

Pengantar Jaringan Syaraf Tiruan

Oleh :

ELI YANI

eliyani_n@yahoo.com

*Dipublikasikan dan didedikasikan
untuk perkembangan pendidikan di Indonesia melalui*

MateriKuliah.Com

Lisensi Pemakaian Artikel:

*Seluruh artikel di **MateriKuliah.Com** dapat digunakan, dimodifikasi dan disebarkan secara bebas untuk tujuan bukan komersial (nonprofit), dengan syarat tidak menghapus atau merubah atribut Penulis. Hak Atas Kekayaan Intelektual setiap artikel di **MateriKuliah.Com** adalah milik Penulis masing-masing, dan mereka bersedia membagikan karya mereka semata-mata untuk perkembangan pendidikan di Indonesia. **MateriKuliah.Com** sangat berterima kasih untuk setiap artikel yang sudah Penulis kirimkan.*

1. Pendahuluan

Jaringan Syaraf Tiruan dibuat pertama kali pada tahun 1943 oleh *neurophysiologist* Waren McCulloch dan *logician* Walter Pitts, namun teknologi yang tersedia pada saat itu belum memungkinkan mereka berbuat lebih jauh.

1.1 Pengertian Jaringan Syaraf Tiruan

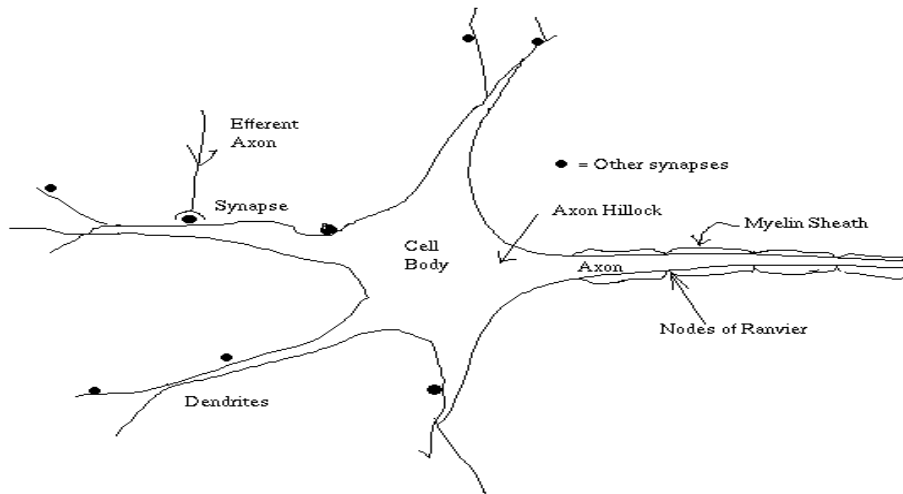
Jaringan Syaraf Tiruan adalah paradigma pemrosesan suatu informasi yang terinspirasi oleh sistem sel syaraf biologi, sama seperti otak yang memproses suatu informasi. Elemen mendasar dari paradigma tersebut adalah struktur yang baru dari sistem pemrosesan informasi. Jaringan Syaraf Tiruan, seperti manusia, belajar dari suatu contoh. Jaringan Syaraf Tiruan dibentuk untuk memecahkan suatu masalah tertentu seperti pengenalan pola atau klasifikasi karena proses pembelajaran.

Jaringan Syaraf Tiruan berkembang secara pesat pada beberapa tahun terakhir. Jaringan Syaraf Tiruan telah dikembangkan sebelum adanya suatu komputer konvensional yang canggih dan terus berkembang walaupun pernah mengalami masa vakum selama beberapa tahun.

1.2 Inspirasi Biologi

Jaringan Syaraf Tiruan keluar dari penelitian kecerdasan buatan, terutama percobaan untuk menirukan *fault-tolerance* dan kemampuan untuk belajar dari sistem syaraf biologi dengan model struktur *low-level* dari otak.

Otak terdiri dari sekitar (10.000.000.000) sel syaraf yang saling berhubungan. Sel syaraf mempunyai cabang struktur input (dendrites), sebuah inti sel dan percabangan struktur output (axon). Axon dari sebuah sel terhubung dengan dendrites yang lain melalui sebuah synapse. Ketika sebuah sel syaraf aktif, kemudian menimbulkan suatu signal electrochemical pada axon. Signal ini melewati synapses menuju ke sel syaraf yang lain. Sebuah sel syaraf lain akan mendapatkan signal jika memenuhi batasan tertentu yang sering disebut dengan nilai ambang atau (threshold).

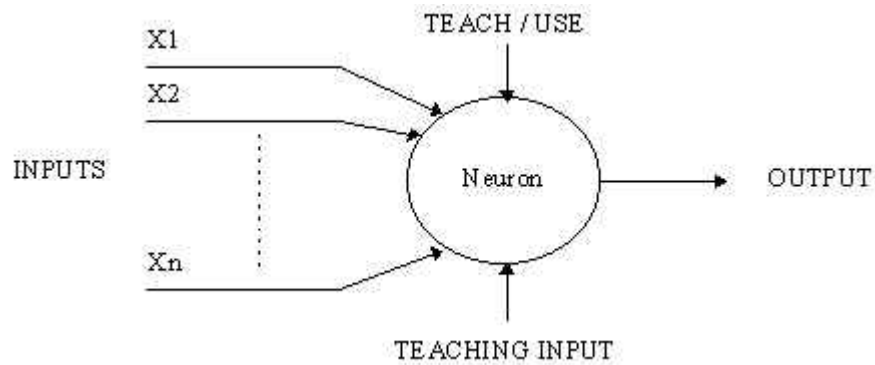


Gambar 1. Susunan Syaraf Manusia

2. Perbandingan Jaringan Syaraf Tiruan dengan Konvensional

Jaringan Syaraf Tiruan memiliki pendekatan yang berbeda untuk memecahkan masalah bila dibandingkan dengan sebuah komputer konvensional. Umumnya komputer konvensional menggunakan pendekatan algoritma (komputer konvensional menjalankan sekumpulan perintah untuk memecahkan masalah). Jika suatu perintah tidak diketahui oleh komputer konvensional maka komputer konvensional tidak dapat memecahkan masalah yang ada. Sangat penting mengetahui bagaimana memecahkan suatu masalah pada komputer konvensional dimana komputer konvensional akan sangat bermanfaat jika dapat melakukan sesuatu dimana pengguna belum mengetahui bagaimana melakukannya.

Jaringan Syaraf Tiruan dan suatu algoritma komputer konvensional tidak saling bersaing namun saling melengkapi satu sama lain. Pada suatu kegiatan yang besar, sistem yang diperlukan biasanya menggunakan kombinasi antara keduanya (biasanya sebuah komputer konvensional digunakan untuk mengontrol Jaringan Syaraf Tiruan untuk menghasilkan efisiensi yang maksimal. Jaringan Syaraf Tiruan tidak memberikan suatu keajaiban tetapi jika digunakan secara tepat akan menghasilkan sesuatu hasil yang luarbiasa.

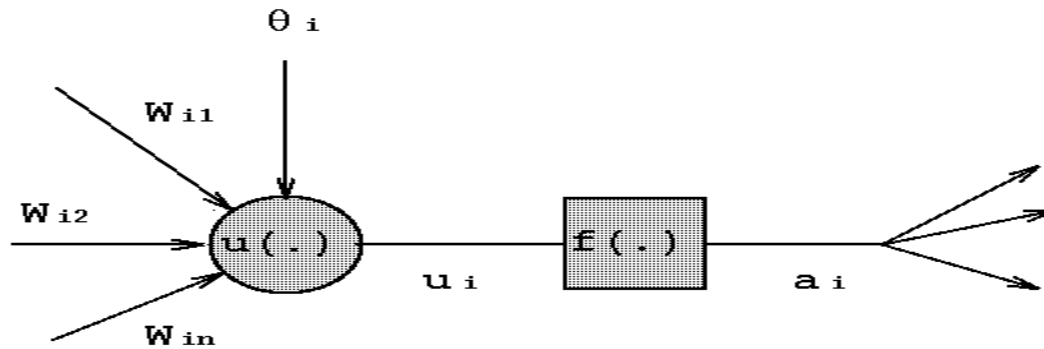


Gambar 2. Sebuah Sel Syaraf Sederhana

3. Model Dasar Jaringan Syaraf Tiruan

Mengadopsi esensi dasar dari system syaraf biologi, syaraf tiruan digambarkan sebagai berikut : Menerima input atau masukan (baik dari data yang dimasukkan atau dari output sel syaraf pada jaringan syaraf. Setiap input datang melalui suatu koneksi atau hubungan yang mempunyai sebuah bobot (*weight*). Setiap sel syaraf mempunyai sebuah nilai ambang. Jumlah bobot dari input dan dikurangi dengan nilai ambang kemudian akan mendapatkan suatu aktivasi dari sel syaraf (*post synaptic potential*, PSP, dari sel syaraf). Signal aktivasi kemudian menjadi fungsi aktivasi / fungsi transfer untuk menghasilkan output dari sel syaraf.

Jika tahapan fungsi aktivasi digunakan (output sel syaraf = 0 jika input <0 dan 1 jika input ≥ 0) maka tindakan sel syaraf sama dengan sel syaraf biologi yang dijelaskan diatas (pengurangan nilai ambang dari jumlah bobot dan membandingkan dengan 0 adalah sama dengan membandingkan jumlah bobot dengan nilai ambang). Biasanya tahapan fungsi jarang digunakan dalam Jaringan Syaraf Tiruan. Fungsi aktivasi ($f(.)$) dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Fungsi Aktifasi

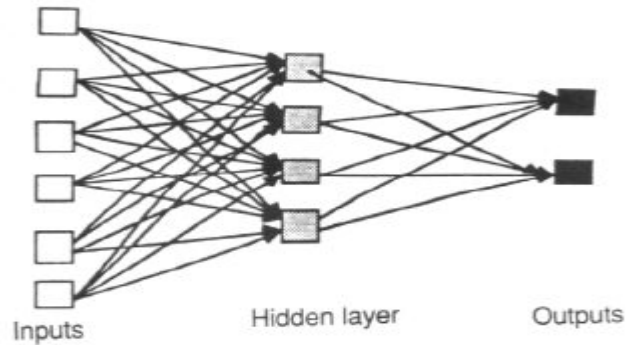
Bagaimana sel syaraf saling berhubungan? Jika suatu jaringan ingin digunakan untuk berbagai keperluan maka harus memiliki input (akan membawa nilai dari suatu variabel dari luar) dan output (dari prediksi atau signal kontrol). Input dan output sesuai dengan sensor dan syaraf motorik seperti signal datang dari mata kemudian diteruskan ke tangan, Dalam hal ini terdapat sel syaraf atau neuron pada lapisan tersembunyi berperan pada jaringan ini. Input, lapisan tersembunyi dan output sel syaraf diperlukan untuk saling terhubung satu sama lain.

Berdasarkan dari arsitektur (pola koneksi), Jaringan Syaraf Tiruan dapat dibagi kedalam dua katagori :

3.1 Struktur *feedforward*

Sebuah jaringan yang sederhana mempunyai struktur *feedforward* dimana signal bergerak dari input kemudian melewati lapisan tersembunyi dan akhirnya mencapai unit output (mempunyai struktur perilaku yang stabil).

Tipe jaringan *feedforward* mempunyai sel syaraf yang tersusun dari beberapa lapisan. Lapisan input bukan merupakan sel syaraf. Lapisan ini hanya memberi pelayanan dengan mengenalkan suatu nilai dari suatu variabel. Lapisan tersembunyi dan lapisan output sel syaraf terhubung satu sama lain dengan lapisan sebelumnya. Kemungkinan yang timbul adalah adanya hubungan dengan beberapa unit dari lapisan sebelumnya atau terhubung semuanya (lebih baik).



Gambar 4. Jaringan Syaraf Tiruan *Feedforward*

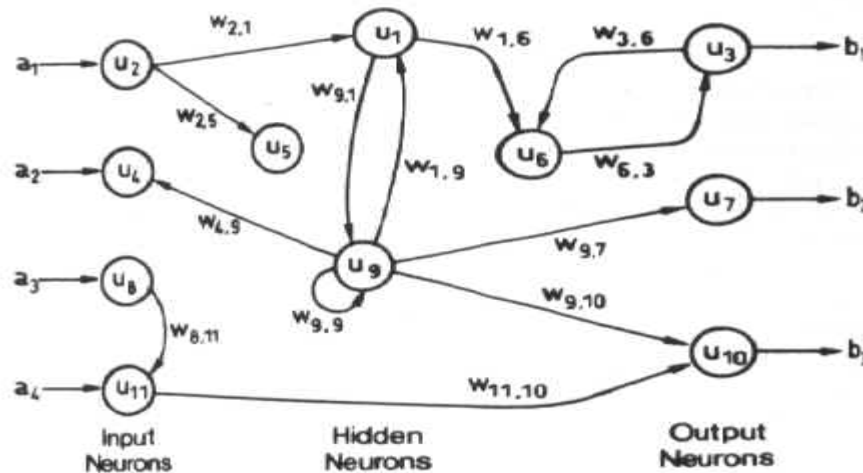
Yang termasuk dalam struktur *feedforward* :

- Single-layer perceptron
- Multilayer perceptron
- Radial-basis function networks
- Higher-order networks
- Polynomial learning networks

3.2 Struktur *recurrent (feedback)*

Jika suatu jaringan berulang (mempunyai koneksi kembali dari output ke input) akan menimbulkan ketidakstabilan dan akan menghasilkan dinamika yang sangat kompleks. Jaringan yang berulang sangat menarik untuk diteliti dalam Jaringan Syaraf Tiruan, namun sejauh ini structure *feedforward* sangat berguna untuk memecahkan masalah. Yang termasuk dalam stuktur *recurrent (feedback)* :

- Competitive networks
- Self-organizing maps
- Hopfield networks
- Adaptive-resonanse theory models



Gambar 5. Jaringan Syaraf Tiruan *FeedBack*

Ketika sebuah Jaringan Syaraf digunakan. Input dari nilai suatu variabel ditempatkan dalam suatu input unit. dan kemudian unit lapisan tersembunyi dan lapisan output menjalankannya. Setiap lapisan tersebut menghitung nilai aktivasi dengan mengambil jumlah bobot output dari setiap unit dari lapisan sebelumnya dan kemudian dikurangi dengan nilai ambang. Nilai aktivasi kemudian melalui fungsi aktivasi untuk menghasilkan output dari sel syaraf. Ketika semua unit pada Jaringan Syaraf telah dijalankan maka aksi dari lapisan output merupakan output dari seluruh jaringan syaraf.

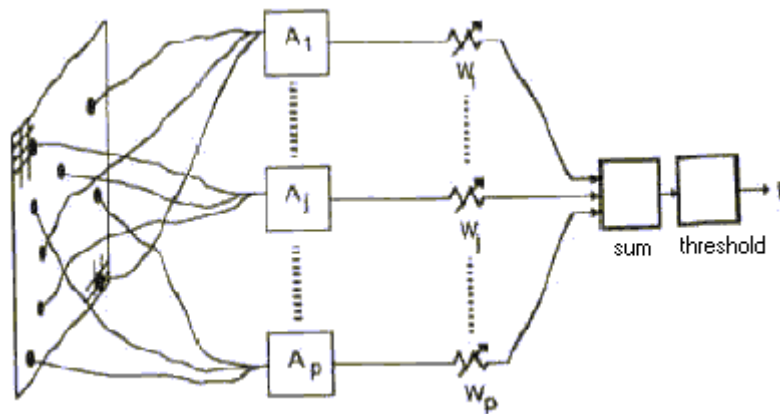
4. Lapisan pada Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan Syaraf Tiruan biasanya mempunyai 3 group atau lapisan yaitu unit-unit : lapisan **input** yang terhubung dengan lapisan **tersembunyi** yang selanjutnya terhubung dengan lapisan **output**.

- Aktifitas unit-unit lapisan input menunjukkan informasi dasar yang kemudian digunakan dalam Jaringan Syaraf Tiruan.
- Aktifitas setiap unit-unit lapisan tersembunyi ditentukan oleh aktifitas dari unit-unit input dan bobot dari koneksi antara unit-unit input dan unit-unit lapisan tersembunyi
- Karakteristik dari unit-unit output tergantung dari aktifitas unit-unit lapisan tersembunyi dan bobot antara unit-unit lapisan tersembunyi dan unit-unit output.

5. Perceptron

Perceptron termasuk kedalam salah satu bentuk Jaringan Syaraf Tiruan yang sederhana. Perceptron biasanya digunakan untuk mengklasifikasikan suatu tipe pola tertentu yang sering dikenal dengan istilah pemisahan secara linear. Pada dasarnya perceptron pada Jaringan Syaraf dengan satu lapisan memiliki bobot yang bisa diatur dan suatu nilai ambang. Algoritma yang digunakan oleh aturan perceptron ini akan mengatur parameter-parameter bebasnya melalui proses pembelajaran. Fungsi aktivasi dibuat sedemikian rupa sehingga terjadi pembatasan antara daerah positif dan daerah negatif. Perceptron dapat dilihat di gambar 6



Gambar 6. Bentuk Perceptron

6. Proses Pembelajaran

Umumnya, jika menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan, hubungan antara input dan output harus diketahui secara pasti dan jika hubungan tersebut telah diketahui maka dapat dibuat suatu model. Hal lain yang penting adalah proses belajar hubungan input/output dilakukan dengan pembelajaran. Ada dua tipe pembelajaran yang dikenal yaitu : pembelajaran terawasi dan pembelajaran tak terawasi.

Pada pembelajaran terawasi, metode ini digunakan jika output yang diharapkan telah diketahui sebelumnya. Biasanya pembelajaran dilakukan dengan menggunakan data yang telah ada. Pada contoh diatas misalnya data pasar saham yang ada pada DOW, NASDAQ atau FTSE, data yang ada sebelumnya mengenai aplikasi kredit yang berhasil termasuk daftar pertanyaan atau posisi sebuah robot dan reaksi yang benar.

Pada metode pembelajaran yang tidak terawasi, tidak memerlukan target output. Pada metode ini tidak dapat ditentukan hasil seperti apa yang diharapkan selama proses pembelajaran. Selama proses pembelajaran, nilai bobot disusun dalam suatu range tertentu tergantung pada nilai input yang diberikan. Tujuan pembelajaran ini adalah mengelompokkan unit-unit yang hampir sama dalam suatu area tertentu. Pembelajaran seperti ini biasanya sangat cocok untuk pengelompokkan (klasifikasi) pola.

7. Fungsi Transfer

Karakter dari Jaringan Syaraf Tiruan tergantung atas bobot dan fungsi input-output (fungsi transfer) yang mempunyai ciri tertentu untuk setiap unit. Fungsi ini terdiri dari 3 katagori yaitu :

Untuk **linear units**, Aktifitas output adalah sebanding dengan jumlah bobot output.

Untuk **threshold units**, Output diatur satu dari dua tingkatan tergantung dari apakah jumlah input adalah lebih besar atau lebih kecil dari nilai ambang.

Untuk **sigmoid units**, Output terus menerus berubah-ubah tetapi tidak berbentuk linear. Unit ini mengandung kesamaan yang lebih besar dari sel syaraf sebenarnya dibandingkan dengan linear dan *threshold* unit, namun ketiganya harus dipertimbangkan dengan perkiraan kasar.

Untuk membuat Jaringan Syaraf Tiruan untuk melakukan beberapa kerja khusus. Harus dipilih bagaimana unit-unit dihubungkan antara satu dengan yang lain dan harus mengatur bobot dari hubungan tersebut secara tepat. Hubungan tersebut menentukan apakah mungkin suatu unit mempengaruhi unit yang lain. Bobot menentukan kekuatan dari pengaruh tersebut.

Dapat dilakukan pembelajaran terhadap 3 lapisan pada Jaringan Syaraf Tiruan untuk melakukan kerja khusus dengan menggunakan prosedur dibawah ini :

1. Memperkenalkan Jaringan Syaraf Tiruan dengan contoh pembelajaran yang terdiri dari sebuah pola dari aktifitas untuk unit-unit input bersama dengan pola yang diharapkan dari aktifitas untuk unit-unit output.
2. Menentukan seberapa dekat output sebenarnya dari Jaringan Syaraf Tiruan sesuai dengan output yang diharapkan.

3. Mengubah bobot setiap hubungan agar Jaringan Syaraf Tiruan menghasilkan suatu perkiraan yang lebih baik dari output yang diharapkan

Ilustrasi dari prosedur pembelajaran diatas dapat dilihat dibawah ini :

Diasumsikan bahwa suatu Jaringan Syaraf Tiruan dapat mengenali digit dari tulisan tangan. Dapat digunakan suatu array dengan 256 sensor, setiap sensor merekam ada tidaknya tinta pada suatu digit. Jaringan Syaraf Tiruan memerlukan 256 unit-unit input (satu untuk setiap sensor), 10 unit-unit output (satu untuk setiap digit) dan sebuah nomor dari unit-unit tersembunyi.

Untuk setiap digit yang direkam oleh sensor, Jaringan Syaraf Tiruan akan menghasilkan aktifitas yang tinggi pada unit output yang cocok dan aktifitas yang rendah pada unit-unit output yang lain.

Untuk pembelajaran Jaringan Syaraf Tiruan, ditampilkan sebuah gambar dari sebuah digit dan membandingkan aktifitas sebenarnya dari 10 unit-unit output dengan aktifitas yang diharapkan. Kemudian menghitung error, dimana ditentukan sebagai persegi yang berbeda antara aktifitas sebenarnya dan aktifitas yang diharapkan. Selanjutnya mengubah bobot setiap hubungan untuk mengurangi error. Hal ini dilakukan berulang-ulang dengan banyak gambar yang berbeda

Untuk mengimplementasikan prosedur ini diperlukan perhitungan *error derivative* untuk bobot (EW) supaya perubahan bobot oleh sebuah jumlah yang sesuai pada nilai dimana error berubah karena bobot diubah. Suatu cara untuk menghitung EW adalah mengubah bobot sedikit dan meneliti bagaimana error dapat berubah. Namun metode ini kurang efisien karena membutuhkan gangguan yang berbeda untuk setiap dari sekian banyak bobot.

Cara lain yang sering digunakan untuk menghitung EW adalah dengan menggunakan algoritma *back-propagation*. Saat ini merupakan metode yang penting untuk pembelajaran Jaringan Syaraf Tiruan. Metode ini dikembangkan secara mandiri oleh 2 tim yaitu Fogelman-Soulie, Gallinari dan Le Cun dari Prancis dan Rumelhart, Hinton dan Williams dari Amerika.

8. Faktor Keberhasilan Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan Syaraf Tiruan mengalami “booming” dan diminati beberapa tahun terakhir ini, dan sangat sukses digunakan untuk memecahkan berbagai masalah dalam berbagai disiplin ilmu seperti : bidang finansial, kedokteran, teknik, geologi dan fisika. Lebih jauh lagi, bahwa sesuatu masalah dengan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan dapat diprediksi, dikelompokkan dan dikontrol.

Ada beberapa faktor yang mendukung keberhasilan tersebut antara lain :

Handal. Jaringan Syaraf Tiruan adalah teknik pemodelan yang sangat memuaskan yang dapat membuat model suatu fungsi yang sangat kompleks. Khususnya Jaringan Syaraf Tiruan nonlinear. Sejak beberapa tahun, model linear umumnya digunakan dimana model linear dikenal dengan strategi optimasi. Jaringan Syaraf Tiruan juga menggunakan model nonlinear dengan berbagai variabel.

Mudah digunakan. Jaringan Syaraf Tiruan dipelajari dengan contoh. Pengguna Jaringan Syaraf Tiruan mengumpulkan data dan melakukan pembelajaran algoritma untuk mempelajari secara otomatis struktur data, sehingga pengguna tidak memerlukan pengetahuan khusus mengenai bagaimana memilih dan mempersiapkan data, bagaimana memilih Jaringan Syaraf Tiruan yang tepat, bagaimana membaca hasil, tingkatan pengetahuan yang diperlukan untuk keberhasilan Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan tidak lebih dari pemecahan masalah yang menggunakan metode statistik nonlinear yang telah dikenal.

9. Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan Syaraf Tiruan mampu menggambarkan setiap situasi adanya sebuah hubungan antara variabel *predictor (independents, inputs)* dan variabel *predicted (dependents, outputs)*, ketika hubungan tersebut sangat kompleks dan tidak mudah untuk menjelaskan kedalam istilah yang umum dari “*correlations*” atau “*differences between groups*”. Beberapa contoh permasalahan yang dapat dipecahkan secara baik oleh Jaringan Syaraf Tiruan antara lain :

9.1. Deteksi Fenomena Kedokteran.

Berbagai indikasi yang berhubungan dengan kesehatan (kombinasi dari denyut jantung, tingkatan dan berbagai substansi dalam darah, dll) dapat dimonitoring. Serangan

pada kondisi kesehatan tertentu dapat dihubungkan dengan perubahan kombinasi yang sangat kompleks (nonlinear dan interaktif) pada *subset* dari variabel, dapat dimonitoring. Jaringan Syaraf Tiruan telah digunakan untuk mengenali pola yang diperkirakan sehingga perlakuan yang tepat dapat dilakukan.

9.2. Untuk mendeteksi golongan darah manusia

Dengan menggunakan pengolahan citra. Manusia berusaha keras dengan segala kemampuannya untuk menirukan kehebatan yang mereka miliki, misalnya seorang dokter dengan keahliannya dapat membedakan golongan darah manusia antara A, B, AB, dan O. Dengan pendekatan kecerdasan buatan, manusia berusaha menirukan bagaimana pola-pola dibentuk. Jaringan Syaraf Tiruan telah dikembangkan sebagai generalisasi model matematik dari pembelajaran manusia.

9.3. Prediksi Pasar Saham.

Fluktuasi dari harga saham dan index saham adalah contoh lain yang kompleks, multidimesi tetapi dalam beberapa kondisi tertentu merupakan phenomena yang dapat prediksi. Jaringan Syaraf Tiruan telah digunakan oleh analis teknik untuk membuat prediksi tentang pasar saham yang didasarkan atas sejumlah faktor seperti keadaan masa lalu bursa yang lain dan berbagai indikator ekonomi.

9.4. Perjanjian Kredit.

Berbagai informasi biasanya didapat dari seorang peminjam seperti umur, pendidikan, pekerjaan dan berbagai data lain. Setelah pembelajaran dari Jaringan Syaraf Tiruan tentang data peminjam, analisis Jaringan Syaraf Tiruan dapat mengidentifikasi karaktersetik peminjam sehingga dapat digunakan untuk mengklasifikasikan peminjam terhadap resiko peminjam dalam kategori baik atau buruk

9.5. Monitoring Kondisi Mesin.

Jaringan Syaraf Tiruan dapat digunakan untuk memangkas biaya dengan memberikan keahlian tambahan untuk menjadwalkan perawatan mesin. Jaringan Syaraf Tiruan dapat dilatih untuk membedakan suara sebuah mesin ketika berjalan normal

(“*false alarm*”) dengan ketika mesin hampir mengalami suatu masalah. Setelah periode pembelajaran, keahlian dari Jaringan Syaraf Tiruan dapat digunakan untuk memperingatkan seorang teknisi terhadap kerusakan yang akan timbul sebelum terjadi yang akan menyebabkan biaya yang tidak terduga.

9.6. Pemeliharaan Mesin.

Jaringan Syaraf Tiruan telah digunakan untuk menganalisis input dari sebuah sensor pada sebuah mesin. Dengan mengontrol beberapa parameter ketika mesin sedang berjalan, dapat melakukan fungsi tertentu misalnya meminimalkan penggunaan bahan bakar.

10. Kesimpulan

Jaringan Syaraf Tiruan mulai dilirik banyak kalangan karena mempunyai banyak kelebihan dibandingkan system konvensional. Jaringan Syaraf Tiruan mewakili pikiran manusia untuk mendekatkan diri dengan komputer, maksudnya Jaringan Syaraf Tiruan dirancang agar komputer dapat bekerja seperti/layaknya otak manusia. Berikut ini beberapa keunggulan dari Jaringan Syaraf Tiruan adalah :

1. *Adaptive learning*: Suatu kemampuan untuk melakukan suatu kegiatan yang didasarkan atas data yang diberikan pada saat pembelajaran atau dari pengalaman sebelumnya.
2. *Self-Organisation*: Dapat membuat organisasi sendiri atau me-representasikan informasi yang didapat pada saat pembelajaran.
3. *Real Time Operation*: Dapat menghasilkan perhitungan parallel dan dengan device hardware yang khusus yang dibuat akan memberikan keuntungan dengan adanya kemampuan tersebut.
4. *Fault Tolerance melalui Redundant Information Coding*: Kerusakan pada bagian tertentu dari jaringan akan mengakibatkan penurunan kemampuan. Beberapa jaringan mempunyai kemampuan untuk menahan kerusakan besar pada jaringan.
5. Kelebihan Jaringan Syaraf Tiruan terletak pada kemampuan belajar yang dimilikinya. Dengan kemampuan tersebut *pengguna tidak perlu merumuskan kaidah atau fungsinya*. Jaringan Syaraf Tiruan akan belajar mencari sendiri

- kaidah atau fungsi tersebut. Dengan demikian Jaringan Syaraf Tiruan mampu digunakan untuk menyelesaikan masalah yang rumit dan atau masalah yang terdapat kaidah atau fungsi yang tidak diketahui.
6. Kemampuan Jaringan Syaraf Tiruan dalam menyelesaikan masalah yang rumit telah dibuktikan dalam berbagai macam penelitian.

Daftar Pustaka

An Introduction to Neural Networks, 2003 Prof. Leslie Smith, Centre for Cognitive and Computational Neuroscience Department of Computing and Mathematics University of Stirling. lss@cs.stir.ac.uk

Artificial Neural Network Theory and Applications, Dan W. Patterson, John Wiley and Sons, Inc. 1995.

Dan W. Patterson, Artificial Neural Network Theory and Applications, John Wiley and Sons, Inc. 1995.

Membangun Jaringan Syaraf Tiruan, Sri Kusumadewi, 2004, Graha Ilmu, Yogyakarta

M.G.Pened., Computer_aided Diagnosis: A Neural-Network-Based Approach to Lung Nodule Detection, IEEE Transc.on Medical Imaging, 17(6) 1998, Hal.872-880.

Introduction to Neural Network by K. Gurney.
<http://www.shef.ac.uk/psychology/gurney/notes/contents.html>

Neural Network by Christos Stergiou and Dimitrios Siganos,
http://www.doc.ic.ac.uk/~nd/surprise_96/journal/vol4/cs11/report.html - 79k –

Neural Network by Nikolay Nikolaef
<http://homepages.gold.ac.uk/nikolaef/cis311.html>.course_outline_for_fall_2004

BIOGRAFI PENULIS



Eli Yani. Lahir di Wonogiri, 13 Juni 1980. Menamatkan SMU pada tahun 1998. Menyelesaikan program S1 jurusan Teknik Informatika Universitas Islam Indonesia pada tahun 2002. Bekerja sebagai Dosen di Universitas Muhammadiyah Gresik sejak April 2003. Saat ini sedang menyelesaikan program S2 pada jurusan Ilmu Komputer di Universitas

Gadjah Mada Yogyakarta. Kompetensi inti adalah pada bidang Sistem Cerdas, Software Engineering dan Web Engineering. Informasi lebih lanjut tentang penulis ini bisa didapat melalui:

Email : eliyani_n@yahoo.com

YM : [eliyani_n](#)