

# ***Jaringan Saraf Tiruan*** ***Model Hebb***

By : Arafat, M.Kom

# Model Hebb

## Model Hebb

- Diusulkan oleh Donald Olding Hebb pada th 1949
- Metode pengembangan dari metode McCulloch-Pitts
- Menentukan bobot dan bias secara analitik (manual)
- Pembelajaran dilakukan dengan memperbaiki nilai bobot secara continue

# Model Hebb

Perbaiki bobot diperoleh dengan cara

$$\mathbf{w_i(baru)} = \mathbf{w_i(lama)} + \mathbf{x_i*y}$$

$$\mathbf{b(baru)} = \mathbf{b(lama)} + \mathbf{y}$$

dengan:

$w_i$  = bobot data input ke-i

$x_i$  = input data ke-i

$y$  = output data

$b$  = nilai bias

# Algoritma Hebb

Algoritma pelatihan Hebb dengan vektor input  $s$  dan target  $t$  :

- Inisialisasi semua bobot  $= 0$  dan  $b = 0$
- Set masukan  $p_i = s_i$  ( $i=1,2, \dots, R$ )
- Set keluaran  $a = t$
- Perbaiki bobot :  $w_i$  (baru)  $= w_i$  (lama)  $+ \Delta w$  dengan  $\Delta w = p_i t$
- Perbaiki bias :  $b$ (baru)  $= b$ (lama)  $+ \Delta b$  dengan  $\Delta b = t$

# Model Hebb

## Contoh :

Misalkan kita ingin membuat jaringan syaraf untuk melakukan pembelajaran terhadap fungsi **AND** dengan **input** dan **target biner** sebagai berikut:

x1	x2	Bias (b)	Target (y)
1	1	1	1
1	0	1	0
0	1	1	0
0	0	1	0

**Bobot awal** dan **bobot bias** kita set = **0**.

# Model Hebb

## Contoh :

Misalkan kita ingin membuat jaringan syaraf untuk melakukan pembelajaran terhadap fungsi **AND** dengan **input biner** dan **target bipolar** sebagai berikut:

x1	x2	Bias (b)	Target (y)
1	1	1	1
1	0	1	-1
0	1	1	-1
0	0	1	-1

**Bobot awal** dan **bobot bias** kita set = **0**.

Contoh Soal 1.5

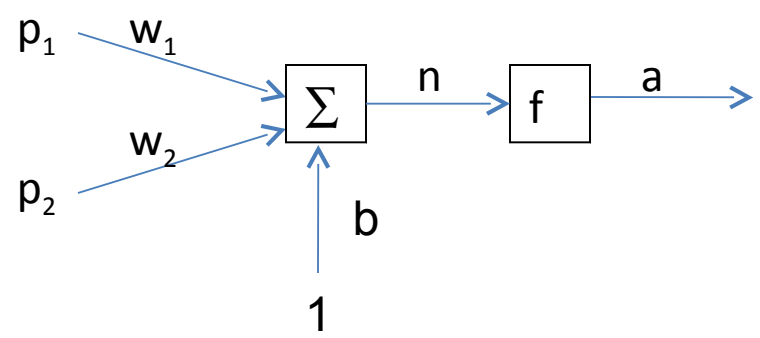
Buat jaringan Hebb untuk menyatakan fungsi logika AND jika representasi yang dipakai adalah :

- a). Masukan dan keluaran biner
- b). Masukan biner dan keluaran bipolar
- c). Masukan dan keluaran bipolar

Jawab :

a) Pola hubungan masukan-target :

Masukan			Target
$p_1$	$p_2$	1	t
0	0	1	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	1	1



Hasil pelatihan :

Masukan			Target	Perubahan bobot $\Delta w = p_i t$ $\Delta b = t$			Bobot baru $w_{baru} = w_{lama} + \Delta w$ $b_{baru} = b_{lama} + \Delta b$		
$p_1$	$p_2$		$t$	$\Delta w_1$	$\Delta w_2$	$\Delta b$	$w_1$	$w_2$	$b$
Inisiasi							0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

$$w_1 = 1, w_2 = 1, b = 1$$

$$net = \sum_{i=1}^2 x_i w_i + b$$

Hasil akhir :

$p_1$	$p_2$	$n = p_1 w_1 + p_2 w_2 + b$	$a = f(n)$
0	0	$0.1+0.1+1 = 1$	1
0	1	$0.1+1.1+1 = 2$	1
1	0	$1.1+0.1+1 = 2$	1
1	1	$1.1+1.1+1 = 3$	1

$$f(n) = 1, \quad n \geq 0$$

$$= 0, \quad n < 0$$

Keluaran  $\neq$  target  $\rightarrow$  Jaringan Hebb tidak dapat 'mengerti' pola yang dimaksud



b) Pola hubungan masukan-target :

Masukan			Target
$p_1$	$p_2$	1	t
0	0	1	-1
0	1	1	-1
1	0	1	-1
1	1	1	1

Hasil pelatihan :

Masukan			Target	Perubahan bobot $\Delta w = p_i t$ $\Delta b = t$			Bobot baru $w_{baru} = w_{lama} + \Delta w$ $b_{baru} = b_{lama} + \Delta b$		
$p_1$	$p_2$	1	t	$\Delta w_1$	$\Delta w_2$	$\Delta b$	$w_1$	$w_2$	b
Inisiasi							0	0	0
0	0	1	-1	0	0	-1	0	0	-1
0	1	1	-1	0	-1	-1	0	-1	-2
1	0	1	-1	-1	0	-1	-1	-1	-3
1	1	1	1	1	1	1	0	0	-2

$w_1 = 0, w_2 = 0, b = -2$

Hasil akhir :

$p_1$	$p_2$	$n = p_1 w_1 + p_2 w_2 + b$	$a = f(n)$
0	0	$0.0 + 0.0 - 2 = -2$	-1
0	1	$0.0 + 1.0 - 2 = -2$	-1
1	0	$1.0 + 0.0 - 2 = -2$	-1
1	1	$1.0 + 1.0 - 2 = -2$	-1

$$w_1 = 0, w_2 = 0, b = -2$$

$$f(n) = 1, \quad n \geq 0$$
$$= -1, \quad n < 0$$

Keluaran  $\neq$  target  $\rightarrow$  Jaringan Hebb tidak dapat 'mengerti' pola yang dimaksud

c) Pola hubungan masukan-target :

Masukan			Target
$p_1$	$p_2$	1	t
-1	-1	1	-1
-1	1	1	-1
1	-1	1	-1
1	1	1	1

Hasil pelatihan :

Masukan			Target	Perubahan bobot $\Delta w = p_i t$ $\Delta b = t$			Bobot baru $w_{baru} = w_{lama} + \Delta w$ $b_{baru} = b_{lama} + \Delta b$		
$p_1$	$p_2$	1	t	$\Delta w_1$	$\Delta w_2$	$\Delta b$	$w_1$	$w_2$	b
Inisiasi							0	0	0
-1	-1	1	-1	1	1	-1	1	1	-1
-1	1	1	-1	1	-1	-1	2	0	-2
1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1	-3
1	1	1	1	1	1	1	2	2	-2

$$w_1 = 2, w_2 = 2, b = -2$$

Hasil akhir :

$p_1$	$p_2$	$n = p_1 w_1 + p_2 w_2 + b$	$a = f(n)$
-1	-1	$-1.2 + -1.2 - 2 = -6$	-1
-1	1	$-1.2 + 1.2 - 2 = -2$	-1
1	-1	$1.2 + -1.2 - 2 = -2$	-1
1	1	$1.2 + 1.2 - 2 = 2$	1

$$f(n) = 1, \quad n \geq 0$$

$$= -1, \quad n < 0$$

Keluaran = target  $\rightarrow$  Jaringan Hebb 'mengerti' pola yang dimaksud  
Keberhasilan jaringan Hebb tergantung pada representasi masukan dan target

Catatan:

- Dari ketiga contoh di atas, tampak bahwa dalam jaringan Hebbian, bisa tidaknya suatu jaringan mengenali pola tidak hanya ditentukan oleh algoritma untuk merevisi bobot, tapi juga dari bagaimana representasi data yang di pakai !!!!.

Contoh 2:

Buatlah jaringan Hebbian dengan 3 masukan dan sebuah target keluaran untuk mengenali pola yang tampak pada tabel berikut

Masukan			Target
$x_1$	$x_2$	$x_3$	$t$
1	1	1	1
1	1	0	0
1	0	1	0
0	1	1	0

## Penyelesaian

- Jaringan Hebb terdiri dari 3 masukan dan sebuah neuron keluaran.
- Seperti pada contoh 1a. Sebelumnya, jaringan tidak akan mampu mengenali pola jika target keluaran = 0
- (INGAT: bahwa perubahan bobot didasarkan atas perkalian masukan dan target sehingga jika target = 0, maka perubahan bobot = 0)
- Maka paling sedikit keluaran harus dijadikan bipolar (atau bahkan jika perlu baik masukan dan keluaran bipolar)

Tabel berikut merupakan tabel masukan biner dan keluaran bipolar

Masukan			Target
$x_1$	$x_2$	$x_3$	$t$
1	1	1	1
1	1	0	-1
1	0	1	-1
0	1	1	-1

Hasil iterasinya:

Masukan	target	Perubahan bobot	Bobot baru
$(x_1 \ x_2 \ x_3 \ 1)$	$t$	$(\Delta w_1 \ \Delta w_2 \ \Delta w_3 \ b)$	$(w_1 \ w_2 \ w_3 \ b)$
Inisialisasi			$(0 \ 0 \ 0 \ 0)$
$(1 \ 1 \ 1 \ 1)$	1	$(1 \ 1 \ 1 \ 1)$	$(1 \ 1 \ 1 \ 1)$
$(1 \ 1 \ 0 \ 1)$	-1	$(-1 \ -1 \ 0 \ -1)$	$(0 \ 0 \ 1 \ 0)$
$(1 \ 0 \ 1 \ 1)$	-1	$(-1 \ 0 \ -1 \ -1)$	$(-1 \ 0 \ 0 \ -1)$
$(0 \ 1 \ 1 \ 1)$	-1	$(0 \ -1 \ -1 \ -1)$	$(-1 \ -1 \ -1 \ -2)$



- Bobot awal  $(w_1 \ w_2 \ w_3 \ b) = (0 \ 0 \ 0 \ 0)$ .
- Bobot baru = bobot lama + perubahan bobot, karena bobot awal semua = 0,
- Bobot akhir yang dihasilkan merupakan penjumlahan semua perubahan bobot yang terjadi:
- $(w_1 \ w_2 \ w_3 \ b) \text{ akhir} = (1 \ 1 \ 1 \ 1) + (-1 \ -1 \ 0 \ -1) + (-1 \ 0 \ -1 \ -1) + (0 \ -1 \ -1 \ -1) = (-1 \ -1 \ -1 \ -2)$

$$\text{net} = \sum_{i=1}^3 x_i w_i + b = -1 * x_1 + (-1) * x_2 + (-1) * x_2 + (-2) = -x_1 -x_2 -x_3 -2$$

Jika diujikan pada data mula-2 diperoleh:

$x_1$	$x_2$	$x_3$	$net = \sum_{i=1}^2 x_i w_i + b$	$f(net) = \begin{cases} 1 & \text{jika } net \geq 0 \\ -1 & \text{jika } net < 0 \end{cases}$
1	1	1	-5	-1
1	1	0	-4	-1
1	0	1	-4	-1
0	1	1	-4	-1

Tampak bahwa keluaran jaringan tidak tepat untuk pola yang pertama (seharusnya keluaran jaringan = 1).

Berikut jikalau baik masukan maupun target dijadikan bipolar

Masukan			Target
$x_1$	$x_2$	$x_3$	$t$
1	1	1	1
1	1	-1	-1
1	-1	1	-1
-1	1	1	-1

Hasil iterasinya:

Masukan	target	Perubahan bobot	Bobot baru
$(x_1 \ x_2 \ x_3 \ 1)$	$t$	$(\Delta w_1 \ \Delta w_2 \ \Delta w_3 \ b)$	$(w_1 \ w_2 \ w_3 \ b)$
Inisialisasi			$(0 \ 0 \ 0 \ 0)$
$(1 \ 1 \ 1 \ 1)$	1	$(1 \ 1 \ 1 \ 1)$	$(1 \ 1 \ 1 \ 1)$
$(1 \ 1 \ -1 \ 1)$	-1	$(-1 \ -1 \ 1 \ -1)$	$(0 \ 0 \ 2 \ 0)$
$(1 \ -1 \ 1 \ 1)$	-1	$(-1 \ 1 \ -1 \ -1)$	$(-1 \ 1 \ 1 \ -1)$
$(-1 \ 1 \ 1 \ 1)$	-1	$(1 \ -1 \ -1 \ -1)$	$(0 \ 0 \ 0 \ -2)$

Bobot akhir yang dihasilkan merupakan penjumlahan semua perubahan bobot yang terjadi:

$$(w_1 \ w_2 \ w_3 \ b) \text{ akhir} = (1 \ 1 \ 1 \ 1) + (-1 \ -1 \ 1 \ -1) + (-1 \ 1 \ -1 \ -1) + (1 \ -1 \ -1 \ -1) = (0 \ 0 \ 0 \ -2)$$

$$\text{net} = \sum_{i=1}^3 x_i w_i + b = 0 \cdot x_1 + 0 \cdot x_2 + 0 \cdot x_2 + (-2) = -2$$

Jika diuji cobakan pada data mula-2:

$x_1$	$x_2$	$x_3$	$\text{net} = \sum_{i=1}^2 x_i w_i + b$	$f(\text{net}) = \begin{cases} 1 & \text{jika } \text{net} \geq 0 \\ -1 & \text{jika } \text{net} < 0 \end{cases}$
1	1	1	-2	-1
1	1	-1	-2	-1
1	-1	1	-2	-1
-1	1	1	-2	-1

Tampak bahwa keluaran jaringan masih belum tepat untuk pola pertama.

JADI: bagaimanapun representasi data, jaringan tetap tidak mampu mengenali semua pola dengan benar

Latihan Soal 1.3

Buat jaringan Hebb untuk mengenali pola pada tabel di bawah ini

$p_1$	$p_2$	$p_3$	1	t
-1	1	1	1	-1
1	-1	1	1	-1
1	1	-1	1	-1
1	1	1	1	1

Jawab :

Hasil pelatihan :

Masukan				Target	Perubahan bobot $\Delta w = p_i \cdot t$ $\Delta b = t$				Bobot baru $w_{baru} = w_{lama} + \Delta w$ $b_{baru} = b_{lama} + \Delta b$			
$p_1$	$p_2$	$p_3$	1	t	$\Delta w_1$	$\Delta w_2$	$\Delta w_3$	$\Delta b$	$w_1$	$w_2$	$w_3$	b
Inisialisasi									0	0	0	0
-1	1	1	1	-1								
1	-1	1	1	-1								
1	1	-1	1	-1								
1	1	1	1	1								

Hasil Akhir :

$w_1 = \quad , w_2 = \quad , w_3 = \quad , b =$

$p_1$	$p_2$	$p_3$	$T$	$n = p_1 w_1 + p_2 w_2 + p_3 w_3 + b$	$a = f(n)$
-1	1	1	-1		
1	-1	1	-1		
1	1	-1	-1		
1	1	1	1		

# Jaringan Hebb Untuk Pengenalan Pola

Jaringan Hebb dapat pula dipakai untuk mengenali pola. Caranya adalah dengan melatih jaringan untuk membedakan 2 macam pola

Contoh:

Diketahui dua buah pola seperti huruf X dan O, gunakan jaringan hebb untuk mengenali pola tersebut.

# . . . #

. # . # .

. . # . .

. # . # .

# . . . #

Pola 1

. ### .

# . . . #

# . . . #

# . . . #

. ### .

Pola 2



Jawab

- Dalam hal ini kita menganggap jaringan hanya mempunyai 1 output yaitu kelas X (untuk huruf "X") dan kelas bukan X (untuk huruf "O").
- Misal kelas X kita beri nilai target 1 sedangkan kelas bukan X kita beri target  $-1$ .
- Sedangkan setiap lambang "#" kita beri nilai 1 dan lambang "." kita beri nilai  $-1$ . Vektor input untuk pola 1 dan pola 2 menjadi :

Pola	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$	$x_9$	$x_{10}$	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$	$x_{15}$
"X"	1	-1	-1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
"O"	-1	1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	1

Pola	$x_{16}$	$x_{17}$	$x_{18}$	$x_{19}$	$x_{20}$	$x_{21}$	$x_{22}$	$x_{23}$	$x_{24}$	$x_{25}$	Target
"X"	-1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	1	1
"O"	1	-1	-1	-1	1	-1	1	1	1	-1	-1

Bobot mula-mula :

$W_i = 0$  dimana  $i = 1, 2, \dots, 25$

Sedangkan perubahan bobot ( $\Delta w_i$ ) dan bias setelah diberikan input pola 1 dan 2 :

	$\Delta w_1$	$\Delta w_2$	$\Delta w_3$	$\Delta w_4$	$\Delta w_5$	$\Delta w_6$	$\Delta w_7$	$\Delta w_8$	$\Delta w_9$	$\Delta w_{10}$	$\Delta w_{11}$	$\Delta w_{12}$	$\Delta w_{13}$	$\Delta w_{14}$	$\Delta w_{15}$
"X"	1	-1	-1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
"O"	1	-1	-1	-1	1	-1	1	1	1	-1	-1	1	1	1	-1

	$\Delta w_{16}$	$\Delta w_{17}$	$\Delta w_{18}$	$\Delta w_{19}$	$\Delta w_{20}$	$\Delta w_{21}$	$\Delta w_{22}$	$\Delta w_{23}$	$\Delta w_{24}$	$\Delta w_{25}$	b
"X"	-1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	1	1
"O"	-1	1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1

Dan bobot akhir ( $w_i$ ) dan bias  $b$  dapat ditentukan dari penjumlahan kedua perubahan bobot diatas sehingga :

W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>4</sub>	W <sub>5</sub>	W <sub>6</sub>	W <sub>7</sub>	W <sub>8</sub>	W <sub>9</sub>	W <sub>10</sub>	W <sub>11</sub>	W <sub>12</sub>	W <sub>13</sub>	W <sub>14</sub>	W <sub>15</sub>
2	-2	-2	-2	2	-2	2	0	2	-2	-2	0	2	0	-2

W <sub>16</sub>	W <sub>17</sub>	W <sub>18</sub>	W <sub>19</sub>	W <sub>20</sub>	W <sub>21</sub>	W <sub>22</sub>	W <sub>23</sub>	W <sub>24</sub>	W <sub>25</sub>	b
-2	2	0	2	-2	2	-2	-2	-2	2	0

Setelah mendapatkan bobot akhir ( $w_i$ ) dan bias  $b$ , selanjutnya dapat dilakukan proses testing terhadap pola input. Pertama kita melakukan testing thd pola 1 (huruf "X") :

$$\sum x_i w_i + b = 42 + 0 = 42$$

Selanjutnya kita melakukan testing thd pola 2 (huruf "O") :

$$\sum x_i w_i + b = -42 + 0 = -42$$

Hasil testing selengkapnya dapat dilihat dalam tabel :

Input			Bobot			Bias	$net = b + \sum_i x_i w_i$	Output	Target
$x_1$	...	$x_{25}$	$w_1$	...	$w_{25}$	b		$y=f(net)$	
1		-1	2		2	0	42	1	1
-1		-1	2		2	0	-42	-1	-1

Dari tabel diatas dapat dilihat hasil testing terhadap pola 1 ("X") dan pola 2("O") menghasilkan output(y) yang sesuai dengan target.

Apakah Jaringan Hebb dapat membedakan 2 macam pola seperti berikut.

#	.	.	.	#	.	.	#	.	.
.	#	.	#	.	.	.	#	.	.
.	.	#	.	.	#	#	#	#	#
.	#	.	#	.	.	.	#	.	.
#	.	.	.	#	.	.	#	.	.