



# Jaringan Syaraf Tiruan

STMIK Bina Sarana Global

# Kontrak Belajar

- Tugas 20%

Diberikan mandiri secara kelompok, pengumpulan seminggu sebelum UAS dalam bentuk presentasi dan paper.

- Kuis 10%

Setiap akhir sesi perkuliahan akan diberikan kuis.

- UTS 25%

- UAS 30%

- Behavior (Absen, Perilaku) 15%

# Jadwal Perkuliahan

- Minggu 1 18 September 2016  
Materi Perkuliahan 2 sesi
- Minggu 2 25 September 2016  
Materi Perkuliahan 2 sesi
- Minggu 3 2 Oktober 2016  
UTS dan materi perkuliahan 1 sesi
- Minggu 4 9 Oktober 2016  
Presentasi kelompok
- Minggu 5 16 Oktober 2016  
Presentasi kelompok dan UAS

# Bab pada Jaringan Syaraf Tiruan

- **BAB I Pendahuluan**
- **BAB 2 Komponen-komponen Jaringan Syaraf Tiruan.**
- BAB 3 Neuron McCulloch Pitts dan Hebb
- BAB 4 Adaline, Madaline, Perceptron
- BAB 5 Delta Learning Rule
- BAB 6 Backpropagation
- BAB 7 Counter Propagation
- BAB 8 Kohonen Self Organizing
- BAB 9 Radial Basis Network
- BAB 10 Learing Vector Quantization
- BAB 11 Jaringan Elman dan Hopfield



# BAB I PENDAHULUAN

# Tujuan Pembelajaran

## Sesi I dan 2

- Memahami cara kerja dan aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan (JST)
  - Pengertian
  - sejarah perkembangan
  - bagaimana JST bekerja
  - aplikasi
- Mengetahui jaringan syaraf sederhana
  - Neuron
  - arsitektur jaringan
  - Bias
  - nilai ambang
  - representasi data

# Sejarah

- Tahun 1940-an, para ilmuwan menemukan bahwa psikologi otak sama dengan mode pemrosesan yang dilakukan oleh komputer.
- Tahun 1943, McCulloch dan Pitts merancang model formal yang pertamakali sebagai perhitungan dasar neuron.
- 1949, Hebb mengusulkan jaringan Hebb.
- Tahun 1954, Farley dan Clark mensetup model-model untuk relasi adaptif stimulus-respon dalam jaringan random.
- 1958, Rosenblatt mengembangkan perceptron untuk klasifikasi pola.
- 1960, Widrow dan Hoff mengembangkan ADALINE dengan aturan pembelajaran Least Mean Square (LMS)
- 1974, Werbos memperkenalkan algoritma backpropagation untuk perceptron banyak lapisan

# Sejarah

- Tahun 1975, Little dan Shaw menggambarkan jaringan syaraf dengan probabilistik.
- 1982, Kohonen mengembangkan learning unsupervised untuk pemetaan
- 1982, Grossberg dan Carpenter mengembangkan Adaptive Resonance Theory (ART,ART2,ART3)
- 1982, Hopfield mengembangkan jaringan Hopfield untuk optimasi
- 1985, Algoritma Boltzmann untuk jaringan syaraf probabilistik
- 1987, dikembangkan BAM (Bidirectional Associative Memory)
- 1988, dikembangkan Radial Basis Function

# Inspirasi secara Biologis

- Hewan dapat bereaksi secara adaptasi terhadap perubahan lingkungan baik secara internal maupun eksteral dan menggunakan sistem rasa takutnya untuk menunjukkan kebiasaan nya ini.
- Sistem rasa takut dibangun oleh unit-unit sederhana dan syaraf-saraf yang ditiru/di copy dari kebiasaan sehingga menghasilkan sebuah solusi.

# Otak Manusia



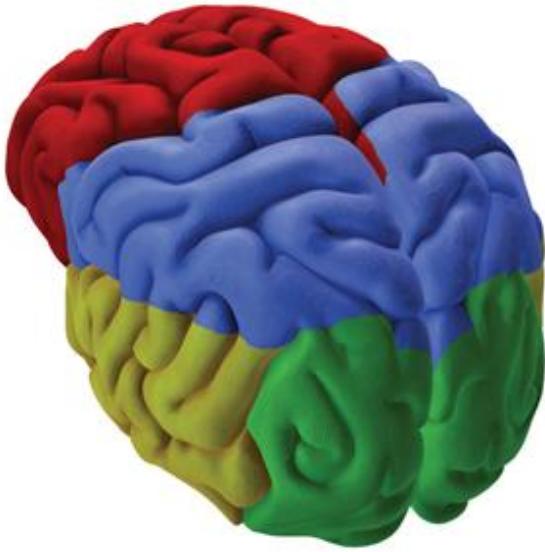
- Bertugas untuk memproses informasi
- Seperti prosesor sederhana
- Masing-masing cell tersebut berinteraksi mendukung kinerja otak
- Setiap sel (neuron) memiliki satu nukleus (**soma**), bertugas memproses informasi, informasi diterima oleh **dendrit**, dan disebarluaskan melalui **akson**
- Pertemuan informasi antar syaraf berada di **sinapsis**

# Otak manusia

- Manusia memiliki kurang lebih  $10^{12}$  neuron!  
Dan  $6 \times 10^{18}$  sinapsis!
- Informasi yang dikirimkan berupa rangsangan dengan sebuah batas ambang (threshold)  
Pada batas tertentu, syaraf lain akan teraktifasi dan merespon
- Hubungan antar syaraf terjadi secara dinamis

# Otak Manusia

- Occipital lobes
- Parietal lobes
- Frontal lobes
- Temporal lobes

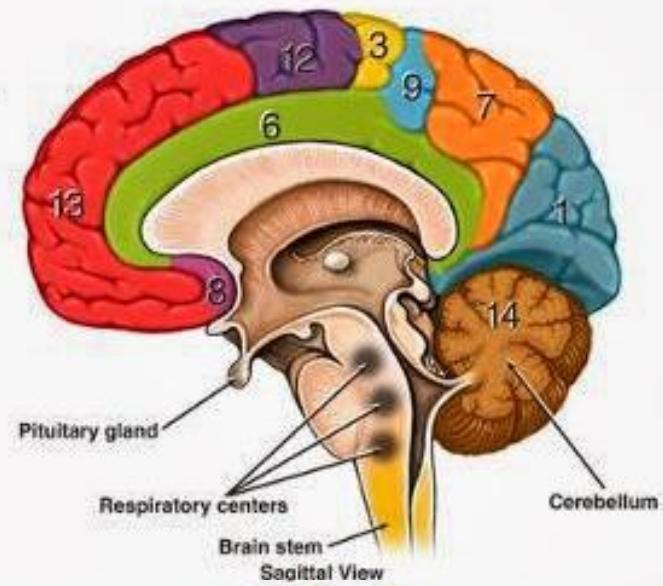
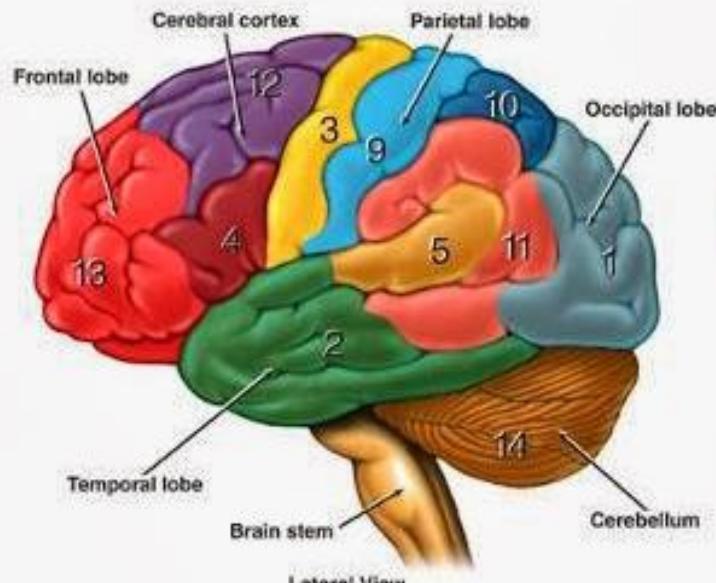


Otak manusia memiliki kemampuan untuk belajar dan beradaptasi, Mampu mengenali pola, wajah, mengontrol organ tubuh.

# Anatomy and Functional Areas of the Brain

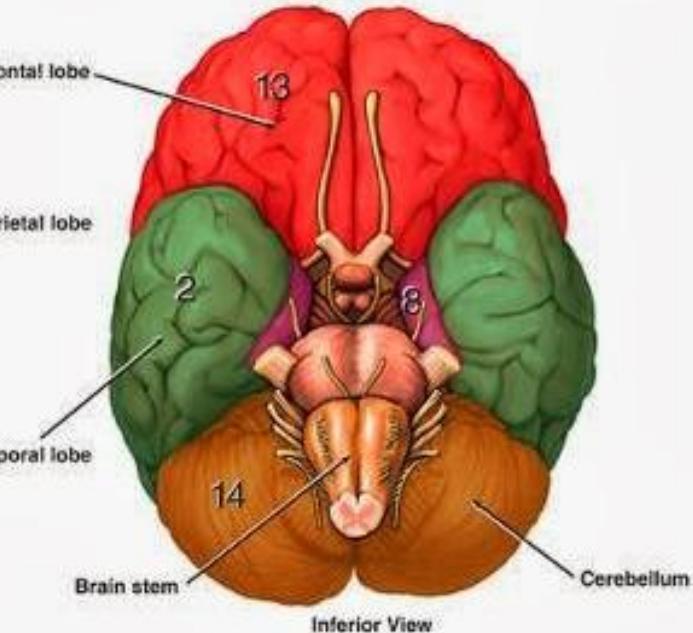
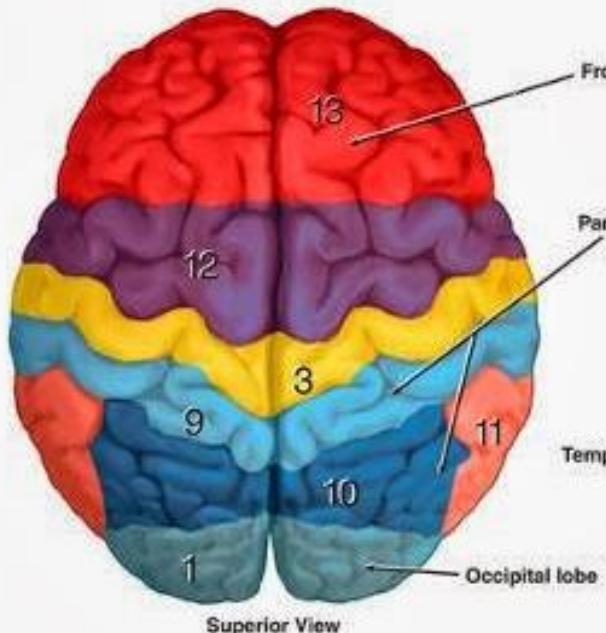
## Functional Areas of the Cerebral Cortex

- 1 Visual Area:**  
Sight  
Image recognition  
Image perception
- 2 Association Area**  
Short-term memory  
Equilibrium  
Emotion
- 3 Motor Function Area**  
Initiation of voluntary muscles
- 4 Broca's Area**  
Muscles of speech
- 5 Auditory Area**  
Hearing
- 6 Emotional Area**  
Pain  
Hunger  
"Fight or flight" response
- 7 Sensory Association Area**
- 8 Olfactory Area**  
Smelling
- 9 Sensory Area**  
Sensation from muscles and skin
- 10 Somatosensory Association Area**  
Evaluation of weight, texture, temperature, etc. for object recognition
- 11 Wernicke's Area**  
Written and spoken language comprehension
- 12 Motor Function Area**  
Eye movement and orientation
- 13 Higher Mental Functions**  
Concentration  
Planning  
Judgment  
Emotional expression  
Creativity  
Inhibition

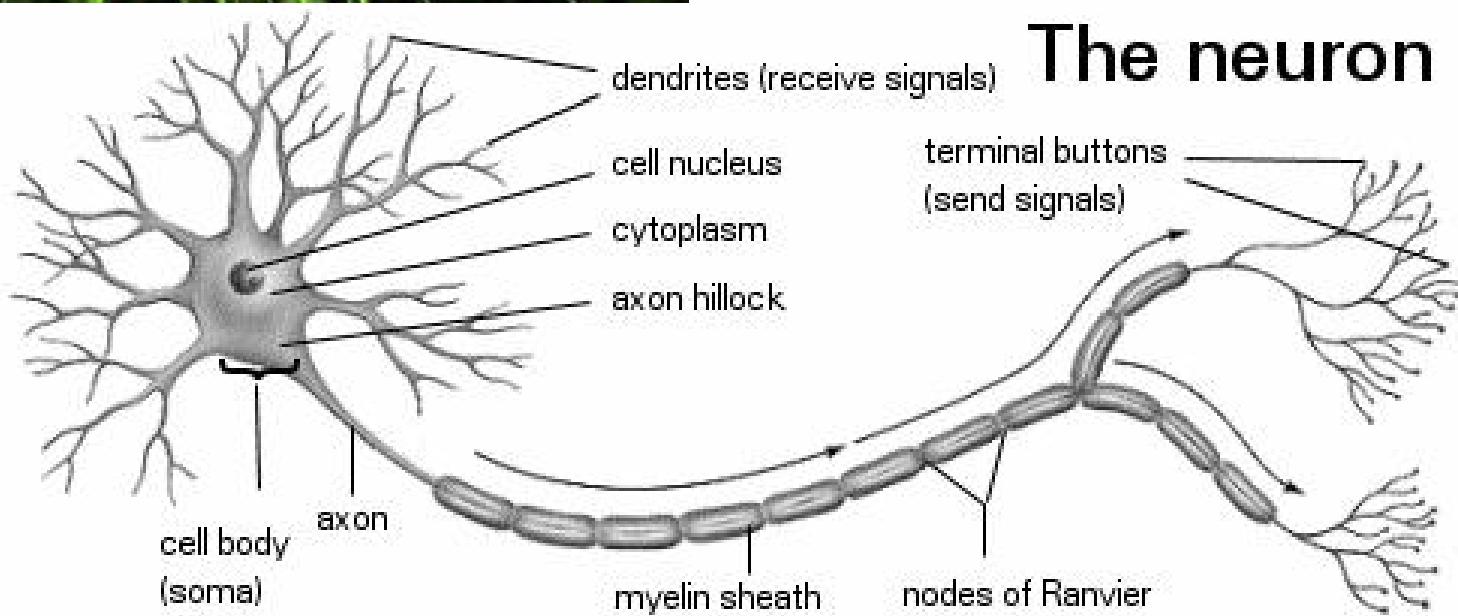


## Functional Areas of the Cerebellum

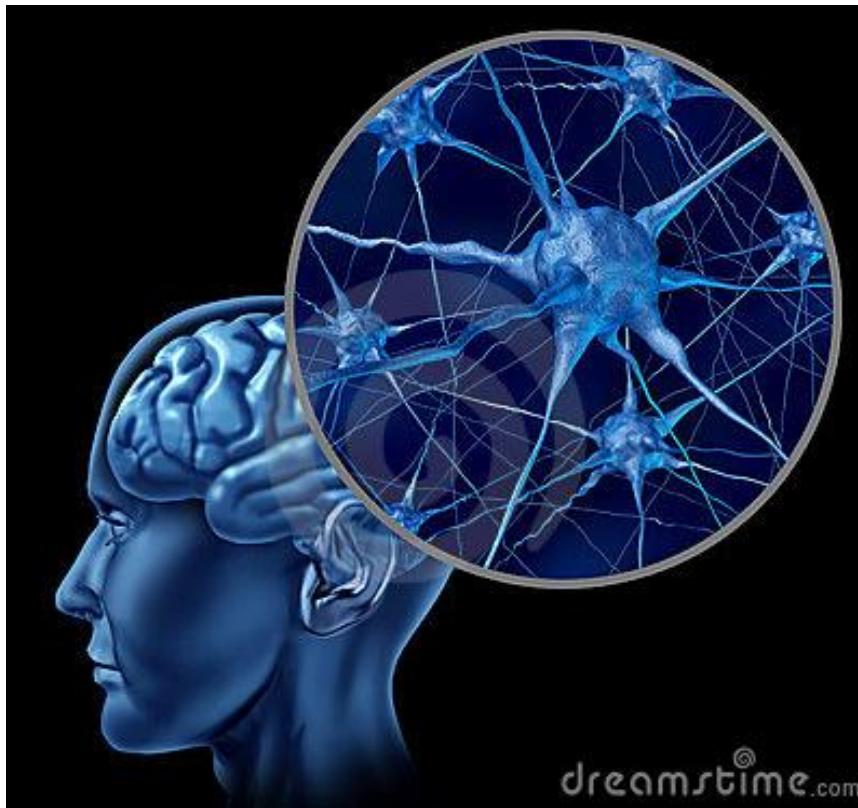
- 14 Motor Functions**  
Coordination of movement  
Balance and equilibrium  
Posture



# Sistem Syaraf Manusia



# Sistem Syaraf Manusia



# Sistem Syaraf Manusia

- Neuron merupakan sistem yang fault tolerance

Dapat mengenali sinyal input yang berbeda dari sebelumnya

- Dapat mengenali orang yg blm pernah ditemui hanya dengan melihat dari foto
- Dapat mengenali orang yang berubah krn tua misalnya

Tetap dapat bekerja walau beberapa neuronnya rusak, neuron lain dapat tumbuh dan dilatih

THE ANIMATIONS YOU'RE ABOUT TO SEE WERE CREATED BY THIAGO  
AT UNICAMP (BRAZIL) FOR THE BIOLOGY DEPARTMENT.

THEY ARE PART OF A MAJOR PROJECT INVOLVING LOTS OF PEOPLE:  
STUDENTS, RESEARCHERS AND PROFESSORS AIMING TO CREATE  
EDUCATIONAL PRODUCTS.

YOU CAN FREELY USE THIS IMAGES.

# Pembelajaran pada sistem Biologis

Pembelajaran dengan beradaptasi

Hewan yang baru lahir mempelajari warna pada buah-buahan, bahwa berwarna hijau adalah asam, sedangkan kuning atau merah adalah manis.

Pembelajaran dapat terjadi dengan adaptasi terhadap kebiasaan mengkonsumsi buah-buahan tersebut.



Pada tingkat sistem syaraf, pembelajaran terjadi saat sinaptis yang kuat mengubah atau menghilangkan beberapa sinapsis yang lemah dan membangun sinapsis baru.

# Pembelajaran Biologis



# Jaringan Syaraf Tiruan

- Suatu sistem pemrosesan informasi yang mencoba meniru kinerja otak manusia
- Merupakan generalisasi model matematis dengan asumsi:
  - Pemrosesan informasi terjadi pada elemen sederhana (=neuron)
  - Sinyal dikirimkan diantara neuron-neuron melalui penghubung (=dendrit dan akson)
  - Penghubung antar elemen memiliki bobot yang akan menambah atau mengurangi sinyal
  - Untuk menentukan output, setiap neuron memiliki fungsi aktivasi (biasanya non linier) yang dikenakan pada semua input
  - Besar output akan dibandingkan dengan threshold

# Jaringan Syaraf Tiruan

- Baik tidaknya (faktor) suatu model JST ditentukan oleh:
  - Pola antar neuron (arsitekur jaringan)
  - Metode untuk menentukan dan mengubah bobot (disebut metode learning)
  - Fungsi aktivasi
- JST disebut juga: brain metaphor, computational neuroscience, parallel distributed processing

# Jaringan Syaraf Tiruan

- JST dapat belajar dari pengalaman!
- Biasanya berhubungan dengan angka (numerik) sehingga data yang tidak numerik harus dibuat ke numerik
- Tidak ada rumus yang tetap (fixed) sehingga disebut dengan free-estimator!
- JST disebut black box atau tidak transparan karena tidak mampu menjelaskan bagaimana suatu hasil didapatkan!
- JST mampu menyelesaikan permasalahan yang tidak terstruktur dan sulit didefinisikan!

# Kelebihan JST

- Mampu mengakuisisi pengetahuan walau tidak ada kepastian
- Mampu melakukan generalisasi dan ekstraksi dari suatu pola data tertentu
- JST dapat menciptakan suatu pola pengetahuan melalui pengaturan diri atau kemampuan belajar (self organizing)
- Memiliki fault tolerance, gangguan dapat dianggap sebagai noise saja
- Kemampuan perhitungan secara paralel sehingga proses lebih singkat

# JST mampu:

- Klasifikasi: memilih suatu input data ke dalam kategori tertentu yang sudah ditetapkan
- Asosiasi: menggambarkan suatu obyek secara keseluruhan hanya dengan bagian dari obyek lain
- Self organizing: kemampuan mengolah data-data input tanpa harus mempunyai target
- Optimasi: menemukan suatu jawaban terbaik sehingga mampu meminimalisasi fungsi biaya

# Kelemahan JST

- Kurang mampu untuk melakukan operasi operasi numerik dengan presisi tinggi
- Kurang mampu melakukan operasi algoritma aritmatik, operasi logika dan simbolis
- Lamanya proses training yang mungkin terjadi dalam waktu yang sangat lama untuk jumlah data yang besar



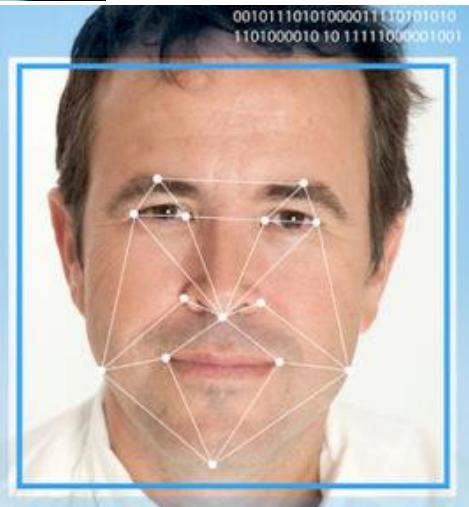
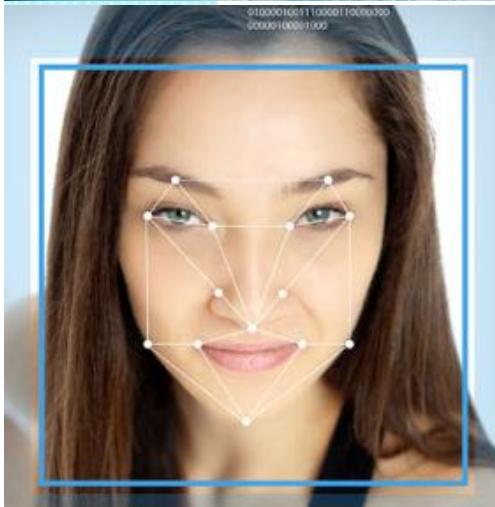
# Aplikasi JST

- Pengenalan pola (pattern recognition)

Huruf, tanda tangan, suara, sidik jari, gambar yang sudah sedikit berubah (mengandung noise)

Identifikasi pola saham

Pendeteksian uang palsu, kanker



THINKSTOCK

# Aplikasi JST



- Signal Processing  
Menekan noise pada saluran telepon
- Peramalan  
Peramalan saham
- Autopilot dan simulasi
- Kendali otomatis otomotif

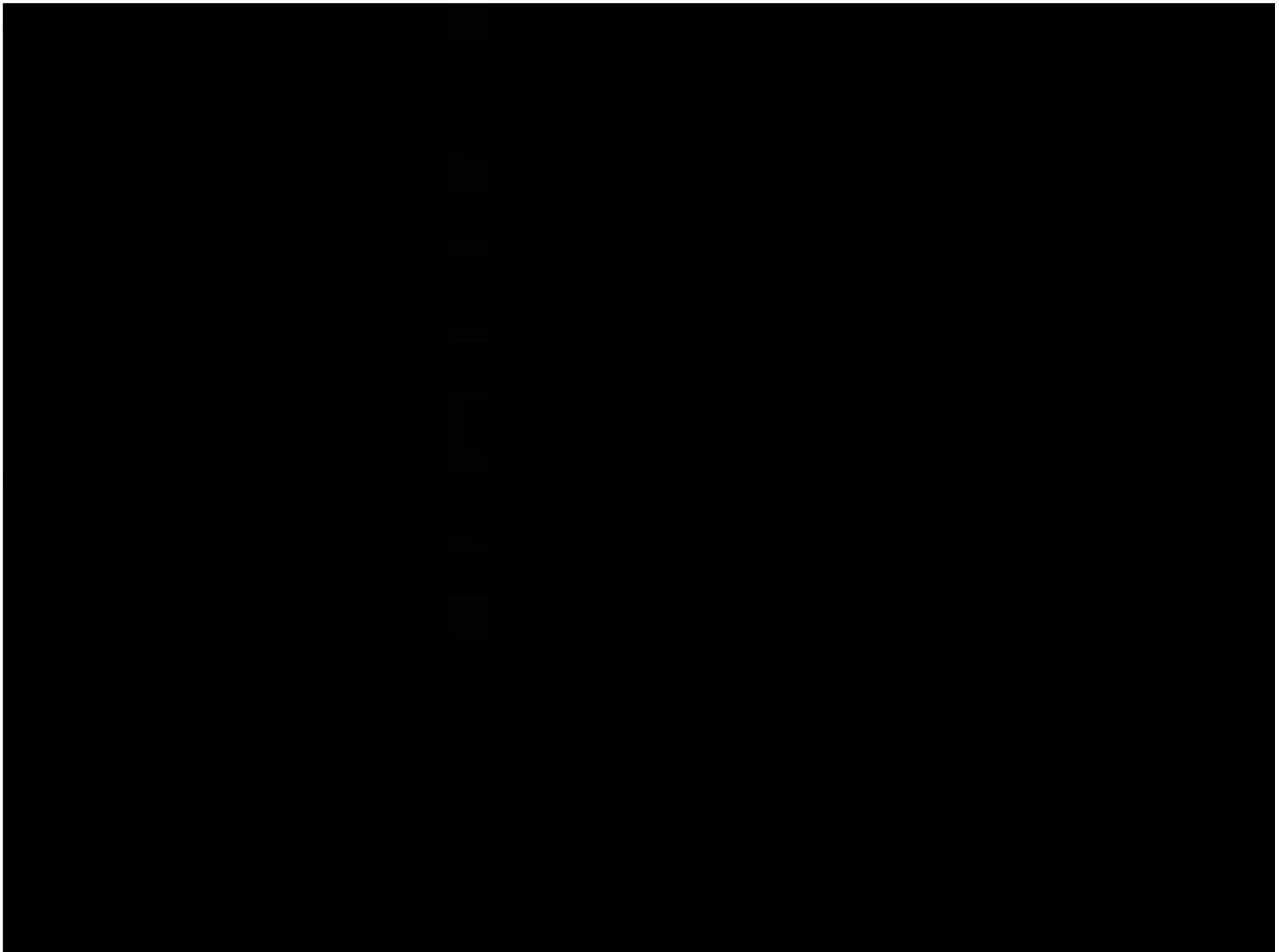
# Aplikasi JST

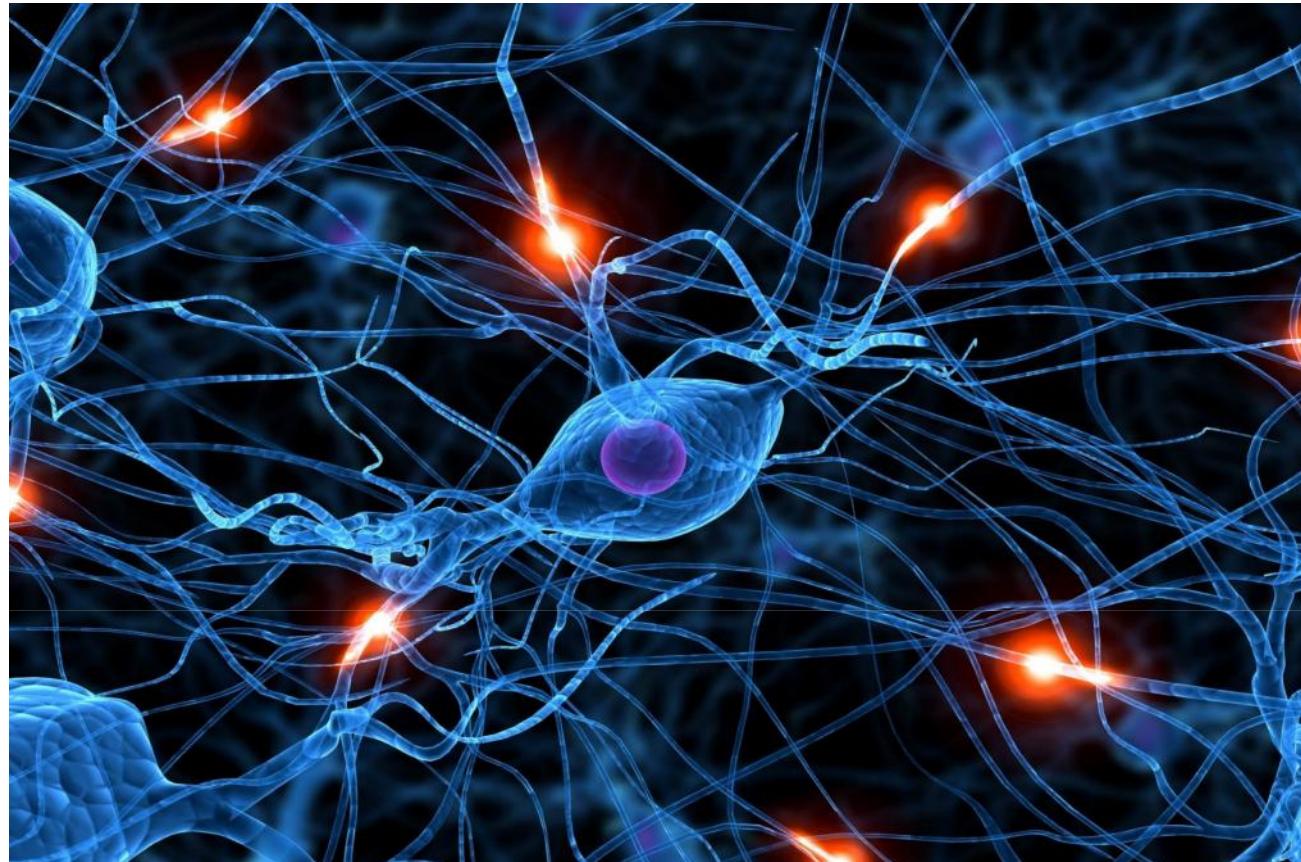
Dalam bidang robotika, dengan munculnya era Humanoid

1. Dapat mengenali objek di hadapannya.
2. Dapat bergerak sesuai dengan mekanisme tubuh manusia.
3. Dapat memilih dan menjawab pertanyaan.
4. Dapat berpikir ??

Mari kita lihat cuplikan video ini







## BAB 2

# Komponen-komponen Jaringan Syaraf Tiruan

# Komponen Jaringan Syaraf

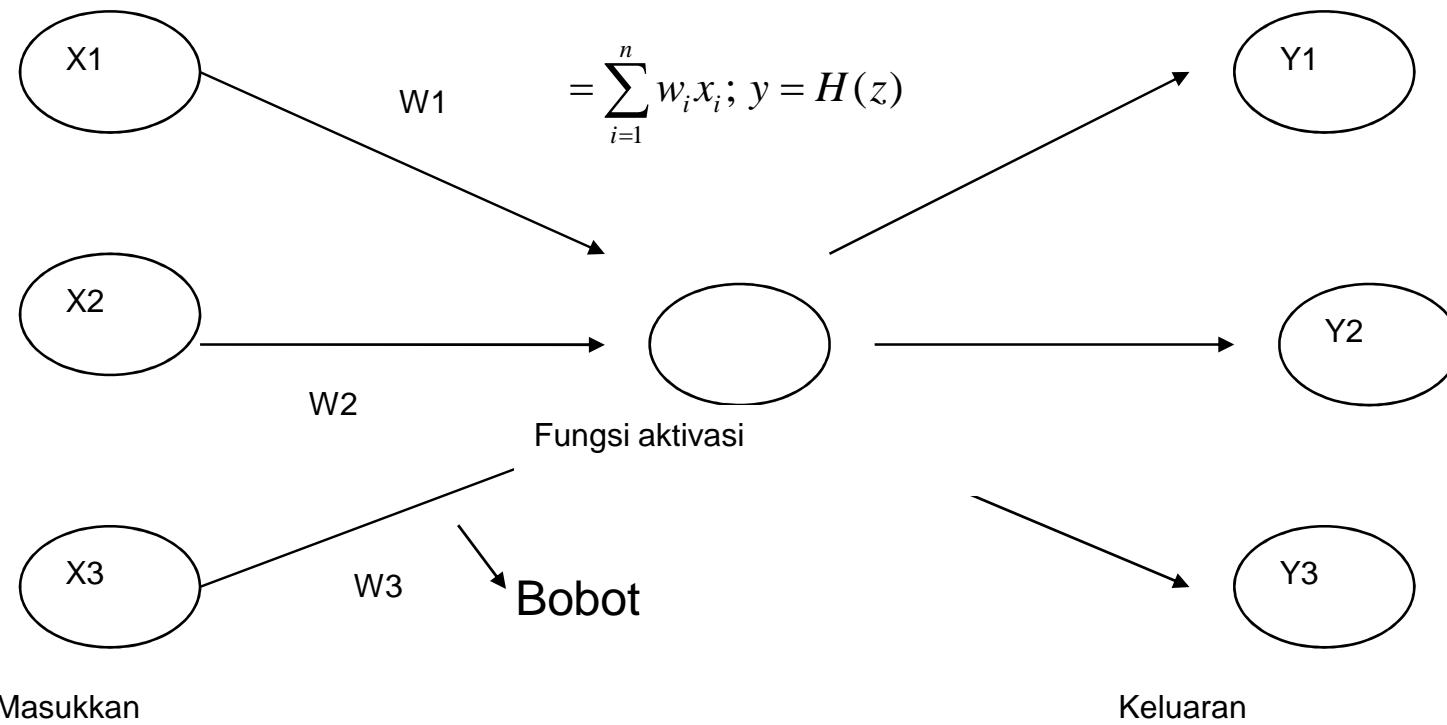
- Neuron, sel syaraf yang akan mentransformasikan informasi yang diterima melalui sambungan keluarnya menuju neuron-neuron yang lain.
- Pada jaringan syaraf, hubungan antar neuron-neuron dikenal dengan nama bobot.



# Komponen Jaringan Syaraf

- Pada jaringan syaraf, neuron-neuron akan dikumpulkan dalam lapisan-lapisan(*layer*) yang disebut dengan lapisan neuron (*neuron layers*)
- Informasi yang diberikan pada jaringan syaraf akan dirambatkan lapisan ke lapisan, mulai dari input sampai ke lapisan output melalui lapisan yang lainnya, yang dikenal dengan lapisan tersembunyi (*hidden layer*), tergantung pada algoritma pembelajarannya, bisa jadi informasi tersebut akan dirambatkan secara mundur pada jaringan.

# Model Neuron JST



$$Y_1 = X_1 \cdot W_1 + X_2 \cdot W_2 + X_3 \cdot W_3; \text{ dst...}$$

# Model Neuron

- Pada JST, neuron-neuron akan dikumpulkan dalam lapisan-lapisan yang disebut dengan layers
- Neuron dalam satu lapisan akan dihubungkan dengan neuron pada lapisan lainnya
- Kadang muncul juga layer tersembunyi (hidden layer) untuk menambah keakuratan pelatihan
- Informasi tersebut bisa dirambatkan secara forward ataupun backward

# Istilah dalam JST

- Neuron: sel syaraf tiruan yang merupakan elemen pengolah JST
- Jaringan: bentuk arsitektur JST, kumpulan neuron yang saling berhubungan dan membentuk lapisan
- Input: sebuah nilai input yang akan diproses menjadi nilai output
- Output: solusi dari nilai input
- Hidden layer: lapisan yang tidak terkoneksi secara langsung dengan lapisan input atau output, memperluas kemampuan JST
- Bobot: nilai matematis dari sebuah koneksi antar neuron
- Fungsi aktivasi: fungsi yang digunakan untuk mengupdate nilai-nilai bobot per-iterasi dari semua nilai input.

Fungsi aktivasi sederhana adalah mengkalikan input dengan bobotnya dan kemudian menjumlahkannya (disebut penjumlahan sigma)

Berbentuk linier atau tidak linier, dan sigmoid

- Paradigma pembelajaran: bentuk pembelajaran, supervised learning, atau unsupervised learning

# Arsitektur Jaringan

- Single Layer

Hanya memiliki satu lapisan dengan bobot-bobot terhubung.

Langsung menerima input dan mengolahnya menjadi output tanpa menggunakan hidden layer

- Multi Layer

Memiliki satu atau lebih lapisan input, satu atau lebih lapisan output, dan lapisan tersembunyi

Dapat menyelesaikan masalah yang lebih kompleks karena lebih akurat

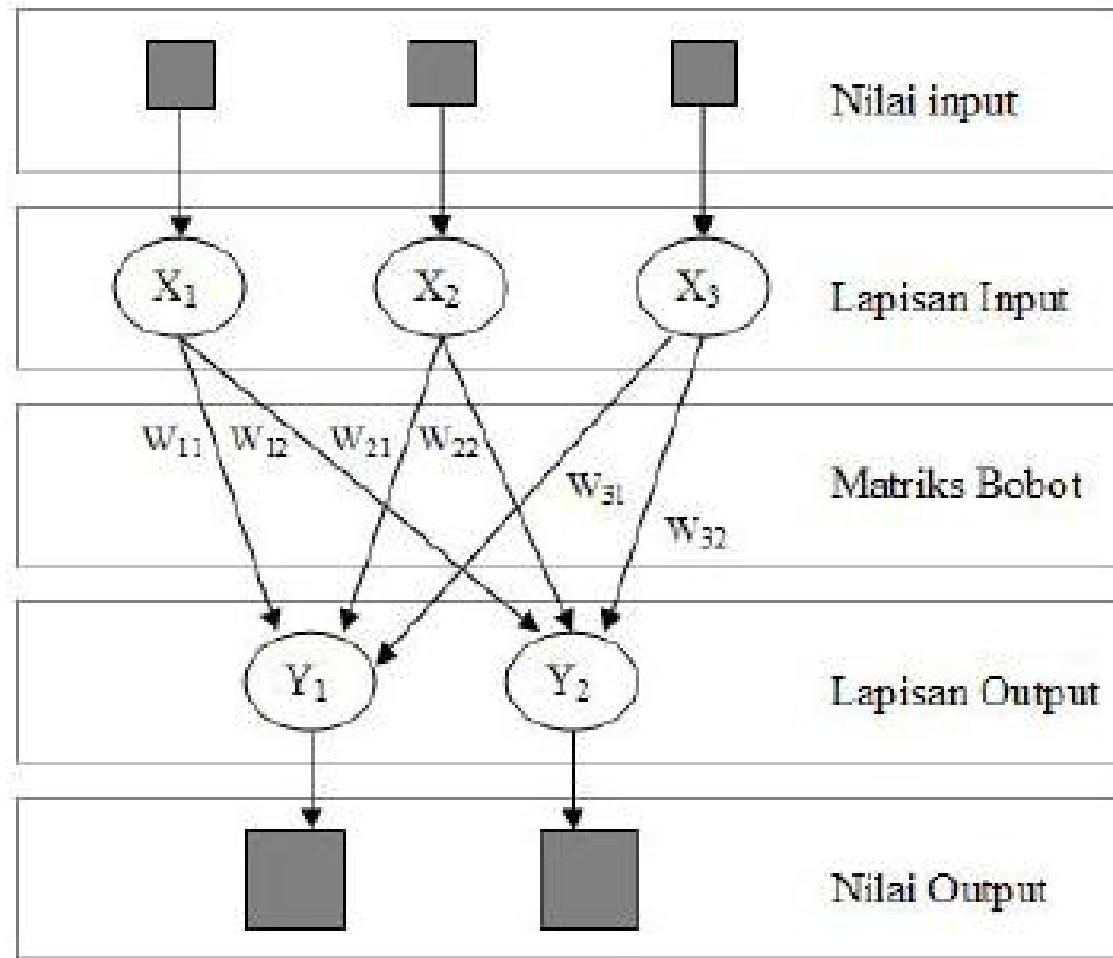
Fungsi pembelajarannya lebih rumit

- Kompetitive Model / Recurrent Model

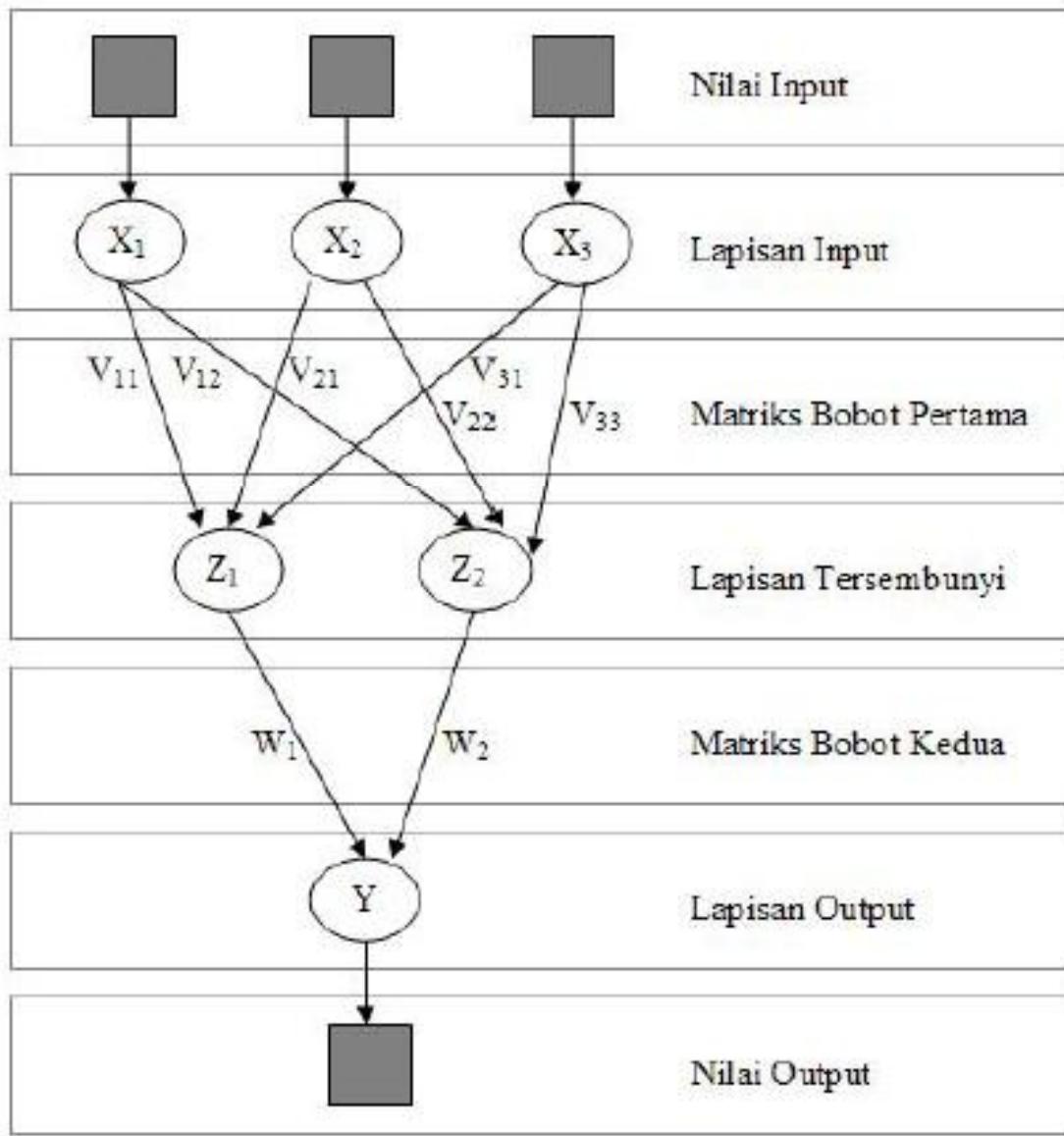
Hubungan antar neuron tidak diperlihatkan secara langsung pada arsitektur

Hubungan antar neuron dapat digambarkan sebagai jaring yang rumit

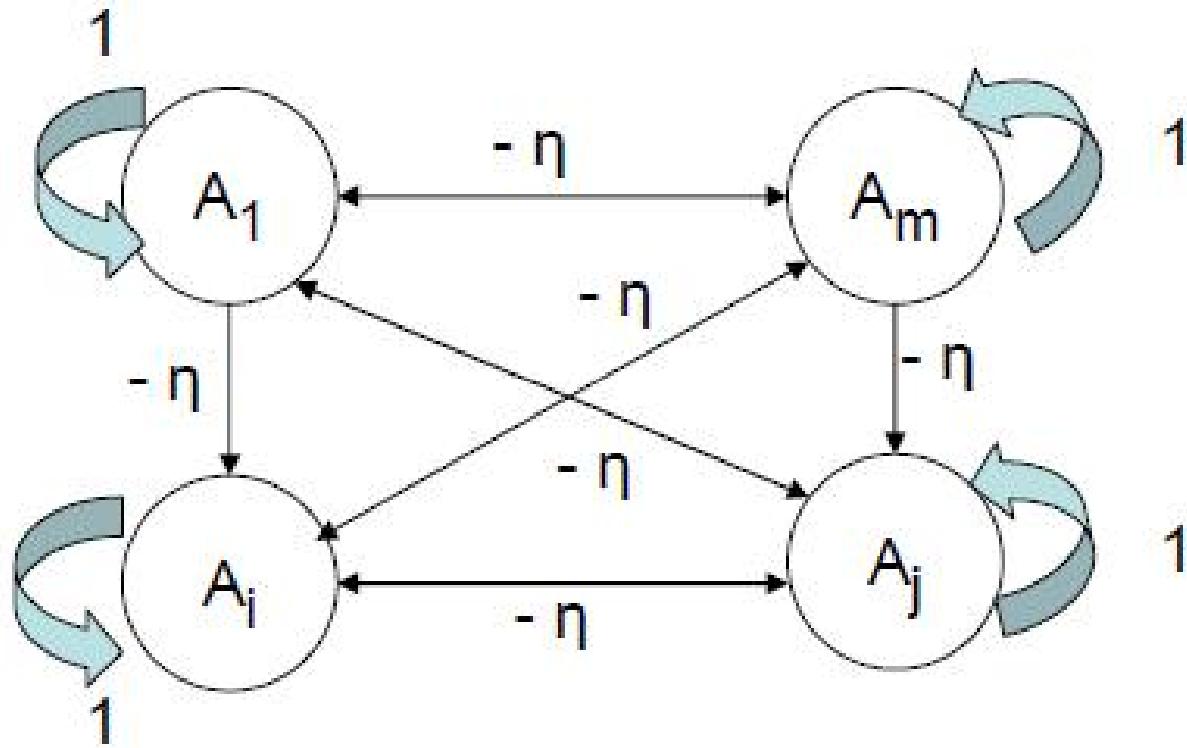
# JST Single Layer



# JST Multi Layer



# Competitive Layer



# Pengelompokkan JST

- **JST Feed Forward**

Tidak mempunyai loop

Contoh: single layer perceptron, multilayer perceptron, radial basis function

- **JST Feed Backward (Recurrent)**

Memiliki loop, lapisan output akan memberi input lagi bagi lapisan input

Contoh: competitive networks, kohonen, hopfield, ART

# Paradigma pembelajaran

- **Supervised Learning**

Kumpulan input berusaha membentuk target output yang sudah diketahui sebelumnya

Perbedaan antara output yang masih salah dengan output yang diharapkan harus sekecil mungkin

Biasanya lebih baik daripada unsupervised

Kelemahan: pertumbuhan waktu komputasi eksponensial, data bnyk berarti semakin lambat

- **Unsupervised Learning**

JST mengorganisasikan dirinya untuk membentuk vektor-vektor input yang serupa tanpa menggunakan data atau contoh-contoh pelatihan, biasanya ke dalam suatu kategori/kelompok2 tertentu

- **Hibrida Learning**

Gabungan antara unsupervised dan supervised

# Pembelajaran terawasi

## Hebb Rule

- Metode pembelajaran yang paling sederhana, pembelajaran dilakukan dengan cara memperbaiki nilai bobot sedemikian rupa sehingga jika ada 2 neuron yang terhubung dan keduanya dalam kondisi “on” pada saat yang sama, maka bobot antara keduanya dinaikkan.

# Pembelajaran terawasi

## Perception

- Biasanya digunakan untuk mengklasifikasikan suatu tipe pola tertentu yang sering dikenal dengan pemisahan secara linear.
- Algoritma yang digunakanakan mengatur parameter-parameter bebasnya melalui proses pembelajaran.

## Delta Rule

- Mengubah bobot yang menghubungkan antara jaringan input ke unit output dengan nilai target.

# Pembelajaran terawasi

## Backpropagation

- Algoritma pembelajaran yang terawasi dan biasanya digunakan oleh perception dengan banyak lapisan untuk mengubah bobot-bobot yang terhubung dengan neuron-neuron yang ada pada lapisan tersembunyi

## Hetroassociative Memory

- Jaringan yang bobot-bobotnya ditentukan sedemikian rupa sehingga jaringan tersebut dapat menyimpan kumpulan pola.

# Pembelajaran terawasi

## Bidirectional Associative Memory

- Model jaringan syaraf yang memiliki 2 lapisan dan terhubung penuh dari satu lapisan ke lapisan lainnya. Pada jaringan ini dimungkinkan adanya hubungan timbal balik antara lapisan input dan lapisan output.

## Learning vector Quantization

- Suatu metode untuk melakukan pembelajaran pada lapisan kompetitif yang terawasi. Suatu lapisan kompetitif akan secara otomatis belajar untuk mengklasifikasikan vektor-vektor input. Kelas-kelas yang didapatkan sebagai hasil hanya tergantung pada jarak antara vektor-vektor input.

# Pembelajaran tidak terawasi

- Jaringan kohonen pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Teuvo Kohonen tahun 1982.
- Pada jaringan ini, suatu lapisan yang berisi neuron-neuron akan menyusun dirinya sendiri berdasarkan input nilai tertentu dalam suatu kelompok yang dikenal dengan istilah *cluster*.
- Selama proses penyusunan diri, cluster yang memiliki vektor bobot paling cocok dengan pola input akan terpilih sebagai pemenang.

# Algoritma Pembelajaran Umum

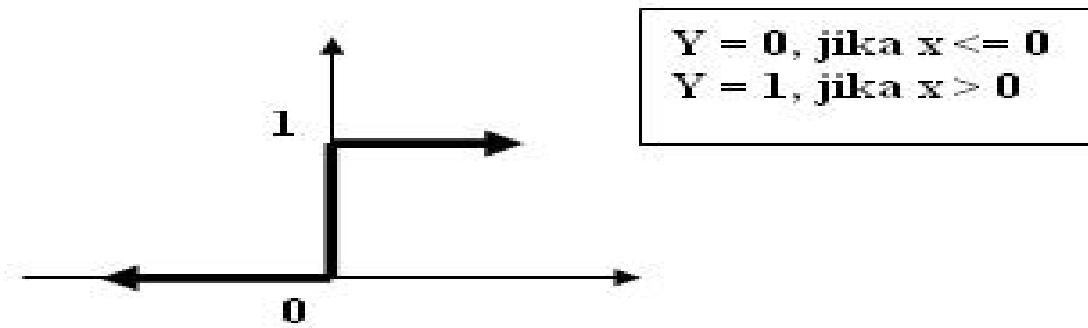
- Dimasukkan n data pelatihan
- Inisialisasi bobot-bobot jaringan, set  $i = 1$
- Masukkan contoh ke- $i$  ke dalam input
- Cari tingkat aktivasi unit output menggunakan algoritma yang ditetapkan
  - If memenuhi kriteria output then exit
  - else:
- Update bobot2 menggunakan fungsi galat error,  
Bobot baru = bobot lama + delta
- If  $i=n$  then reset  $i=1$ , else  $i=i+1$

# JST dan Aplikasi

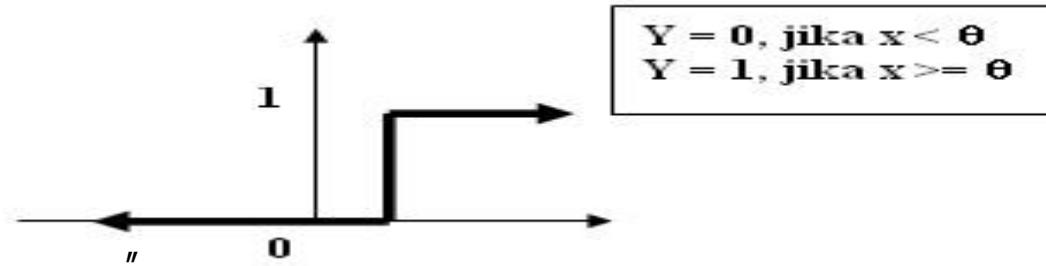
- Klasifikasi:ADALINE, Backpropagation
- Pengenalan Pola:ART, Backpropagation
- Peramalan:ADALINE, MADALINE, Backpropagation
- Optimasi:ADALINE, Hopfield, Boltzman, Backpropagation

# Fungsi Aktivasi

- Fungsi undak biner (hard limit)

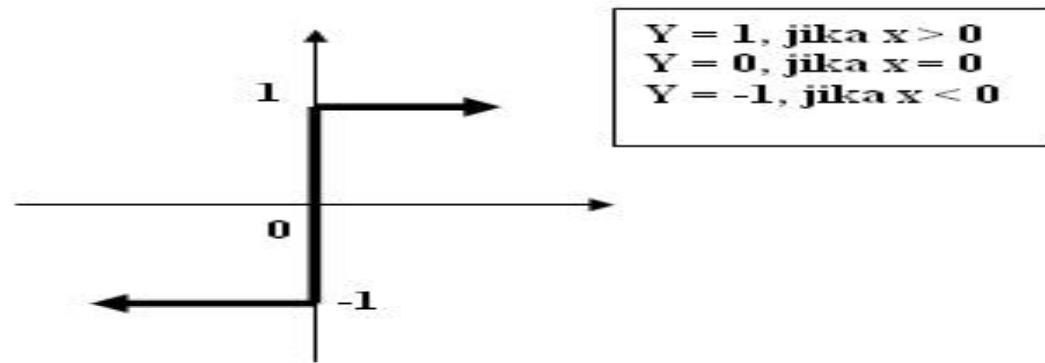


- Fungsi undak biner (threshold)

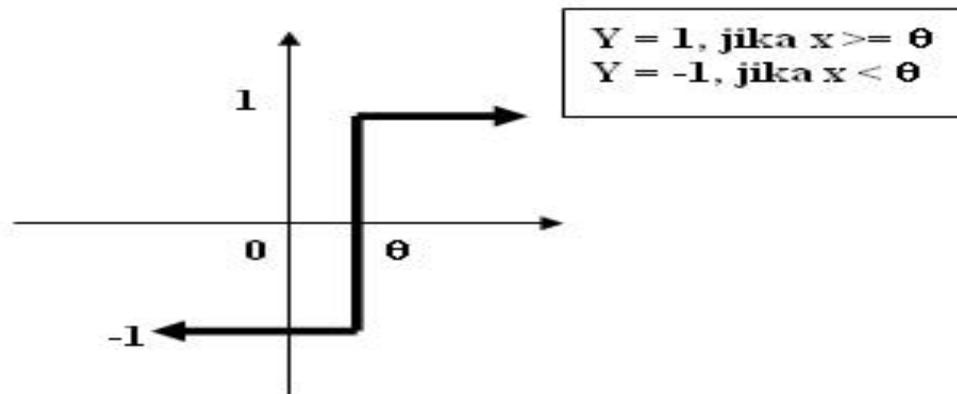


# Fungsi Aktivasi

- Fungsi bipolar

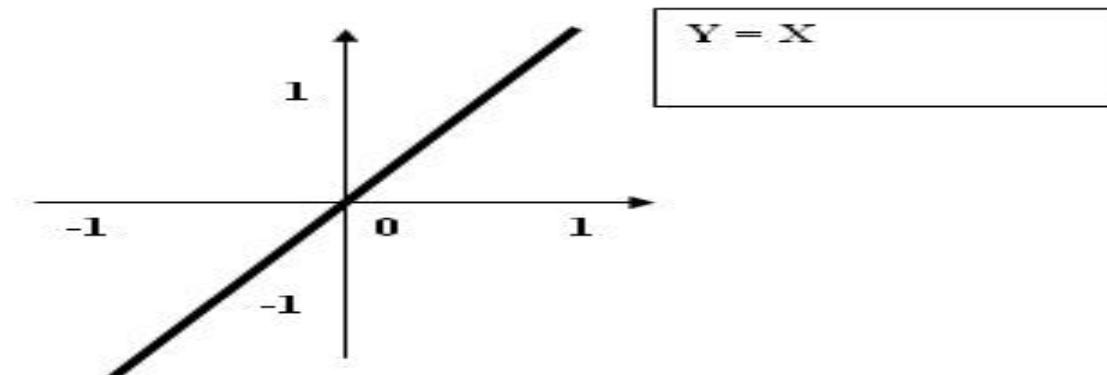


- Fungsi bipolar dengan threshold

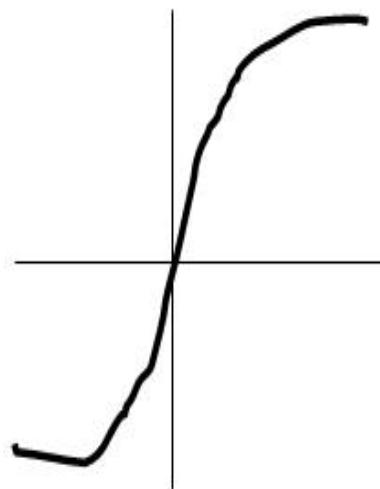


# Fungsi Aktivasi

- Fungsi Linier (identitas)



- Fungsi Sigmoid t



$$Y = f(x) = \frac{1}{1 + e^{-\alpha x}}$$

# Jaringan HEBB

- Menggunakan iterasi untuk menghitung bobot dan bias
- Dalam setiap iterasi, bobot dan bias diubah berdasarkan rumus tertentu
- $W = \text{bobot}$
- $W_{\text{baru}} = W_{\text{lama}} + X_i Y_i$
- Algoritma:

Init, semua bobot  $w_i = 0$

Untuk semua input:

- Set fungsi aktivasi  $x_i = s_i$
- Set output  $y=t$
- Perbaiki bobot:  $w(\text{baru}) = w(\text{lama}) + \Delta w$ , dengan  $\Delta w = x_i * y$
- Perbaiki bias,  $b(\text{baru}) = b(\text{lama}) + y$

# To Be Continued

- Jaringan HEBB
- Jaringan ADALINE MADALINE
- Jaringan Perceptron
- Jaringan Back Propagation
- Hybrid JST

# KUIS

- Apa yang dimaksud Jaringan Syaraf Tiruan?  
Dan sebutkan aplikasinya!
- Sebutkan Faktor yang mempengaruhi optimisasi JST!
- Sebutkan keuntungan dan kekurangan JST!
- Sebutkan dan Jelaskan kemampuan JST dalam penerapan teknologi !
- Tuliskan arti istilah neuron, jaringan, bobot, threshold, multilayer dan fungsional aktivasi!

# KUIS

- Gambarkan Arsitektur Jaringan pada JST!
- Jelaskan Supervised Learning dan Unsupervised Learning!