



STMIK
Amik Riau

SATIN – Sains dan Teknologi Informasi

journal homepage : <http://jurnal.stmik-amik-riau.ac.id>



Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan untuk Memprediksi Efektifitas Pembelajaran dengan E-Learning di Universitas Muhammadiyah Riau

Noverta Effendi

Pendidikan Vokasional Teknik Elektronika

Universitas Muhammadiyah Riau

nover@umri.ac.id

Abstrak

Tingginya minat dosen Universitas Muhammadiyah Riau menerapkan pembelajaran dengan e-learning dimana masih banyak terdapat kelemahan dari sisi infrastruktur ataupun masih kurangnya pemahaman mahasiswa terhadap sistem e-learning tetapi tidak pernah diketahui bagaimana efektifitas daripada pembelajaran dengan e-learning tersebut. Untuk mengetahui tingkat efektifitas tersebut, maka diterapkanlah jaringan syaraf tiruan yang dapat menyelesaikan masalah yang tidak terstruktur dan sulit didefinisikan, bisa belajar dari pengalaman, dan mampu menemukan jawaban terbaik untuk memprediksi efektifitas pembelajaran dengan e-learning menggunakan metode back propagation. Untuk memprediksi Efektifitas pembelajaran dengan e-learning digunakan 4 indikator yaitu kesesuaian tingkat pembelajaran, ketuntasan belajar mahasiswa, sikap dan motivasi mahasiswa, serta efisiensi waktu. Dari penelitian penerapan jaringan syaraf tiruan ini dapat diketahui prediksi seberapa besar tingkat efektifitas pembelajaran dengan e-learning berdasarkan 4 kriteria penilaian efektifitas yaitu: tingkat kesesuaian belajar, ketuntasan belajar, sikap dan motivasi mahasiswa, serta efisiensi waktu.

Kata Kunci : Kata Kunci : Jaringan Syaraf Tiruan, Back Propagation, Prediksi Efektifitas E-Learning

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang Masalah

Jaringan syaraf tiruan adalah sistem pemroses informasi yang memiliki karakteristik mirip dengan jaringan syaraf biologi (Siang, J, J. 2004). Jaringan syaraf tiruan dikembangkan sebagai model matematis dari syaraf biologis dengan berdasarkan asumsi bahwa :

- Pemrosesan terjadi pada banyak elemen sederhana yang disebut neuron.
- Sinyal dikirimkan diantara neuron-neuron melalui penghubung.
- Penghubung antar neuron memiliki bobot yang akan memperkuat atau memperlemah sinyal.
- Setiap neuron memiliki fungsi aktivasi yang akan menentukan sinyal output.

Banyak metode yang terdapat di jaringan syaraf tiruan, salah satunya yaitu metode *Back Propagation*. Metode ini merupakan metode yang sangat baik dalam menangani masalah pengenalan pola-pola kompleks.

Jaringan syaraf tiruan mampu melakukan pengenalan kegiatan berbasis data masa lalu. Data masa lalu akan dipelajari oleh jaringan saraf tiruan sehingga mempunyai kemampuan untuk memberikan keputusan terhadap data yang belum pernah dipelajari. Perhatian yang besar pada Jaringan Saraf Tiruan disebabkan adanya keunggulan yang dimilikinya seperti kemampuan untuk belajar sama seperti otak manusia yang memproses suatu informasi. Dengan kemampuan JST yang begitu

besar, banyak sekali penerapan dari JST dalam memprediksi ataupun menyelesaikan masalah-masalah dalam ilmu pengetahuan yang salah satunya dapat digolongkan kedalam peramalan. Pada penerapannya, peramalan biasanya digunakan untuk aplikasi peramalan tingkat penjualan, memprediksi nilai tukar uang (*Forex*), memprediksi penyakit dan lain-lain. Peramalan dapat dilakukan dengan berbagai cara, diantaranya dengan mengembangkan teknik kecerdasan buatan, yang dalam hal ini paling banyak digunakan adalah Jaringan syaraf tiruan.

E-learning sebagai sebuah metode pembelajaran virtual yang disajikan ke dalam sistem global yang bisa diakses oleh semua unit yang terkait dalam proses belajar mengajar diharapkan dapat membantu proses pembelajaran dalam rangka meningkatkan mutu pendidikan Indonesia. Dengan *e-learning* dosen dan mahasiswa dapat berinteraksi secara cepat. Selain itu dengan *e-learning* dapat dilakukan pembelajaran jarak jauh sehingga dapat dengan mudah menjangkau peserta didik di daerah-daerah kecil tanpa harus dilakukan pembelajaran tatap muka langsung.

Penerapan sistem pembelajaran menggunakan *e-learning* di Universitas Muhammadiyah Riau sebagai salah satu upaya untuk meningkatkan mutu pendidikan para lulusan Universitas Muhammadiyah Riau ini akan lebih baik kedepannya. Dalam pelaksanaan penerapan pembelajaran menggunakan *e-learning* ini, masih banyak terdapat beberapa kendala dan hambatan pada saat penerapannya, mulai dari masalah sarana prasarana maupun kendala pemahaman terhadap penggunaan daripada sistem *e-learning* itu sendiri.

1.2. Rumusan Masalah

Secara garis besar masalah yang harus dipahami pada penelitian ini ini antara lain yaitu :

1. Bagaimana menentukan kriteria-kriteria dalam evaluasi Pembelajaran dengan *e-learning* ?
2. Bagaimana memprediksikan efektifitas dari pembelajaran sistem *e-learning* dengan menggunakan syaraf tiruan ?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk memprediksi efektifitas pembelajaran menggunakan sistem *e-learning*. Adapun secara jelas tujuan dari penelitian ini antara lain :

1. Menganalisa permasalahan yang ada dalam efektifitas penerapan pembelajaran *e-learning*.
2. Menentukan kriteria dalam evaluasi *e-learning*.
3. Memprediksikan efektifitas pembelajaran dengan menggunakan sistem *e-learning*.

4. Mengaplikasikan Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan menggunakan metode *Back Propagation* untuk memprediksi efektifitas pembelajaran *e-learning*.

2. Tinjauan Pustaka

Jaringan syaraf tiruan merupakan salah satu representasi buatan dari otak manusia yang selalu mencoba untuk mensimulasikan proses pembelajaran dari otak manusia tersebut. Pada penelitian ini teori jaringan syaraf tiruan digunakan sebagai cara untuk menyelesaikan masalah yang ada sehingga perlu adanya pembahasan teori tentang jaringan syaraf tiruan yang menjadi bagian dari kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) ini, seperti arsitektur dan pemodelan dari jaringan syaraf tiruan. Selain itu perlu juga dibahas beberapa teori seperti metode *back propagation*, arsitektur *back propagation* dan konsep *e-learning* yang akan diterapkan sehingga dapat diaplikasikan pada pada penelitian “Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Memprediksikan Efektifitas Pembelajaran dengan *E-learning*” ini.

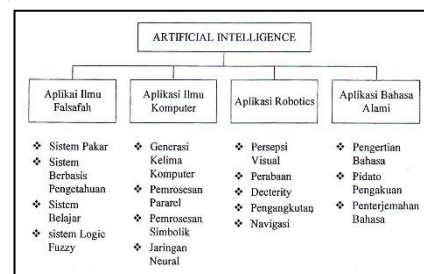
2.1. Artificial Intelligence

Artificial Intelligence (AI) atau kecerdasan buatan adalah suatu ilmu pengetahuan dan teknologi yang mempelajari cara membuat komputer melakukan sesuatu seperti yang dilakukan oleh manusia. Kecerdasan buatan sebagai sebuah studi tentang bagaimana membuat komputer melakukan hal-hal yang pada saat ini dapat dilakukan oleh manusia (Samsudin, 2010).

Untuk menerapkan aplikasi kecerdasan buatan ada 2 bagian utama yang sangat dibutuhkan, yaitu :

1. Basis Pengetahuan (*Knowledge Base*), berisi fakta-fakta, teori, pemikiran dan hubungan antara satu dengan lainnya.
2. Motor Inferensi (*Inferensi Engine*), yaitu kemampuan menarik kesimpulan berdasarkan pengalaman (Dahria, M, 2008).

Artificial Intelligence dapat dikelompokkan ke dalam empat bagian utama, seperti terlihat pada gambar:



Gambar 2.1 Bagian-bagian Utama dari Aplikasi *Artificial Intelligence*

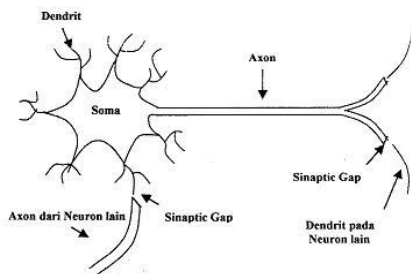
Dari diagram diatas terdapat empat pengelompokan *Artificial Intelligence*. Pada penelitian ini penulis menguraikan bagian kedua saja yaitu Aplikasi Ilmu Komputer. Aplikasi ilmu komputer ini mencakup pengembangan generasi kelima komputer, pemrosesan paralel, pemrosesan simbolik, dan jaringan neural.

2.2. Jaringan Syaraf Tiruan

Dalam penyelesaian masalah-masalah kompleks, sering kali para pakar menggunakan Jaringan syaraf tiruan sebagai salah satu alternatif solusinya. Hal ini dimungkinkan karena JST sangat cocok menyelesaikan masalah dengan kondisi data dengan fluktuasi yang tak linier.

2.2.1. Pengertian jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan saraf tiruan (*Artificial Neural Network*) atau ANN merupakan model yang meniru cara kerja jaringan biologis. Otak manusia terdiri atas sel-sel saraf yang disebut *neuron*, yang berjumlah sekitar 109 *neuron*. *Neuron-neuron* ini terbagi atas group-group yang disebut dengan jaringan, yang dibedakan atas fungsinya dan setiap group mengandung ribuan *neuron* yang saling berhubungan. Kecepatan proses setiap jaringan ini sebenarnya jauh lebih kecil dibandingkan dengan kecepatan proses komputer yang ada pada saat ini. Namun karena otak terdiri atas jutaan jaringan yang bekerja secara paralel, maka otak dapat mengerjakan pekerjaan yang jauh lebih kompleks dibandingkan dengan apa yang dapat dikerjakan oleh komputer yang hanya mengandalkan kecepatan (Diyah Puspitaningrum, 2006).



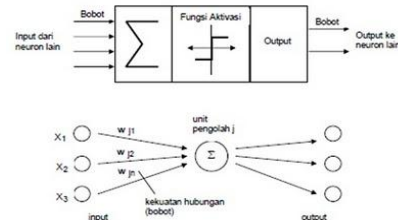
Gambar 2.2 Komponen Neuron

Gambar 2.2 diatas menunjukkan bagian-bagian dari *neuron* yang menjadi sel-sel saraf pada otak manusia yang digunakan oleh jaringan syaraf tiruan

2.2.2. Komponen Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan syaraf tiruan mempunyai beberapa tipe, namun hampir semuanya memiliki komponen-komponen yang hampir sama. Sebagaimana otak

manusia, jaringan syaraf tiruan juga terdiri dari beberapa *neuron* yang saling berhubungan. *Neuron-neuron* tersebut akan mentransformasikan informasi yang diterima melalui sambungan keluarnya menuju *neuron-neuron* yang lain. Pada jaringan syaraf tiruan hubungan antar *neuron* disebut dengan bobot. Informasi tersebut disimpan pada suatu nilai tertentu pada bobot tersebut (Ferdinand Sinuhaji, 2009)



Gambar 2.3 Struktur Neuron Jaringan Syaraf Tiruan

Berdasarkan gambar 2.3 diatas, informasi/*input* akan dikirim ke *neuron* dengan bobot kedatangan tertentu. *Input* ini akan diproses oleh fungsi perambatan yang akan menjumlahkan nilai-nilai semua bobot yang datang. Hasil penjumlahan ini 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. Apabila *neuron* tersebut diaktifkan, maka *neuron* tersebut akan mengirimkan *output* melalui bobot-bobot outputnya ke semua *neuron* yang berhubungan dengannya.

2.3. Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan

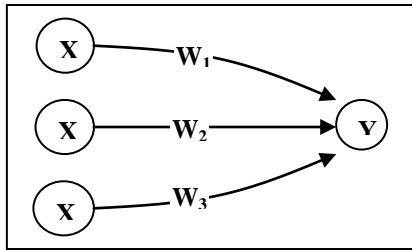
Jaringan syaraf tiruan merupakan generalisasi model matematik dengan asumsi sebagai berikut :

1. Pemrosesan informasi terjadi pada banyak elemen-elemen sederhana yang disebut *neurons*.
2. Sinyal-sinyal dikirim antara *neurons* melalui *connection-links* (Sinapsis).
3. Setiap sinapsis mempunyai bobot tertentu , tergantung tipe NN.
4. Setiap *neuron* menggunakan fungsi aktivasi (biasanya tak linier) yang merupakan penjumlahan sinyal-sinyal masukan untuk sinyal-sinyal keluaran (T. Sutojo, AF, 2010).

Karakteristik dari Jaringan syaraf tiruan secara umum dapat ditentukan oleh 3 hal berikut :

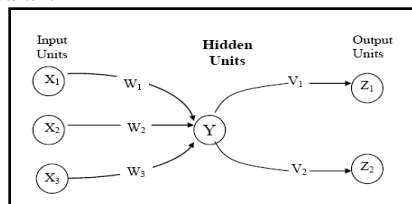
1. Pola koneksi antar *neuron* (arsitektur).
2. Metode penentuan bobot pada koneksi-koneksi (pelatihan, pembelajaran dan algoritma).
3. Fungsi aktivasi (Jong Hek Siang, 2004).

Gambaran suatu *neuron* sederhana dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.4 Neuron Sederhana

Pada gambar diatas, *neuron* Y menerima masukan dari *neuron* X1,X2, dan X3 serta W1, W2, dan W3 merupakan pembobot antar koneksi dari X1, X2, X3 terhadap *neuron* Y. Jaringan *input* y_in pada *neuron* Y merupakan penjumlahan dari perkalian *neuron-neuron* input dengan masing-masing pembobot yang bersesuaian.



Gambar 2.5 Neural Network yang Sederhana

Gambar 2.5 memperlihatkan suatu model *neural network* yang sangat sederhana yang terdiri dari unit-unit *input*, *output* dan satu unit *hidden* yang terletak pada lapisan tersembunyi (*hidden layer*).

Susunan dari beberapa *neuron* dalam sebuah *layer* dan bentuk hubungan didalam dan diantara layer disebut arsitektur jaringan. *Neural network* pada umumnya dipisahkan berdasarkan pada jumlah layer (*input* unit tidak termasuk layer karena tidak melakukan fungsi aktivasi).

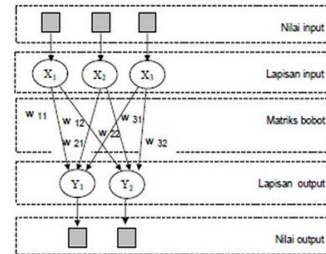
Neuron-neuron pada jaringan syaraf tiruan terkumpul dalam lapisan-lapisan yang disebut *neuron layer*. Lapisan-lapisan penyusun jaringan syaraf tiruan tersebut dibagi menjadi tiga, yaitu :

1. Lapisan Input (*Input Layer*)
Lapisan *input* terdiri dari unit-unit *input* yang bertugas menerima pola inputan dari luar yang menggambarkan suatu permasalahan.
2. Lapisan Tersembunyi (*Hidden Layer*)
Lapisan tersembunyi terdiri dari unit-unit tersembunyi yang nilai *ouput* nya tidak dapat diamati secara langsung.
3. Lapisan Output (*Output Layer*)
Lapisan *output* berisikan unit-unit *output* yang merupakan solusi JST terhadap suatu permasalahan.

Pada jaringan syaraf tiruan, ada beberapa arsitektur jaringan yang sering digunakan antara lain :

1. Jaringan lapisan Tunggal

Jaringan lapisan tunggal terdiri dari 1 lapisan input saja dan 1 lapisan *output* (Gambar 2.4). Setiap unit pada lapisan ini selalu terhubung dengan setiap unit yang terdapat pada lapisan *output*. Jaringan ini menerima *input* yang kemudian mengolahnya menjadi output tanpa melewati lapisan tersembunyi.

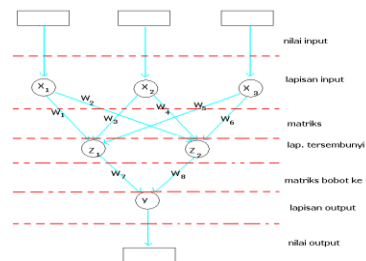


Gambar 2.6 Jaringan syaraf tiruan dengan lapisan tunggal

Pada Gambar 2.6 tersebut lapisan *input* terdiri dari 3 unit *neuron*, yaitu X1, X2, dan X3 yang terhubung langsung dengan lapisan output yang memiliki 2 unit *neuron*, yaitu, Y1 dan Y2. Hubungan antar *neuron* pada kedua lapisan tersebut ditentukan oleh bobot yang bersesuaian W11, W12, W21, W22, W31, dan W32.

2. Jaringan Lapisan Banyak

Jaringan syaraf tiruan lapisan banyak mempunyai 3 jenis lapisan, yaitu lapisan input, lapisan tersembunyi, dan lapisan output seperti terlihat pada Gambar 2.5. Jaringan dengan lapisan banyak ini dapat menyelesaikan permasalahan yang lebih kompleks dibandingkan dengan jaringan lapisan tunggal.



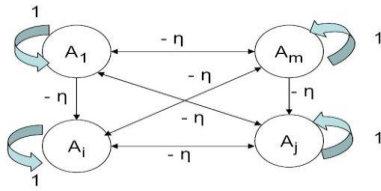
Gambar 2.7 Jaringan syaraf tiruan dengan lapisan banyak

Pada gambar 2.7 diperlihatkan bagaimana lapisan input memiliki 3 unit neuron, yaitu x1,x2, dan x3 yang terhubung langsung dengan lapisan tersembunyi yang memiliki 2 unit neuron tersembunyi, yaitu z1 dan z2. Hubungan antara neuron pada lapisan input dan lapisan output ditentukan oleh bobot v11, v12, v21, v22, v31, dan v32. Kemudian 2 unit neuron tersembunyi z1 dan z1 terhubung langsung dengan lapisan output yang memiliki 1 unit neuron Y yang besarnya ditentukan oleh bobot w1 dan w2.

3. Jaringan dengan Lapisan Kompetitif

Perbedaan jaringan ini dengan yang lain yaitu pada jaringan ini memiliki bobot yang sudah ditentukan dan tidak memiliki proses pelatihan. Jaringan ini

biasanya digunakan untuk mengetahui *neuron* pemenang dari sejumlah *neuron* yang ada



Gambar. 2.8. Jaringan syaraf tiruan dengan lapisan kompetitif

2.4. Proses Pembelajaran Jaringan Syaraf Tiruan

Pada jaringan syaraf tiruan terdapat proses pembentukan konfigurasi bobot-bobot dari jaringan yg disebut belajar. Proses pembentukan ini bertujuan agar *input-input* yang diberikan direspon oleh bobot-bobot tersebut agar menghasilkan *output* yang sesuai target atau yang mendekati. Proses pembelajaran pada jaringan syaraf tiruan ini dapat dikategorikan dalam 2 proses antara lain, yaitu :

2.4.1. Pembelajaran Terawasi

Pada pembelajaran ini bila diberikan pola *input* yang diajarkan, pembobotnya dapat memberikan respon dan menghasilkan pola *output* yang sesuai dengan target dari pola *input* tersebut. Perbedaan antara keluaran-keluaran aktual dengan data keluaran yang diinginkan digunakan untuk mengoreksi bobot JST agar JST dapat menghasilkan jawaban semirip mungkin dengan jawaban yang benar yang telah diketahui oleh JST. Pada penelitian ini akan digunakan model pembelajaran diatas.

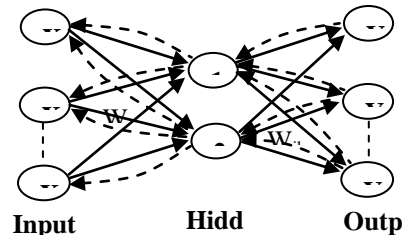
2.4.2. Pembelajaran Tak Terawasi

Pada pembelajaran ini, jaringan syaraf tiruan mengorganisasi dirinya sendiri untuk membentuk vektor-vektor masukan yang serupa, tanpa menggunakan data atau contoh-contoh pelatihan. Dalam proses pelatihan, jaringan mengklasifikasikan pola-pola masukan yang ada menjadi kelompok yang sejenis. Penerapan suatu vektor dari suatu kelas tertentu pada masukannya akan menghasilkan vektor keluaran yang spesifik, namun tak ada cara untuk menentukan terlebih dahulu pada pelatihnannya, yang akan menghasilkan pola keluaran tertentu dengan satu vektor masukan dari kelas tertentu.

2.5. Metode Back Propagation

Keunggulan utama dari sistem jaringan syaraf tiruan adalah kemampuan untuk “belajar” dari contoh yang diberikan. Jaringan syaraf tiruan metode *backpropagation* merupakan sebuah jaringan syaraf tiruan yang bersifat *supervised*, dimana diperlukan data training dalam prosesnya. Jaringan dalam *Backpropagation* bersifat multilayer. Jadi minimal

terdapat sebuah *input layer*, *hidden layer* dan *output layer* (Gunawan, af, 2009). Algoritma *backpropagation* menggunakan *error output* untuk mengubah nilai bobot-bobotnya dalam arah mundur (*backward*). Untuk mendapatkan *error* ini, tahap perambatan maju (*forward propagation*) harus dikerjakan terlebih dahulu. Pada saat perambatan maju, *neuron-neuron* diaktifkan dengan menggunakan fungsi aktivasi. Untuk metode *backpropagation* fungsi aktivasi yang sering digunakan diantaranya: sigmoid biner, sigmoid bipolar, dan identitas. Arsitektur jaringan dari metode *backpropagation* dapat dilihat seperti pada gambar berikut :



Gambar 2.9 Arsitektur Jaringan Backpropagation

2.6. Algoritma Back Propagation

Algoritma *backpropagation* merupakan salah satu algoritma yang sering digunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah yang rumit. Hal ini dapat dilakukan karena jaringan dengan algoritma ini dilatih dengan menggunakan metode belajar terbimbing. Algoritma pelatihan jaringan saraf perambatan galat mundur terdiri atas dua langkah, yaitu perambatan maju dan perambatan mundur. Langkah perambatan maju dan perambatan mundur ini dilakukan pada jaringan untuk setiap pola yang diberikan selama jaringan mengalami pelatihan (Ferdinand Sinuhaji, 2009).

Pada dasarnya pelatihan dengan algoritma *backpropagation* terdiri dari 3 tahapan yaitu (Dyah Puspitaningrum, 2006) :

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

Secara rinci algoritma pelatihan jaringan propagasi balik dapat diuraikan sebagai berikut :

Fase I : Propagasi Maju

Selama propagasi maju, sinyal masukan (= x_i) dipropagasikan ke lapis tersembunyi menggunakan fungsi aktivasi yang ditentukan. Keluaran dari setiap unit lapis tersembunyi (= z_j) tersebut selanjutnya dipropagasikan maju lagi ke lapis tersembunyi di atasnya menggunakan fungsi aktivasi yang

ditentukan. Demikian seterusnya hingga menghasilkan keluaran jaringan ($= y_k$). Berikutnya, keluaran jaringan ($= y_k$) dibandingkan dengan target yang harus dicapai ($= t_k$). Selisih $t_k - y_k$ adalah kesalahan yang terjadi. Jika kesalahan ini lebih kecil dari batas toleransi yang ditentukan, maka iterasi dihentikan. Akan tetapi apabila kesalahan masih lebih besar dari batas toleransinya, maka bobot setiap garis dalam jaringan akan dimodifikasikan untuk mengurangi kesalahan yang terjadi.

Fase II : Propagasi Mundur

Berdasarkan kesalahan $t_k - y_k$, dihitung faktor δ_k ($k=1, 2, \dots, m$) yang dipakai untuk mendistribusikan kesalahan di unit y_k ke semua unit tersembunyi yang terhubung langsung dengan y_k . δ_k juga dipakai untuk mengubah bobot garis yang menghubungkan langsung dengan unit keluaran. Dengan cara yang sama, dihitung δ_j di setiap unit di lapis tersembunyi sebagai dasar perubahan bobot semua garis yang berasal dari unit tersembunyi di lapis di bawahnya. Demikian seterusnya hingga faktor δ di unit tersembunyi yang berhubungan langsung dengan unit masukan dihitung.

Fase III : Perubahan Bobot

Setelah semua faktor δ dihitung, bobot semua garis dimodifikasi bersamaan. Perubahan bobot suatu garis didasarkan atas faktor δ neuron di lapis atasnya. Sebagai contoh, perubahan bobot garis yang menuju ke lapis keluaran didasarkan atas dasar δ_k yang ada di unit keluaran. Ketiga fase tersebut diulang-ulang terus hingga kondisi penghentian dipenuhi. Umumnya kondisi penghentian yang sering dipakai adalah jumlah iterasi atau kesalahan. Iterasi akan dihentikan jika jumlah iterasi yang dilakukan sudah melebihi jumlah maksimum iterasi yang ditetapkan, atau jika kesalahan yang terjadi sudah lebih kecil dari batas toleransi yang diijinkan (Jurmawanto, A et al.2009).

Backpropagation bekerja melalui proses secara iteratif dengan menggunakan sekumpulan contoh data (data *training*), membandingkan nilai prediksi dari jaringan dengan setiap contoh data. Dalam setiap proses, bobot relasi dalam jaringan dimodifikasi untuk meminimalkan nilai *Mean Square Error* (MSE) antara nilai prediksi dari jaringan dengan nilai sesungguhnya. Modifikasi relasi jaringan saraf tersebut dilakukan dalam arah

mundur, dari *output layer* hingga *layer* pertama dari *hidden layer* sehingga metode ini disebut *backpropagation*.

Langkah-langkah pembelajaran dalam metode *backpropagation* adalah sebagai berikut :

1. Inisialisasi bobot jaringan secara acak.
2. Untuk setiap contoh data (data *training*), hitung keluaran berdasarkan bobot jaringan tersebut.
3. Selanjutnya lakukan proses perhitungan nilai *error* untuk setiap keluaran (*output*) dan *hidden node (neuron)* dalam jaringan. Bobot jaringan dimodifikasi.
4. Ulangi langkah 2 hingga kondisi yang diinginkan tercapai.

Terdapat beberapa cara dalam modifikasi bobot-bobot jaringan saraf tiruan. Pertama, modifikasi dilakukan pada setiap akhir perhitungan setiap contoh kasus (*case updating*). Atau cara kedua, modifikasi bobot-bobot jaringan saraf tiruan dilakukan setelah semua contoh kasus dianalisis. Cara ini disebut *epoch (batch) updating*. Untuk perhitungan *error* dalam *output layer* dilakukan dengan persamaan berikut :

$$Err_i = O_i (1 - O_i) (T_i - O_i) \quad \dots\dots(2.5)$$

O_i : Keluaran dari *output node* unit i

T_i : nilai sesungguhnya dari *output node* dalam contoh kasus (data *training*)

Perhitungan *error* pada *hidden layer* dilakukan dengan persamaan berikut :

$$Err_j = O_i (1 - O_i) \sum_j Err_j w_{ij} \quad \dots\dots(2.6)$$

O_i : keluaran dari *hidden node* unit i yang memiliki keluaran j dalam *layer*

Err_j : nilai *error* dalam *node* unit j

W_{ij} : bobot antara kedua *node (neuron)* tersebut

Setelah nilai *error* pada setiap *node (neuron)* dihitung, lakukan modifikasi terhadap bobot baru jaringan pada *output layer* dan bobot baru pada *hidden layer* dengan menggunakan persamaan berikut.

$$W_{ij} = W_{ij} + l \cdot Err_j \cdot O_i \quad \dots\dots\dots(2.7)$$

l : learning rate dengan nilai antara 0 hingga 1, jika nilai l kecil, maka perubahan bobot akan sedikit dalam setiap iterasi, begitu pula sebaliknya.

2.7. Efektifitas Pembelajaran *E-Learning*

Efektifitas berasal dari kata dalam bahasa Inggris yaitu *effective* yang berarti berhasil atau sesuatu yang dilakukan berhasil dengan baik, atau dapat juga didefinisikan sebagai ketepatan penggunaan, hasil guna atau menunjang tujuan.

Menurut kamus ensiklopedia Indonesia (1989) efektifitas adalah menunjukkan taraf tercapainya suatu tujuan. Suatu usaha dikatakan efektif apabila usaha tersebut telah mencapai tujuannya. Menurut

Enggen dan Kauchak (Nuryanti, 2006), suatu pembelajaran dikatakan efektif ketika siswa terlibat secara aktif dalam penemuan informasi yang berhubungan dengan pengetahuan dan materi yang sedang dipelajari.

Pada dasarnya pembelajaran *e-learning* adalah pembelajaran yang menggunakan jasa elektronik sebagai media pembantu pembelajaran (Tafiardi, 2005). Tujuan utama penerapan *e-learning* dalam pembelajaran adalah untuk memperluas akses pendidikan ke masyarakat luas.

Karakter-karakter *e-learning* antara lain :

1. Memanfaatkan jasa teknologi elektronik; di mana guru dan siswa, siswa dan sesama siswa atau guru dan sesama guru dapat berkomunikasi dengan relatif mudah dengan tanpa dibatasi oleh hal-hal yang protokoler.
2. Memanfaatkan keunggulan komputer (*digital media* dan *computer networks*).
3. Menggunakan bahan ajar bersifat mandiri (*self learning materials*) disimpan di komputer sehingga dapat diakses oleh guru dan siswa kapan saja dan di mana saja bila yang bersangkutan memerlukannya.
4. Memanfaatkan jadwal pembelajaran, kurikulum, hasil kemajuan belajar dan hal-hal yang berkaitan dengan administrasi pendidikan dapat dilihat setiap saat di komputer.

Menurut Rosenberg (2011), tiga kategori dasar dari *e-learning* yaitu :

1. *E-Learning* bersifat jaringan, yang membuatnya mampu memperbaiki secara cepat, menyimpan, atau memunculkan kembali, mendistribusikan dan sharing pembelajaran dan informasi.
2. *E-Learning* dikirimkan kepada pengguna melalui komputer dengan menggunakan standar internet.
3. *E-Learning* terfokus pada pandangan pembelajaran yang paling luas, solusi pembelajaran yang mengungguli paradigma nasional dalam pelatihan (Tafiardi, 2005).

Dalam pengembangannya, *e-learning* menurut Haughey (1998) ada tiga kemungkinan dalam pengembangan sistem belajar berbasis internet, antara lain :

1. *Web course*, yaitu penggunaan internet untuk keperluan pendidikan, yang mana peserta didik dan pengajar sepenuhnya terpisah dan tidak diperlukan adanya tatap muka. Seluruh bahan ajar, diskusi, konsultasi, penugasan, latihan, ujian, dan kegiatan pembelajaran lainnya sepenuhnya disampaikan melalui internet. Dengan kata lain model ini bisa disebut menggunakan sistem jarak jauh.

2. *Web centric course* adalah penggunaan internet yang memadukan antara belajar jarak jauh dan tatap muka (konvensional). Sebagian materi disampaikan melalui internet, dan sebagian lagi melalui tatap muka. Fungsinya saling melengkapi. Dalam model ini pengajar bisa memberikan petunjuk pada siswa untuk mempelajari materi pelajaran melalui web yang telah dibuatnya. Siswa juga diberikan arahan untuk mencari sumber lain dari situs-situs yang relevan. Dalam tatap muka, peserta didik dan pengajar lebih banyak diskusi tentang temuan materi yang telah dipelajari melalui internet tersebut.
3. *Web enhanced course* adalah pemanfaatan internet untuk menunjang peningkatan kualitas pembelajaran yang dilakukan di kelas. Fungsi internet adalah untuk memberikan pengayaan dan komunikasi antara peserta didik dengan pengajar, sesama peserta didik, anggota kelompok, atau peserta didik dengan nara sumber lain. Oleh karena itu peran pengajar dalam hal ini dituntut untuk menguasai teknik mencari informasi di internet, membimbing mahasiswa mencari dan menemukan situs-situs yang relevan dengan bahan pembelajaran, menyajikan materi melalui web yang menarik dan diminati, melayani bimbingan dan komunikasi melalui internet, dan kecakapan lain yang diperlukan (Tafiardi, 2005).

3. Metodologi Penelitian

Adapun metodologi penelitian yang dilakukan pada penelitian yaitu :

1. Mengidentifikasi Masalah
2. Menganalisa masalah yang ada pada sistem sebelumnya
3. Studi literatur
4. Mengumpulkan data melalui proses observasi dan wawancara
5. Menganalisa data
6. Merancang pola jaringan
7. Implementasi dan pengujian
8. Evaluasi

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Pengujian dan Pengolahan data

Pengujian data hasil pengolahan dilakukan dengan menggunakan software Matlab 6.1, dengan tahapan sebagai berikut :

- a. Melakukan pengolahan data secara manual dengan metode *Backpropagation*.
- b. Menguji hasil pengolahan data secara manual tersebut dengan metode

- Backpropagation* dengan data yang sama pada langkah pertama.
- c. Menguji hasil pengolahan data secara komputerisasi dengan metode *Backpropagation* menggunakan data yang sama pada langkah pertama menggunakan *software Matlab 6.1*.
- d. Membandingkan hasil manual yang didapatkan dengan hasil pengujian menggunakan *Software Matlab 6.1*.

Menguji hasil pengolahan data secara komputerisasi dengan metode *Backpropagation* dengan menggunakan *software Matlab 6.1* dengan data yang lebih lengkap dari data-data yang ada dengan beberapa model jaringan syaraf tiruan.

4.2 Pemrograman jaringan Syaraf Tiruan (*Backpropagation*)

Jaringan syaraf tiruan (*backpropagation*) dibentuk dengan cara menambahkan lapisan tersembunyi (*hidden layer*) sesuai dengan aturan pelatihan dalam model Widrow-Hooff.

Variasi terhadap model standar dilakukan dengan mengganti algoritmanya menjadi model algoritma lain. Berdasarkan hasil percobaan menunjukkan bahwa jaringan syaraf tiruan yang sudah dilatih dengan baik akan menghasilkan keluaran yang lebih baik jika diberi masukan serupa dengan pola yang dipakai untuk pelatihan.

4.3 Langkah-Langkah Pengolahan Data Manual dengan matlab

Adapun langkah pengolahan data yang dilakukan dengan menggunakan matlab dapat dilakukan dengan langkah sebagai berikut :

- Menetapkan data Input dan target untuk pelatihan serta pengujian. Untuk input yang digunakan pada pengolahan data ini yaitu :
 - Kesesuaian Tingkat Pembelajaran (X1)
 - Kualitas Pembelajaran (X2)
 - Sikap dan Motivasi siswa (X3)
 - Efisiensi Waktu (X4).

Berdasarkan 100 data hasil pengumpulan data dibagi menjadi 75 data untuk pelatihan dan 25 untuk pengujian dengan menggunakan pola 4-2-1. Hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.1. Data Input dan terget jaringan untuk data pelatihan

NO	X1	X2	X3	X4	T
1	0.90	0.10	0.90	0.90	1
2	0.90	0.90	0.63	0.70	1

3	0.63	0.90	0.90	0.90	1
4	0.90	0.90	0.90	0.70	1
5	0.63	0.90	0.63	0.70	1
6	0.63	0.90	0.37	0.70	1
7	0.63	0.90	0.37	0.50	1
8	0.63	0.90	0.63	0.90	1
9	0.37	0.90	0.90	0.90	1
10	0.63	0.90	0.90	0.70	1
20	0.90	0.90	0.90	0.90	1
25	0.90	0.90	0.10	0.50	1
30	0.90	0.90	0.90	0.90	1
39	0.90	0.90	0.37	0.10	0
40	0.90	0.90	0.90	0.50	1

Tabel 4.2. Data Input dan terget jaringan untuk data pelatihan

NO	X1	X2	X3	X4	T	Model 4-2-1	
						Output	Error
1	0.9	0.9	0.9	0.9	1	0.9984	0.0016
2	0.1	0.9	0.9	0.5	1	0.9781	0.0219
3	0.37	0.9	0.37	0.5	0	0.0016	- 0.0016
4	0.9	0.9	0.63	0.7	1	0.9984	0.0016
5	0.37	0.9	0.9	0.9	1	0.9983	0.0017
6	0.63	0.9	0.9	0.7	1	0.9963	0.0037
7	0.1	0.9	0.37	0.3	0	0.0018	- 0.0018
8	0.1	0.9	0.37	0.5	0	0.0005	- 0.0005
9	0.63	0.9	0.63	0.3	1	0.9893	0.0107
10	0.9	0.9	0.37	0.1	0	0.0052	- 0.0052
20	0.9	0.9	0.9	0.5	1	0.9984	0.0016
21	0.63	0.9	0.9	0.3	1	0.9974	0.0026
22	0.63	0.9	0.9	0.3	1	0.8643	0.1357
23	0.1	0.9	0.37	0.9	0	0.0037	- 0.0037
24	0.63	0.9	0.1	0.9	1	0.001	0.999
25	0.9	0.9	0.37	0.3	1	0.9904	0.0096

- Menetapkan Bobot dan Bias

Bobot awal lapisan input ke lapisan tersembunyi pertama pada pelatihan dapat dilihat pada tabel 3.3 berikut :

Tabel 4.3. Tabel bobot awal input ke lapisan tersembunyi

	Y ₁	Y ₂
V1	0.4	-0.5
V2	0.1	0.9
V3	0.63	0.9
V4	0.9	0.9

Bobot awal lapisan tersembunyi ke lapisan output terlihat pada tabel 4 berikut :

Tabel 4.4. Tabel bobot lapisan tersembunyi ke lapisan output

	Z
Y1	-0.4
Y2	-0.3

3. Menetapkan Parameter-parameter yang digunakan

Sebelum data tersebut diuji untuk proses pelatihan, maka perlu ditetapkan parameter-parameter yang diperlukan dalam proses pelatihan terlebih dahulu. Adapun parameter lainnya yaitu :

- net.trainParam.epochs=5000

Parameter ini digunakan untuk menentukan jumlah *epoch* maksimum yang ada pada pelatihan.

- net.trainParam.goal=0.0001;

Parameter ini digunakan untuk menentukan batas nilai MSE agar iterasi berhenti. Iterasi akan berhenti jika MSE kurang dari batas yang ditentukan dalam net.trainparam.goal atau jumlah epochs yang telah ditentukan dalam net.trainparam.epochs.

- net.trainParam.Ir=0.3;

Parameter ini digunakan untuk menentukan laju pemahaman ($Learning Rate = \alpha$). Adapun nilai default dari nilai *learning rate* ini adalah 0.1, semakin besar nilai α , maka semakin besar proses pelatihan. Akan tetapi dalam hal ini jika nilai α terlalu besar, maka algoritma akan tidak stabil dan mencapai titik *minimal local*.

- net.trainParam.show=1000

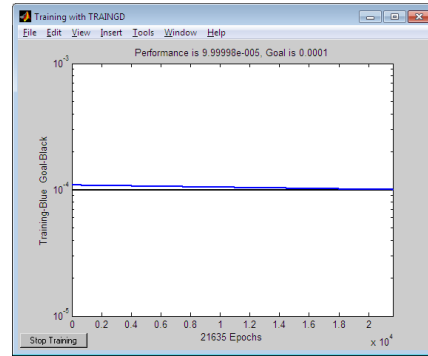
Parameter ini digunakan untuk menampilkan frekuensi perubahan MSE (Default : setiap 25 *epoch*)

4. Melakukan Pelatihan dan Pengujian

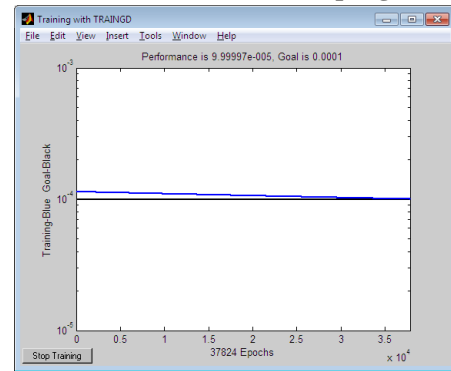
Proses pelatihan dapat dilakukan dengan menggunakan perintah berikut dengan beberapa model jaringan syaraf tiruan yaitu 4-2-1, 4-3-1, 4-4-1, 4-5-1, dan 4-6-1 :

- net=train(net,rn,tn);

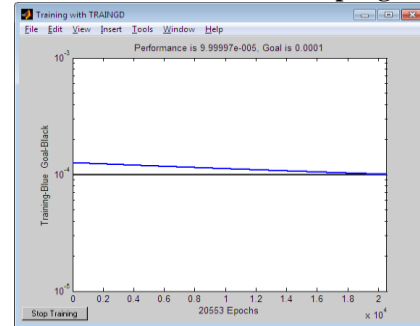
Dengan perintah di atas akan menghasilkan keluaran masing-masing model jaringan syaraf tiruan sebagai berikut :



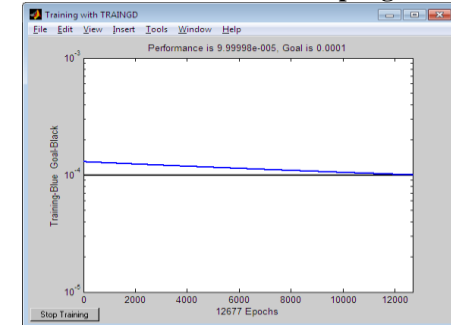
Gambar 4.1. Pelatihan 4-2-1 mencapai goal



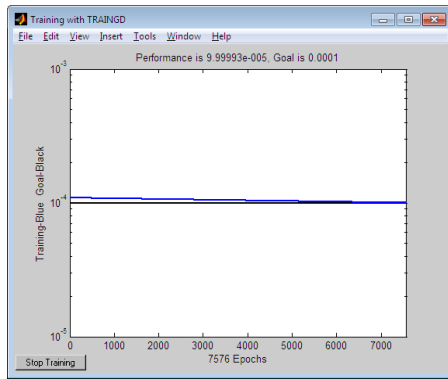
Gambar 4.2. Pelatihan 4-3-1 mencapai goal



Gambar. 4.3. Pelatihan 4-4-1 mencapai goal



Gambar. 4.4. Pelatihan 4-5-1 mencapai goal



Gambar. 4.5. Pelatihan 4-6-1 mencapai goal

Berdasarkan data hasil pelatihan dengan beberapa model 4-2-1, 4-3-1, 4-4-1, 4-5-1 dan 4-6-1 diatas, dan mencapai epoch maksimum maka dilakukan pengujian sehingga mendapatkan hasil bahwa model 4-6-1 mendapatkan hasil yang lebih baik dibandingkan model yang lainnya dengan nilai epoch = 7576 dan MSE = 0.0000999993 yang merupakan hasil terbaik dengan menggunakan sample data sebanyak 75 data.

Tabel 4.5 Perbandingan hasil Epoch dan MSE

	4-2-1	4-4-1	4-5-1	4-6-1
Epoch Pelatihan	21675	20533	12677	7576
MSE Pengujian	0,0000 99998	0.0000999 97	0.0000999 98	0.00009 9993

5. Simpulan

Setelah melakukan pelatihan dan pengujian menggunakan Matlab 6.1 maka dapat disimpulkan beberapa hal berikut :

1. Jaringan syaraf tiruan dapat digunakan untuk memprediksi efektifitas pembelajaran dengan *e-learning* di Universitas Muhammadiyah Riau, berdasarkan 4 kriteria penilaian efektifitas yaitu: tingkat kesesuaian belajar, ketuntasan belajar, sikap dan motivasi mahasiswa , serta efisiensi waktu.
2. Arsitektur yang paling tepat digunakan untuk prediksi efektifitas pembelajaran

dengan *e-learning* yaitu dengan jaringan saraf tiruan menggunakan algoritma *backpropagation* dengan *momentum* adalah 4-6-1 dengan membagi data menjadi 2 bagian yaitu 25 data pelatihan dan 25 data pengujian

3. Untuk lebih mengetahui kemampuan prediksi efektifitas pembelajaran dengan *e-learning*, maka dapat dilakukan pelatihan dan pengujian dengan banyak data, semakin banyak jumlah data yang dilatih maka akan semakin baik kemampuan prediksi yang dihasilkan oleh jaringan saraf tiruan, namun akan berdampak pada melambatnya proses pelatihan

6. Referensi

- Arif Hermawan. (2006). "Jaringan Saraf Tiruan Teori dan Aplikasi". Penerbit Andi.
- Diyah Puspitaningrum, (2006). "Pengantar Jaringan Saraf Tiruan ". Penerbit Andi.
- Jong Jek Siang, (2009). "Jaringan Syaraf Tiruan". ANDI Yogyakarta.
- Kasiman Peranginagin. (2006). "Pengenalan Matlab". Penerbit Andi.
- Numiek Sulistyono Hanum, (2013). "Keefektifan E-Learning Sebagai Media Pembelajaran (Studi Evaluasi Model Pembelajaran E-Learning Smk Telkom Sandhy Putra Purwokerto)", Jurnal Pendidikan Vokasi UNY.
- Samsudin. (2010). " Tesis Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Menggunakan Metode Propagasia Balik untuk Memprediksi Kejiwaan Manusia".
- Son Kuswadi. (2007). "Kendali Cerdas Teori dan Aplikasi Praktisnya". Penerbit Andi.