

**PENGUNAAN JARINGAN SYARAF TIRUAN *BACKPROPAGATION*
UNTUK SELEKSI PENERIMAAN MAHASISWA BARU PADA JURUSAN
TEKNIK KOMPUTER DI POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**

Tesis
untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-2 Program Studi
Magister Sistem Informasi



Maria Agustin
24010410400037

PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2012

HALAMAN PENGESAHAN

TESIS

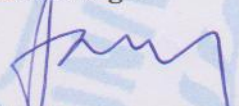
**PENGUNAAN JARINGAN SYARAF TIRUAN BACKPROPAGATION
UNTUK SELEKSI PENERIMAAN MAHASISWA BARU PADA JURUSAN
TEKNIK KOMPUTER DI POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**

Oleh:
MARIA AGUSTIN
24010410400037

Telah diujikan dan dinyatakan lulus ujian tesis pada tanggal 26 Juli 2012 oleh tim penguji Program Pascasarjana Magister Sistem Informasi Universitas Diponegoro

Semarang, 26 Juli 2012
Mengetahui,

Pembimbing I



Ir. Toni Prahasto, M. A.Sc., Ph.D
NIP. 196208091988031001

Penguji I



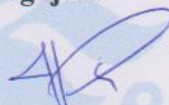
Drs. Bayu Surarso, M.Sc., Ph.D
NIP. 196311051988031001

Pembimbing II




Drs. Catur Edi Widodo, MT
NIP. 19645181992031002

Penguji II



Dr. Rachmat Gernowo, M.Si
NIP. 196511231994031003

Penguji III



Drs. Suhartono, M. Kom
NIP. 195504071983031003

Mengetahui:
Ketua Program Studi
Magister Sistem Informasi

Drs. Bayu Surarso, M.Sc., Ph.D
Nip. 196311051988031001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tesis ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik disuatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Semarang, Juli 2012

Maria Agustin

PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Maria Agustin
NIM : 24010410400037
Program Studi : Magister Sistem Informasi
Program : Pascasarjana
Jenis Karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro Hak Bebas Royalti Noneksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul:

PENGGUNAAN JARINGAN SYARAF TIRUAN *BACKPROPAGATION*
UNTUK SELEKSI PENERIMAAN MAHASISWA BARU PADA JURUSAN
TEKNIK KOMPUTER DI POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

Beserta perangkat yang ada. Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Magister Sistem Informasi Pascasarjana Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia / formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*) merawat, dan mempublikasikan tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis / pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal : 26 Juli 2012
Yang menyatakan

Maria Agustin
NIM. 24010410400037

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur, kehadiran Allah SWT, Tuhan Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang yang telah melimpahkan segala rahmat, hidayah dan inayah-Nya sehingga terselesaikannya penelitian yang tersusun sebagai laporan tesis dengan judul “ **Penggunaan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Untuk Seleksi Penerimaan Mahasiswa Baru Pada Jurusan Teknik Komputer Di Politeknik Negeri Sriwijaya** “.

Tesis ini merupakan suatu kewajiban yang harus dilaksanakan untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Magister Komputer Program Pascasarjana Universitas Diponegoro. Selama melaksanakan penelitian dan kemudian tersusun laporan tesis ini, banyak pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan dan bimbingan.

Dengan kerendahan hati, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Toni Prahasto, M.Asc.,Ph.D. selaku pembimbing I yang telah membimbing saya dengan kesabaran dan penuh ketelitian sehingga selesainya tesis ini.
2. Bapak Drs. Catur Edi Widodo, MT selaku pembimbing II yang telah membimbing saya dengan kesabaran dan penuh ketelitian sehingga selesainya tesis ini.
3. Bapak Drs. Bayu Surarso, M.Sc.,Ph.D dan Bapak Dr. Suryono, S.Si.,M.Si selaku ketua dan sekretaris program studi Magister Sistem Informasi.
4. Semua pihak yang telah membantu dan tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari masih terdapat kekurangan dalam penyusunan tesis ini, namun demikian penulis berharap tesis ini dapat bermanfaat bagi seluruh pembaca.

Semarang, Juli 2012

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TESIS	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
ABSTRAK.....	x
ABSTRACT.....	xi
Bab I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah dan Batasan Masalah	2
1.3 Keaslian Penelitian	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	4
2.1 Tinjauan Pustaka.....	4
2.2 Landasan Teori.....	5
2.2.1 Jaringan Syaraf Tiruan	5
2.2.1.1 Model Neuron	6
2.2.1.2 Konsep Dasar Jaringan Syaraf Tiruan	8
2.2.1.3 Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan.....	8
2.2.1.4 Metode Pelatihan /Pembelajaran Jaringan Syaraf Tiruan.....	10
2.2.1.5 Fungsi Aktivasi Jaringan Syaraf Tiruan	11
2.2.1.6 Algoritma Umum Jaringan Syaraf Tiruan	13
2.2.1.7 Model Jaringan Backpropagation	14
2.2.1.8 Arsitektur Jaringan Backpropagation	14
2.2.1.9 Pelatihan Jaringan Backpropagation	15
BAB III Metode Penelitian	18
3.1 Bahan Penelitian	18

3.2 Alat Penelitian	18
3.3 Jalan Penelitian	19
3.3.1 Kerangka Pemikiran	19
3.3.2 Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan	21
3.3.3 Sistem Perangkat Lunak	22
3.3.3.1 Fase pembelajaran JST Backpropagation Error	22
3.3.3.2 Scrip Pelatihan Yang Digunakan	24
3.3.3.3 Scrip Pengujian Yang Digunakan	26
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Hasil Penelitian	27
4.1.1 Antarmuka Aplikasi Pelatihan JST	28
4.2 Pembahasan.....	32
4.2.1 Proses Pembelajaran	32
4.2.2 Pengujian.....	33
4.2.2.1 Analisa Hasil Pelatihan Dengan 1 Hidden Layer	36
4.2.2.2 Analisa Hasil Pelatihan Dengan 2 Hidden Layer.....	40
4.2.2.3 Analisa Hasil Pelatihan Dengan 3 Hidden Layer.....	45
BAB V Kesimpulan Dan Saran	54
5.1 Kesimpulan	54
5.2 Saran	54

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Model Neuron	7
Gambar 2.2 Arsitektur Layer Tunggal	9
Gambar 2.3 Arsitektur Layer Jamak	9
Gambar 2.4 Arsitektur Layer Kompetitif.....	10
Gambar 2.5 Fungsi Aktivasi Threshold	12
Gambar 2.6 Fungsi Aktivasi Sigmoid.....	12
Gambar 2.7 Fungsi Aktivasi Identitas	13
Gambar 2.8 Arsitektur Jaringan Backpropagation.....	15
Gambar 3.1 Kerangka Pemikiran Seleksi Penerimaan Mahasiswa Baru	20
Gambar 3.2 Struktur JST Untuk Seleksi Penerimaan Mahasiswa Baru ...	21
Gambar 4.1 Tampilan Pelatihan JST	28
Gambar 4.2 Tampilan Proses Data Pelatihan	29
Gambar 4.3 Tampilan Training Selesai	30
Gambar 4.4 Tampilan Performance Hasil Pelatihan	31
Gambar 4.5 Tampilan Hasil Data Pelatihan	31
Gambar 4.6 Grafik Hasil Pelatihan	33
Gambar 4.7 Grafik Hasil Pengujian Tahun 2010-2011	35
Gambar 4.8 Grafik Output Regresi 1 Hidden Layer.....	37
Gambar 4.9 Grafik Output MSE 1 Hidden Layer.....	38
Gambar 4.10 Grafik Output Waktu 1 Hidden Layer	39
Gambar 4.11 Grafik Output Iterasi 1 Hidden Layer	40
Gambar 4.12 Grafik Output Regresi 2 Hidden Layer.....	41
Gambar 4.13 Grafik Output MSE 2 Hidden Layer.....	41
Gambar 4.14 Grafik Output Waktu 2 Hidden Layer	43
Gambar 4.15 Grafik Output Iterasi 2 Hidden Layer	44
Gambar 4.16 Grafik Output Regresi 3 Hidden Layer.....	46
Gambar 4.17 Grafik Output MSE 3 Hidden Layer.....	47
Gambar 4.18 Grafik Output Waktu 3 Hidden Layer	48
Gambar 4.19 Grafik Output Iterasi 3 Hidden Layer	49

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Kode Jurusan	22
Tabel 4.1 Data Calon Mahasiswa	27
Tabel 4.2 Hasil Pelatihan	32
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Tahun 2010 – 2011	34
Tabel 4.4 Output Dengan 1 Hidden Layer	36
Tabel 4.5 Perbandingan Antara Neuron dan Regresi.....	36
Tabel 4.6 Perbandingan Antara Neuron dan MSE.....	37
Tabel 4.7 Perbandingan Antara Neuron dan Waktu	38
Tabel 4.8 Perbandingan Antara Neuron dan Iterasi.....	39
Tabel 4.9 Output Dengan 2 Hidden Layer	40
Tabel 4.10 Perbandingan Antara Neuron dan Regresi 2 Hidden Layer ...	41
Tabel 4.11 Perbandingan Antara Neuron dan MSE 2 Hidden Layer	42
Tabel 4.12 Perbandingan Antara Neuron dan Waktu 2 Hidden Layer	43
Tabel 4.13 Perbandingan Antara Neuron dan Iterasi 2 Hidden Layer.....	44
Tabel 4.14 Output Dengan 3 Hidden Layer	45
Tabel 4.15 Perbandingan Antara Neuron dan Regresi 3 Hidden Layer ...	45
Tabel 4.16 Perbandingan Antara Neuron dan MSE 3 Hidden Layer	46
Tabel 4.17 Perbandingan Antara Neuron dan Waktu 3 Hidden Layer	47
Tabel 4.18 Perbandingan Antara Neuron dan Iterasi 3 Hidden Layer.....	48

**PENGGUNAAN JARINGAN SYARAF TIRUAN *BACKPROPAGATION*
UNTUK SELEKSI PENERIMAAN MAHASISWA BARU PADA JURUSAN
TEKNIK KOMPUTER DI POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**

ABSTRAK

Ketersediaan data calon mahasiswa baru di Politeknik Negeri Sriwijaya cukup tinggi, sehingga diperlukannya suatu metode untuk menganalisa data tersebut. Jaringan syaraf tiruan merupakan sistem pengolahan informasi yang mempunyai karakteristik mirip jaringan syaraf biologi, jaringan syaraf tiruan digunakan untuk memprediksi karena kemampuan pendekatan yang baik terhadap ketidaklinearan. Penelitian ini akan merancang perangkat lunak seleksi penerimaan calon mahasiswa baru dengan metode jaringan syaraf tiruan *backpropagation*. Dari hasil analisa jaringan syaraf tiruan *backpropagation* dengan 1 *hidden layer* dengan jumlah *neuron* 50, iterasi 1000 dan fungsi aktivasi *tansig* menghasilkan regresi sebesar 0.4822. Jaringan syaraf tiruan *backpropagation* dengan 2 *hidden layer* dengan jumlah *neuron* 50, iterasi 4000 dengan fungsi aktivasi *tansig*, menghasilkan regresi 0.7944. Jaringan syaraf tiruan *backpropagation* dengan 3 *hidden layer* dengan jumlah *neuron* 35, iterasi 5000, menghasilkan regresi sebesar 0.8563. Berdasarkan hasil analisa tersebut, jaringan syaraf tiruan *backpropagation* cukup efektif digunakan untuk seleksi penerimaan calon mahasiswa.

Kata kunci: Seleksi, Backpropagation, Regresi

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.

Jaringan syaraf tiruan merupakan salah satu sistem pemrosesan informasi yang didesain dengan menirukan cara kerja otak manusia dalam menyelesaikan suatu masalah dengan melakukan proses belajar melalui perubahan bobot sinapsisnya. Jaringan syaraf tiruan mampu mengenali kegiatan dengan berbasis masa lalu. Data masa lalu akan dipelajari oleh jaringan syaraf tiruan sehingga mempunyai kemampuan untuk memberi keputusan terhadap data yang belum pernah dipelajari (Hermawan, 2006).

Jaringan syaraf tiruan, seperti manusia, belajar dari suatu contoh karena mempunyai karakteristik yang adaptif, yaitu dapat belajar dari data sebelumnya dan mengenal pola data yang selalu berubah, selain itu jaringan syaraf tiruan merupakan sistem yang tak terprogram, artinya semua keluaran atau kesimpulan yang ditarik oleh jaringan di dasarkan pada pengalamannya selama mengikuti proses pembelajaran atau pelatihan.

Selama ini permasalahan penerimaan mahasiswa baru dengan cara konvensional sangatlah sulit apalagi hanya dengan melihat nilai akhir atau NEM saja, karena dengan nilai yang tinggi belum tentu bisa menjamin bahwa mahasiswa tersebut dapat diterima atau tidak. Sistem seleksi konvensional merupakan tahap awal pada saat seleksi penerimaan mahasiswa, dengan dibantu komputer dan pendekatan jaringan syaraf tiruan diharapkan dapat membantu seleksi masuk calon mahasiswa. Dengan jaringan syaraf tiruan komputer difungsikan sebagai alat bantu yang dapat memprediksi calon mahasiswa tersebut (Hermawan, 2006).

Pada penelitian ini akan dikembangkan metode jaringan syaraf tiruan *backpropagation* untuk seleksi penerimaan mahasiswa baru untuk jurusan teknik komputer di Politeknik Negeri Sriwijaya. sumber data yang dipergunakan adalah data calon mahasiswa baru yang mendaftar tiap tahunnya. Sumber data 3 tahun dari tahun 2008 sampai dengan tahun 2010.

1.2 Perumusan Masalah.

Berdasarkan latar belakang yang sudah disebutkan sebelumnya maka permasalahan yang dapat dirumuskan adalah bagaimana merancang aplikasi seleksi penerimaan mahasiswa baru dengan metode jaringan syaraf tiruan *backpropagation* untuk jurusan teknik komputer. Penelitian ini hanya berfokus pada proses jaringan syaraf tiruan untuk seleksi penerimaan mahasiswa baru, data yang digunakan adalah data calon mahasiswa 3 tahun, tahun 2008 dan 2009 untuk pelatihan dan tahun 2010 untuk pengujian.

1.3 Keaslian Penelitian.

Chaundari (2011), melakukan penelitian tentang teknik pengenalan pola, analisis data dalam penelitian obat. Metodologi jaringan syaraf tiruan adalah metode pemodelan dengan kemampuan besar untuk beradaptasi dengan situasi baru atau kontrol sistem yang tidak diketahui dengan menggunakan data yang diperoleh dalam percobaan sebelumnya. Hasil eksperimen memverifikasi karakteristik dan menunjukkan bahwa model *backpropagation* praktis untuk sistem pengenalan pola. *Neural network* digunakan dalam pengenalan pola karena kemampuannya untuk belajar dan menyimpan, karena sifat paralelnya dapat mencapai jaringan syaraf tiruan. Dalam penelitian ini melakukan perakitan logis dari berbagai metode yang akan beredar diseluruh jaringan syaraf tiruan. Hal ini melaporkan bahwa industri obat perlu penyaring untuk menentukan sifat-sifat obat.

Jayalakshmi dan Santhakumara (2011), melakukan penelitian tentang normalisasi statistik dengan klasifikasi. Jaringan syaraf tiruan sudah banyak diterapkan dalam bidang kedokteran dan medis terkait. Diketahui sebagai klasifikasi yang sangat baik dari masukan nonlinier dan *output* data numerik. Beberapa masalah utama yang harus dipertimbangkan sebelum menggunakan model jaringan syaraf tiruan seperti, struktur jaringan, laju pelatihan, normalisasi dan metode untuk vector-vektor *input*. Penelitian ini menggunakan metode normalisasi yang digunakan dalam *backpropagation* untuk meningkatkan keandalan jaringan terlatih. Hasil dari penelitian ini adalah bahwa kinerja dari

klasifikasi data penyakit diabetes menggunakan jaringan syaraf tiruan sangat tergantung dari metode normalisasi.

Nuraeni (2009), melakukan penelitian menggunakan jaringan syaraf tiruan untuk mengukur tingkat korelasi antara NEM dengan IPK kelulusan mahasiswa. Selama ini NEM digunakan untuk seleksi penerimaan mahasiswa baru, khususnya yang masuk melalui jalur *fellowship*, karena nilai NEM yang tinggi ternyata tidak menjamin lulusan berprestasi akademik tinggi, maka penelitian ini akan diuji korelasinya antara NEM SMA dengan indeks prestasi kumulatif lulusan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa jaringan syaraf tiruan *backpropagation* memiliki tingkat keberhasilan 64% dalam memetakan komposisi NEM dan prestasi akademik lulusan.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menerapkan penggunaan jaringan syaraf tiruan *backpropagation* untuk seleksi penerimaan calon mahasiswa baru pada jurusan teknik komputer di Politeknik Negeri Sriwijaya.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah supaya bisa digunakan oleh pihak akademi untuk seleksi penerimaan calon mahasiswa yang akan mendaftar di Politeknik Negeri Sriwijaya khususnya pada jurusan teknik komputer.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka.

Budiyanto (2000), menjelaskan bagaimana jaringan syaraf tiruan dapat digunakan dalam proses data mining, dengan karakteristik jaringan syaraf tiruan. Terutama informasi tentang aturan yang terkandung dapat diprediksi dan dijelaskan dari data. Dengan hasil akhir adalah bahwa jaringan syaraf tiruan *backpropagation* perlu diberi beberapa fungsi pembatas agar proses dapat diarahkan untuk keperluan pembentukan relasi logika. Hasil penerapan fungsi pembatas terlihat bahwa proses pertama pembelajaran tidak terganggu dan ekstraksi nilai logika dapat dilakukan. Hasil ekstraksi menunjukkan bahwa dengan pemaksaan bobot pembelajaran menuju nilai mutlak (0,1, dan -1) memberikan hasil yang baik.

Ruth (2002), melakukan implementasi *backpropagation* dalam memprediksi kebangkrutan bank di Indonesia. JST adalah sarana yang dapat dilatih untuk mengenali pola dan perilaku sistem melalui proses belajar. JST akan mempelajari data masa lalu dari sistem sampai memiliki kemampuan untuk membuat keputusan data yang belum dipelajari sebelumnya. Algoritma belajar yang digunakan dalam model JST *backpropagation* adalah momentum. Masukan untuk model JST adalah lima rasio keuangan dan variabel dummy yang dianggap sebagai indikator kebangkrutan bank di Indonesia yaitu : BMPK, RORA, PBAP, ROA, FBS, dan KRLC. Data yang digunakan adalah satu dan dua tahun sebelum kebangkrutan perbankan, tujuan ini adalah untuk melihat seberapa baik model JST dapat memprediksi kebangkrutan menggunakan data dari satu dan dua tahun kebangkrutan sebelumnya. Hasil pengujian model JST dengan parameter bersih berbeda dan tahun fiskal yang berbeda, menunjukkan bahwa model JST dapat memprediksi kebangkrutan bank di Indonesia data digunakan satu tahun kebangkrutan sebelumnya, tapi model JST tidak dapat memprediksi dengan data dua tahun sebelumnya.

Azadeh dkk (2008), melakukan penelitian peramalan konsumsi listrik tahunan menggunakan jaringan syaraf tiruan di sektor industri. Bahan kimia,

logam dasar dan logam mineral non industri didefinisikan sebagai industri yang mengkonsumsi energi yang tinggi. Regresi pada model konvensional tidak memperkirakan konsumsi energi dengan benar dan tepat. Meskipun jaringan syaraf tiruan sudah biasa digunakan untuk meramal konsumsi pemakaian dalam jangka pendek. Penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan yang lebih tepat untuk meramal konsumsi tahunan di industri tersebut. Jaringan syaraf tiruan menggunakan pendekatan berdasarkan perceptron multi layer terawasi digunakan untuk menunjukkan perkiraan konsumsi tahunan dengan kesalahan yang kecil. Dengan menggunakan data aktual dari tahun 1997 sampai dengan tahun 2003 digunakan untuk menggambarkan penerapan pendekatan jaringan syaraf tiruan. Hasil dari penelitian ini adalah menunjukkan keuntungan dari analisis multi varian, selanjutnya perkiraan dari jaringan syaraf tiruan dibandingkan dengan data aktual dan model regresi konvensional, untuk konsumsi energi jangka panjang dalam dunia industri.

2.2 Landasan Teori.

Dalam bagian ini akan dibahas jaringan syaraf tiruan karena merupakan bagian yang terpenting dalam membantu jalannya sistem.

2.2.1 Jaringan Syaraf Tiruan.

Jaringan syaraf tiruan (JST) adalah paradigma pemrosesan suatu informasi yang terinspirasi oleh sistem sel syaraf biologi. JST dibentuk sebagai generalisasi model matematika dari jaringan syaraf biologi, dengan asumsi bahwa:

1. Pemrosesan informasi terjadi pada banyak elemen sederhana (*neuron*).
2. Sinyal dikirimkan diantara *neuron-neuron* melalui penghubung-penghubung.
3. Penghubung antar *neuron* memiliki bobot yang akan memperkuat atau memperlemah sinyal.
4. Untuk menentukan *output*, setiap *neuron* menggunakan fungsi aktivasi (biasanya bukan fungsi linier) yang dikenakan pada jumlahan *input* yang diterima. Besarnya *output* ini selanjutnya dibandingkan dengan suatu batas ambang.

Neuron biologi merupakan sistem yang “*fault tolerant*” dalam 2 hal. Pertama, manusia dapat mengenali sinyal *input* yang agak berbeda dari yang pernah kita terima sebelumnya. Sebagai contoh, manusia sering dapat mengenali seseorang yang wajahnya pernah dilihat dari foto atau dapat mengenali seseorang yang wajahnya agak berbeda karena sudah lama tidak menjumpainya. Kedua, tetap mampu bekerja dengan baik. Jika sebuah *neuron* rusak, *neuron* lain dapat dilatih untuk menggantikan fungsi *neuron* yang rusak tersebut (Siang, 2004).

Hal yang ingin dicapai dengan melatih JST adalah untuk mencapai keseimbangan antara kemampuan memorisasi dan generalisasi. Yang dimaksud kemampuan memorisasi adalah kemampuan JST untuk mengambil kembali secara sempurna sebuah pola yang telah dipelajari. Kemampuan generalisasi adalah kemampuan JST untuk menghasilkan respon yang bisa diterima terhadap pola-pola yang sebelumnya telah dipelajari. Hal ini sangat bermanfaat bila pada suatu saat ke dalam JST itu di inputkan informasi baru yang belum pernah dipelajari, maka JST itu masih akan tetap dapat memberikan tanggapan yang baik, memberikan keluaran yang mendekati (Puspaningrum, 2006).

Jaringan syaraf tiruan menyerupai otak manusia dalam 2 hal, yaitu :

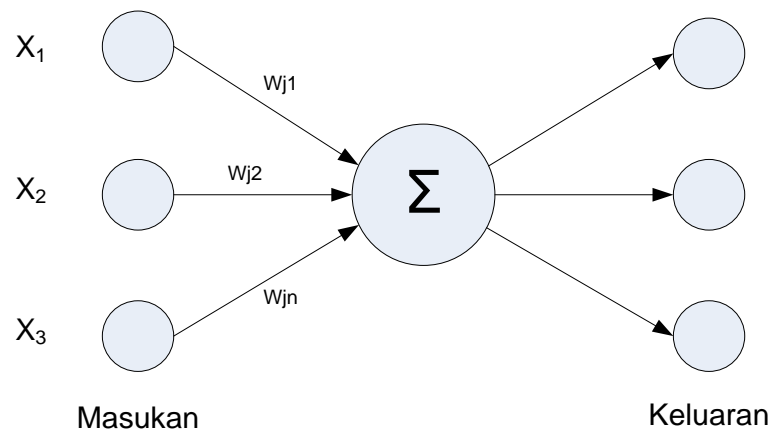
1. Pengetahuan diperoleh jaringan melalui proses belajar.
2. Kekuatan hubungan antar sel syaraf (*neuron*) yang dikenal sebagai bobot-bobot sinaptik digunakan untuk menyimpan pengetahuan.

Jaringan syaraf tiruan ditentukan oleh 3 hal (Siang, 2004) :

1. Pola hubungan antar *neuron* (disebut arsitektur jaringan).
2. Metode untuk menentukan bobot penghubung (disebut metode *training/learning*).
3. Fungsi aktivasi, yaitu fungsi yang digunakan untuk menentukan keluaran suatu *neuron*.

2.2.1.1 Model Neuron.

Satu sel syaraf terdiri dari 3 bagian, yaitu : fungsi penjumlahan (*summing function*), fungsi aktivasi (*activation function*), dan keluaran (*output*).



Gambar 2.1 Model Neuron (Hermawan, 2006)

Jika dilihat, *neuron* buatan diatas mirip dengan sel *neuron* biologis. Informasi (*input*) akan dikirim ke *neuron* dengan bobot tertentu. *Input* ini akan diproses oleh suatu fungsi yang akan menjumlahkan nilai-nilai bobot yang ada. Hasil penjumlahan kemudian akan dibandingkan dengan suatu nilai ambang (*threshold*) tertentu melalui fungsi aktivasi setiap *neuron*. Apabila *input* tersebut melewati suatu nilai ambang tertentu, maka *neuron* tersebut akan diaktifkan, jika tidak, maka *neuron* tersebut akan mengirimkan *output* melalui bobot-bobot *outputnya* ke semua *neuron* yang berhubungan dengannya.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa *neuron* terdiri dari 3 elemen pembentuk yaitu :

1. Himpunan unit-unit yang dihubungkan dengan jalur koneksi. Jalur-jalur tersebut memiliki bobot yang berbeda-beda. Bobot yang bernilai positif akan memperkuat sinyal dan yang bernilai negatif akan memperlemah sinyal yang dibawa. Jumlah, struktur, dan pola hubungan antar unit-unit tersebut akan menentukan arsitektur jaringan.
2. Suatu unit penjumlahan yang akan menjumlahkan *input-input* sinyal yang sudah dikalikan dengan bobotnya.
3. Fungsi aktivasi yang akan menentukan apakah sinyal dari *input neuron* akan diteruskan ke *neuron* lain atau tidak.

2.2.1.2 Konsep Dasar Jaringan Syaraf Tiruan.

Setiap pola-pola informasi *input* dan *output* yang diberikannya kedalam jaringan syaraf tiruan diproses dalam *neuron*. *Neuron-neuron* tersebut terkumpul didalam lapisan-lapisan yang disebut *neuron layers*. Lapisan-lapisan penyusun jaringan syaraf tiruan tersebut dapat dibagi menjadi 3, yaitu :

1. Lapisan *input*.

Unit-unit di dalam lapisan *input* disebut unit-unit *input*. Unit-unit *input* tersebut menerima pola inputan data dari luar yang menggambarkan suatu permasalahan.

2. Lapisan tersembunyi.

Unit-unit di dalam lapisan tersembunyi disebut unit-unit tersembunyi. Dimana *outputnya* tidak dapat secara langsung diamati.

3. Lapisan *output*.

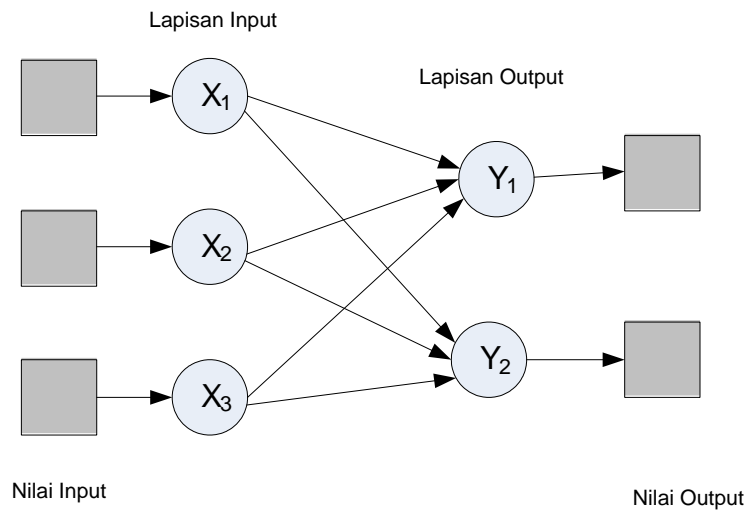
Unit-unit di dalam lapisan *output* disebut unit-unit *output*. *Output* dari lapisan ini merupakan solusi jaringan syaraf tiruan terhadap suatu permasalahan.

2.2.1.3 Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan.

Jaringan syaraf tiruan memiliki beberapa arsitektur jaringan yang sering digunakan dalam berbagai aplikasi. Arsitektur jaringan syaraf tiruan tersebut, antara lain (Kusumadewi, 2003).

1. Jaringan Layar Tunggal (*single layer network*).

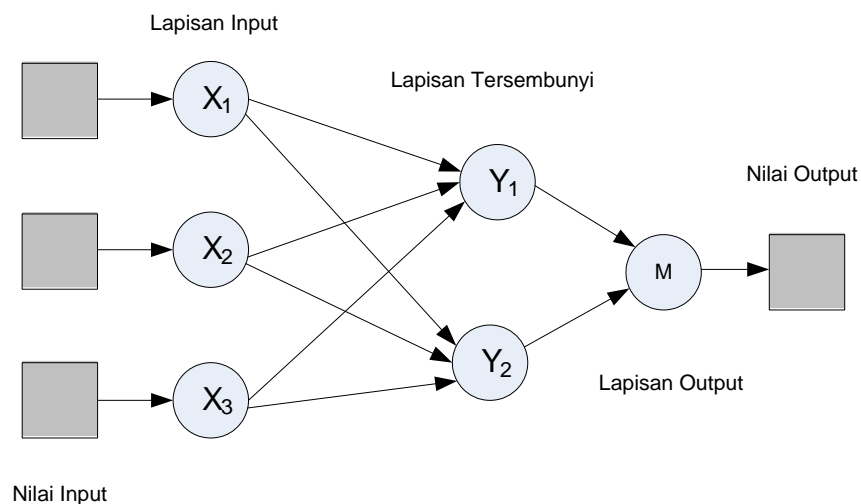
Jaringan dengan lapisan tunggal terdiri dari 1 layer *input* dan 1 layer *output*. Setiap *neuron/unit* yang terdapat di dalam lapisan / layer *input* selalu terhubung dengan setiap *neural* yang terdapat pada layer *output*. Jaringan ini hanya menerima *input* kemudian secara langsung akan mengolahnya menjadi *output* tanpa harus melalui lapisan tersembunyi. Contoh algoritma jaringan syaraf tiruan yang menggunakan metode ini yaitu : ADALINE, Hopfield, Perceptron.



Gambar 2.2 Arsitektur Layer Tunggal (Hermawan, 2006)

2. Jaringan layar jamak (*multi layer network*).

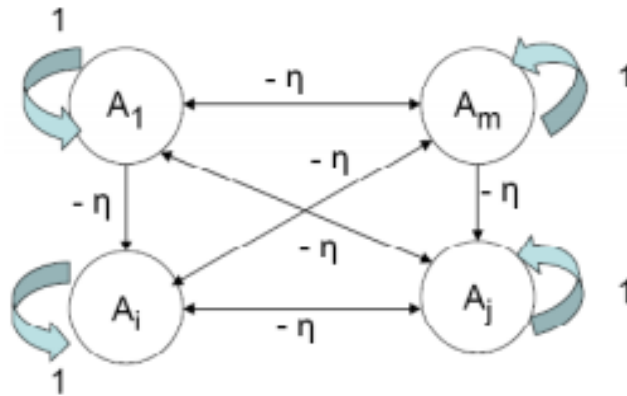
Jaringan dengan lapisan jamak memiliki ciri khas tertentu yaitu memiliki 3 jenis *layer* yakni *layer input*, *layer output*, *layer tersembunyi*. Jaringan dengan banyak lapisan ini dapat menyelesaikan permasalahan yang kompleks dibandingkan jaringan dengan lapisan tunggal. Namun proses pelatihan sering membutuhkan waktu yang cenderung lama. Contoh algoritma jaringan syaraf tiruan yang menggunakan metode ini yaitu : *MADALINE*, *backpropagation*, *neocognitron*.



Gambar 2.3 Arsitektur Layer Jamak (Hermawan, 2006)

3. Jaringan dengan lapisan kompetitif.

Pada jaringan ini sekumpulan *neuron* bersaing untuk mendapatkan hak menjadi aktif. Contoh algoritma yang menggunakan metode ini adalah : LVQ.



Gambar 2.4 Arsitektur Layer Kompetitif (Hermawan, 2006)

2.2.1.4 Metode Pelatihan/Pembelajaran Jaringan Syaraf Tiruan.

Cara berlangsungnya pembelajaran atau pelatihan jaringan syaraf tiruan dikelompokkan menjadi 3 yaitu (Puspitaningrum, 2006):

a. *Supervised Learning* (pembelajaran terawasi).

Pada metode ini, setiap pola yang diberikan kedalam jaringan syaraf tiruan telah diketahui *output*nya. Selisih antara pola *output* aktual (*output* yang dihasilkan) dengan pola *output* yang dikehendaki (*output* target) yang disebut *error* digunakan untuk mengoreksi bobot jaringan syaraf tiruan sehingga jaringan syaraf tiruan mampu menghasilkan *output* sedekat mungkin dengan pola target yang telah diketahui oleh jaringan syaraf tiruan. Contoh algoritma jaringan syaraf tiruan yang menggunakan metode ini adalah : *Hebbian*, *Perceptron*, *ADALINE*, *Boltzman*, *Hopfield*, *Backpropagation*.

b. *Unsupervised Learning* (pembelajaran tak terawasi).

Pada metode ini, tidak memerlukan target *output*. Pada metode ini tidak dapat ditentukan hasil seperti apakah 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 ini biasanya sangat cocok untuk klasifikasi pola. Contoh algoritma jaringan syaraf tiruan yang menggunakan metode ini adalah : *Competitive, Hebbian, Kohonen, LVQ (Learning Vector Quantization), Neocognitron.*

c. *Hybrid Learning* (pembelajaran hibrida).

Merupakan kombinasi dari metode pembelajaran *Supervised Learning* dan *Unsupervised Learning*, sebagian dari bobot-bobotnya ditentukan melalui pembelajaran terawasi dan sebagian lainnya melalui pembelajaran tak terawasi. Contoh algoritma jaringan syaraf tiruan yang menggunakan metode ini adalah: algoritma RBF. Metode algoritma yang baik dan sesuai dalam melakukan pengenalan pola-pola gambar adalah algoritma *Backpropagation* dan *Perceptron*. Untuk mengenali teks berdasarkan tipe *font* akan digunakan algoritma *Backpropagation*.

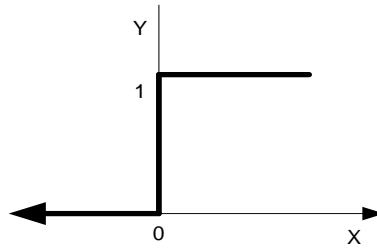
2.2.1.5 Fungsi Aktivasi Jaringan Syaraf Tiruan.

Dalam jaringan syaraf tiruan, fungsi aktivasi digunakan untuk menentukan keluaran suatu *Neuron*. Argument fungsi aktivasi adalah net masukan (kombinasi linier masukan dan bobotnya).

Beberapa fungsi aktivasi yang digunakan adalah :

a. *Fungsi Threshold* (batas ambang).

Fungsi Threshold merupakan fungsi *threshold* biner. Untuk kasus bilangan bipolar, maka angka 0 diganti dengan angka -1. Adakalanya dalam jaringan syaraf tiruan ditambahkan suatu unit masukan yang nilainya selalu 1. Unit tersebut dikenal dengan bias. Bias dapat dipandang sebagai sebuah *input* yang nilainya selalu 1. Bias berfungsi untuk mengubah *threshold* menjadi = 0.



Gambar 2.5 Fungsi aktivasi Threshold (Kusumadewi, 2004)

$$F(x) = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}$$

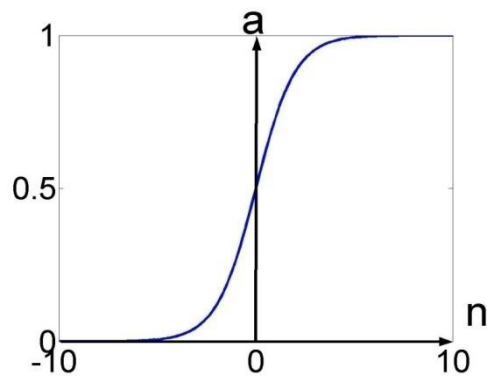
Jika $x \geq a$

Jika $x < a$

b. *Fungsi Sigmoid.*

Fungsi ini sering digunakan karena nilai fungsinya yang sangat mudah untuk di diferensiasikan.

$$F(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$$

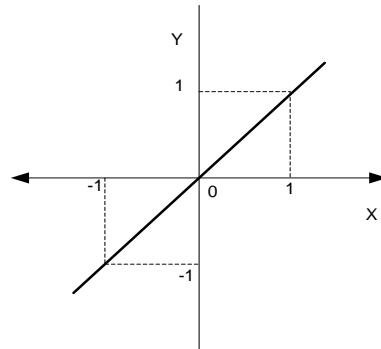


Gambar 2.6 Fungsi aktivasi Sigmoid

c. *Fungsi Identitas.*

Digunakan jika keluaran yang dihasilkan oleh jaringan syaraf tiruan merupakan sembarang bilangan riil (bukan hanya pada range [0,1] atau [1,-1]).

$$Y = X$$



Gambar 2.7 Fungsi aktivasi Identitas (Kusumadewi, 2004)

2.2.1.6 Algoritma Umum Jaringan Syaraf Tiruan.

Algoritma pembelajaran/pelatihan jaringan syaraf tiruan (Puspaningrum, 2006).

Dimasukkan n contoh pelatihan kedalam jaringan syaraf tiruan, lakukan :

1. Inisialisasi bobot-bobot jaringan. Set $I = 1$.
2. Masukkan contoh ke I (dari sekumpulan contoh pembelajaran yang terdapat dalam set pelatihan) kedalam jaringan pada lapisan *input*.
3. Cari tingkat aktivasi unit-unit input menggunakan algoritma aplikasi
 If \rightarrow kinerja jaringan memenuhi standar yang ditentukan sebelumnya (memenuhi syarat untuk berhenti).
 Then \rightarrow exit.
4. Update bobot-bobot dengan menggunakan aturan pembelajaran jaringan.
5. If $i = n$ then reset $i = 1$
 Else $i = i-1$
 Ke langkah 2.

Algoritma aplikasi/inferensi jaringan saraf tiruan (Puspitaningrum, 2006):

Dimasukkan sebuah contoh pelatihan kedalam jaringan saraf tiruan, lakukan:

1. Masukkan kasus kedalam jaringan pada lapisan *input*.
2. Hitung tingkat aktifasi *node-node* jaringan.
3. Untuk jaringan koneksi umpan maju, jika tingkat aktivasi dari semua unit *outputnya* telah dikalkulasi, maka *exit*. Untuk jaringan dengan kondisi balik,

jika tingkat aktivasi dari semua unit *outputnya* menjadi konstan atau mendekati konstan, maka *exit*. Jika tidak, kembali ke langkah 2. Jika jaringannya tidak stabil, maka *exit* dan *fail*.

2.2.1.7 Model Jaringan Backpropagation.

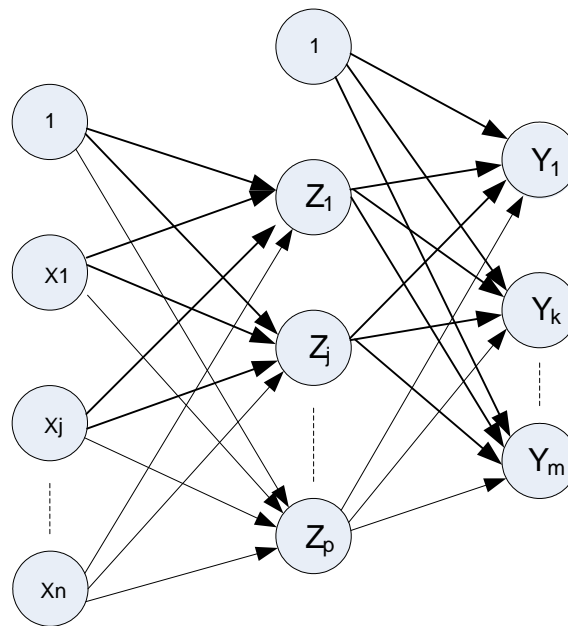
Model jaringan backpropagation merupakan suatu teknik pembelajaran atau pelatihan *supervised learning* yang paling banyak digunakan. Metode ini merupakan salah satu metode yang sangat baik dalam menangani masalah pengenalan pola-pola kompleks. Didalam jaringan *backpropagation*, setiap unit yang berada di lapisan *input* berhubungan dengan setiap unit yang ada di lapisan tersembunyi. Setiap unit yang ada di lapisan tersembunyi terhubung dengan setiap unit yang ada di lapisan *output*. Jaringan ini terdiri dari banyak lapisan (*multilayer network*). Ketika jaringan ini diberikan pola masukan sebagai pola pelatihan, maka pola tersebut menuju unit-unit lapisan tersembunyi untuk selanjutnya diteruskan pada unit-unit dilapisan keluaran. Kemudian unit-unit lapisan keluaran akan memberikan respon sebagai keluaran jaringan syaraf tiruan. Saat hasil keluaran tidak sesuai dengan yang diharapkan, maka keluaran akan disebarkan mundur (*backward*) pada lapisan tersembunyi kemudian dari lapisan tersembunyi menuju lapisan masukan.

Tahap pelatihan ini merupakan langkah untuk melatih suatu jaringan syaraf tiruan, yaitu dengan cara melakukan perubahan bobot, sedangkan penyelesaian masalah akan dilakukan jika proses pelatihan tersebut telah selesai, fase ini disebut fase pengujian (Puspaningrum, 2006).

2.2.1.8 Arsitektur Jaringan Backpropagation.

Setiap unit dari layer *input* pada jaringan *backpropagation* selalu terhubung dengan setiap unit yang berada pada layer tersembunyi, demikian juga setiap unit layer tersembunyi selalu terhubung dengan unit pada layer *output*. Jaringan *backpropagation* terdiri dari banyak lapisan (*multilayer network*) yaitu:

1. Lapisan *input* (1 buah), yang terdiri dari 1 hingga n unit *input*.
2. Lapisan tersembunyi (minimal 1 buah), yang terdiri dari 1 hingga p unit tersembunyi.
3. Lapisan *output* (1 buah), yang terdiri dari 1 hingga m unit *output*.



Gambar 2.8 Arsitektur Jaringan Backpropagation(Siang, 2004).

2.2.1.9 Pelatihan jaringan Backpropagation.

Aturan pelatihan jaringan *backpropagation* terdiri dari 2 tahapan, *feedforward* dan *backward propagation*. Pada jaringan diberikan sekumpulan contoh pelatihan yang disebut set pelatihan. Set pelatihan ini digambarkan dengan sebuah vektor *feature* yang disebut dengan vektor *input* yang diasosiasikan dengan sebuah *output* yang menjadi target pelatihannya. Dengan kata lain set pelatihan terdiri dari vektor *input* dan juga vektor *output* target. Keluaran dari jaringan berupa sebuah vektor *output* aktual. Selanjutnya dilakukan perbandingan antara *output* aktual yang dihasilkan dengan *output* target dengan cara melakukan pengurangan diantara kedua *output* tersebut. Hasil dari pengurangan berupa *error*. *Error* dijadikan sebagai dasar dalam melakukan perubahan dari setiap bobot dengan mempropagationkannya kembali.

Setiap perubahan bobot yang terjadi dapat mengurangi *error*. Siklus perubahan bobot (*epoch*) dilakukan pada setiap set pelatihan sehingga kondisi

berhenti dicapai, yaitu bila mencapai jumlah *epoch* yang diinginkan atau hingga sebuah nilai ambang yang ditetapkan terlampaui.

Algoritma pelatihan jaringan backpropagation terdiri dari 3 tahapan yaitu:

1. Tahap umpan maju (*feedforward*).
2. Tahap umpan mundur (*backpropagation*).
3. Tahap pengupdatean bobot dan bias.

Secara rinci algoritma pelatihan jaringan backpropagation dapat diuraikan sebagai berikut :

Langkah 0 : Inisialisasi bobot-bobot, konstanta laju pelatihan (α), toleransi *error* atau nilai bobot (ϵ bila menggunakan nilai bobot sebagai kondisi berhenti) atau set maksimal *epoch* (jika menggunakan banyaknya *epoch* sebagai kondisi berhenti).

Langkah 1 : Selama kondisi berhenti belum dicapai, maka lakukan langkah ke-2 hingga langkah ke-9.

Langkah 2 : Untuk setiap pasangan pola pelatihan, lakukan langkah ke-3 sampai langkah ke-8.

Langkah 3 : {Tahap I : Umpan maju (*feedforward*)}.

Tiap unit masukan menerima sinyal dan meneruskannya ke unit tersembunyi di atasnya.

Langkah 4 : Masing-masing unit di lapisan tersembunyi (dari unit ke-1 hingga unit ke-p) dikalikan dengan bobotnya dan dijumlahkan serta ditambahkan dengan biasnya.

Langkah 5 : Masing-masing unit *output* ($y_k, k=1,2,3,\dots,m$) dikalikan dengan bobot dan dijumlahkan serta ditambahkan dengan biasnya.

Langkah 6 : {Tahap II : Umpan mundur (*backward propagation*)}.

Masing-masing unit *output* ($y_k, k=1,2,3,\dots,m$) menerima pola target t_k sesuai dengan pola masukan/*input* saat pelatihan dan kemudian informasi kesalahan/*error* lapisan *output* (δ_k) dihitung. δ_k dikirim ke lapisan dibawahnya dan digunakan untuk menghitung

besarnya koreksi bobot dan bias (ΔW_{jk} dan ΔW_{ok}) antara lapisan tersembunyi dengan lapisan *output*.

Langkah 7 : Pada setiap unit dilapisan tersembunyi (dari unit ke-1 hingga ke-p; $i=1 \dots n; k=1 \dots m$) dilakukan perhitungan informasi kesalahan lapisan tersembunyi (δ_j). δ_j kemudian digunakan untuk menghitung besar koreksi bobot dan bias (ΔV_{ji} dan ΔV_{jo}) antara lapisan *input* dan lapisan tersembunyi.

Langkah 8 : {Tahap III : Pengupdatean bobot dan bias}.

Masing-masing unit *output*/keluaran (y_k , $k=1,2,3,\dots,m$) dilakukan pengupdatean bias dan bobotnya ($j=0,1,2,\dots,p$) sehingga menghasilkan bobot dan bias baru. Demikian juga untuk setiap unit tersembunyi mulai dari unit ke-1 sampai dengan unit ke-p dilakukan pengupdatean bobot dan bias.

Langkah 9 : Uji kondisi berhenti (akhir iterasi).

