



# Jaringan Saraf Tiruan

(TIF16 – Kecerdasan Buatan)

## Sub - CPMK

Mahasiswa mampu menggunakan metode Jaringan Saraf Tiruan dan melatih sistem untuk menghasilkan kecerdasan buatan (C3, A3)

### Materi

1. Pengertian Jaringan Saraf Tiruan
2. Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan
3. Algoritma Pembelajaran (Machine Learning)



# 1. Pengertian Jaringan Saraf Tiruan

# Pengertian Jaringan Saraf Tiruan

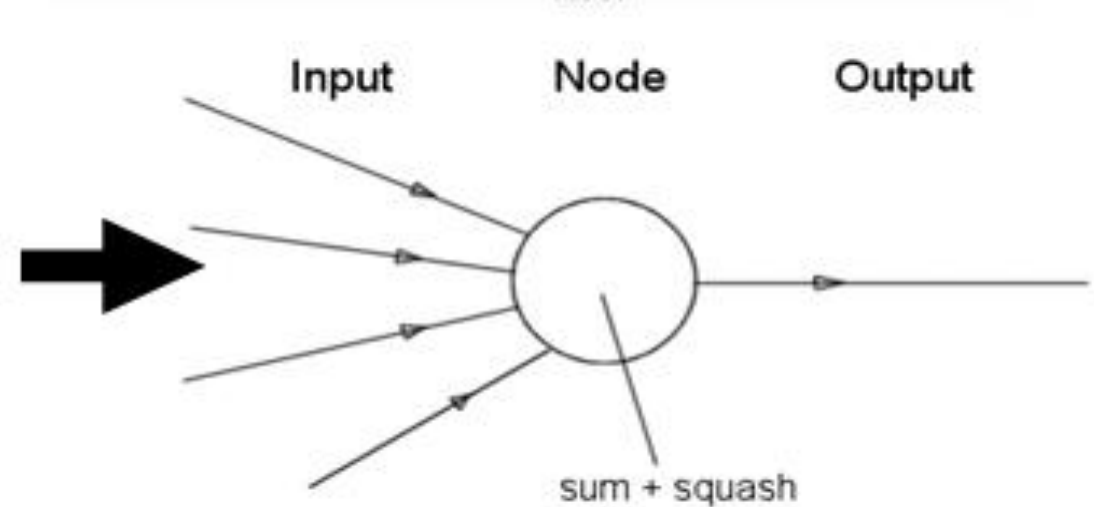
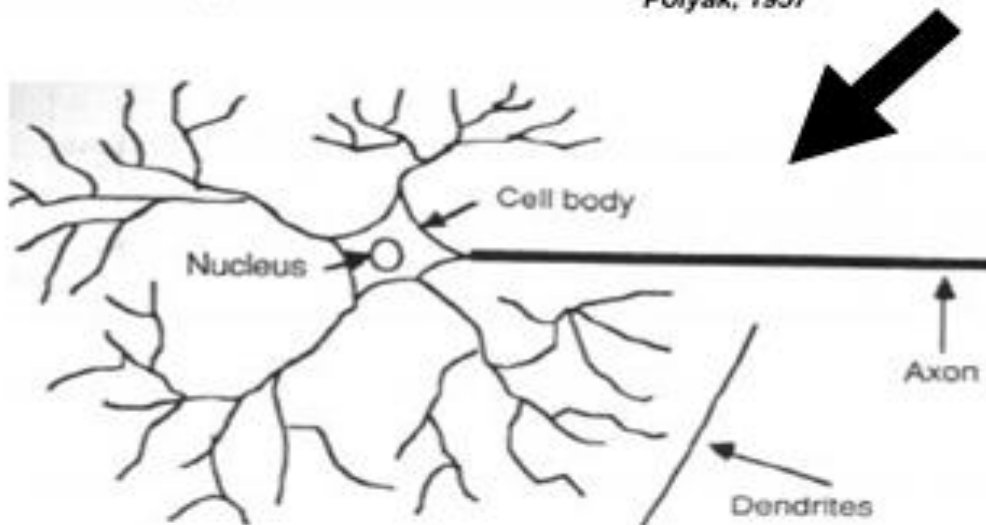
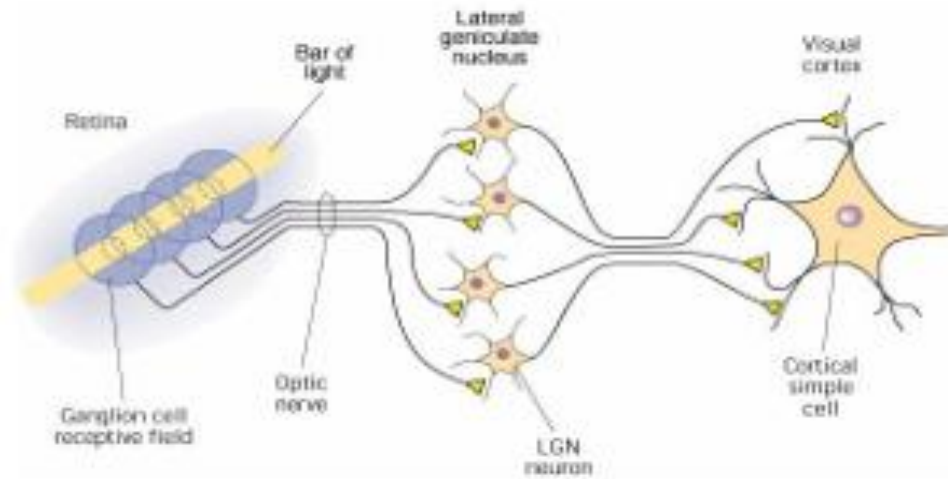
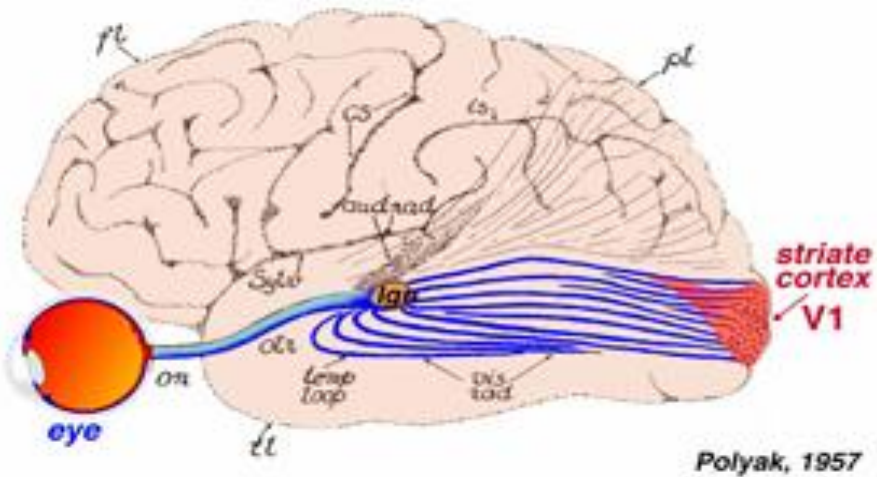
## Definisi Jaringan Saraf Tiruan

- **Jaringan Saraf Tiruan**

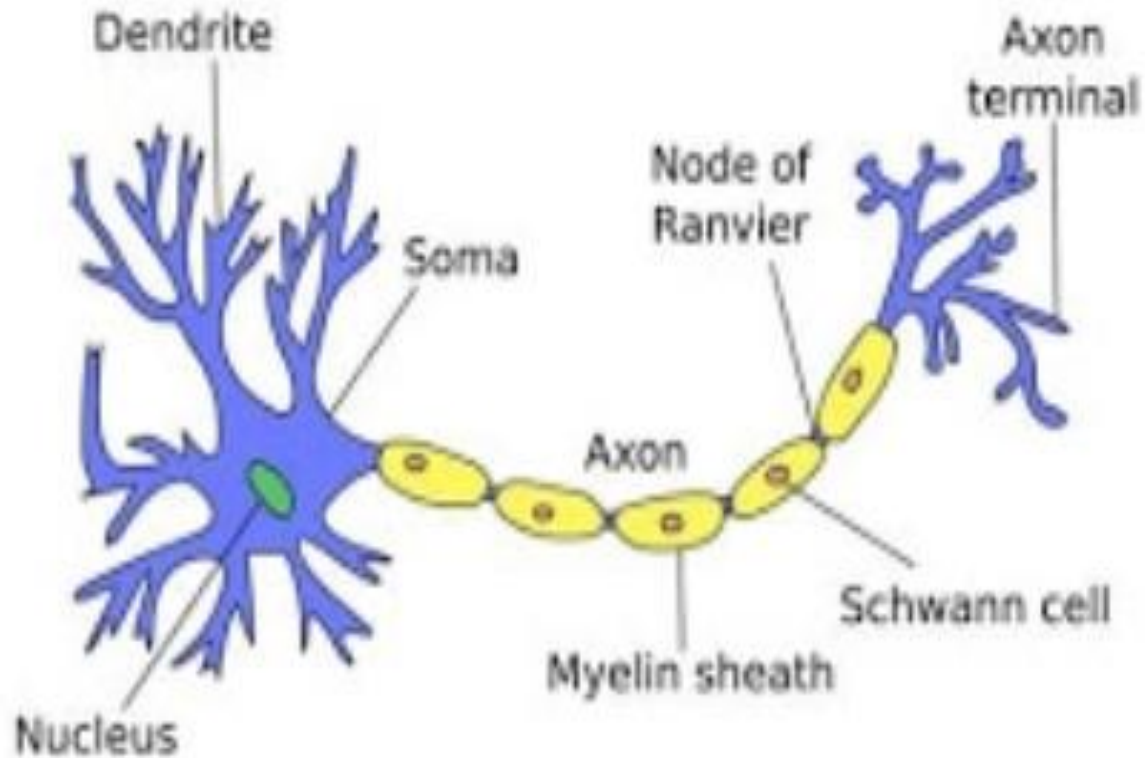
“**Jaringan saraf tiruan** merupakan ide dari struktur jaringan saraf yang terdapat pada manusia (Biologi) khususnya jaringan saraf pada otak manusia, Dasar teoritis untuk jaringan saraf kontemporer pertama kali diperkenalkan oleh **Alexander Bain** 1873 dan **William James** 1890. Dalam pekerjaannya mereka menyimpulkan bahwa **pikiran** dan **aktivitas tubuh** manusia dihasilkan dari interaksi antar **neuron** di dalam otak.”

- **Neuron:** Merupakan satuan unit pemroses terkecil pada otak, tidak hanya kompleks tetapi juga sangat bervariasi dalam struktur dan fungsinya.

# Pengertian Jaringan Saraf Tiruan (Lanj..)

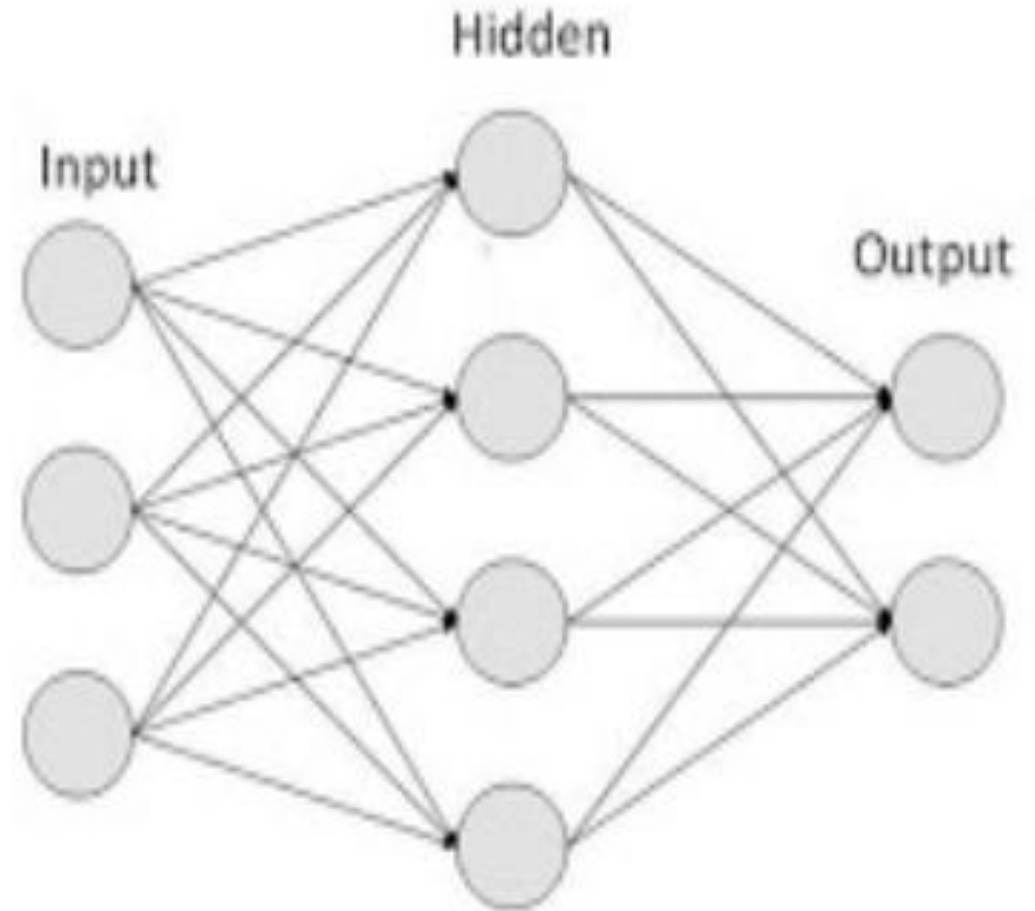


# Pengertian Jaringan Saraf Tiruan (Lanj..)



Jaringan Saraf Manusia

Jaringan Saraf Tiruan





## Struktur Jaringan Saraf Tiruan

“Struktur **Jaringan saraf tiruan** berdasarkan gambar pada slide 5 dan 6 merupakan bentuk umum dari standard dasar satuan unit jaringan otak manusia yang telah disederhanakan. Jaringan otak manusia tersusun tidak kurang dari  $10^{13}$  buah neuron yang masing-masing terhubung oleh sekitar  $10^{15}$  buah dendrite.”

- **Dendrite**: Bertujuan untuk penyampaian sinyal dari **neuron** ke **neuron** yang lain yang terhubung dengannya.
- **Axon**: Merupakan keluaran/output dari neuron.
- **Synapse**: Berfungsi sebagai penerima sinyal yang keluar dari **neuron**.

# Pengertian Jaringan Saraf Tiruan (Lanj..)

## Konsep Dasar JST

“Tiruan neuron dalam struktur **Jaringan saraf tiruan** (JST) dapat digambarkan seperti pada slide 9, yang juga dapat berfungsi seperti halnya sebuah neuron. Sejumlah sinyal masukan **a** dikalikan dengan masing-masing penimbang (bobot) yang bersesuaian **w**. Output yang akan dikeluarkan merupakan hasil penjumlahan dari seluruh hasil perkalian sinyal masukan **a** dan bobot **w** atau dapat dinyatakan dalam sebuah fungsi  **$F(a,w)$** .”

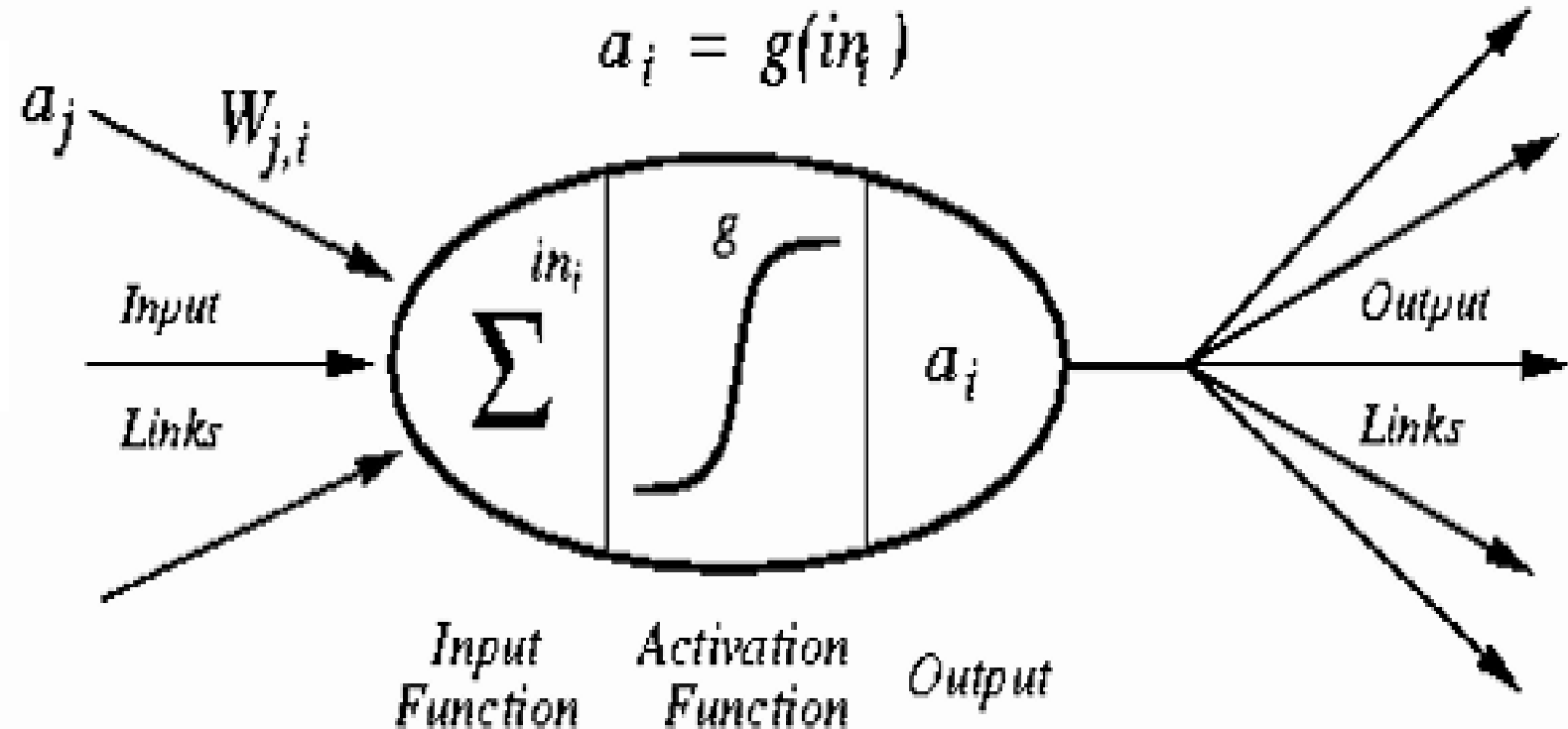
**Noted.** Walaupun masih jauh dari kemiripan dengan sistem saraf pada manusia, namun kinerja dari tiruan neuron ini identik dengan kinerja sel biologi pada manusia.



# Pengertian Jaringan Saraf Tiruan (Lanj..)

## Konsep Dasar JST

- $a_j$  : Nilai aktivasi dari unit  $j$
- $w_{j,i}$  : Bobot dari unit  $j$  ke unit  $i$
- $\sum$  : Penjumlahan bobot dan masukan ke unit  $i$
- $g$  : Fungsi aktivasi
- $a_i$  : Nilai aktivasi dari unit  $i$





## 2. Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan

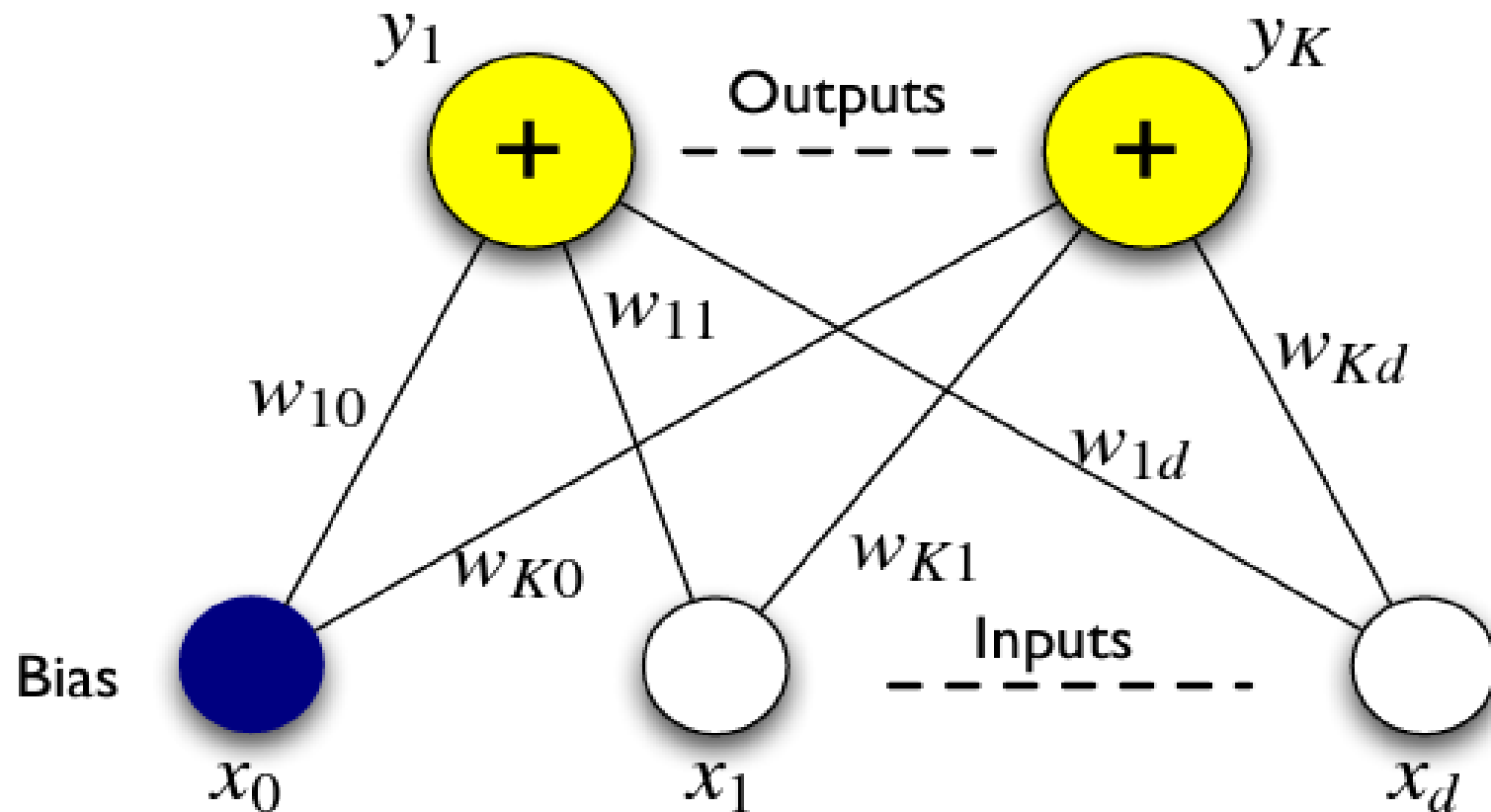
# Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan

“Pada **Jaringan saraf tiruan (JST)** neuron diasumsikan dapat dikelompokkan dalam beberapa layer seperti yang ada pada slide 5 dan 6, Berdasarkan dengan jumlah layer yang ada pada JST tersebut. Sehingga struktur dan arsitektur JST dapat dibagi menjadi dua yaitu ***single layer network*** dan ***multilayer network***. Tergantung pada seberapa banyak layer yang dimiliki.”

- **Single Layer Net:** Merupakan satuan proses yang terdiri dari satu layer bobot yang saling terhubung. Pada jaringan lapis tunggal, **informasi** yang masuk akan langsung diproses menjadi **output**.
- **Multilayer Net:** JST dengan tipe ini memiliki lebih dari satu layer yang biasanya diberi nama *hidden layer*. Sering digunakan untuk menyelesaikan masalah yang lebih kompleks.

# Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan (Lanj..)

## Single Layer Network



$$y_1(\mathbf{x}) = \mathbf{w}_1^T \mathbf{x} + w_{10},$$

$$\vdots$$

$$y_K(\mathbf{x}) = \mathbf{w}_K^T \mathbf{x} + w_{K0},$$

## Single Layer Network

“Single layer net dengan  $d$  sebagai banyaknya dimensi data, dengan vector input  $\mathbf{x}=(x_1, x_2, \dots, x_d)^T$  dan vector output  $\mathbf{y}=(y_1, y_2, \dots, y_k)^T$  dimana  $\mathbf{K}$  merupakan banyaknya jumlah class. Dalam input vector kita tambahkan sebuah variabel  $\mathbf{x}_0=1$  sebagai nilai **bias**.”

$$\mathbf{y} = \mathbf{W}\mathbf{x}$$
$$y_k = \sum_{i=0}^d w_{ki}x_i.$$
$$\begin{pmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_K \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} w_{10} & w_{11} & \dots & w_{1d} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{K0} & w_{K1} & \dots & w_{Kd} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ x_1 \\ \vdots \\ x_d \end{pmatrix}$$

## The training data problem - Single

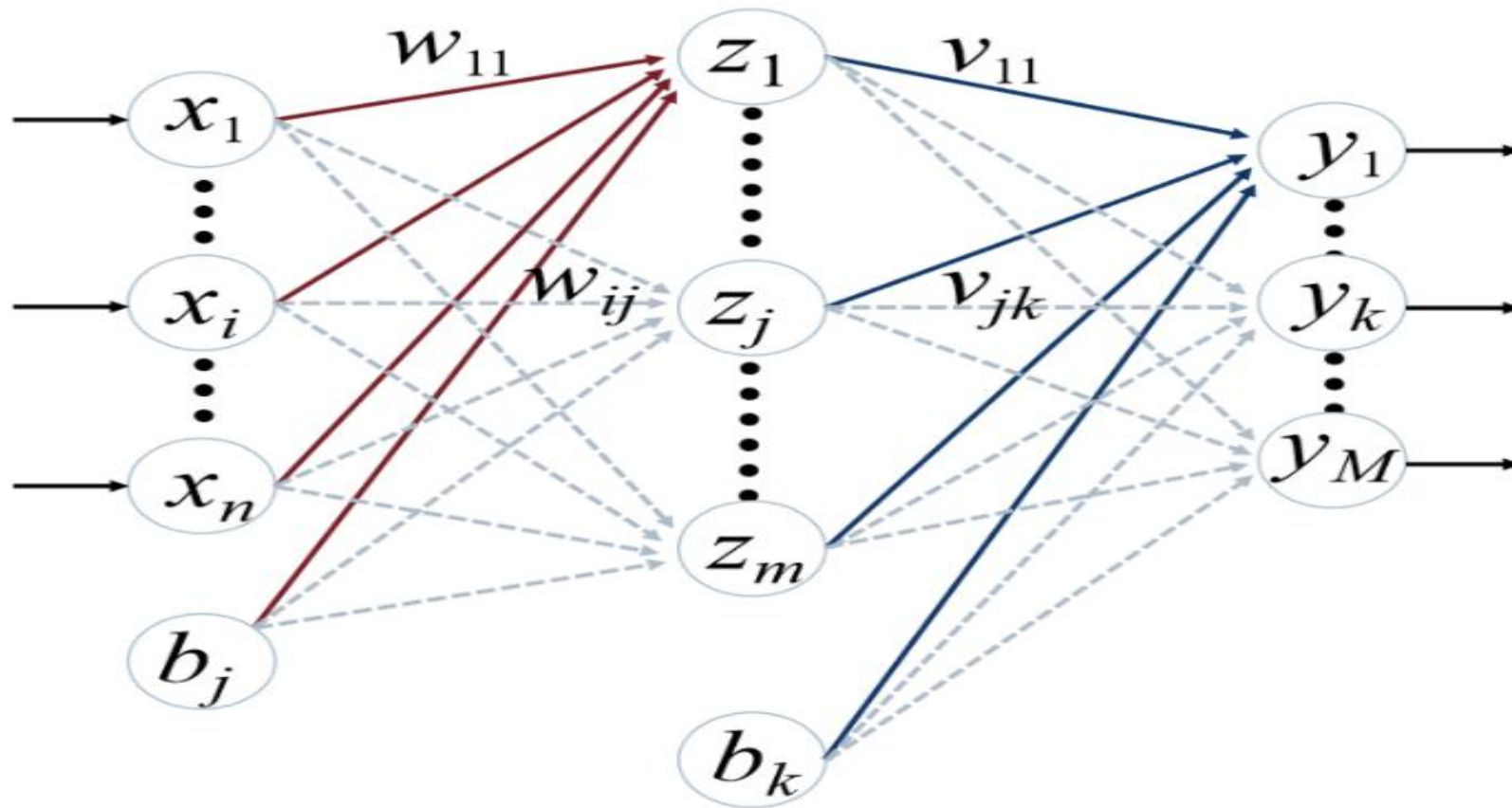
- Dalam algoritma **Machine learning** perhitungan nilai error output  $y_n$  terhadap target  $t_n$  merupakan **part** paling penting untuk dapat memperoleh **rules** (model) yang sesuai.
- **Error function** dapat diukur dengan **memperhatikan jarak** antara output  $y_n$  dan  $t_n$  sebagai target untuk setiap nilai  $n$ .
- Dapat menggunakan **Euclidean distance** dengan mendefinisikan terlebih dahulu *sum-of-squares error* dari setiap fungsi  $y$  dan  $t$ .

$$E(W) = \frac{1}{2} \sum_{n=1}^N \|y_n - t_n\|^2$$



# Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan (Lanj..)

## Multilayer Network



$$\phi_h(\sum_{i=1}^n w_{ij}x_i + b_j) = z_j$$

$$\phi_o(\sum_{j=1}^m v_{jk}z_j + b_k) = y_k$$

# Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan (Lanj..)

## Multilayer Network

“Multilayer net dengan n-dimension data, dengan  $\mathbf{x}=(x_1, x_2, \dots, x_n)^T$  sebagai vector input,  $\mathbf{z}=(z_1, z_2, \dots, z_m)^T$  sebagai hidden layer dan  $\mathbf{y}=(y_1, y_2, \dots, y_k)^T$  merupakan vector output dimana  $(y_1, y_k, \dots, y_M)$  merupakan banyaknya jumlah class. Dalam input vector dan hidden layer kita tambahkan  $(b_1, b_j, \dots, b_K)$  sebagai variabel yang mendefinisikan nilai **bias**.”

$$z = \sum_{i=1}^m w_i x_i + bias$$

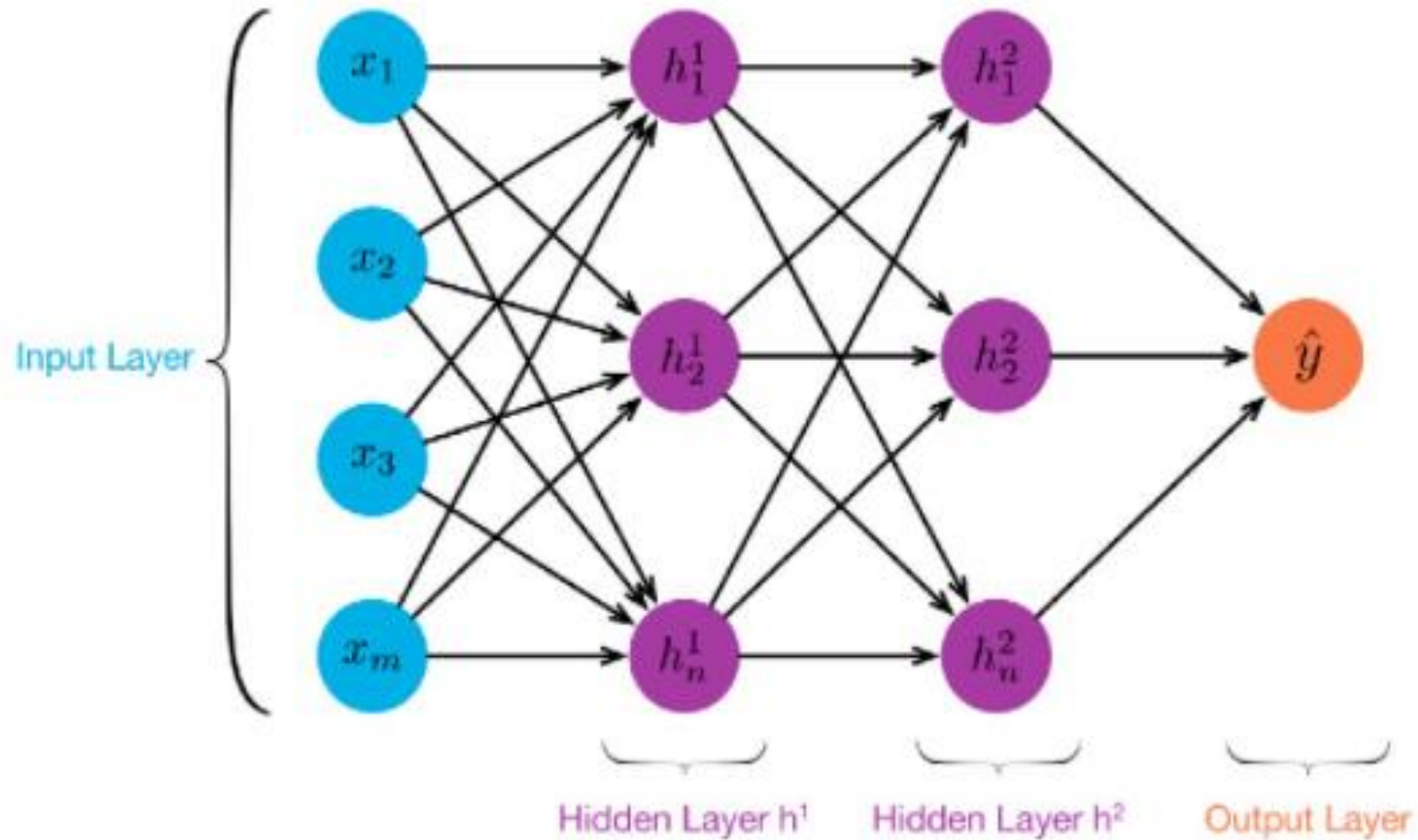
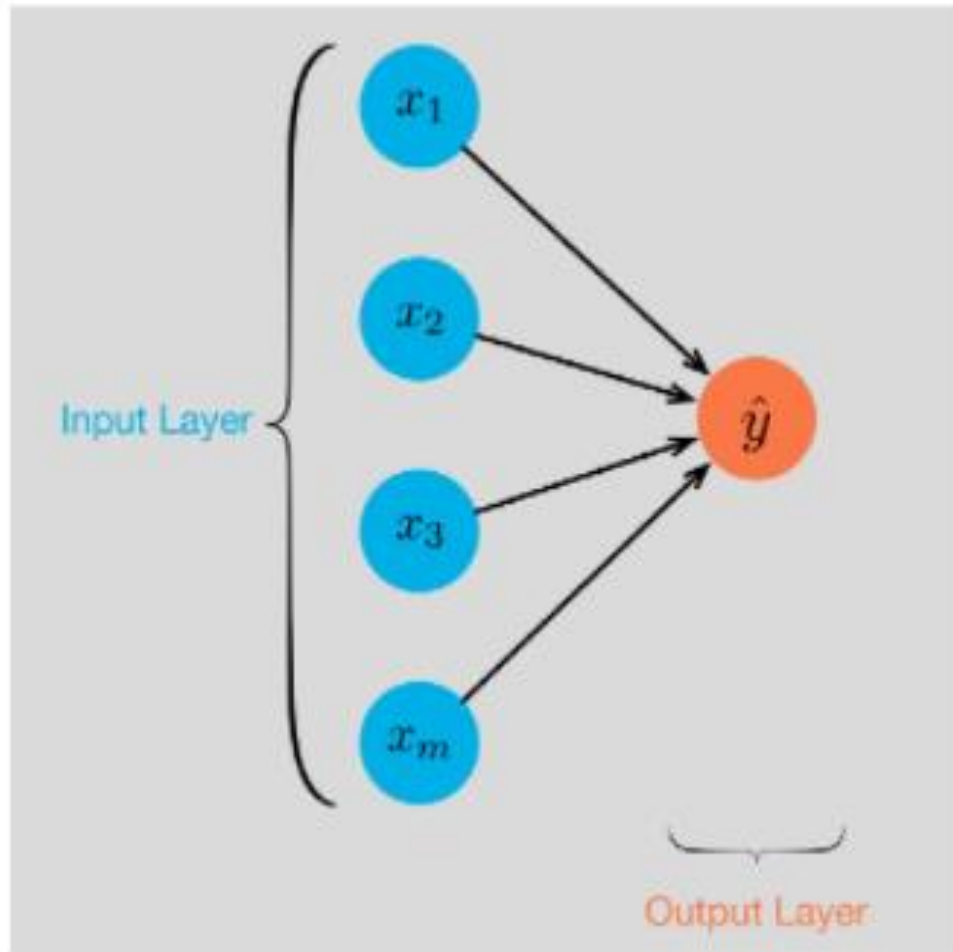
$$h_1^1 = f(z)$$

## The training data problem - Multi

- Nilai weight (bobot) **w** untuk tiap koneksi neuron diupdate untuk menghasilkan output yang mendekati target value.
- Dalam **multilayer perceptron** kita menggunakan **Backpropagation** untuk menghitung gradien *loss function*.
- Pada permasalahan **regression**, loss function dapat dihitung menggunakan **squared error**, sedangkan untuk masalah **classification** dapat menggunakan **crossentropy**.

$$E = \sum_{k=1}^M \frac{1}{2} (t_k - y_k)^2$$

# Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan (Lanj..)



# Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan (Lanj..)

## Jaringan Saraf Tiruan - Backpropagation

“**JST-Backpropagation** Merupakan suatu algoritma *machine learning* dalam JST yang banyak digunakan dalam pemecahan kasus-kasus rumit (kompleks). Algoritma ini diperkenalkan oleh Rumelahrt, Hinton dan Ronald Williams pada Tahun 1986. Terdapat tiga fase utama dalam alur kerja backpropagation, yaitu:”

- **Feedforward:** Tahapan ini merupakan alur maju dari penggunaan JST seperti pada umumnya, hasil perhitungan node hidden layer diberikan bobot  $w$  yang selanjutnya dikirim ke output layer.
- **Backpropagation error:** Proses dilakukan setelah JST berhasil memberikan output dari perhitungan sebelumnya.
- **Perubahan nilai bobot:** Setelah mendapatkan nilai error, selanjutnya nilai error yang diperoleh digunakan untuk menghitung gradien lost untuk mengupdate.



### 3. Algoritma Pembelajaran



# Algoritma Machine Learning

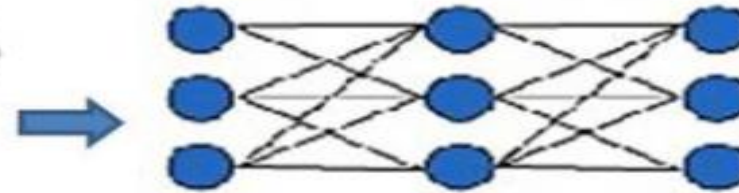
## MACHINE LEARNING



INPUT



FEATURE  
EXTRACTION



CLASSIFICATION

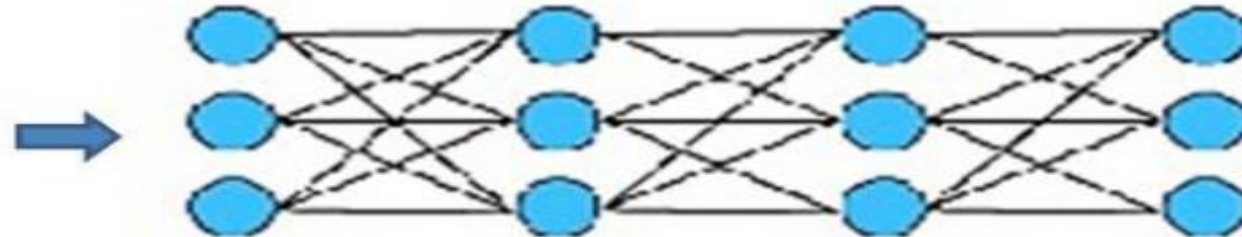


OUTPUT

## DEEP LEARNING



INPUT



FEATURE EXTRACTION + CLASSIFICATION



OUTPUT

# Algoritma Machine Learning (Lanj..)

## Machine Learning

“**Machine learning** (ML) Merupakan suatu algoritma analisis data yang mengotomatisasikan pembuatan model analytic, ML yang juga part of AI menerapkan gagasan bahwa sistem dapat **belajar dari data, mengidentifikasi pola dan membuat keputusan** dengan membatasi *human intervention*.”

- **Preprocessing**: Pemilihan/ekstraksi fitur dari data, misal  $\mathbf{x}=(x_1, x_2, \dots, x_n)^T$  kita asumsikan sebagai nilai penciri.
- **Learning**: Proses penentuan metode berdasarkan data latih yang akan digunakan.
- **Testing**: Pengujian metode dengan data uji (testing data) yang tidak sama dengan data learning, sehingga model kita dapat digeneralisasi.

## Machine Learning

- **Supervised Learning:** Apa yang dimaksud dengan *supervised learning*, metode ini menggunakan output/target sebagai tujuan pembelajarannya, misal  $\{x_i, t_i\}$ . Tujuan dari metode ini adalah untuk membangun model yang dapat menghasilkan output yang benar atau sesuai dengan target dari suatu data input. Biasanya dilakukan pada **classification** dan **regression** model.
- **Unsupervised Learning:** Data pelatihan tidak disertai dengan target, tujuan pembelajaran adalah untuk membangun model yang dapat menentukan komponen, variabel atau fitur tersembunyi pada data yang akan kita latih. Metode ini biasanya digunakan dalam pengelompokan (clustering), reduksi dimensi, removing outlier dan lainnya.

# Ringkasan

- Jaringan saraf tiruan mengadopsi proses jaringan saraf yang ada pada manusia dimana terdapat neuron yang bertujuan untuk mendistribusikan signal yang ditangkap oleh jaringan-jaringan.
- Proses machine learning dan deep learning menggunakan konsep jaringan saraf tiruan juga untuk mendevelop model mereka.
- Jaringan saraf tiruan juga dapat digunakan untuk melakukan klasifikasi data diskrit maupun data kontinu.



**TERIMA KASIH**

**U N I V E R S I T A S   B U N D A   M U L I A**