

# Artificial Neural Network (ANN)

Kecerdasan Buatan - ST045

*Mardhiya hayaty, S.T, M.Kom, Windha Mega P, M.Kom, Anna Baita, M.Kom*



# Introduce *ANN – Artificial Neural Network* – Jaringan Syaraf Tiruan

- Bagaimana hebatnya system syaraf manusia bekerja untuk mengenali berbagai macam pola ? Misalnya :
  - si A masih mampu mengenali wajah si B walaupun sudah lama tidak berjumpa dan si A sudah banyak menemui wajah-wajah baru selain si B.
  - Si A juga mampu membedakan berbagai macam ciri teman-temannya seperti suara, gerakan tubuh, bahkan irama langkah kakinya.

**Contoh lain...? silahkan.....😊**

- Mungkinkah kita bisa menirukan system syaraf manusia ke dalam suatu Teknik komputasi ?

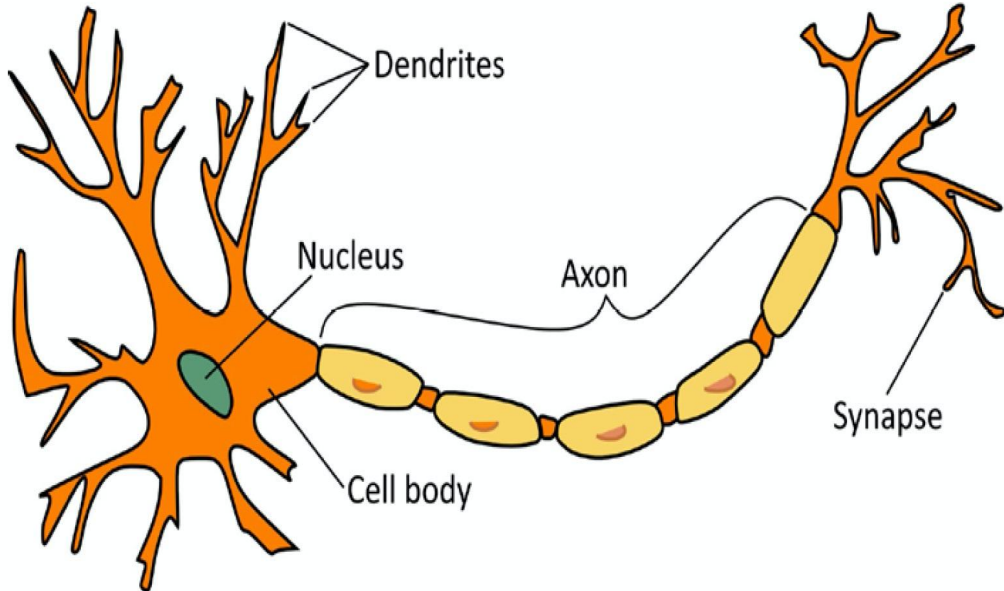
ANN-JST merupakan salah satu upaya manusia untuk memodelkan cara kerja atau fungsi system syaraf manusia dalam melaksanakan tugas tertentu.

# Artificial Neural Network (ANN)

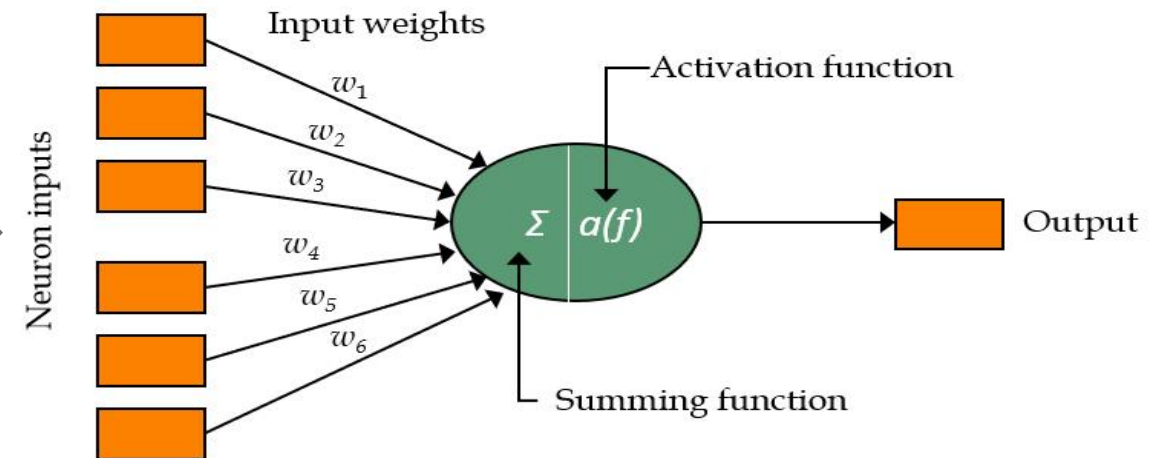
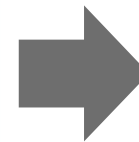
- Salah satu metode mesin pembelajaran yang terinspirasi oleh cara kerja jaringan saraf biologis di otak manusia
- Merupakan jaringan dari unit pemroses kecil yang saling terhubung, yang dimodelkan berdasar sistem saraf manusia
- Konsep ANN bermula pada artikel dari Waffen McCulloch dan Walter Pitts pada tahun 1943 yaitu mencoba untuk memformulasikan model matematis sel-sel otak manusia



# Sistem Syaraf Manusia



Jaringan saraf biologis	ANN
Soma	Neuron
Dendrite	Input
Axon	Output
Synapse	Weight



# Model NN meniru aspek biologis neuron

- Denrites :

sebagai input vector. Dendrites dapat menerima sinyal lebih dari 1000 buah neuron lain (tetangganya). Secara matematika, masing-masing dendrite dapat melakukan operasi pengalian (multiplication) berdasarkan "weight values"

- Soma (cell body)

berfungsi sebagai summation function (fungsi somasi). Sinyal positif dan negative yang datang kepada soma berasal dari dendrites.

- Axon

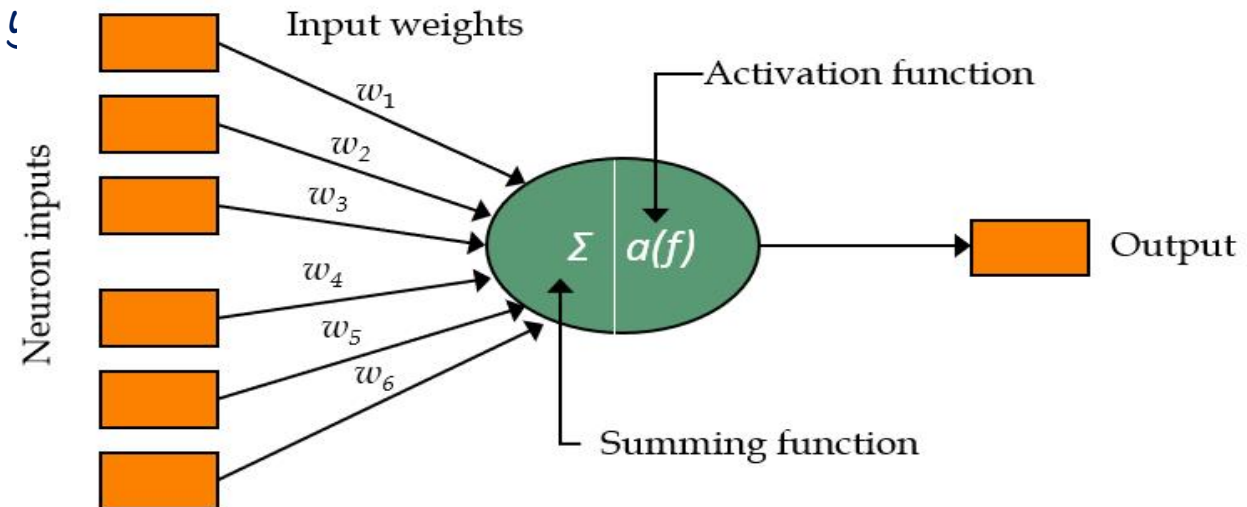
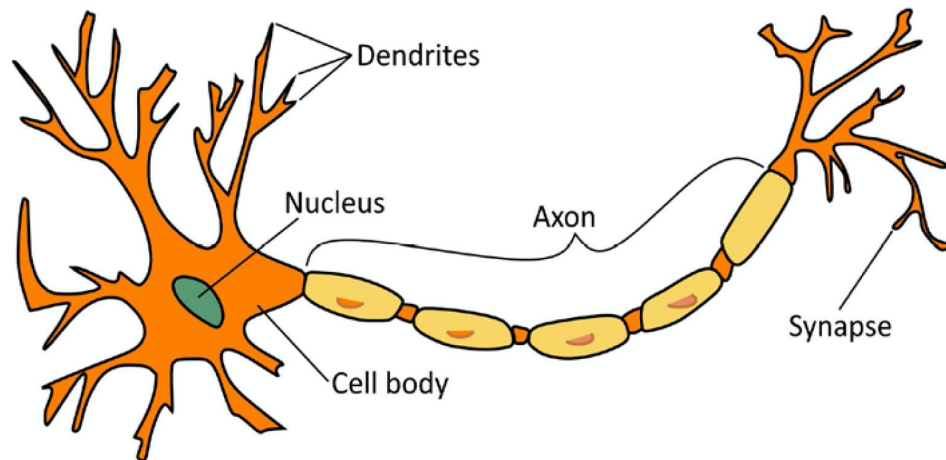
menerima sinyal dari soma, Ketika soma mencapai ambang listrik maka axon akan meneruskan ke neuron lain.



# Model Matematis ANN

Model matematis dari ANN memiliki beberapa asumsi sebagai berikut:

- Neuron merupakan terjadinya pemrosesan informasi.
- Sinyal akan dikirimkan diantara neuron-neuron tersebut melalui penghubung dendrit dan akson.
- Di antara elemen-elemen tersebut memiliki penghubung. Setiap penghubung memiliki bobot yang akan ditambah atau dikurangi nilai sinyalnya.
- Terdapat fungsi aktivasi pada setiap neuron !



# Model ANN dipengaruhi oleh :

---

*Arsitektur jaringan, yaitu arsitektur yang menentukan pola jaringan di antara neuron.*

*Metode pembelajaran, yaitu metode pembelajaran digunakan untuk melakukan pengadaptasian nilai-nilai yang menggambarkan koneksi bobot, menentukan dan mengubah nilai bobot.*

*Fungsi aktivasi, yaitu dapat berupa fungsi sigmoid dengan parameter tertentu, atau fungsi non linear.*



# Kelebihan Artificial Neural Network (ANN)

1. **Belajar adaptive (beradaptasi)**, yaitu mekanisme proses pembelajaran bagaimana melakukan pekerjaan berdasarkan data yang diberikan dalam proses pelatihan atau pengalaman sebelumnya.
2. **Self-organization**, yaitu kemampuan jaringan saraf tiruan untuk dapat belajar dan membuat organisasi sendiri dan melakukan representasi dari informasi yang diterimanya selama proses belajar.
3. **Real time operation**, yaitu kemampuan jaringan saraf tiruan yang dilakukan secara paralel, sehingga dapat menggunakan perangkat keras yang dirancang dan diproduksi khusus untuk dapat mengambil keuntungan dari proses ini.

# Threshold Logic Unit (TLU)-1

- Warren McCulloch & Walter Pitts (1943) menirukan cara kerja otak manusia

- Dimana :

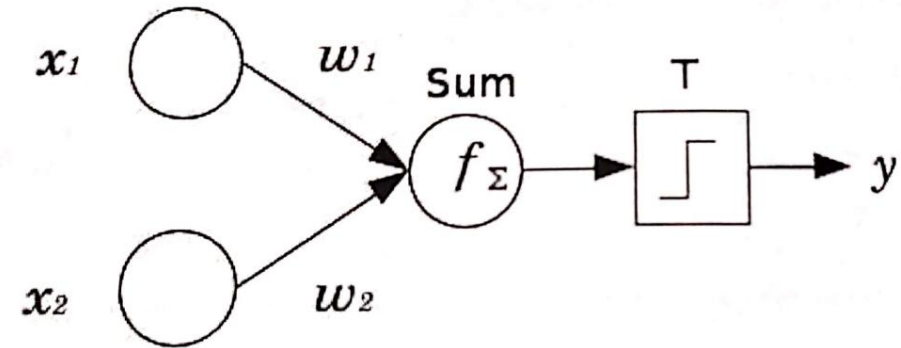
$x_1, x_2, \dots, x_n$  adalah input

$w_1, w_2, \dots, w_n$  adalah weight/bobot

Sum : weight summation

T : threshold

y : output



- Neuron dapat menerima input (x) secara bersamaan, setiap input akan diberi bobot (weight)
- Input dihubungkan dengan hidden layer, input yang sudah beri bobot akan dijumlahkan (weight summation)

$$f = \sum_{i=1}^n w_i x_i$$

# Threshold Logic Unit (TLU) - 2

Hasil penjumlahan kemudian ditransformasikan menggunakan sebuah fungsi nonlinear yang disebut **activation function**

**activation function** mengikuti aturan berikut :

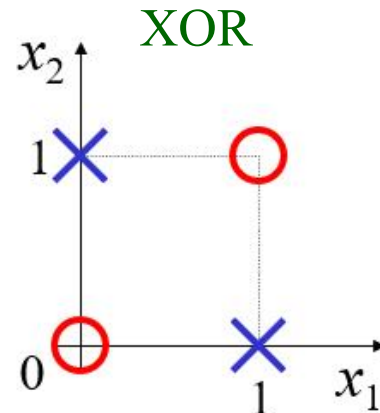
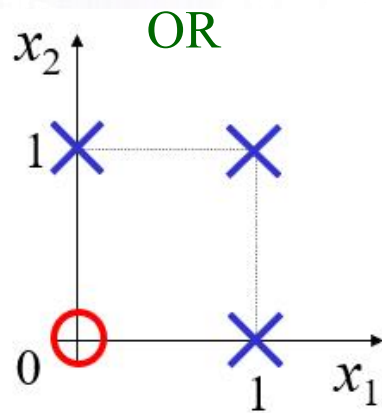
- Jumlah bobot sinyal input dibandingkan dengan nilai ambang batas/Threshold(T) untuk menentukan neuron output
- Jika jumlah lebih besar atau sama dengan T, outputnya adalah 1
- Jika jumlah kurang dari T, output adalah 0

$$y = \begin{cases} 1 & f(x) \geq \theta \\ 0 & f(x) < \theta \end{cases}$$

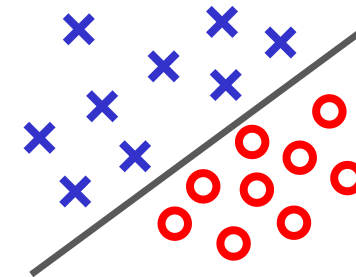
# Permasalahan Linear dan Non-Linear

Permasalahan klasifikasi dapat dikategorikan sebagai:

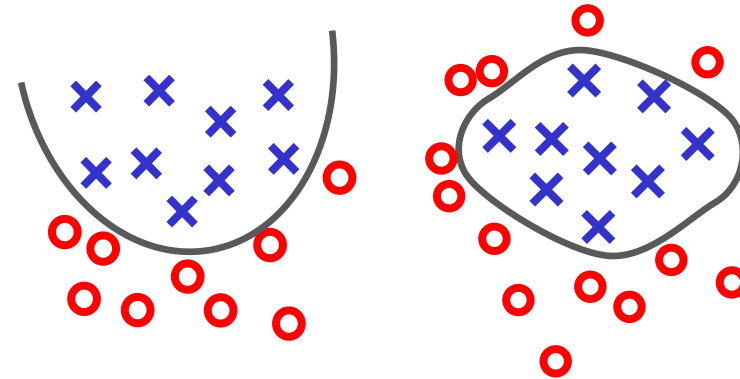
- Permasalahan Linear, misalnya fungsi OR dan AND
- Permasalahan Non-Linear, misalnya fungsi XOR



Linear



Non-linear

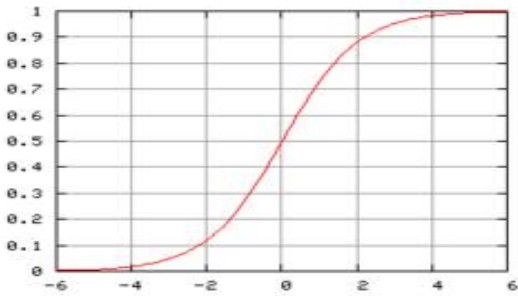


# Activation Function

- Fungsi aktivasi merubah neuron menjadi non-linear
- Beberapa contoh fungsi aktivasi yang umum digunakan pada metode ANN sebagai berikut

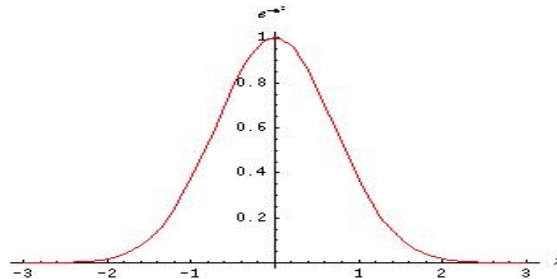
## Sigmoid function

$$a(f) = \frac{1}{1 + \exp(-f)}$$

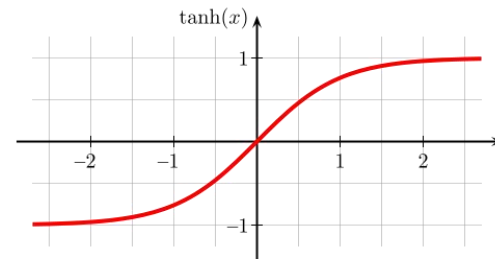


## Gaussian function

$$a(f) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{f-\mu}{\sigma}\right)^2\right)$$

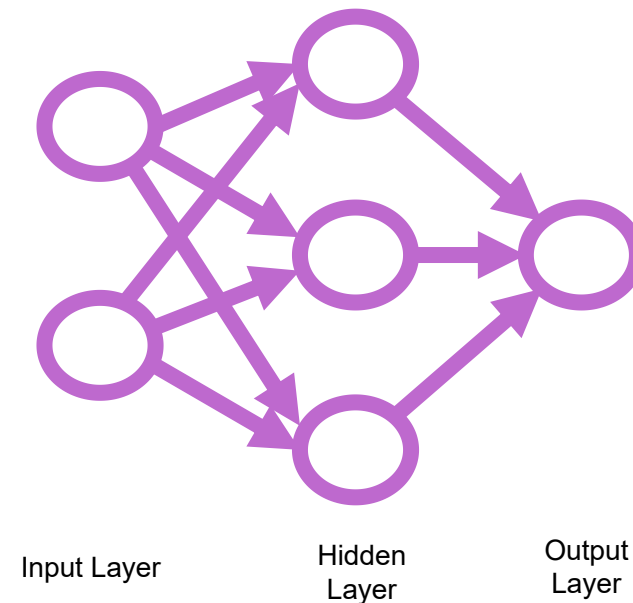
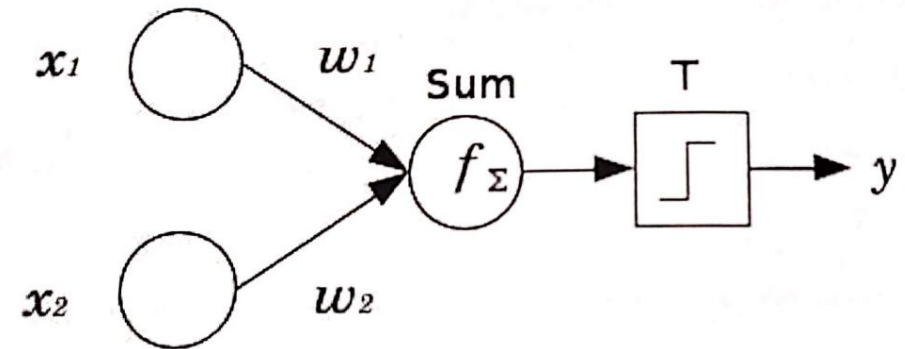
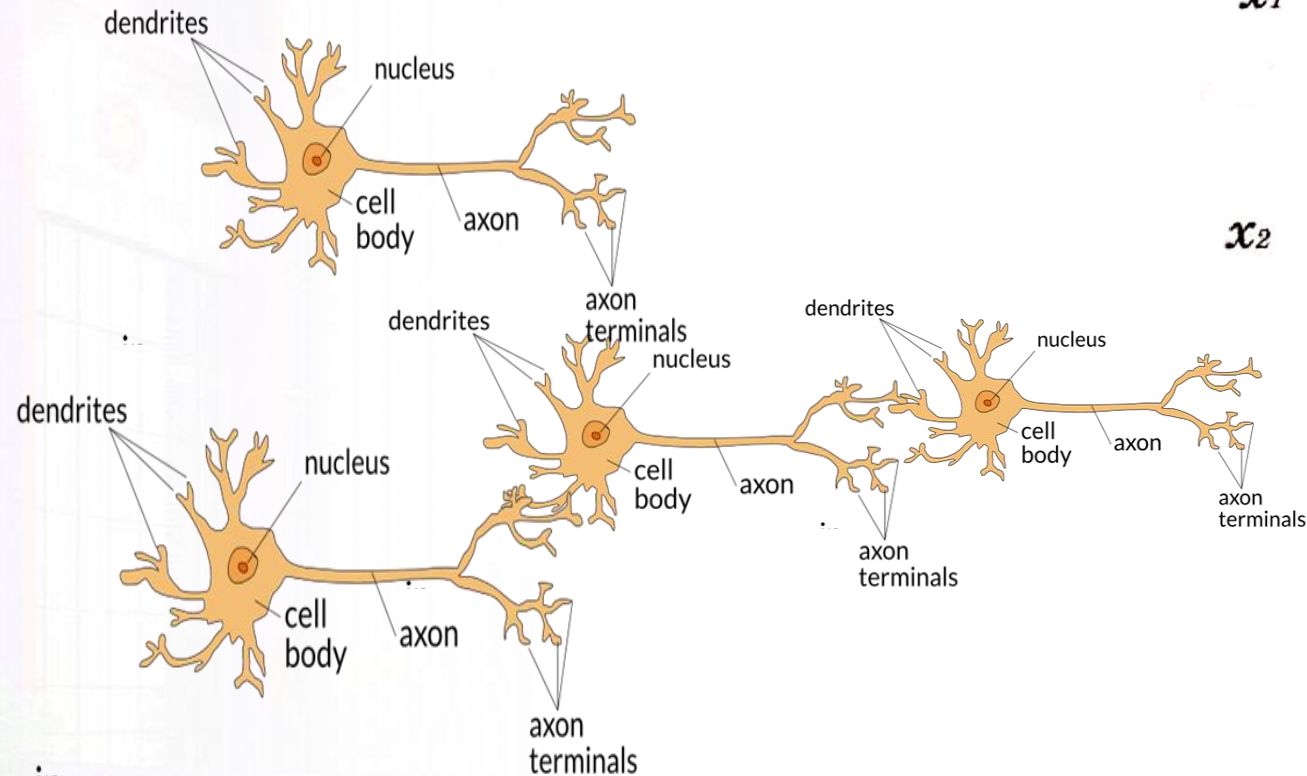


$$\tanh(x) = 2\sigma(2x) - 1$$





# Hubungan input, hidden, dan output layer

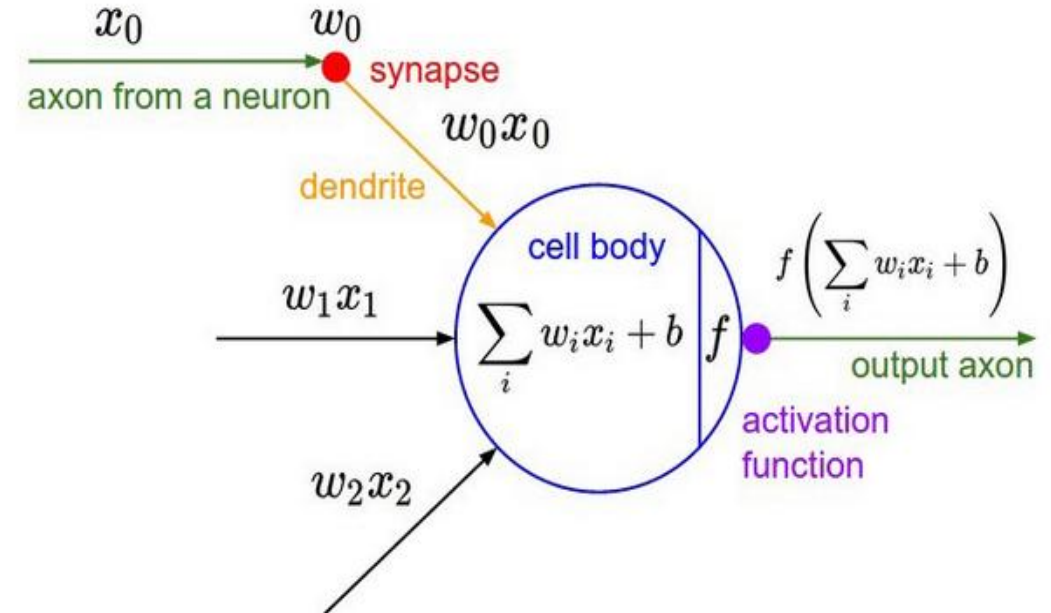
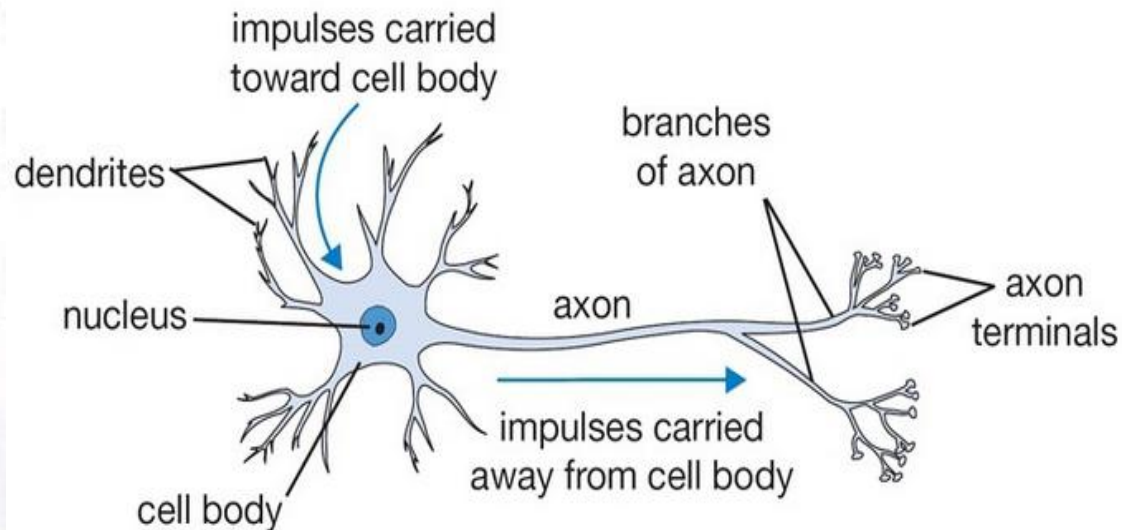


# Neuron dan Perceptron

---

- Adalah sel syaraf buatan untuk memodelkan sebuah sel syaraf manusia (neuron).
- Istilah *perceptron* mengacu pada sel syaraf buatan manusia, sedangkan *neuron* adalah sel syaraf manusia sesungguhnya

# Neuron dan Perceptron



- Salah satu kelemahan Threshold Logic Unit (TLU) adalah tidak ada aturan bagaimana melakukan training (*training rule*)
- Akhir tahun 1950, Frank Rosenblatt mengembangkan model artificial neuron lain disebut **Perceptron**

$$f = \sum_{i=1}^n w_i x_i + b$$

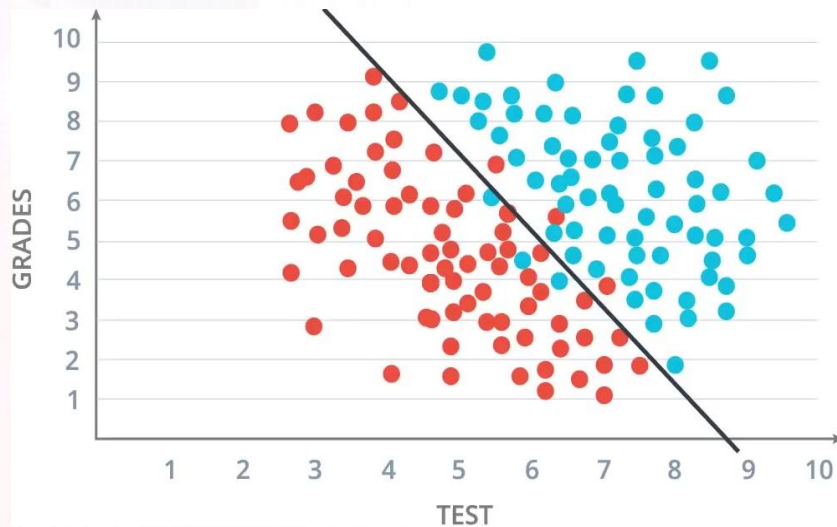
Yaitu dengan menambahkan *Bias (b)* pada *weighted sum*

## Pengaruh *Bias* ( $b$ ) :

- Bias node menyebabkan model menjadi lebih fleksibel, khususnya input bernilai 0
- Tanpa *bias* , maka hanya nilai  $b$  yang bisa berubah-ubah.



# Kasus dari sudut pandang Regresi



Diketahui Persamaan Garis

$$2x_1 + x_2 - 18 = 0$$

dimana :  $x_1$  = Test

$x_2$  = Grade

Apakah Siswa 3 diterima?



**Siswa 3**

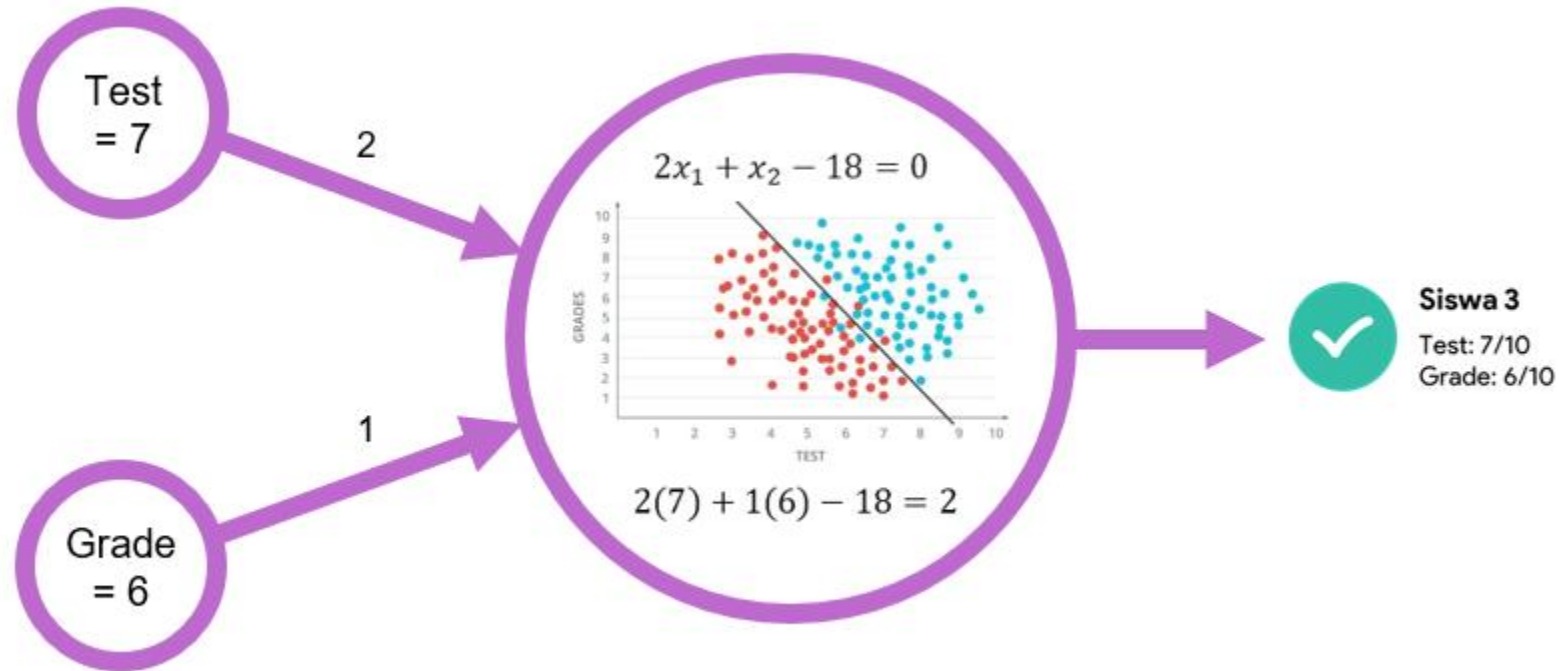
Test: 7/10

Grade: 6/10

Prediksi

$$\hat{y} = \begin{cases} 1, & 2x_1 + x_2 - 18 \geq 0 \\ 0, & 2x_1 + x_2 - 18 < 0 \end{cases}$$

# Kasus dari sudut pandang Neuron/Perceptron



# Contoh sederhana tanpa solusi akhir implementasi algoritma

---

- Seorang pria rutin makan siang di sebuah café. Makanan yang dipesan adalah ikan bakar, nasi putih, dan segelas teh manis. Selesai makan dia selalu bayar dikasir Rp. 85.000,- tanpa tahu rincian harganya.
- Setelah beberapa hari memesan makanan yang sama, pria tersebut mulai menebak-nebak berapa harga masing-masing makanan.

**Tebak-tebakan..😊**

Berapa harga masing-masing makanan menggunakan algoritma artificial ?

# Contoh sederhana tanpa solusi akhir implementasi algoritma

- setiap jenis makanan adalah input :  $X_{ikan}, X_{nasi}, X_{teh}$
- Sedangkan porsi (weight) disimbolkan :  $W_{ikan}, W_{nasi}, W_{teh}$
- Total harga yang dibayar adalah  $f$
- Rumus umum :  $f = \sum_{i=1}^n w_i x_i$

Menentukan dengan nilai awal dengan cara "menebak" → misalnya  $W (2,5,3)$ , dan menebak harga  $X$  misalnya sama yaitu 5000.

Sehingga →  $F' = 2 \times 5000 + 5 \times 5000 + 3 \times 5000$   
 $F' = 50.000$

$F > F'$  ? Selisih 35.000 → *residual error*

Karena menyimpang cukup jauh, maka diperlukan proses pembelajaran/learning

Proses learning pada hakekatnya adalah mencari nilai **w** yang baru hingga tercapai nilai akhir dengan nilai **residual error yang kecil**

- Proses learning terdiri dari 2 tahap :

1. Training
2. Evaluation
3. Adakalanya diperlukan tambahan yaitu testing, namun sifatnya tidak wajib

Pada tahapan training setiap weight dan bias pada tiap neuron akan di-update terus menerus hingga output yang dihasilkan sesuai dengan harapan.

Pada setiap iterasi akan dilakukan evaluasi yang digunakan untuk menentukan kapan proses training harus berhenti (*stopping point*)



- Nilai  **$W$**  dapat dipilih secara random, umumnya dengan nilai yang kecil
- Nilai  **$W$**  akan berubah-ubah selama proses training berjalan, artinya  **$w$**  akan berubah setiap kali training error terjadi, dan akan berhenti Ketika training selesai.

- Primartha Rifkie, "Belajar Machine Learning teori dan praktek", Informatika, 2018
- Suyanto, " Machine Learning tingkat dasar dan lanjut", Informatika, 2018
- Suyanto, " Artificial Intelligence", Informatika, 2020
- *Dr. Eng. Chastine Fatichah, S.Kom, M.Kom, Institut Teknologi Sepuluh Nopember*, "Membangun Model 4 (Dasar ANN, Perceptron, Back Propagation)", Microcredential : Associate Data Scientist. Kemendikbudristek RI, 2021