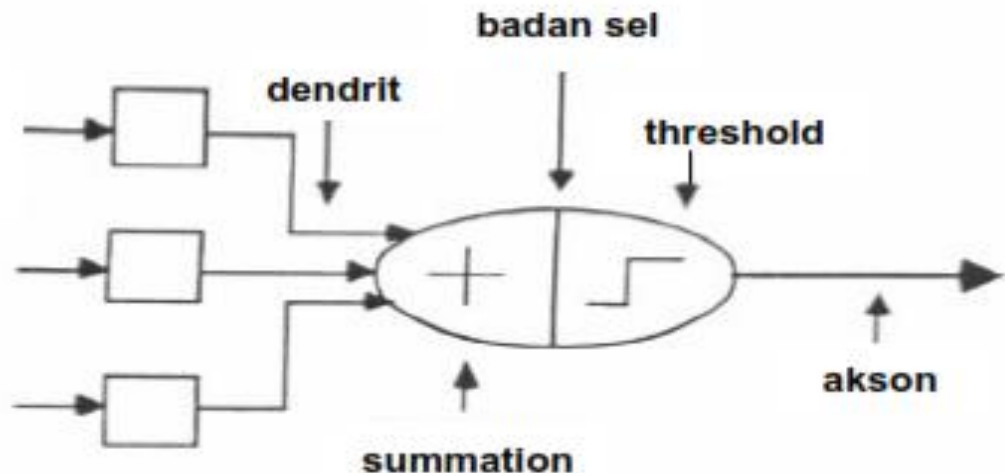


Gambar Komponen Neuron dan Sinapsis

Model Neuron

Dalam otak manusia sebuah neuron (sel saraf) tertentu mengumpulkan sinyal berupa rangsangan dari neuron lain melalui dendrit. Sinyal yang datang dan diterima oleh dendrit akan dijumlahkan (summation) dan dikirim melalui axon ke dendrit akhir yang bersentuhan dengan dendrit dari neuron lain. Sinyal ini akan diterima oleh neuron lain jika memenuhi nilai threshold tertentu. Dalam hal ini, neuron dikatakan teraktivasi.

**Model Struktur
NEURON JSB**



Perbandingan kemampuan otak manusia dengan CPU

Parameter	Otak manusia	CPU
Elemen pengolah	10^{11} sinapsis	10^8 transistor
Ukuran elemen	10^{-6} m	10^{-6} m
Energi yang digunakan	30 W	30 W (CPU)
Kecepatan pengolah	100 Hz	10^9 Hz
Bentuk komputasi	Paralel terdistribusi	Serial terpusat
Fault tolerant	Ya	Tidak
Proses belajar	Ya	Tidak
Kepandaian	Selalu	Tidak (kadang-kadang)

Analogi JST dengan JSB

JST	J S Biologis
Node / input	Badan sel (soma)
Input	Dendrit
Output	Akson
Bobot	Sinapsis

Model Matematis

Tiga komponen dasar penting ketika kita membuat sebuah model fungsional dari neuron biologis yaitu :

1. Sinapsis neuron di modelkan sebagai bobot
2. Penjumlahan semua masukan yang di modifikasi oleh masing-masing bobot, atau disebut sebagai kombinasi linear.
3. Bertindak sebagai fungsi kontrol aktivasi amplitudo dari neuron.

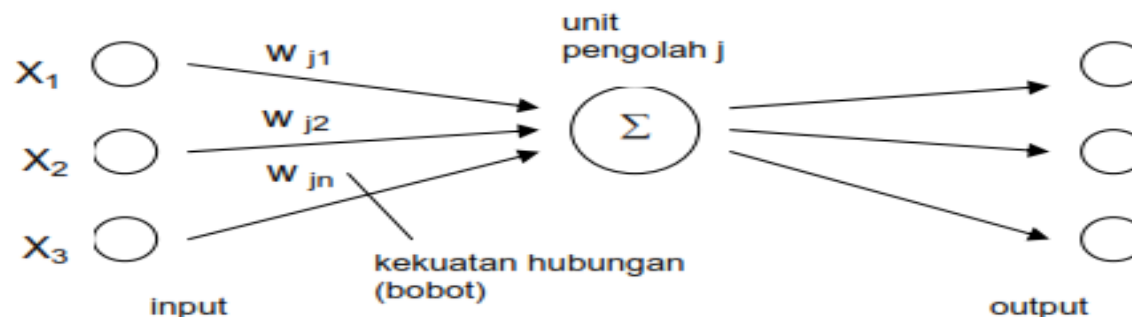
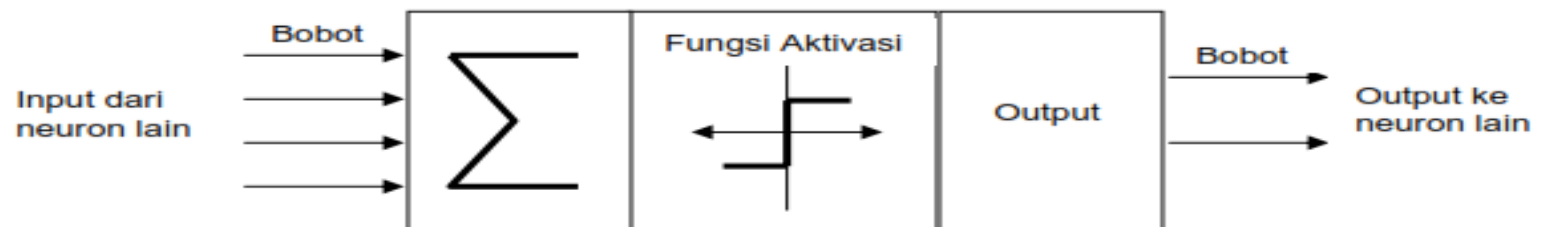
JST merupakan generalisasi model matematis dengan beberapa asumsi sebagai berikut :

1. Pemrosesan informasi terjadi pada neuron
2. Sinyal dikirimkan di antara neuron-neuron melalui penghubung dendrit dan akson
3. Penghubung antar elemen memiliki bobot yang akan menambah atau mengurangi sinyal
4. Untuk menentukan output, setiap neuron memiliki fungsi aktivasi yang dikenakan pada jumlah semua inputnya. Besar output akan di bandingkan dengan nilai threshold tertentu.

Berdasarkan model matematis tersebut, baik tidaknya suatu model JST ditentukan oleh hal-hal berikut :

- ▶ Arsitektur jaringan, yaitu sebuah arsitektur yang menentukan pola antar neuron
- ▶ Metode pembelajaran (Learning method), yaitu metode yang digunakan untuk menentukan dan mengubah bobot
- ▶ Fungsi aktivasi

Model Struktur NEURON JST



Arsitektur JST

Lapisan-lapisan penyusun JST di bagai menjadi tiga yaitu :

1. Lapisan input (Input layer)

Unit-unit dalam lapisan input disebut unit-unit input yang bertugas menerima pola inputan dari luar yang menggambarkan suatu permasalahan.

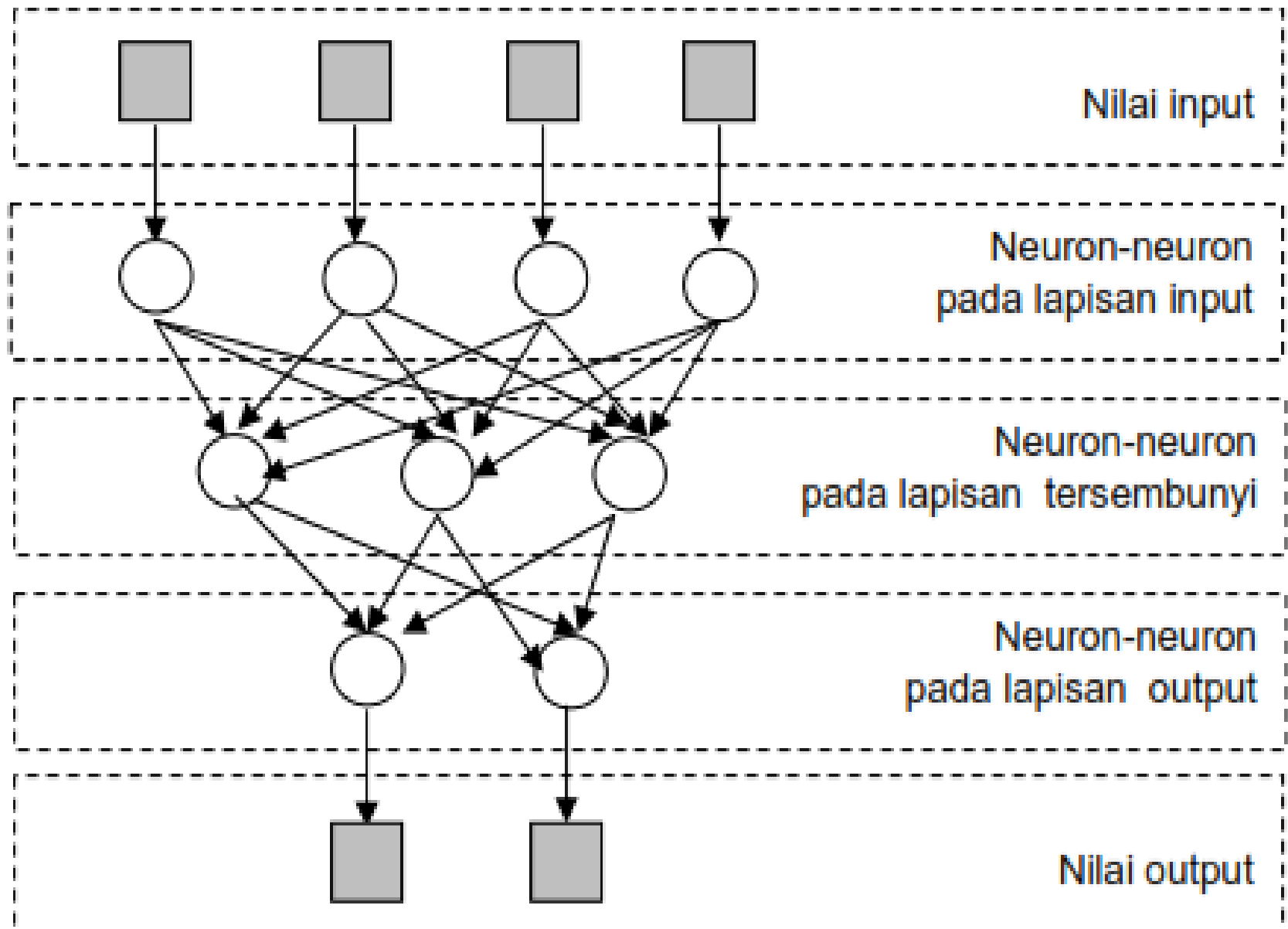
2. Lapisan tersembunyi (Hidden layer)

Unit-unit dalam lapisan tersembunyi disebut unit-unit tersembunyi, yang mana nilai outputnya tidak dapat diamati secara langsung

3. Lapisan Output (Output layer)

Unit-unit dalam lapisan output disebut unit-unit output, yang merupakan solusi JST terhadap suatu permasalahan.

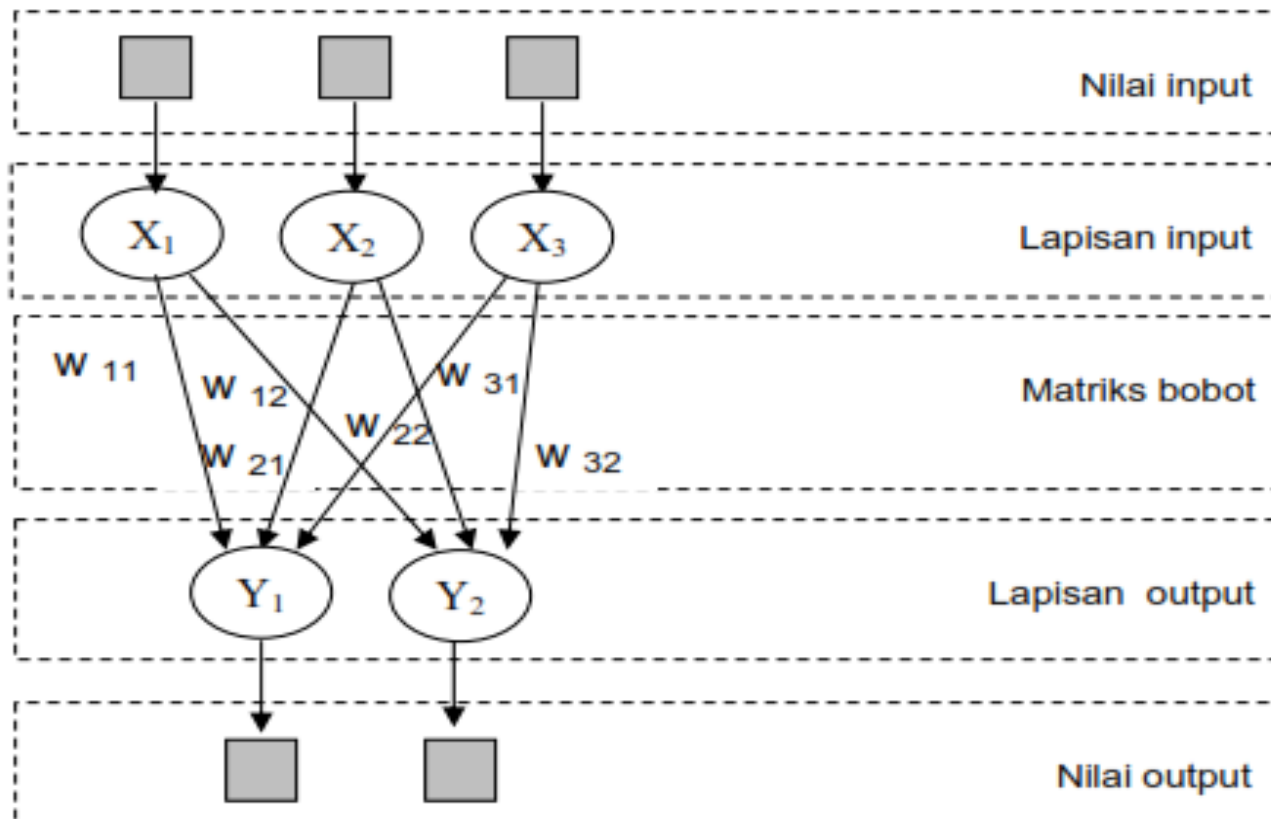




Macam-macam Arsitektur JST :

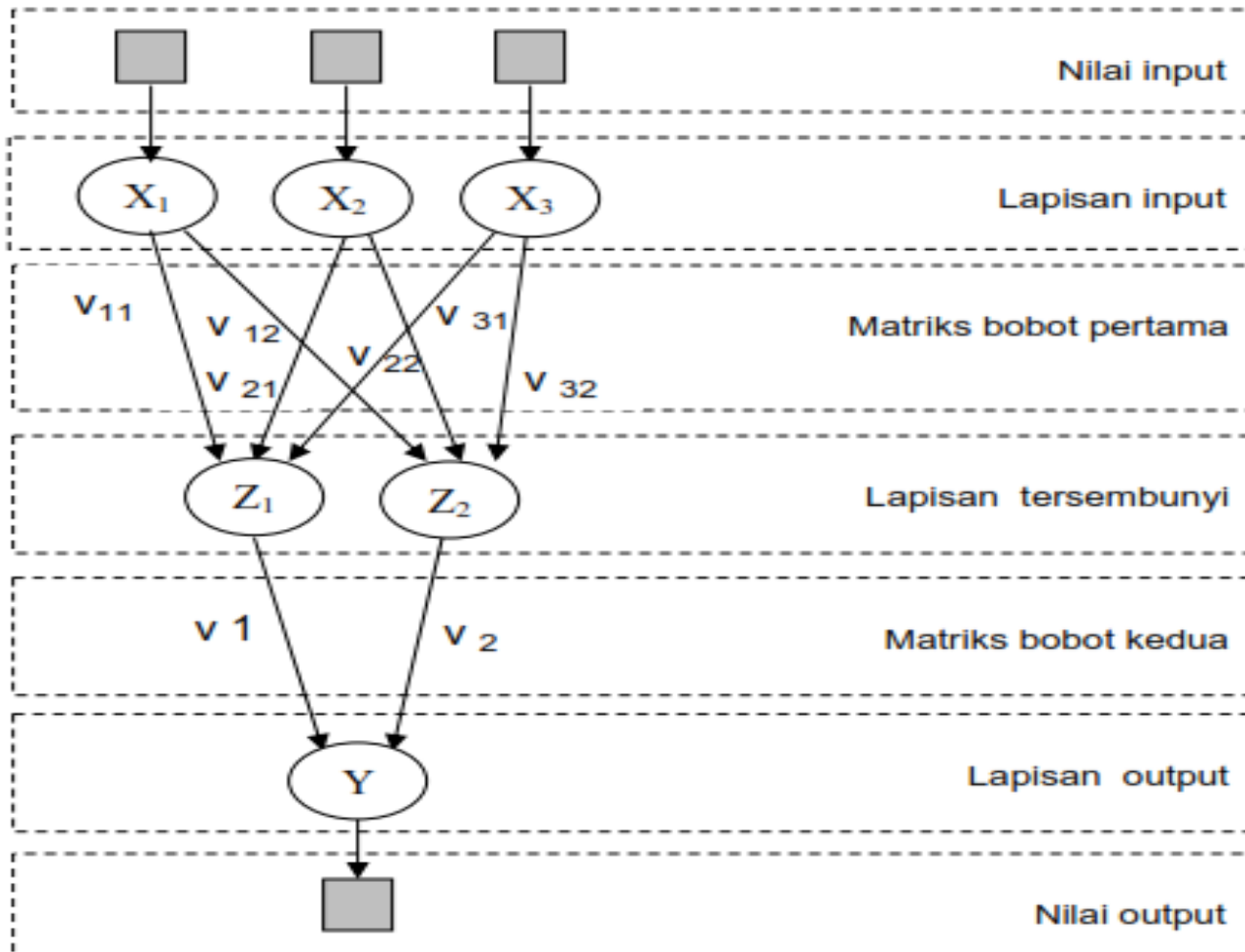
1. Jaringan dengan lapisan tunggal (single layer net)

Hanya memiliki 1 lapisan dengan bobot-bobot terhubung. Jaringan ini hanya menerima input kemudian secara langsung akan mengolahnya menjadi output tanpa harus melalui lapisan tersembunyi. Pada gambar berikut neuron-neuron pada kedua lapisan saling berhubungan. Seberapa besar hubungan antara 2 neuron ditentukan oleh bobot yang bersesuaian. Semua unit input akan dihubungkan dengan setiap unit output.



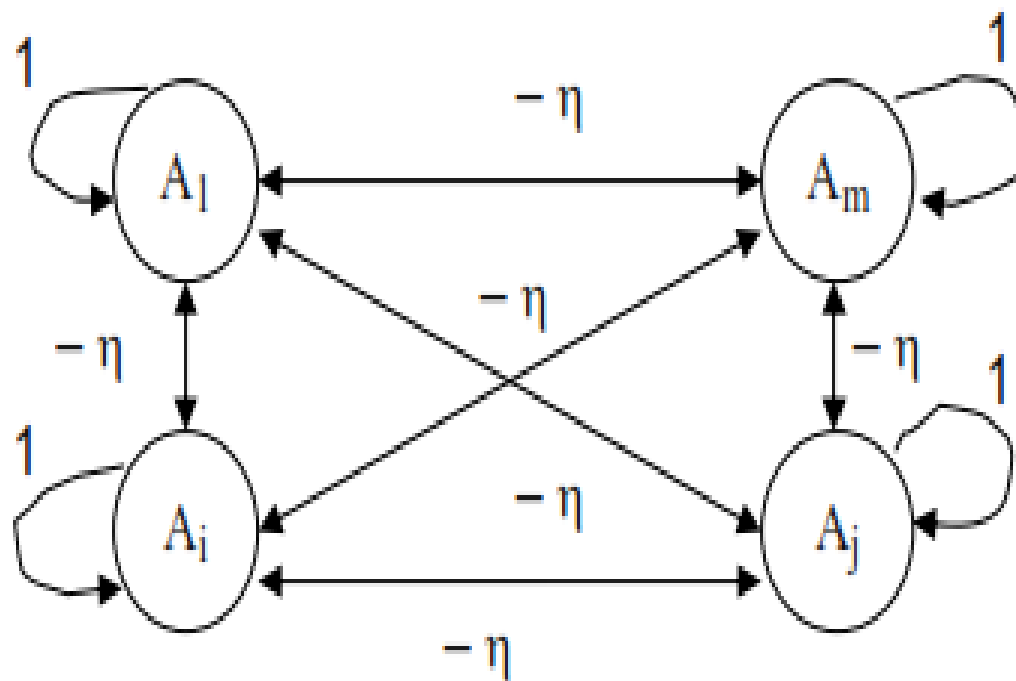
2. Jaringan dengan banyak lapisan (multilayer net)

Memiliki 1 atau lebih lapisan yang terletak diantara lapisan input dan lapisan output. Umumnya ada lapisan bobot-bobot yang terletak antara 2 lapisan yang bersebelahan. Jaringan dengan banyak lapisan ini dapat menyelesaikan permasalahan yang lebih sulit daripada lapisan tunggal, tentu saja dengan pembelajaran yang lebih rumit. Pada banyak kasus, pembelajaran pada jaringan dengan banyak lapisan ini lebih sukses dalam menyelesaikan masalah.



3. Jaringan dengan lapisan kompetitif (competitive layer net)

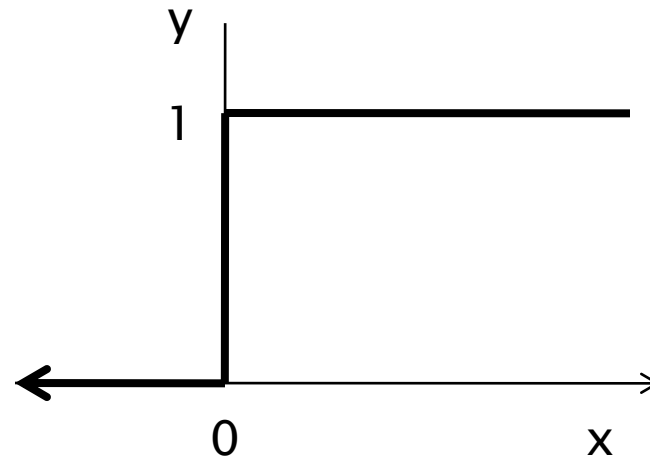
Pada jaringan ini sekumpulan neuron bersaing untuk mendapatkan hak menjadi aktif. Umumnya hubungan antar neuron pada lapisan kompetitif ini tidak diperlihatkan pada diagram arsitektur. Gambar berikut menunjukkan salah satu contoh arsitektur jaringan dengan lapisan kompetitif yang memiliki bobot $-\eta$



Fungsi Aktivasi

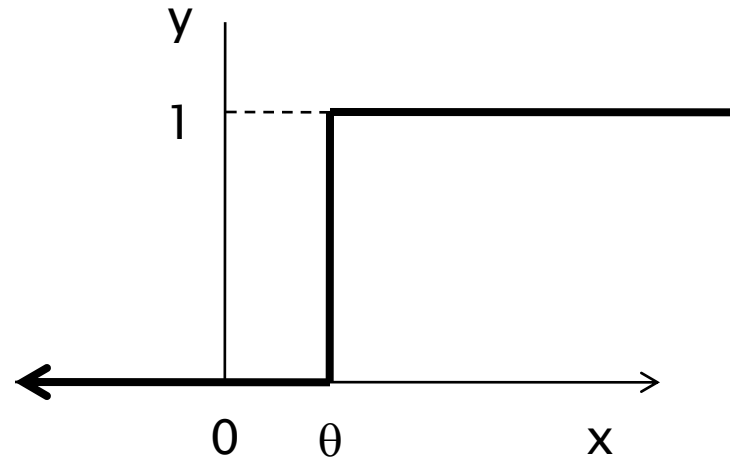
- ▶ Fungsi undak Biner Hard Limit digunakan oleh jaringan lapisan tunggal untuk mengonversikan nilai input dari suatu variabel yang bernilai kontinu ke suatu nilai output biner (0 atau 1) secara matematis.

$$y = \begin{cases} 0, & \text{Jika } x \leq 0 \\ 1, & \text{Jika } x > 0 \end{cases}$$



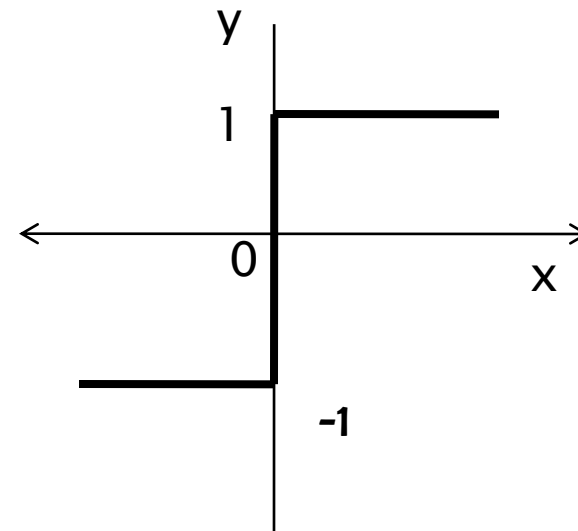
- Fungsi undak Biner Threshold menggunakan nilai ambang θ sebagai batasnya.

$$y = \begin{cases} 0, & \text{Jika } x < \theta \\ 1, & \text{Jika } x \geq \theta \end{cases}$$



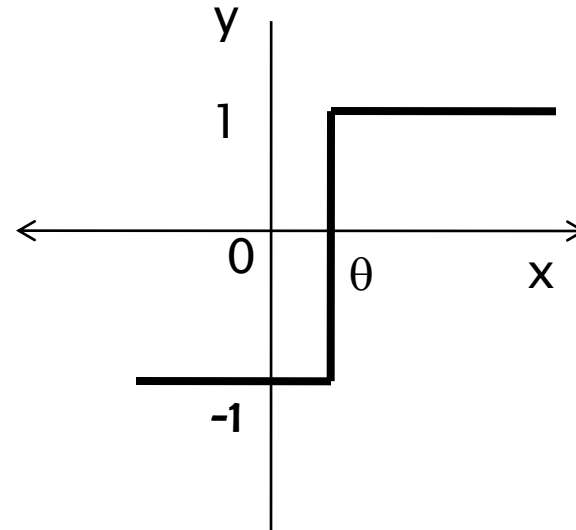
- Fungsi Bipolar Symetric Hard Limit mempunyai output yang bernilai 1, 0 atau -1.

$$y = \begin{cases} 0, & \text{Jika } x > 0 \\ 1, & \text{Jika } x = 0 \\ -1, & \text{Jika } x < 0 \end{cases}$$



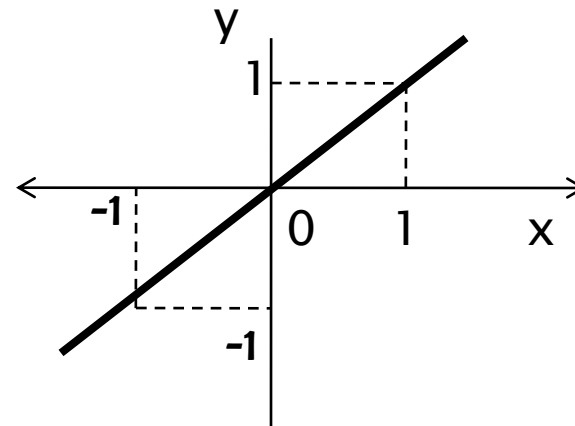
- ▶ Fungsi Bipolar dengan threshold mempunyai output yang bernilai 1,0 atau -1. untuk batas ambang θ tertentu.

$$y = \begin{cases} 0, & \text{Jika } x > \theta \\ 1, & \text{Jika } x = \theta \\ -1, & \text{Jika } x < \theta \end{cases}$$



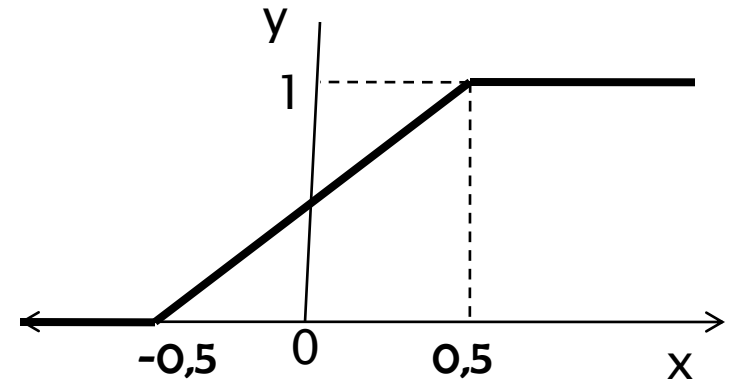
- ▶ Fungsi Linear (identitas) : Nilai input dan nilai output pada fungsi linear adalah sama.

$$y = x$$



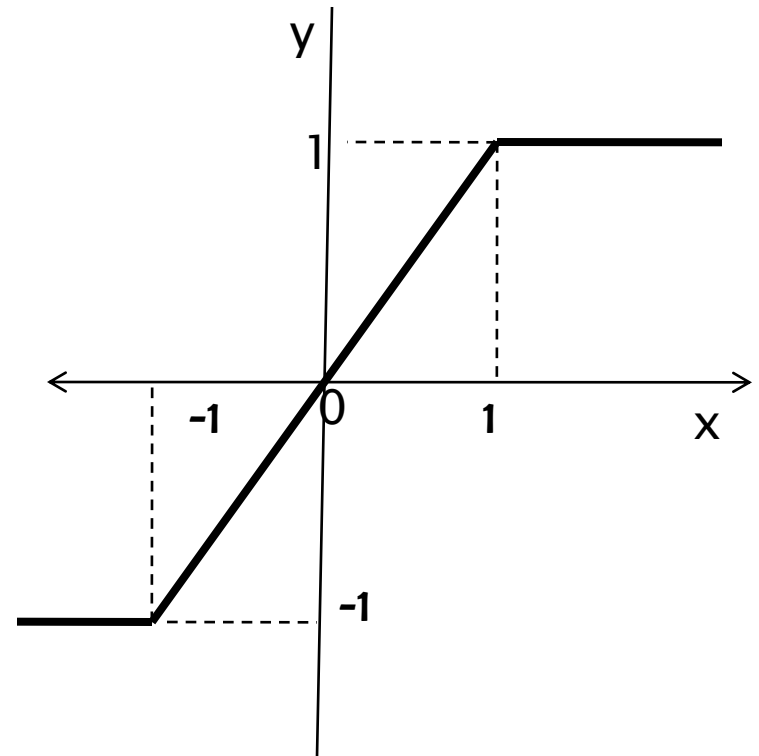
- ▶ Fungsi Saturating Linear, fungsi ini akan bernilai 1 jika inputnya lebih dari $1/2$. Jika nilai input terletak antara $-1/2$ dan $1/2$ maka outputnya akan bernilai sama dengan nilai input di tambah $1/2$. Jika nilai inputnya kurang dari $-1/2$ maka fungsi bernilai 0.

$$y = \begin{cases} 0, & \text{Jika } x \geq 0,5 \\ x+0,5, & \text{Jika } -0,5 \leq x \leq 0,5 \\ 0, & \text{Jika } x \leq -0,5 \end{cases}$$



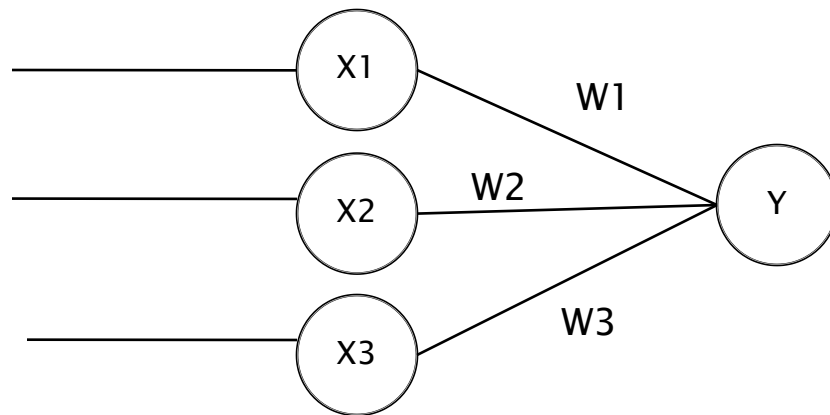
- Fungsi Symetric Saturating Linear : fungsi ini akan bernilai 1 jika inputnya lebih dari 1. jika nilai input terletak antara -1 dan 1 maka ouputnya akan bernilai sama dengan nilai inputnya. Sedangkan jika inputnya kurang dari -1 maka fungsi akan bernilai -1.

$$y = \begin{cases} 0, & \text{Jika } x \geq 1 \\ x, & \text{Jika } -1 \leq x \leq 1 \\ 0, & \text{Jika } x \leq -1 \end{cases}$$



Model Neuron Mcculloch-Pitts

- ▶ Pada 1943 S. Warren McCulloch, seorang ahli saraf dan walter pitts, seorang ahli logika mencoba memahami bagaimana otak dapat menghasilkan pola yang sangat kompleks dengan menggunakan sel-sel dasar yang terhubung bersama-sama. Sel-sel otak disebut neuron dasar.



Fungsi Aktivasi untuk
Mc-Culloch-Pitts adalah
fungsi undak biner
threshold.

Soal 1 :

Buatlah model Neuron Mc-Culloch-Pitts untuk mengenali pola fungsi logika “AND” sesuai tabel kebenaran berikut :

X1	X2	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Berdasarkan tabel tersebut maka pada jaringan harus terdapat dua input yaitu x1 dan x2 dan satu output y. bila nilai bobot w_1 dan w_2 dibuat sama dengan 1 ($w_1 = 1$ dan $w_2 = 1$) maka kita bisa menghitung jumlah seluruh input yang masuk untuk tiap-tiap data sebagai berikut :

X1	X2	Net = $\sum x_i.w$
0	0	$0.1 + 0.1 = 0$
0	1	$0.1 + 1.1 = 1$
1	0	$1.1 + 0.1 = 1$
1	1	$1.1 + 1.1 = 2$

Agar $y(\text{net})$ memenuhi fungsi logika “AND” maka nilai ambang θ pada fungsi aktivasi dibuat sama dengan 2 sehingga

X1	X2	Net = $\sum x_i.w$	Y(net) = $\begin{cases} 0 & \text{jika net} < 2 \\ 1 & \text{jika net} \geq 2 \end{cases}$
0	0	$0.1 + 0.1 = 0$	0
0	1	$0.1 + 1.1 = 1$	0
1	0	$1.1 + 0.1 = 1$	0
1	1	$1.1 + 1.1 = 2$	1

Soal 2 :

Buatlah model Neuron Mc-Culloch-Pitts untuk mengenali pola fungsi logika “OR” sesuai tabel kebenaran berikut :

X1	X2	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Berdasarkan tabel tersebut maka pada jaringan harus terdapat dua input yaitu x1 dan x2 dan satu output y. bila nilai bobot w_1 dan w_2 dibuat sama dengan 1 ($w_1 = 1$ dan $w_2 = 1$) maka kita bisa menghitung jumlah seluruh input yang masuk untuk tiap-tiap data sebagai berikut :

X1	X2	Net = $\sum x_i.w$
0	0	$0.1 + 0.1 = 0$
0	1	$0.1 + 1.1 = 1$
1	0	$1.1 + 0.1 = 1$
1	1	$1.1 + 1.1 = 2$

Agar $y(\text{net})$ memenuhi fungsi logika “OR” maka nilai ambang θ pada fungsi aktivasi dibuat sama dengan 1 sehingga

X1	X2	Net = $\sum x_i.w$	Y(net) = $\begin{cases} 0 & \text{jika net} < 1 \\ 1 & \text{jika net} \geq 1 \end{cases}$
0	0	$0.1 + 0.1 = 0$	0
0	1	$0.1 + 1.1 = 1$	1
1	0	$1.1 + 0.1 = 1$	1
1	1	$1.1 + 1.1 = 2$	1

Soal 3 :

Buatlah model Neuron Mc-Culloch-Pitts untuk mengenali pola fungsi logika ($Y = -X_1 \text{ AND } X_2$) sesuai tabel kebenaran berikut :

X1	X2	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	0

Berdasarkan tabel tersebut maka pada jaringan harus terdapat dua input yaitu x_1 dan x_2 dan satu output y . bila nilai bobot $w_1 = -1$ dan $w_2 = 2$, maka kita bisa menghitung jumlah seluruh input yang masuk untuk tiap-tiap data sebagai berikut :

X1	X2	Net = $\sum x_i.w$
0	0	$0.(-1) + 0.2 = 0$
0	1	$0.(-1) + 1.2 = 2$
1	0	$1.(-1) + 0.2 = -1$
1	1	$1.(-1) + 1.2 = 1$

Agar $y(\text{net})$ memenuhi fungsi logika ($Y = \neg X1 \text{ AND } X2$) maka nilai ambang θ pada fungsi aktivasi dibuat sama dengan 2 sehingga

X1	X2	Net = $\sum x_i.w$	Y(net) = $\begin{cases} 0 & \text{jika net} < 2 \\ 1 & \text{jika net} \geq 2 \end{cases}$
0	0	$0.1 + 0.1 = 0$	0
0	1	$0.1 + 1.1 = 1$	1
1	0	$1.1 + 0.1 = 1$	0
1	1	$1.1 + 1.1 = 2$	0

Soal 4 :

Buatlah model Neuron Mc-Culloch-Pitts untuk mengenali pola fungsi logika “XOR” sesuai tabel kebenaran berikut :

X1	X2	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Berdasarkan tabel tersebut maka pada jaringan harus terdapat dua input yaitu : x_1 dan x_2 dan satu output y . untuk mengenali fungsi “XOR” tidak bisa di buat jaringan yang menghubungkan langsung antara input dan output seperti pada fungsi logika “AND” dan “OR” karena fungsi logika “XOR” mempunyai 2 buah output yang bernilai “1”. Untuk menyelesaikan masalah ini, fungsi tersebut harus di ubah menjadi :

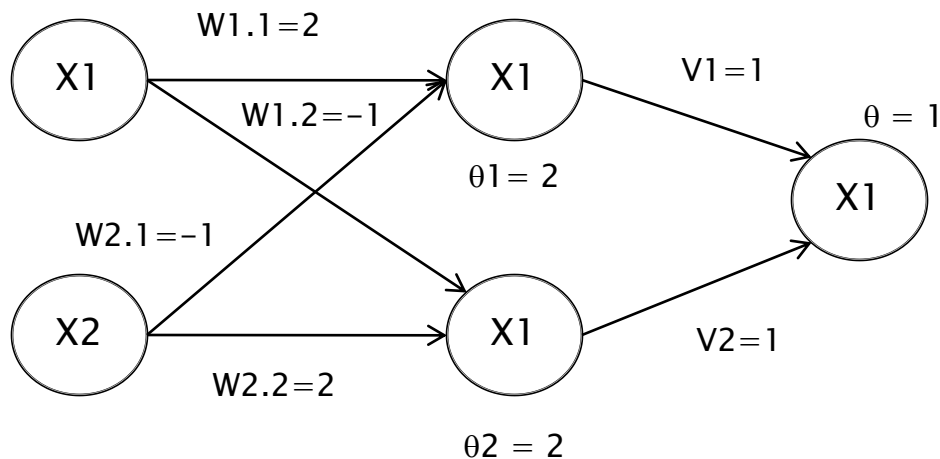
$$Y = X1 \text{ XOR } X2$$

$$= (\sim X1 \text{ AND } X2) \text{ OR } (X1 \text{ AND } \sim X2)$$

Bila $Z1 = (\sim X1 \text{ AND } X2)$ dan $Z2 = (X1 \text{ AND } \sim X2)$ maka

$$Y = Z1 \text{ OR } Z2$$

Ini berarti unit masukan ($X1$ dan $X2$) harus berhubungan dahulu dengan sebuah layer tersembunyi ($Z1$ dan $Z2$), kemudian layer tersembunyi tersebut di hubungkan langsung dengan unit kelauran Y . bila arsitektur jaringan di buat seperti berikut :



Maka kita bisa menghitung jumlah seluruh input yang masuk untuk tiap-tiap data pada layar tersembunyi sebagai berikut :

X1	X2	Net 1 = $\sum x_i.w$	$Z1(net) = \begin{cases} 0 & \text{jika net1} < 2 \\ 1 & \text{jika net1} \geq 2 \end{cases}$
0	0	$0.2 + 0.(-1) = 0$	0
0	1	$0.2 + 1.(-1) = -1$	0
1	0	$1.2 + 0.(-1) = 2$	1
1	1	$1.2 + 1.(-1) = 1$	0

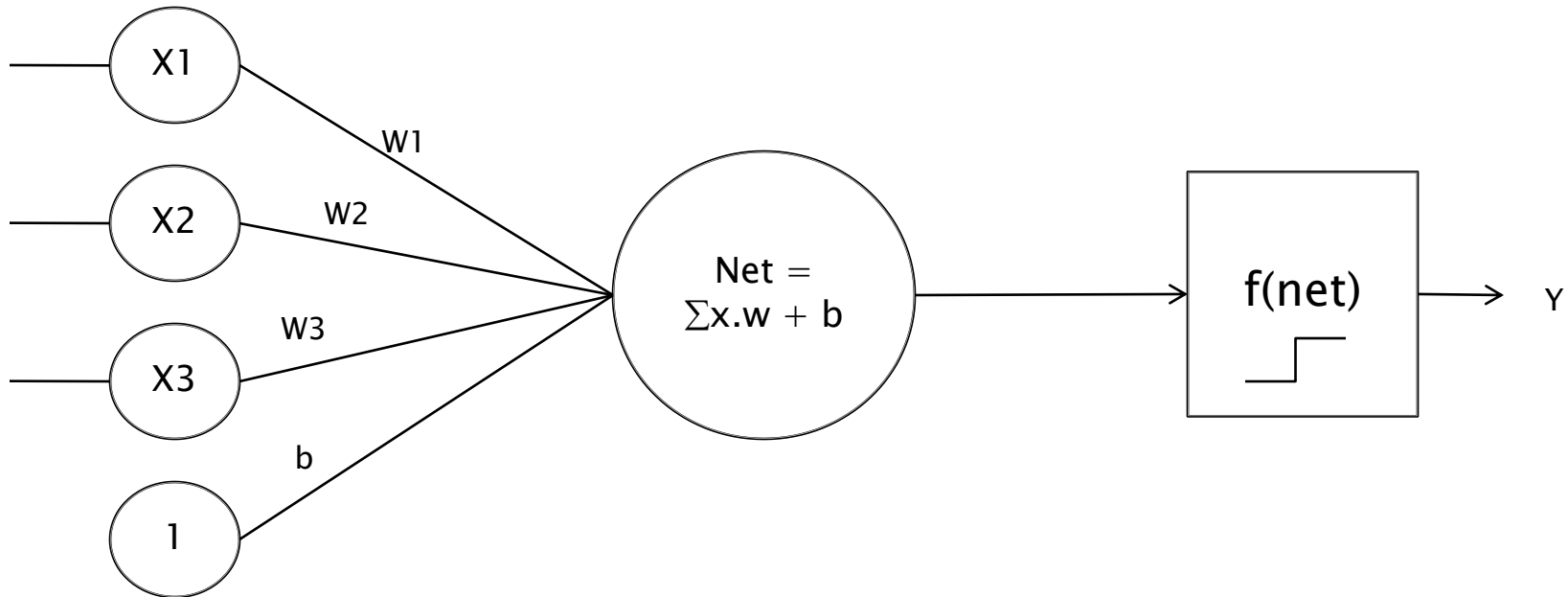
X1	X2	Net2 = $\sum x_i.w$	$Z2(net) = \begin{cases} 0 & \text{jika net2} < 2 \\ 1 & \text{jika net2} \geq 2 \end{cases}$
0	0	$0.(-1) + 0.2 = 0$	0
0	1	$0.(-1) + 1.2 = 2$	1
1	0	$1.(-1) + 0.2 = -1$	0
1	1	$1.(-1) + 1.2 = 1$	0

Kemudian kita bisa menghitung jumlah seluruh input yang masuk untuk tiap-tiap data pada layar output sebagai berikut :

Z1	Z2	Net = $\sum x_i.w$	Y (net) = $\begin{cases} 0 & \text{jika net1} < 2 \\ 1 & \text{jika net1} \geq 2 \end{cases}$
0	0	$0.1 + 0.1 = 0$	0
0	1	$0.1 + 1.1 = -1$	1
1	0	$1.1 + 0.1 = 2$	1
0	0	$0.1 + 0.1 = 1$	0

Hebb Rule

► Arsitektur Jaringan Hebb



Soal :

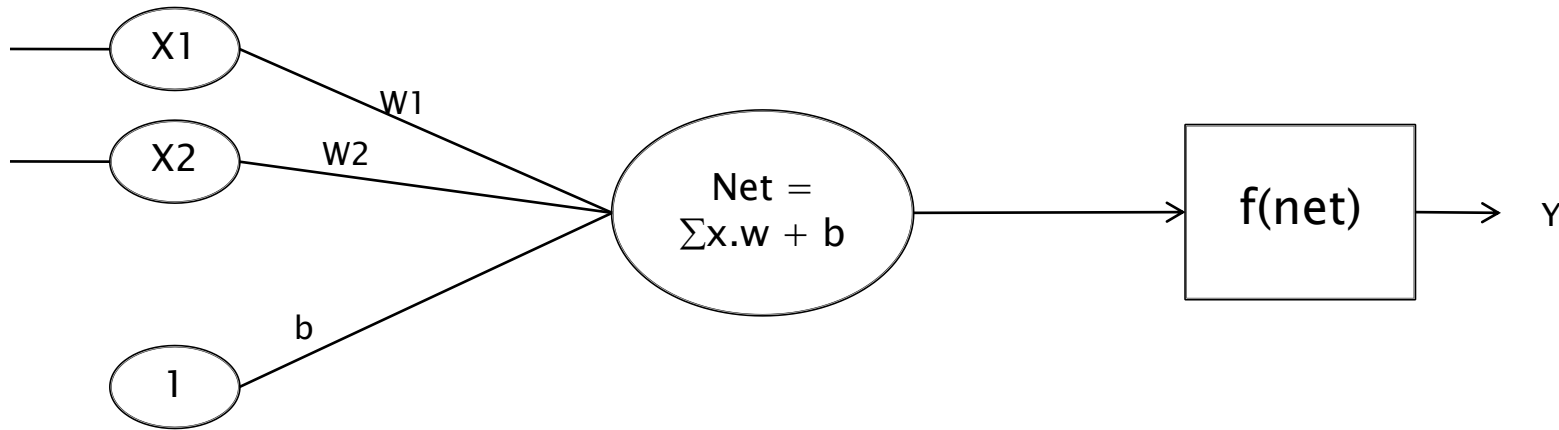
Buatlah jaringan Hebb untuk mengenali pola fungsi logika “OR” jika representasi masukan dan keluaran adalah sebagai berikut :

1. Masukan biner, keluaran biner
2. Masukan biner, keluaran bipolar
3. Masukan bipolar, keluaran bipolar

Jawaban :

Masukan dan target dari fungsi logika “OR” dengan masukan biner dan keluaran biner dapat di nyatakan sebagai berikut :

X1	X2	Target
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



Algoritma Pelatihan Hebb :

Inisialisasi bobot dan bias : $w1 = 0$, $w2 = 0$, $b = 0$

Data ke-1 : $x1=0$, $x2=0$, $y=0$ (target)

Perubahan bobot dan bias untuk data ke -1

$$\begin{aligned} W1(\text{baru}) &= w1(\text{lama}) + x1*y \\ &= 0 + 0.0 = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W2(\text{baru}) &= w2(\text{lama}) + x2*y \\ &= 0 + 0.0 = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B(\text{baru}) &= b(\text{lama}) + y \\ &= 0 + 0 = 0 \end{aligned}$$

Data ke-2 : $x_1=0$, $x_2=1$, $y=1$ (target)

Perubahan bobot dan bias untuk data ke - 2

$$\begin{aligned} W_1(\text{baru}) &= w_1(\text{lama}) + x_1 * y \\ &= 0 + 0.1 = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_2(\text{baru}) &= w_2(\text{lama}) + x_2 * y \\ &= 0 + 1.1 = 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B(\text{baru}) &= b(\text{lama}) + y \\ &= 0 + 1 = 1 \end{aligned}$$

Data ke-3 : $x_1=1$, $x_2=0$, $y=1$ (target)

Perubahan bobot dan bias untuk data ke - 3

$$\begin{aligned} W_1(\text{baru}) &= w_1(\text{lama}) + x_1 * y \\ &= 0 + 1.1 = 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_2(\text{baru}) &= w_2(\text{lama}) + x_2 * y \\ &= 1 + 0.1 = 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B(\text{baru}) &= b(\text{lama}) + y \\ &= 1 + 1 = 2 \end{aligned}$$

Data ke-4 : $x_1=1, x_2=1, y=1$ (target)

Perubahan bobot dan bias untuk data ke - 4

$$\begin{aligned} W_1(\text{baru}) &= w_1(\text{lama}) + x_1 * y \\ &= 1 + 1.1 = 2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_2(\text{baru}) &= w_2(\text{lama}) + x_2 * y \\ &= 1 + 1.1 = 2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B(\text{baru}) &= b(\text{lama}) + y \\ &= 2 + 1 = 3 \end{aligned}$$

Disini di peroleh nilai bobot dan bias sebagai berikut : $w_1 = 2, w_2 = 2, b = 3$

Nilai-nilai ini di pakai untuk menguji seluruh data masukan, hasilnya adalah :

X1	X2	Net = $\sum x_i.w_i + b$	f (net) = 0 jika net1 < 0 1 jika net1 \geq 0
0	0	$0.2 + 0.2 + 3 = 3$	1
0	1	$0.2 + 1.2 + 3 = 5$	1
1	0	$1.2 + 0.2 + 3 = 5$	1
1	1	$1.2 + 1.2 + 3 = 7$	1

Terlihat bahwa nilai $f(\text{net})$ tidak sama dengan target yang diinginkan pada fungsi logika “OR” ini berarti untuk masukan biner dan keluaran biner dua input, jaringan tidak bisa mengenali pola fungsi logika “OR”.

2. Fungsi logika “OR” dengan masukan biner dan keluaran bipolar dapat di nyatakan sebagai berikut :

X1	X2	Target
0	0	-1
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Jawaban :

Algoritma Pelatihan Hebb :

Inisialisasi bobot dan bias : $w_1 = 0$, $w_2 = 0$, $b = 0$

Data ke-1 : $x_1=0$, $x_2=0$, $y=-1$ (target)

Perubahan bobot dan bias untuk data ke -1

$$\begin{aligned} W_1(\text{baru}) &= w_1(\text{lama}) + x_1 \cdot y \\ &= 0 + 0 \cdot (-1) = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_2(\text{baru}) &= w_2(\text{lama}) + x_2 \cdot y \\ &= 0 + 0 \cdot (-1) = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B(\text{baru}) &= b(\text{lama}) + y \\ &= 0 + -1 = -1 \end{aligned}$$

Data ke-2 : $x_1=0$, $x_2=1$, $y=1$ (target)

Perubahan bobot dan bias untuk data ke - 2

$$\begin{aligned} W_1(\text{baru}) &= w_1(\text{lama}) + x_1 * y \\ &= 0 + 0.1 = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_2(\text{baru}) &= w_2(\text{lama}) + x_2 * y \\ &= 0 + 1.1 = 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B(\text{baru}) &= b(\text{lama}) + y \\ &= -1 + 1 = 0 \end{aligned}$$

Data ke-3 : $x_1=1$, $x_2=0$, $y=1$ (target)

Perubahan bobot dan bias untuk data ke - 3

$$\begin{aligned} W_1(\text{baru}) &= w_1(\text{lama}) + x_1 * y \\ &= 0 + 1.1 = 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_2(\text{baru}) &= w_2(\text{lama}) + x_2 * y \\ &= 1 + 0.1 = 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B(\text{baru}) &= b(\text{lama}) + y \\ &= 0 + 1 = 1 \end{aligned}$$

Data ke-4 : $x_1=1, x_2=1, y=1$ (target)

Perubahan bobot dan bias untuk data ke - 4

$$\begin{aligned} W_1(\text{baru}) &= w_1(\text{lama}) + x_1 \cdot y \\ &= 1 + 1.1 = 2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_2(\text{baru}) &= w_2(\text{lama}) + x_2 \cdot y \\ &= 1 + 1.1 = 2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B(\text{baru}) &= b(\text{lama}) + y \\ &= 1 + 1 = 2 \end{aligned}$$

Disini di peroleh nilai bobot dan bias sebagai berikut : $w_1 = 2, w_2 = 2, b = 2$

Nilai-nilai ini di pakai untuk menguji seluruh data masukan, hasilnya adalah :

X1	X2	Net = $\sum x_i.w_i + b$	f (net) = 0 jika net1 < 0 1 jika net1 ≥ 0
0	0	$0.2 + 0.2 + 2 = 2$	1
0	1	$0.2 + 1.2 + 2 = 4$	1
1	0	$1.2 + 0.2 + 2 = 4$	1
1	1	$1.2 + 1.2 + 2 = 6$	1

Terlihat bahwa nilai $f(\text{net})$ tidak sama dengan target yang diinginkan pada fungsi logika “OR” ini berarti untuk masukan biner dan keluaran bipolar dua input, jaringan tidak bisa mengenali pola fungsi logika “OR”.

2. Fungsi logika “OR” dengan masukan bipolar dan keluaran bipolar dapat di nyatakan sebagai berikut :

X1	X2	Target
-1	-1	-1
-1	1	1
1	-1	1
1	1	1

Jawaban :

Algoritma Pelatihan Hebb :

Inisialisasi bobot dan bias : $w_1 = 0$, $w_2 = 0$, $b = 0$

Data ke-1 : $x_1 = -1$, $x_2 = -1$, $y = -1$ (target)

Perubahan bobot dan bias untuk data ke -1

$$\begin{aligned} W_1(\text{baru}) &= w_1(\text{lama}) + x_1 * y \\ &= 0 + -1 * -1 = 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_2(\text{baru}) &= w_2(\text{lama}) + x_2 * y \\ &= 0 + -1 * -1 = 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B(\text{baru}) &= b(\text{lama}) + y \\ &= 0 + -1 = -1 \end{aligned}$$

Data ke-2 : $x_1=-1$, $x_2=1$, $y=1$ (target)

Perubahan bobot dan bias untuk data ke - 2

$$\begin{aligned}W_1(\text{baru}) &= w_1(\text{lama}) + x_1 \cdot y \\&= 1 + -1.1 = 0\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}W_2(\text{baru}) &= w_2(\text{lama}) + x_2 \cdot y \\&= 1 + 1.1 = 2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}B(\text{baru}) &= b(\text{lama}) + y \\&= -1 + 1 = 0\end{aligned}$$

Data ke-3 : $x_1=1$, $x_2=-1$, $y=1$ (target)

Perubahan bobot dan bias untuk data ke - 3

$$\begin{aligned}W_1(\text{baru}) &= w_1(\text{lama}) + x_1 \cdot y \\&= 0 + 1.1 = 1\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}W_2(\text{baru}) &= w_2(\text{lama}) + x_2 \cdot y \\&= 2 + -1.1 = 1\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}B(\text{baru}) &= b(\text{lama}) + y \\&= 0 + 1 = 1\end{aligned}$$

Data ke-4 : $x_1=1, x_2=1, y=1$ (target)

Perubahan bobot dan bias untuk data ke - 4

$$\begin{aligned} W_1(\text{baru}) &= w_1(\text{lama}) + x_1 \cdot y \\ &= 1 + 1.1 = 2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_2(\text{baru}) &= w_2(\text{lama}) + x_2 \cdot y \\ &= 1 + 1.1 = 2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B(\text{baru}) &= b(\text{lama}) + y \\ &= 1 + 1 = 2 \end{aligned}$$

Disini di peroleh nilai bobot dan bias sebagai berikut : $w_1 = 2, w_2 = 2, b = 2$

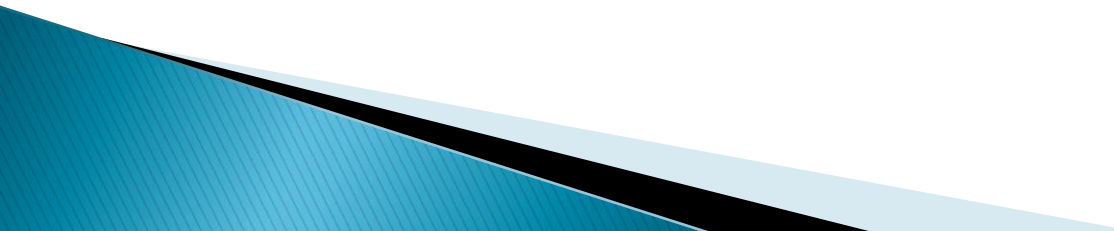
Nilai-nilai ini di pakai untuk menguji seluruh data masukan, hasilnya adalah :

X1	X2	Net = $\sum x_i \cdot w_i + b$	f (net) = 0 jika net1 ≤ 0 1 jika net1 > 0
-1	-1	$-1.2 + -1.2 + 2 = -2$	-1
-1	1	$-1.2 + 1.2 + 2 = 2$	1
1	-1	$1.2 + -1.2 + 2 = 2$	1
1	1	$1.2 + 1.2 + 2 = 6$	1

Terlihat bahwa nilai $f(\text{net})$ sama dengan target yang di inginkan pada fungsi logika “OR” ini berarti untuk masukan bipolar dan keluaran bipolar dua input, jaringan bisa mengenali pola fungsi logika “OR”.

Soal :

Buatlah jaringan Hebb untuk mengenali pola fungsi logika “AND” jika representasi masukan dan keluaran adalah sebagai berikut :

- 1. Masukan biner, keluaran biner**
 - 2. Masukan biner, keluaran bipolar**
 - 3. Masukan bipolar, keluaran bipolar**
- 

Pengenalan Pola Huruf

Contoh :

Diketahui dua buah pola seperti huruf “T” dan “U” seperti gambar di bawah ini, gunakan jaringan Hebb untuk mengenali pola tersebut.



Jawab :

Untuk menyelesaikan soal tersebut menggunakan representasi data bipolar. Misalkan karakter “●” dalam pola di beri nilai = 1 dan karakter “○” diberi nilai = -1. setiap pola tersusun oleh matriks berukuran $3 \times 3 = 9$. berarti jaringan Hebb yang akan di bentuk nantinya terdiri dari 9 input.

$$\text{Pola 1} = \begin{pmatrix} x1 & x2 & x3 \\ x4 & x5 & x6 \\ x7 & x8 & x9 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ -1 & 1 & -1 \\ -1 & 1 & -1 \end{pmatrix}$$

$$\text{Pola 2} = \begin{pmatrix} x1 & x2 & x3 \\ x4 & x5 & x6 \\ x7 & x8 & x9 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

Input	Target
Pola 1	1
Pola 2	-1

Algoritma pelatihan Hebb :

Inisialisasi bobot dan bias :

$w_1=w_2=w_3=w_4=w_5=w_6=w_7=w_8=w_9= 0$ dan bias = 0

Pola 1 :

Perubahan bobot dan bias untuk pola ke 1 :

$$w_1 (\text{baru}) = w_1 (\text{lama}) + x_1 \cdot y = 0 + 1 \cdot 1 = 1$$

$$w_2 (\text{baru}) = w_2 (\text{lama}) + x_2 \cdot y = 0 + 1 \cdot 1 = 1$$

$$w_3 (\text{baru}) = w_3 (\text{lama}) + x_3 \cdot y = 0 + 1 \cdot 1 = 1$$

$$w_4 (\text{baru}) = w_4 (\text{lama}) + x_4 \cdot y = 0 + -1 \cdot 1 = -1$$

$$w_5 (\text{baru}) = w_5 (\text{lama}) + x_5 \cdot y = 0 + 1 \cdot 1 = 1$$

$$w_6 (\text{baru}) = w_6 (\text{lama}) + x_6 \cdot y = 0 + (-1) \cdot 1 = -1$$

$$w_7 (\text{baru}) = w_7 (\text{lama}) + x_7 \cdot y = 0 + (-1) \cdot 1 = -1$$

$$w_8 (\text{baru}) = w_8 (\text{lama}) + x_8 \cdot y = 0 + 1 \cdot 1 = 1$$

$$w_9 (\text{baru}) = w_9 (\text{lama}) + x_9 \cdot y = 0 + (-1) \cdot 1 = -1$$

$$b (\text{baru}) = b (\text{lama}) + y = 0 + 1 = 1$$

Algoritma pelatihan Hebb :

Inisialisasi bobot dan bias :

$w_1=1, w_2=1, w_3=1, w_4=-1, w_5=1, w_6=-1, w_7=-1, w_8=1, w_9=-1$ dan bias = 1

Pola 2 :

Perubahan bobot dan bias untuk pola ke 1 :

$$w_1 (\text{baru}) = w_1 (\text{lama}) + x_1 * y = 1 + 1.(-1) = 0$$

$$w_2 (\text{baru}) = w_2 (\text{lama}) + x_2 * y = 1 + (-1).(-1) = 2$$

$$w_3 (\text{baru}) = w_3 (\text{lama}) + x_3 * y = 1 + 1.(-1) = 0$$

$$w_4 (\text{baru}) = w_4 (\text{lama}) + x_4 * y = (-1) + 1.(-1) = -2$$

$$w_5 (\text{baru}) = w_5 (\text{lama}) + x_5 * y = 1 + (-1).(-1) = 2$$

$$w_6 (\text{baru}) = w_6 (\text{lama}) + x_6 * y = (-1) + 1.(-1) = -2$$

$$w_7 (\text{baru}) = w_7 (\text{lama}) + x_7 * y = (-1) + 1.(-1) = -2$$

$$w_8 (\text{baru}) = w_8 (\text{lama}) + x_8 * y = 1 + 1.(-1) = 0$$

$$w_9 (\text{baru}) = w_9 (\text{lama}) + x_9 * y = (-1) + 1.(-1) = -2$$

$$b (\text{baru}) = b (\text{lama}) + y = 1 + (-1) = 0$$

Diperoleh nilai :

$w_1=0$, $w_2=2$, $w_3=0$, $w_4=-2$, $w_5=2$, $w_6=-2$, $w_7=-2$, $w_8=0$, $w_9=-2$
dan bias = 0

Nilai-nilai ini di pakai untuk menguji seluruh data masukan, hasilnya adalah

$$\text{net} = \sum w_i.x_i + b = \sum w_i.x_i \quad \text{karena } b = 0$$

Pola ke -1

$$\text{net} = 0.1 + 2.1 + 0.1 + (-2).(-1) + 2.1 + (-2).(-1) + (-2).(-1) + 0.1 + (-2).(-1) = 12$$

$$F(\text{net}) = \begin{cases} 0, & \text{Jika } x \leq 0 \\ 1, & \text{Jika } x > 0 \end{cases}$$

berarti $f(12) = 1$ (sama dengan target)

Pola ke -2

$$\text{net} = 0.1 + 2.(-1) + 0.1 + (-2).1 + 2.(-1) + (-2).1 + (-2).1 + 0.1 + (-2).1 = -12$$

$$F(\text{net}) = \begin{cases} 0, & \text{Jika } x \leq 0 \\ 1, & \text{Jika } x > 0 \end{cases}$$

berarti $f(-12) = 0$ (sama dengan target)

Jelas bahwa untuk ke dua pola tersebut keluaran jaringan sama dengan target yang di inginkan. Artinya jaringan ini bisa mengenali pola dengan baik. Bagaimana dengan Pola ke 3 di bawah ini apakah mirip pola huruf T atau U.



Soal :

Diketahui dua buah pola seperti huruf “C” dan “L” seperti gambar di bawah ini, gunakan jaringan Hebb untuk mengenali pola tersebut.

