



MODEL INTEGRASI JARINGAN SYARAF TIRUAN DAN SISTEM PAKAR UNTUK PENGAMBILAN KEPUTUSAN INVESTASI SAHAM

Aliq Zuhdi, Anna Maria Sri Asih, dan S B Sutono

Program Studi Teknik Industri, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Gadjah Mada
Email: aliq_zuhdi@yahoo.co.uk

ABSTRACT

Model of neuro-expert system was developed. The main idea is to integrate both artificial intelligence methods such as neural network and expert system in a business strategy or investment. The neural-network is used to solve numerically the mathematical model developed based on the data collected from Jakarta Trade Center and the mechanism of acquiring the investment. The objective is to provide certain decision and recommendation to buy, hold or sell the investment based on the analytical result. Two aspects are integrated in this model such as fundamental aspects consisting of macro-economy, industry and enterprises conditions and also the technical aspects consists of the price of investment, knowledge bases collected from many experts and also the algorithm of both neural network and decision searching. Backpropagation algorithm with ten hidden-layer and Levenverg-Marquardt method are used in structuring the model. The data used in testing the model is collected from PT. Astra International Tbk. during 225 days of trade. The results shows that the enterprise is recommended to sell the investment in the next 40 days and this decision is expected to gain the benefit of Rp.1.075 per exemplar excluded the dividen.

Keywords : integration model, neuro-expert system, decision support, investment.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ada banyak pilihan atau tempat yang dapat digunakan dalam berinvestasi dengan harapan mendapatkan keuntungan untuk periode yang akan datang. Apabila dibandingkan investasi lainnya, investasi dalam bentuk saham memungkinkan pemodal untuk mendapatkan *return* atau keuntungan yang lebih besar dalam waktu relatif singkat (*high return*). Selain *high return*, saham juga memiliki sifat *high risk* yaitu ketika harga saham nilainya menurun secara cepat. Dengan karakteristik *high risk high return* tersebut maka pemodal perlu terus memantau pergerakan harga saham yang dipegangnya, agar keputusan investasi yang tepat dapat dibuat dalam waktu yang tepat pula. Hal ini berarti bahwa siapa saja yang melakukan perdagangan saham, pasti akan terlibat (*getting involved*) dengan unsur resiko harga (*price risk*) atau unsur ketidakpastian (*uncertainly*) dalam

perdagangan yang ditanganinya. Ada dua macam pendekatan dasar dalam analisis saham, yaitu analisis fundamental dan analisis teknikal. Analisis fundamental mencoba memperkirakan harga saham di masa yang akan datang dan menitik beratkan pada penilaian terhadap kemampuan/kinerja dan prospek perusahaan yang menyebabkan harga saham bergerak naik atau turun. Sementara analisis teknikal memperkirakan harga saham dengan mengamati perubahan harga saham tersebut diwaktu lalu dan menitik-beratkan pada gerakan harga dan volume perdagangan menggunakan grafik yang bila dibaca dengan benar, dapat dijadikan pedoman untuk mengetahui kapan atau pada level harga berapa tindakan beli atau jual yang menguntungkan secara maksimal. Dengan memperhatikan hal di atas dapat disimpulkan bahwa analisis fundamental dan analisis teknikal saling melengkapi, dimana yang pertama untuk pembentukan harga dan yang kedua untuk kelanjutan gerak harga.

Berangkat dari latar belakang tersebut, maka pada penelitian ini akan dikembangkan suatu sistem yang menggabungkan kedua analisis saham tersebut. Menggunakan sistem pakar dan jaringan syaraf tiruan, yang dapat digunakan sebagai alat simulasi untuk perencanaan strategi pengambilan keputusan investasi saham di bursa. Penggunaan kedua analisis ditujukan agar kelemahan dari masing-masing faktor dapat diminimalkan.

1.2 Tujuan

Adapun tujuan diadakan penelitian ini yaitu:

1. Merancang model perencanaan strategi pengambilan keputusan investasi yang tepat untuk meminimasi resiko ketidakpastian harga saham yang ada di bursa efek.
2. Membuat prototipe sistem cerdas untuk konsultasi analisis investasi saham.
3. Merancang sistem pakar dengan jaringan syaraf tiruan sebagai alat bantu untuk melakukan perencanaan strategi pengambilan keputusan investasi.

Integrasi sistem pakar dengan jaringan syaraf tiruan ini diharapkan memiliki kemampuan kombinasi untuk menyediakan konsultasi pakar dan meningkatkan peng-alaman sistem itu sendiri dari waktu ke waktu ber-dasarkan proses belajar.

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Untuk memfokuskan permasalahan, maka dalam penelitian ini dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Keputusan akhir yang dihasilkan oleh sistem pakar yang dikembangkan hanyalah keputusan beli (*buy*), jual (*sell*) serta tahan (*hold*). Jika pada akhirnya yang diambil adalah keputusan beli atau jual, tidak akan disebut berapa saham yang harus dibeli atau dijual.
2. Lingkungan investasi yang dipilih adalah efek keuangan yang berbentuk saham biasa (*common stock*) yang dapat diperjualbelikan.
3. Struktur jaringan syaraf tiruan yang dibuat adalah jaringan syaraf propagasi-balik dengan penyesuaian bobot menggunakan metode Levenbert-Marquardt.
4. Sistem pakar dikembangkan berdasarkan analisis fundamental, sedangkan jaringan syaraf tiruan dikembangkan berdasarkan analisis teknikal.
5. Integrasi jaringan syaraf tiruan dan sistem pakar hanya mengevaluasi satu saham dalam

setiap evaluasi yang dilakukan, dalam hal ini saham PT. Astra International, Tbk.

6. Jaringan syaraf tiruan dan sistem pakar yang dikembangkan tidak mengevaluasi portofolio saham yang dimiliki atau efek portofolio saham terhadap strategi pengambilan keputusan investasi di saham.
7. Pembangunan model konseptual dan pengembangan sistem dilakukan dengan dasar pengetahuan kondisi perekonomian dan pasar modal di Indonesia.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Analisis Fundamental

Analisis fundamental adalah suatu teknik analisis yang melakukan penilaian saham berdasarkan pros-pehnya di masa depan. Prospek suatu saham mencer-minkan performansi suatu perusahaan di masa depan. Bagaimana perusahaan tersebut dapat terus berkembang di masa depan, dan bagaimana perusahaan tersebut dapat meraih keuntungan di masa depan. Jadi sifat analisis fundamental itu sendiri adalah analisis yang mengisyaratkan kebutuhan analisis yang mendalam mengenai kondisi-kondisi yang mampu mempengaruhi performansi perusahaan dalam kerangka waktu yang cukup panjang, yang berkisar pada perhitungan bulanan atau tahunan.

Banyak faktor yang mempengaruhi penilaian harga saham, maka untuk melakukan analisis fundamental di-perlukan beberapa tahapan analisis. Tahapan yang di-lakukan dalam analisis ini dimulai dari:

1. Analisis kondisi ekonomi/pasar
2. Analisis industri
3. Analisis kondisi perusahaan

2.2 Analisis Teknikal

Analisis teknikal berusaha mendeteksi pola harga di pasar yang sering terjadi di masa lalu dan dapat di-jadikan indikator tingkat harga di masa yang akan datang. Analisis teknikal mempelajari pergerakan harga dengan menggunakan grafik untuk tujuan memprediksi *trend* harga di masa yang akan datang. Analisis teknikal menganggap bahwa saham adalah komoditas perda-gangan yang pada gilirannya permintaan dan penawa-rannya merupakan manifestasi kondisi psikologis dari pemodal. Teknikalis mencari pembuktian perubahan harga melalui signal pasar dan indikasi-indikasinya.

2.3 Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan syaraf tiruan atau JST [8] adalah merupakan salah satu representasi buatan otak manusia yang selalu mencoba untuk mensimulasikan proses pembelajaran pada otak manusia tersebut. Istilah buatan disini digunakan karena jaringan syaraf ini dimplementasikan dengan menggunakan program komputer yang mampu menyelesaikan sejumlah proses perhitungan selama proses pembelajaran.

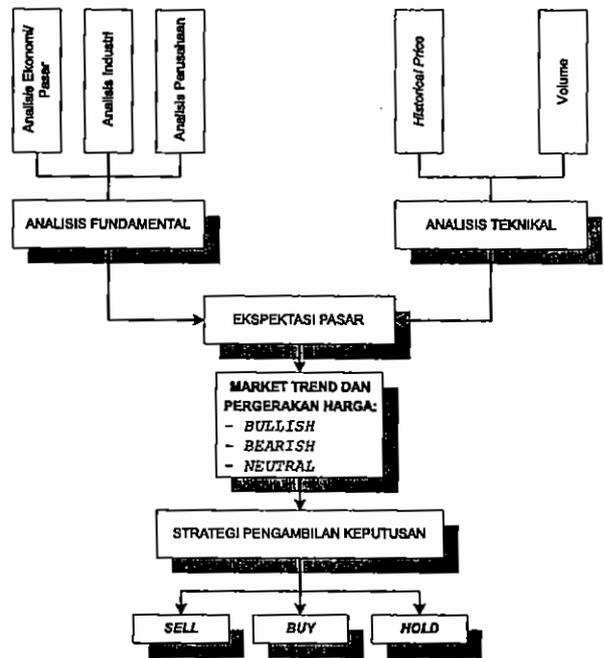
2.4 Sistem Pakar

Sistem pakar merupakan program komputer inte-rakrif yang membantu pengambilan keputusan dengan menggunakan gabungan fakta dan proses heuristik untuk menyelesaikan masalah keputusan yang sulit dengan memanfaatkan pengetahuan pakar [2]. Sistem pakar adalah suatu sistem yang mempergunakan ilmu pengetahuan manusia dengan mempergunakan kompu-ter untuk menyelesaikan masalah sebagaimana biasanya dibutuhkan seorang pakar [15].

3. PENGEMBANGAN MODEL

Model konseptual analitis keputusan investasi saham merupakan gambaran secara umum tentang kerangka atau langkah-langkah pendekatan analisis penilaian saham untuk pengambilan keputusan in-vestasi. Model konseptual ini dibangun untuk me-nunjukkan urutan-urutan proses dari sistem yang mendasari pengembangan sistem pakar dengan jaringan syaraf tiruan. Proses pembangunan model konseptual analitis keputusan investasi saham dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu analisis fundamental, analisis teknikal, penilaian harga saham, perkiraan *market trend* dan pergerakan harga serta penetapan strategi pengambilan keputusan. Masing-masing tahapan analisis memiliki komponen-komponen atau unsur-unsur yang statusnya perlu diketahui. Agar keputusan dapat dicapai maka dibutuhkan informasi mengenai status atau nilai dari komponen pembentuk tahapan analisis.

Adapun bangunan model konseptual dari proses strategi pengambilan keputusan investasi ini dapat di-lihat pada Gambar 1. Gambar tersebut merupakan dasar perancangan sistem pakar dengan jaringan syaraf tiruan untuk perencanaan strategi pengambilan keputusan in-vestasi saham.



Gambar 1. Model konseptual aliran keputusan

Banyak faktor yang mempengaruhi harga saham, maka untuk melakukan analisis fundamental diperlukan beberapa tahapan analisis. Tahapan yang dilakukan di-mulai dengan analisis kondisi makroekonomi atau kondisi pasar, analisis industri dan analisis kondisi spesifik perusahaan. Secara skematis, kerangka analisis fundamental ditunjukkan pada Gambar 2.

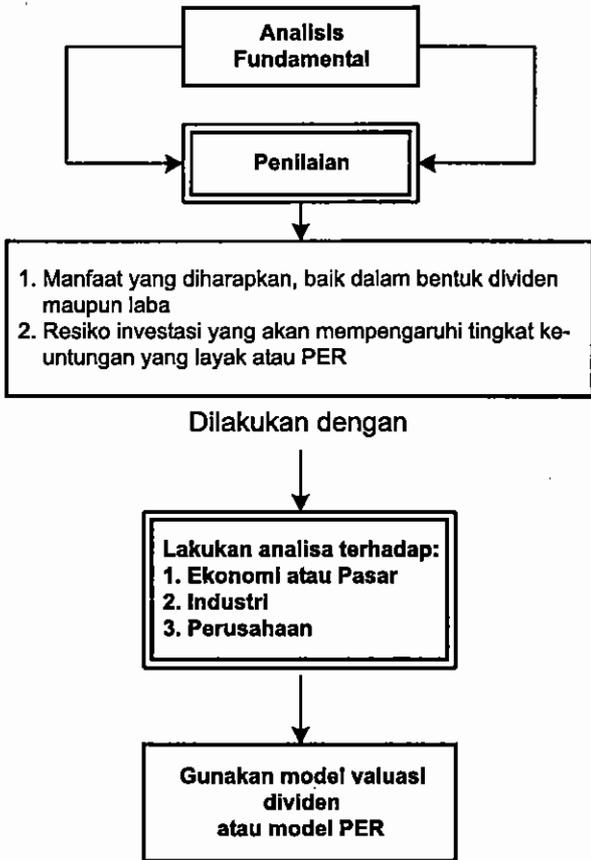
Analisis teknikal pada dasarnya merupakan upaya untuk menentukan kapan akan membeli (masuk ke pasar) atau menjual saham (keluar dari pasar), dengan memanfaatkan indikator-indikator teknis ataupun meng-gunakan analisis grafik. Informasi tentang harga dan volume perdagangan merupakan alat utama untuk anali-sis. Kerangka pendekatan analisis teknikal ditunjukkan pada Gambar 3.

Penentuan strategi pengambilan keputusan yang tepat akan terkait dengan penilaian harga saham dan perkiraan *trend* pasar yang akan terjadi ke depan. Oleh karena itu, hanya ada dua cara untuk mendapatkan potensi keuntungan pembagian dividen dan *capital gain*, yaitu: (1) membeli efek yang dalam jangka panjang menunjukkan kinerja lebih baik dari rata-rata pasar, dan (2) membeli efek pada saat harganya murah dan menjual setelah harganya naik. Artinya, harga saham yang dibeli investor harus lebih rendah dibanding dengan harga atau nilainya pada saat dijual plus dividen yang diperoleh selama memegang saham tersebut.

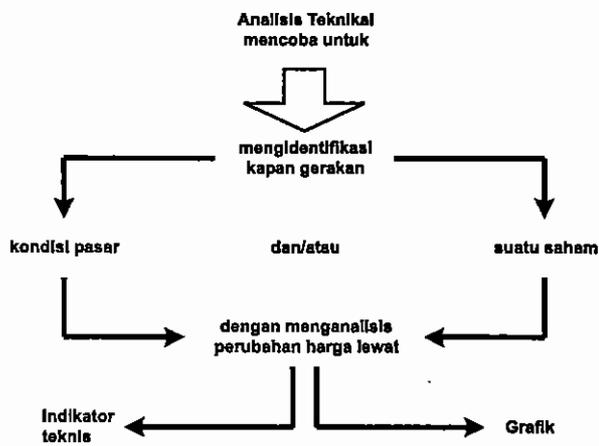
bertahap (*long covering*), tahan jangan beli dulu (*hold*), tahan jangan jual dulu (*hold*), *one day trading*, *short selling* dan jangan investasi.

4. PERANCANGAN SISTEM

Perancangan sistem merupakan penggambaran, perencanaan dan pembuatan sketsa atau pengaturan dari beberapa elemen yang terpisah ke dalam satu kesatuan yang utuh dan berfungsi. Pada tahap perancangan sistem dilakukan penentuan tujuan dari perancangan integrasi sistem pakar dan jaringan syaraf tiruan. Tujuan secara umum adalah memberikan gambaran sistem yang dibuat mengenai aplikasi rancangan integrasi sistem pakar dan jaringan syaraf tiruan, sebagai alat bantu yang dapat dipergunakan untuk pengambilan keputusan dalam perencanaan strategi pengambilan keputusan investasi saham. Sistem ini adalah implementasi dari penggabungan analisis penilaian saham yang berasal dari faktor fundamental dan teknikal. Adapun bentuk bagan alir dari sistem yang dirancang untuk perencanaan strategi pengambilan keputusan investasi saham ditunjukkan oleh Gambar 4.

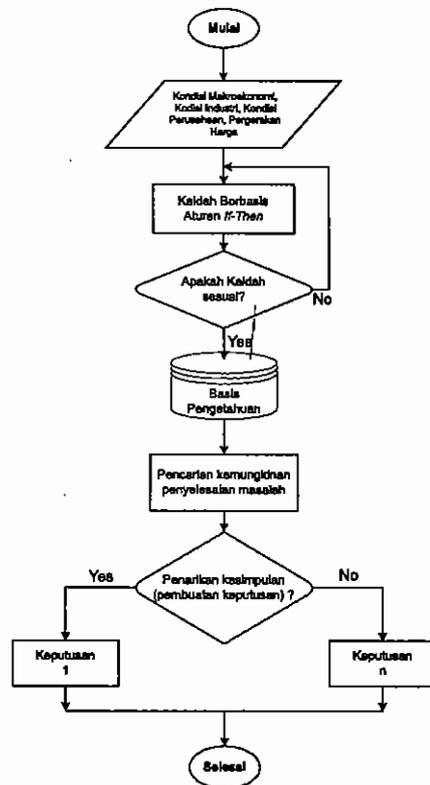


Gambar 2. Kerangka Pendekatan Analisis Fundamental [6]



Gambar 3. Kerangka Pendekatan Analisis Teknikal [6]

Karena harapan mendapatkan potensi keuntungan *capital gain* yang tinggi selain pembagian dividen, maka variasi dari pedoman-pedoman tersebut nantinya akan digunakan dalam pengambilan keputusan oleh model yang dikembangkan ini. Dalam sistem pakar, rekomendasi keputusan akhir ada sembilan keputusan, yaitu beli (*buy on long*), beli bertahap (*average harga*), jual sekarang (*cut loss*), jual



Gambar 4. Bagan aliran Sistem

4.1 Desain Input

Desain *input* dirancang sesuai dengan kebutuhan pemakai dan tujuan. *Input* sistem adalah data fun-damental dan data teknikal.

a. Input Jaringan Syaraf Tiruan

Input dari jaringan syaraf tiruan adalah data teknikal berupa data harga saham yang diambil dari BEJ yang dicatat tiap hari transaksi selama 255 hari. Parameter yang dipakai pada penelitian adalah harga penutupan (*closing price*), harga tertinggi (*highest price*), harga terendah (*lowest price*), volume perdagangan dan indeks (*stock index*) individual.

b. Input Sistem Pakar

Input dari sistem pakar adalah fakta-fakta dan informasi kejadian tentang analisis fundamental saham serta data fundamental seperti data indikator moneter perekonomian yang diambil dari laporan triwulan dan mingguan BI, laporan keuangan perusahaan yang dipu-blikasikan. Parameter yang dipakai pada penelitian ada-lah PDB, tingkat inflasi, suku bunga, nilai tukar mata uang dan faktor fundamental lain yang berpengaruh.

4.2 Desain Proses

Dalam desain proses ini akan dilakukan dua tahap proses, yaitu:

a. Proses Prediksi

Proses prediksi pergerakan harga dilakukan meng-gunakan teknik jaringan syaraf tiruan propagasi-balik dengan penyesuaian bobot menggunakan metode Levenberg-Marquardt. Keluaran dari proses ini adalah *trend* pola perubahan harga yang nantinya menjadi *input* bagi sistem pakar untuk diolah dan dicari titik temunya dengan analisis fundamental untuk suatu keputusan akhir/rekomendasi.

b. Proses Rekomendasi Strategi

Pada proses ini *input* analisis fundamental dan teknikal diolah menggunakan kaidah-kaidah (*rules*) aturan IF-THEN untuk merubah fakta menjadi kesimpulan.

4.3 Desain Output

a. Output Jaringan Syaraf Tiruan

Output yang dihasilkan dari jaringan syaraf tiruan adalah prediksi harga penutupan selama 40 hari men-datang berdasarkan dari desain *input*.

b. Output Sistem Pakar

Output sistem pakar nantinya berupa rekomendasi tindakan atau pengambilan keputusan. Tindakan atau keputusan rekomendasi yang diberikan adalah apakah investor sebaiknya membeli atau menjual saham yang dianalisis dan kapan sebaiknya tindakan tersebut dilak-ukan.

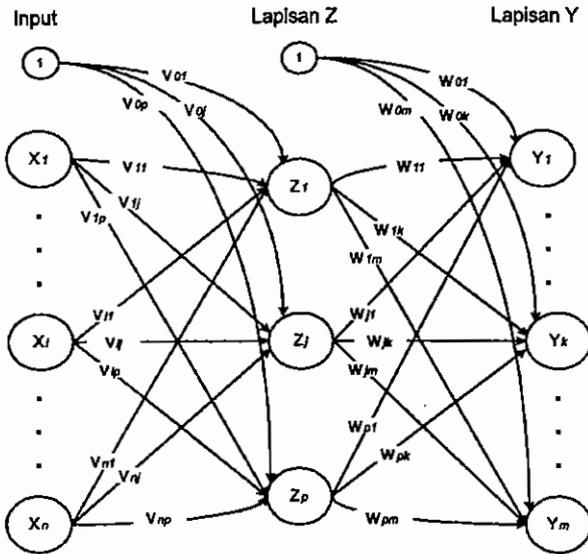
4.4 Rancangan Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan syaraf tiruan sebagai salah satu metode untuk melakukan prediksi mempunyai kelebihan dengan metode peramalan lainnya seperti regresi linier, multi-linier regresi dan lain-lain. Kelebihan tersebut terletak pada kemampuannya untuk belajar melalui proses latihan (*training*) dalam mengenali pola tersembunyi dalam data, algoritma belajar yang efektif, mudah dalam belajar dan mempunyai kemampuan generalisasi yang bagus. Untuk dapat menyelesaikan suatu permasalahan, JST memerlukan arsitektur jaringan dan algoritma bela-jar, yaitu bagaimana sebuah konfigurasi JST dapat dilatih untuk mempelajari *data histories* yang ada. Dengan pelatihan ini, pengetahuan yang terdapat pada data dapat diserap dan direpresentasikan oleh harga-harga bobot koneksi.

Struktur jaringan yang digunakan dalam penelitian ini adalah JST *Backpropagation*. Jaringan propagasi-balik terdiri atas tiga lapisan atau lebih unit pengolah dengan fungsi aktivasi yang kontinu. Jaringan pro-pagasi-balik merupakan algoritma pembelajaran yang terawasi dan biasanya digunakan oleh *perceptron* dengan banyak lapisan untuk mengubah bobot-bobot yang terhubung dengan *neuron-neuron* yang ada pada *hidden layer*. Algoritma jaringan propagasi-balik meng-gunakan *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 sigmoid, yaitu:

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

Arsitektur jaringan *backpropagation* terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Arsitektur Jaringan Backpropagation [4]

A. Perumusan Algoritma Backpropagation

Apabila diberikan vektor latihan $x = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$, dengan target $t = (t_1, t_2, t_3, \dots, t_m)$ maka pertama-tama setiap unit X_i , akan menerima sinyal input x_i . Sinyal x_i ini dipancarkan ke layer di depannya, yaitu layer Z. Setiap unit hidden Z_j

menerima input $Zin_j = \sum_{i=1}^n x_i v_{ij}$, dan menghitung aktivasinya $z_j = f(Zin_j)$. Unit output k menerima

input $Yin_k = \sum_{j=1}^p z_j w_{jk}$ dan akhirnya memancarkan aktivasi y yang juga adalah output jaringan, $y = f(Yin_k)$. Ini adalah fase maju.

Jaringan mengeluarkan output $y = (y_1, y_2, y_3, \dots, y_m)$, dan menerima target $t = (t_1, t_2, t_3, \dots, t_m)$. Output dan target dibandingkan dengan melihat

fungsi error, $E = \frac{1}{2} \sum_k (t_k - y_k)^2$. Fungsi error ini disebut juga dengan fungsi energi. Selanjutnya, $E = \frac{1}{2} \sum_k (t_k - g(\sum_j f(\sum_i x_i v_{ij}) w_{jk}))^2$ adalah fungsi dari seluruh bobot v_{ij} dan w_{jk} untuk $i = 0$ sd n , $j = 0$ sd p , $k = 0$ sd m .

Fungsi error di atas kemudian diminimalkan menggunakan metode Gradien Descent, dimana kita menggerakkan bobot ke arah negatif gradien fungsi error, sehingga penurunan error paling besar. Gradien fungsi error adalah vektor:

$$\nabla E = \left(\frac{\partial E}{\partial w_{11}}, \dots, \frac{\partial E}{\partial w_{jk}}, \dots, \frac{\partial E}{\partial w_{pm}}, \dots, \frac{\partial E}{\partial v_{11}}, \dots, \frac{\partial E}{\partial v_{ij}}, \dots, \frac{\partial E}{\partial v_{np}} \right) \tag{1}$$

Untuk suatu j^* dan k^* , $\frac{\partial E}{\partial w_{j^*k^*}} = \frac{\partial}{\partial w_{j^*k^*}} \frac{1}{2} \sum_k (t_k - y_k)^2$ karena dipengaruhi oleh $w_{j^*k^*}$ hanya y_{k^*} maka dapat ditulis sebagai

$$\begin{aligned} \frac{\partial E}{\partial w_{j^*k^*}} &= \frac{\partial}{\partial w_{j^*k^*}} \frac{1}{2} (t_{k^*} - y_{k^*})^2 \\ &= -(t_{k^*} - y_{k^*}) \frac{\partial}{\partial w_{j^*k^*}} y_{k^*} \\ &= -(t_{k^*} - y_{k^*}) \frac{\partial}{\partial w_{j^*k^*}} g(Yin_{k^*}) \\ &= -(t_{k^*} - y_{k^*}) g'(Yin_{k^*}) \frac{\partial}{\partial w_{j^*k^*}} \sum_j z_j w_{jk^*} \end{aligned}$$

g' turunan fungsi g .

$$= -(t_{k^*} - y_{k^*}) g'(Yin_{k^*}) z_{j^*}$$

selanjutnya didefinisikan

$${}_1 \delta_{k^*} = -(t_{k^*} - y_{k^*}) g'(Yin_{k^*}) \tag{2}$$

Dengan cara serupa didapat:

$$\begin{aligned} \frac{\partial E}{\partial v_{i^*j^*}} &= \frac{\partial}{\partial v_{i^*j^*}} \frac{1}{2} \sum_k (t_k - y_k)^2 \\ &= -\sum_k (t_k - y_k) \frac{\partial}{\partial v_{i^*j^*}} g(\sum_j z_j w_{jk}) \\ &= -\sum_k (t_k - y_k) g'(Yin_k) \frac{\partial}{\partial v_{i^*j^*}} \sum_j z_j w_{jk} \\ &= -\sum_k (t_k - y_k) g'(Yin_k) w_{j^*k} \frac{\partial}{\partial v_{i^*j^*}} f(\sum_i x_i v_{ij^*}) \\ &= -\sum_k (t_k - y_k) g'(Yin_k) w_{j^*k} f'(Zin_{j^*}) x_{i^*} \\ &= -\sum_k {}_1 \delta_k w_{j^*k} f'(Zin_{j^*}) x_{i^*} \end{aligned}$$

selanjutnya didefinisikan

$${}_2 \delta_{j^*} = -\sum_k {}_1 \delta_k w_{j^*k} f'(Zin_{j^*}) x_{i^*} \tag{3}$$

Perubahan bobot proporsional terhadap negatif gradien, dengan konstanta α yang disebut

learning rate. Selanjutnya, $\Delta w_{jk} = -\alpha \frac{\partial E}{\partial w_{jk}}$ dan

$$\Delta v_{ij} = -\alpha \frac{\partial E}{\partial v_{ij}}$$

B. Algoritma Backpropagation

Algoritma *backpropagation* -nya [4]:

Langkah 0 Inisialisasi bobot

Langkah 1 Selama kondisi berhenti = FALSE lakukan langkah 2-9

Langkah 2 Tiap-tiap pasangan pelatihan, lakukan langkah 3-8]

Feedforward:

Langkah 3 Tiap-tiap unit input ($X_p, i=1,2,3,\dots,n$) menerima sinyal x_i dan meneruskan ke semua unit pada lapisan tersembunyi (*hidden layer*).

Langkah 4 Tiap-tiap unit tersembunyi ($Z_j, j=1,2,3,\dots,p$) menjumlahkan sinyal-sinyal input terbobot:

$$z_{in_j} = v_{0j} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij},$$

v_{0j} = bobot bias;

gunakan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal *outputnya*:

$z_j = f(z_{in_j})$ dan kirimkan sinyal tersebut ke semua unit di lapisan atasnya (lapisan *output*).

Langkah 5 Tiap-tiap unit *output* ($Y_p, k=1,2,3,\dots,m$) menjumlahkan sinyal-sinyal *input* terbobot:

$$y_{in_k} = w_{0k} + \sum_{j=1}^p z_j w_{jk}, \text{ gunakan}$$

fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal *outputnya*:

$y_k = f(y_{in_k})$ dan kirimkan sinyal tersebut ke semua unit di lapisan atasnya (lapisan *output*).

Backpropagation:

Langkah 6 Tiap-tiap unit *output* ($Y_p, k=1,2,3,\dots,m$) menerima target pola yang berhubungan dengan pola *input* pembelajaran, hitung *errornya*:

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_{in_k})$$

kemudian hitung koreksi bobot (yang nantinya akan digunakan untuk memperbaiki nilai w_{jk}):

$\Delta w_{jk} = \alpha \delta_k z_j$ hitung koreksi bias (yang nantinya akan digunakan untuk memperbaiki nilai w_{0k}): $\Delta w_{0k} = \alpha \delta_k$

dan kirimkan δ_k ke unit-unit yang ada di lapisan bawahnya.

Langkah 7 Tiap-tiap unit tersembunyi ($Z_p, j=1,2,3,\dots,p$) melakukan penjumlahan

$$\text{delta inputnya: } \delta_{in_j} = \sum_{k=1}^m \delta_k w_{kj}$$

kalikan nilai ini dengan turunan dari fungsi aktivasinya untuk menghitung *error*:

$$\delta_j = \delta_{in_j} f'(z_{in_j})$$

kemudian hitung koreksi bobot (yang nantinya akan digunakan untuk memperbaiki nilai v_{ij}):

$$\Delta v_{ij} = \alpha \delta_j x_i$$

hitung koreksi bias (yang nantinya akan digunakan untuk memperbaiki nilai v_{0j}):

$$\Delta v_{0j} = \alpha \delta_j$$

Memperbaharui bobot dan bias:

Langkah 8 Tiap-tiap unit *output* ($Y_p, k=1,2,3,\dots,m$) memperbaiki bobot dan bias ($j=1,2,3,\dots,p$):

$w_{jk}(\text{baru}) = w_{jk}(\text{lama}) + \Delta w_{jk}$ tiap-tiap unit tersembunyi ($Z_p, j=1,2,3,\dots,p$) memperbaiki bobot dan biasnya ($X_p, i=1,2,3,\dots,n$):

$$v_{ij}(\text{baru}) = v_{ij}(\text{lama}) + \Delta v_{ij}$$

Langkah 9 Tes kondisi berhenti apabila *error* ditemukan.

Penambahan suatu nilai momentum [11] pada bagian penyetulan bobot merupakan metode modifikasi untuk meningkatkan proses pembelajaran dan menghindari resiko ketidakstabilan. Metode ini juga untuk mempercepat ditemukannya minimum global dari fungsi *error* dan menghindari terjebak pada minimum lokal.

$$w_{jk}(t+1) = w_{jk}(t) + \alpha_1 \delta_k z_j + \text{momentum}(w_{jk}(t) - w_{jk}(t-1))$$

$$v_{ij}(t+1) = v_{ij}(t) + \alpha_2 \delta_j x_i + \text{momentum}(v_{ij}(t) - v_{ij}(t-1))$$

Algoritma belajar jaringan syaraf tiruan propagasi-balik di atas mengandung beberapa hal yang harus diperhatikan. Pertama, pemilihan bobot awal pada saat inisiasi, haruslah sangat hati-hati. Pemilihan bobot yang keliru akan menyebabkan tidak ditemukan minimum dari fungsi *error*. Bobot yang dipilih adalah bobot yang tersebar secara normal dan tidak terlalu besar. Biasanya dipilih bilangan random antara -0,5 dan 0,5. Bobot besar akan mendorong *input* untuk suatu *neuron* menjadi ekstrim besar atau ekstrim kecil yang oleh fungsi transfer akan disaturasi.

Hal kedua yang perlu diperhatikan adalah pemilihan *learning rate*. Apabila *learning rate* yang dipilih terlalu besar, pencarian minimum fungsi *error* akan sulit karena terjadi osilasi di sekitar minimum itu. Sebaliknya, pemilihan *learning rate* yang terlalu kecil akan menyebabkan waktu yang ditempuh menjadi lama. Pemilihan yang tepat sangat bergantung dari aplikasi yang dituju.

Kriteria penghentian sangat bergantung dari aplikasi yang akan dibuat. Beberapa tawaran untuk kriteria penghentian adalah memberikan batas harga *error* kua-drat rata-rata (*Mean Square Error*) dan atau dengan membatasi jumlah iterasi.

C. Algoritma Pembelajaran Levenberg Marquardt

Sejak algoritma pembelajaran propagasi-balik dipopulerkan, ada banyak penelitian yang dilakukan untuk mempercepat konvergensi algoritma ini.

Aturan perubahan bobot pada Levenberg-Marquardt adalah sebagai berikut:

$$x_{k+1} = x_k - [J^T J + \mu I]^{-1} J^T e$$

dimana J adalah matriks Jacobian, yang berisi derivatif pertama dari *error* jaringan terhadap bobot dan biasanya e merupakan sebuah vektor *error* jaringan.

4.1 Rancangan Sistem Pakar

Sistem pakar dapat dipandang sebagai cara menyimpan pengetahuan seorang ahli dalam bidang tertentu ke dalam komputer sedemikian sehingga komputer dapat memberikan keputusan dengan melakukan penalaran secara cerdas.

Sistem pakar terdiri dari empat bagian utama, yaitu antar muka pengguna (*user interface*), basis pengetahuan (*knowledge base*), mesin inferensi (*inference engine*) dan *development engine* (*knowledge update facility*). Tahapan pengembangan sistem pakar [16] seperti ditunjukkan pada Gambar 6 dilakukan berdasarkan lima tahapan

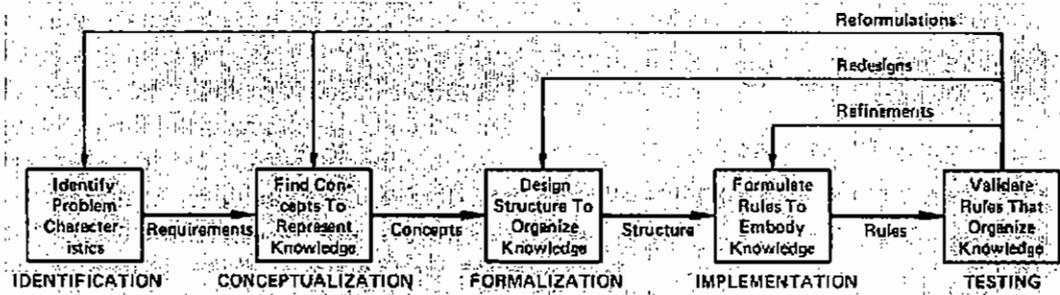
pengembangan, yaitu: (1) identifikasi permasalahan, (2) konseptualisasi, (3) formulasi, (4) implementasi dan (5) pengujian.

A. Akuisisi Pengetahuan dari Pakar

Akuisisi pengetahuan dimaksudkan untuk mengisi atau mendapatkan pengetahuan, fakta, kaidah dan model yang diperlukan. Pengetahuan tersebut dapat diperoleh dari: (1) akuisisi pengetahuan dari para ahli, (2) pengorganisasian pengetahuan dari buku, jurnal dan media lain yang relevan dengan ruang lingkup perencanaan strategi pengambilan keputusan investasi saham, (3) penyeleksian hasil deduksi dan induksi dari pengetahuan yang sudah tersimpan dalam sistem pakar. Pengetahuan yang digunakan dalam sistem pakar ini merupakan hasil akuisisi terhadap beberapa sumber pengetahuan. Sumber pengetahuan tersebut antara lain: (1). Buku *Dasar-Dasar Teori Portofolio dan Analisis Sekuritas*, Edisi Ketiga, UPP AMP YKPN, Yogyakarta, 2001, oleh Dr. Suad Husnan, MBA., (2). Buku *Investments 5e*, Prentice-Hall Inc., 1995, oleh William F. Sharpe, G J. Alexander, dan J V. Bailey, (3). Buku *Investments: Analysis and Management*, John Wiley & Sons, 1994, oleh C.F. Jones, dan lain-lain), praktisi dan akademisi serta informasi sumber pengetahuan lainnya yang didapat dari laporan-laporan, studi kasus, data empiris serta publikasi perusahaan-perusahaan investasi di internet. Namun demikian, sumber utama pengetahuan dalam sistem pakar adalah pakar itu sendiri. Seorang *knowledge engineer* biasanya memperoleh pengetahuannya melalui interaksi langsung dengan pakar yang ditunjukkan pada Gambar 7.

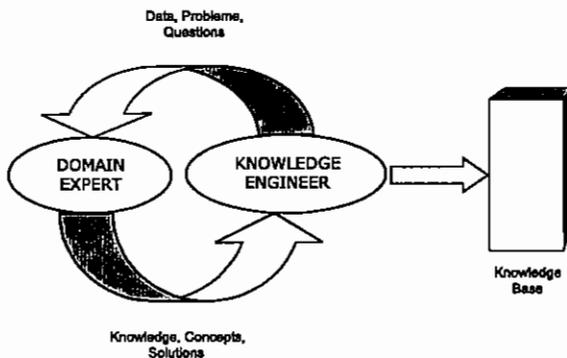
A. Akuisisi Pengetahuan dari Pakar

Akuisisi pengetahuan dimaksudkan untuk mengisi atau mendapatkan pengetahuan, fakta, kaidah dan model yang diperlukan. Pengetahuan tersebut dapat diperoleh dari: (1) akuisisi pengetahuan dari para ahli, (2) pengorganisasian



Gambar 6. Tahap Pengembangan Sistem Pakar[15]

pengetahuan dari buku, jurnal dan media lain yang relevan dengan ruang lingkup perencanaan strategi pengambilan keputusan investasi saham, (3) penyeleksian hasil deduksi dan induksi dari pengetahuan yang sudah tersimpan dalam sistem pakar. Pengetahuan yang digunakan dalam sistem pakar ini merupakan hasil akuisisi terhadap beberapa sumber pengetahuan. Sumber pengetahuan tersebut antara lain: (1). Buku *Dasar-Dasar Teori Portofolio dan Analisis Sekuritas*, Edisi Ketiga, UPP AMP YKPN, Yogyakarta, 2001, oleh Dr. Suad Husnan, MBA., (2). Buku *Invest-ments 5e*, Prentice-Hall Inc., 1995, oleh William F. Sharpe, G J. Alexander, dan J V. Bailey, (3). Buku *Investments: Analysis and Management*, John Wiley & Sons, 1994, oleh C F. Jones, dan lain-lain), praktisi dan akademisi serta informasi sumber pengetahuan lainnya yang didapat dari laporan-laporan, studi kasus, data empiris serta publikasi perusahaan-perusahaan investasi di internet. Namun demikian, sumber utama pengetahuan dalam sistem pakar adalah pakar itu sendiri. Seorang *knowledge engineer* biasanya memperoleh pengetahuan melalui interaksi langsung dengan pakar yang ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Proses Akuisisi Pengetahuan

B. Perancangan Basis Pengetahuan dan Mesin Inferensi

Basis pengetahuan (*Knowledge Base*) merupakan bentuk konfigurasi tertentu dari semua pengetahuan yang didapatkan selama proses akuisisi. Tahap ini merupakan pembangunan basis pengetahuan berdasarkan model konseptual yang telah dibuat pada fase sebelumnya dan merupakan hasil proses akuisisi pengetahuan.

Basis pengetahuan menggunakan aturan-aturan untuk mengekspresikan logika masalah yang pemecahannya dibantu oleh sistem pakar. Basis pengetahuan memuat fakta-fakta yang

menjelaskan area masalah, dan juga teknik menerangkan masalah yang menjelaskan bagaimana fakta-fakta tersebut cocok satu dengan yang lain dalam urutan yang logis. Istilah *problem domain* digunakan untuk menjelaskan area masalah.

Mesin inferensi (*Inference engine*) adalah bagian dari sistem pakar yang melakukan penalaran, yang serupa dengan manusia dalam hal mengolah isi dari *knowledge base* berdasarkan urutan tertentu. Selama konsultasi, *inference engine* menguji aturan-aturan dari *knowledge base* satu demi satu, dan saat kondisi aturan itu benar tindakan tertentu diambil. Dalam terminologi sistem pakar aturan itu ditembakkan (*fired*) saat tindakan diambil. Dalam melakukan inferensi, mesin inferensi terdiri dari dua metode pendekatan, yaitu *forward chaining* atau runutan ke depan dan *backward chaining* atau runutan ke belakang.

Pada sistem pakar ini, representasi pengetahuan dalam bentuk basis pengetahuan dan mekanisme inferensi menggunakan representasi jenis *production rules* untuk mengkonfigurasi fakta-fakta pengetahuan. Representasi jenis ini menggunakan kaidah-kaidah yang didefinisikan dengan aturan (*rule*) berbentuk IF-THEN atau IF-THEN-ELSE yang mengikuti pola IF Kondisi THEN Aksi.

Metode inferensi sistem pakar yang dikembangkan pada penelitian ini menggunakan metode pelacakan *forward chaining*, yaitu dengan memberikan fakta-fakta yang dibutuhkan dalam pengambilan keputusan investasi saham sampai tercapai suatu keputusan yang berasal dari bangunan fakta yang ada.

4.1 Implementasi dan Pengujian Sistem

Pada tahap ini ditentukan perangkat lunak yang akan digunakan dalam proses implementasi. Implementasi adalah pembangunan sistem yang merupakan tahap penterjemahan desain ke dalam bahasa yang dapat dimengerti oleh sistem. Pada penelitian ini, jaringan syaraf tiruan diimplementasikan ke dalam lingkungan *software Matlab 6.1* dari Mathworks, Inc., kemudian representasi pengetahuan sistem pakar diimplementasikan ke dalam *tools Exsys Professional Versi 5.0.8* yang merupakan kategori *expert system shell* buatan Exsys, Inc. Tahap ini sering juga disebut tahap *coding*. Pada tahap ini juga ditentukan metode pengujian yang akan digunakan. Metode pengujian untuk jaringan syaraf tiruan menggunakan ukuran

rata-rata persentasi kesalahan absolut (MAPE) antara data riil dengan data hasil prediksi, sedangkan pengujian sistem pakar dilakukan dengan validasi sistem oleh *tools* pembangun sistem pakar.

4.2 Rancangan Integrasi dan Pengujian Sistem

Setelah tahapan implementasi terhadap analisis fundamental dan analisis teknikal dilakukan, maka selanjutnya adalah proses menggabungkan kedua analisis tersebut ke dalam suatu sistem yang terintegrasi. Proses integrasi sistem pakar dan jaringan syaraf tiruan dilakukan dengan model transformasi. Model ini sama dengan model *stand-alone* (yaitu menggunakan dua *software* yang berbeda), yang membedakan adalah adanya transformasi dari satu sistem (misal: jaringan syaraf tiruan) ke sistem yang lain (sistem pakar).

Pada penelitian ini *output* yang diperoleh dari jaringan syaraf tiruan ditransformasikan ke sistem pakar. Selanjutnya sistem pakar akan mengolah hasil tersebut untuk menghasilkan keputusan akhir. Adapun gambar perancangan sistem integrasi ditunjukkan pada Gambar 8.

Setelah proses integrasi sistem dilakukan, pengujian kembali pada sistem untuk mengetahui apakah sistem yang dibangun masih menghasilkan *output* yang benar.

5. IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN

5.1 Implementasi JST Untuk Analisis Teknikal

Dalam eksperimen ini, data teknikal berupa harga saham PT. Astra International Tbk. selama kurun waktu dari tanggal 1 Mei 2002 sampai dengan 3 Juni 2003.

Selanjutnya data teknikal harga saham ini nantinya akan dibagi menjadi dua bagian. Bagian pertama adalah bagian untuk belajar dan pelatihan. Data ini merupakan data 225 hari pertama yang diubah dalam bentuk matriks 5x225 yang akan digunakan sebagai *training set* untuk jaringan. Dari satu set data pelatihan inilah nantinya jaringan akan melakukan proses pembelajaran dan pelatihan untuk mengenali pola *inputnya* sehingga menghasilkan prediksi yang baik. Data sisanya adalah data untuk melakukan *test* terhadap prediksi yang dibuat.

Sebelum data teknikal yang digunakan diimplementasikan ke dalam jaringan syaraf tiruan sebagai *training set*, maka harus terlebih dahulu dilakukan preproses data berupa penskalaan yaitu normalisasi data. Maksud dari normalisasi data agar jaringan syaraf tiruan dapat mengenali data yang akan menjadi masukkan bobot-bobotnya dalam proses pelatihan.

Normalisasi data dilakukan dengan proses penskalaan terhadap *training set* pada interval $[-1, 1]$ dengan membagi nilai data tersebut dengan nilai *range* data (nilai data maksimum-nilai data minimum).

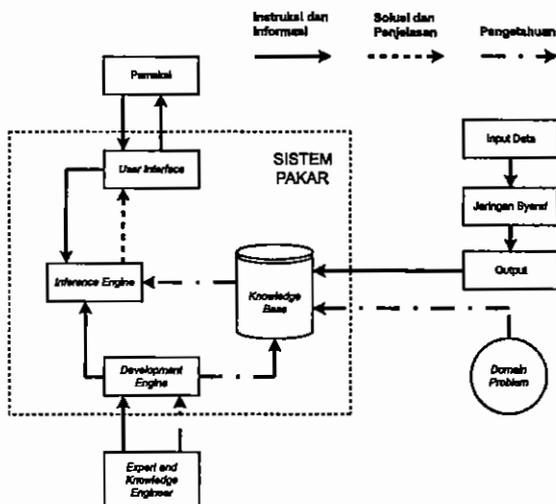
Proses mengubah data dengan penskalaan baik untuk *input* maupun *output* menggunakan rumus:

$$p_n = \frac{2(p - p_{\min})}{(p_{\max} - p_{\min})} - 1$$

dimana,

- p_n : nilai data *input/output* baru
- p : nilai data *input/output* lama
- p_{\min} : nilai data *input/output* terkecil
- p_{\max} : nilai data *input/output* terbesar

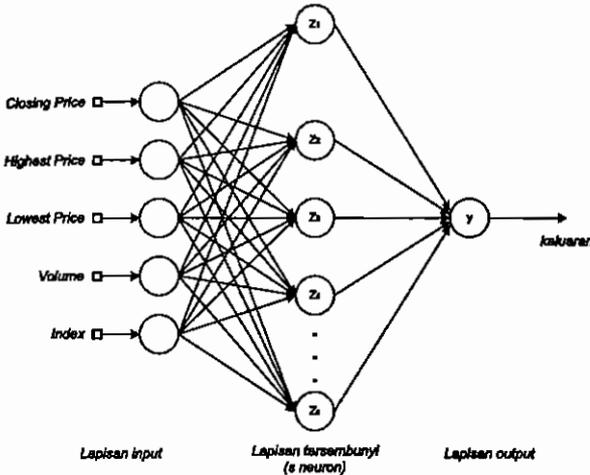
Struktur jaringan syaraf yang digunakan dalam penelitian ini untuk proses pengujian dapat dilihat pada table 1. Pemodelan arsitektur jaringan syaraf yang digunakan untuk aplikasi ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 8. Integrasi Sistem Pakar dan Jaringan Syaraf Tiruan

Tabel 1. Struktur jaringan syaraf tiruan yang digunakan

Karakteristik	Spesifikasi
Arsitektur Jaringan	1 lapisan tersembunyi
Unit Neuron Lapisan Input	5
Unit Neuron Lapisan Tersembunyi	10-50
Unit Neuron Output	1
Inisialisasi bobot	Nguyen-Widrow
Fungsi Aktivasi	Sigmoid
Fungsi Pelatihan	Metode Levenberg-Marquardt
Laju Pembelajaran (<i>Learning Rate</i>)	0.1, 0.2 dan 0.3
Momentum	0.9
Jumlah Iterasi (<i>Epoch</i>)	1000
Toleransi (<i>Error Goal (MSE)</i>)	0.01



Gambar 9. Model Arsitektur Jaringan Feed-Forward Propagasi-balik Untuk Prediksi

5.2 Implementasi Sistem Pakar Untuk Analisis Fundamental

Berdasarkan model konseptual analitis keputusan investasi saham yang merupakan hasil akuisisi penge-tahuan dari pakar, maka dibuat 9 rekomendasi keputus-an/pilihan (*choise*), 29 pengkualifikasian (*qualifier*) dan 5 variabel yang menghasilkan 61 kaidah. Pada tahap implementasi terdapat tahapan-tahapan sebagai berikut:

- a. **Pendefinisian Parameter**
Parameter menunjukkan karakteristik sistem pakar yang dibangun meliputi sistem pemberian derajat keyakinan, metode pelacakan kaidah (*rules*), bentuk tampilan, verifikasi serta informasi mengenai judul dan perancang sistem pakar.
- b. **Pendefinisian Choices List**
Pendefinisian *choices list* dibuat berdasarkan solusi potensial yang telah dirumuskan pada tahap formali-sasi atau perancangan basis pengetahuan. Pada tahap implementasi

solusi-solusi potensial ini dimasukkan ke dalam program sebagai *choices*. Pada *result*, *choi-ce* yang terpilih berdasarkan kaidah akan ditam-pilkan beserta derajat keyakinannya.]

- c. **Pendefinisian Qualifiers List**
Qualifiers list dirancang untuk mengakses fakta *input* yang dibutuhkan dalam pengoperasian sistem pakar. *Qualifier* ini berbentuk pertanyaan yang akan diajukan kepada pengguna akhir, jawaban atas *quali-fier* ini disebut *value*. Selain melalui *quali-fier*, fakta *input* juga dapat diakses melalui *variable*. *Variable* kadang kala dibutuhkan selain *qualifier* karena *qualifier* hanya dapat digunakan untuk meng-akses fakta *input* yang berbentuk pilihan, sedangkan seringkali fakta *input* berupa jawaban terbuka. Contoh *qualifier* yang digunakan:
Reputasi manajemen perusahaan:
1. Sangat baik
2. Biasa saja
3. Meragukan
- d. **Pendefinisian Variables List**
Variables adalah jawaban terbuka yang dibutuhkan oleh sistem pakar dan bukan pemaparan pilihan seperti pada *qualifier*. Penggunaan *variables* dituju-kan untuk metode penilaian yang digunakan untuk menilai harga saham, *Earnings Per Share* sekarang, *Return on Equity* sekarang, tingkat pengembalian yang dianggap layak, pertumbuhan laba yang di-inginkan. Contoh *variable* yang digunakan:
EPS
Berapakah Laba per Lembar Saham (EPS) perusahaan ini sekarang?
Numeric variable
- e. **Pendefinisian Rules**
Pendefinisian *rules* merupakan tahap perumusan kaidah-kaidah dalam bentuk program yang memben-tuk basis pengetahuan. Kaidah-kaidah ini dibangun dalam format 'IF-THEN' sesuai dengan jenis representasi pengetahuan yang digunakan Exsys. Kaidah-kaidah ini dibangun berdasarkan aliran pena-laran yang dibentuk pada tahap formalisasi. Contoh:
RULE NUMBER: 9
IF: Kondisi siklus pertumbuhan ekonomi secara umum: {MEMBAIK} OR {RELATIF STABIL}
and Siklus bisnis industri perusahaan termasuk

kelompok industri: {GROWTH Industry}
OR {DEFENSIVE Industry} OR {CYCLICAL Industry}

and Kondisi atau perkembangan siklus kehidupan industri/sector perusahaan yang dianalisis? {Tahap PERTUMBUHAN} OR {Tahap KEDEWA-SAAN/STABIL}

THEN:
Ekspektasi pertumbuhan penjualan perusahaan? {NAIK}

1.2 Integrasi dan Pengujian Sistem

Pengujian dimaksudkan untuk menentukan jumlah *neuron* tersembunyi yang akan digunakan oleh sistem. Proses pengujian (membandingkan hasil percobaan ke hasil historis nyata) adalah merupakan pendekatan utama untuk memverifikasi masukan itu dalam menghasilkan keluaran yang sesuai. Tabel 2., Tabel 3. dan Tabel 4. merupakan tabel hasil pengujian sistem.

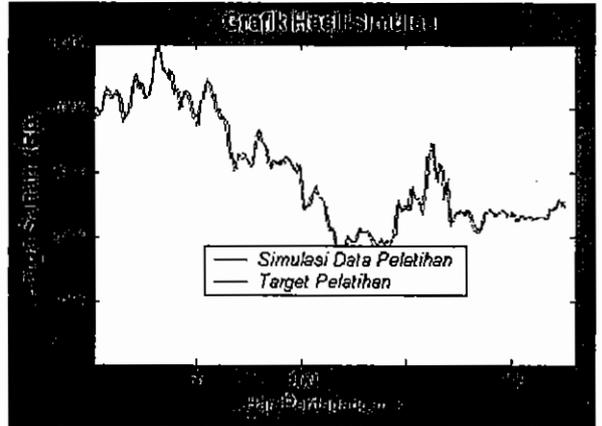
RULE NUMBER: 27

IF:

Market trend? Akan NAIK (BULLISH)
and Pergerakan harganya menurut prediksi [^]Jaringan Syaraf Tiruan[^]: NAIK
and $[CP] < (([EPS] * (1 + ([G]/100))) * ((1 - ([G]/[ROE])) / (([R] - [G])/100)))$

THEN:

Rekomendasi Keputusan: ^{^^}"BELI (Buy on Long)"^{^^} - Confidence=1



Gambar 10. Grafik hasil simulasi pengujian perbandingan data pelatihan dengan data riil

Tabel 2. Perbandingan hasil pengujian JST dengan menggunakan *neuron* tersembunyi antara 10-50 unit dengan $lr = 0.1$

Jml neuron tersembunyi	10 unit	20 unit	30 unit	40 unit	50 unit
Rata-rata APE	3,88%	3,81%	3,87%	4,00%	4,04%
MSE Pelatihan	0,0083	0,0069	0,0090	0,0075	0,0072
Epoch	3	3	4	5	4

Tabel 3. Perbandingan hasil pengujian JST dengan menggunakan *neuron* tersembunyi antara 10-50 unit dengan $lr = 0.2$

Jml neuron tersembunyi	10 unit	20 unit	30 unit	40 unit	50 unit
Rata-rata APE	3,56%	3,72%	3,58%	3,49%	3,61%
MSE Pelatihan	0,0069	0,0092	0,0091	0,00726	0,0093
Epoch	3	5	4	7	3

Tabel 4. Perbandingan hasil pengujian JST dengan menggunakan *neuron* tersembunyi antara 10-50 unit dengan $lr = 0.3$

Jml neuron tersembunyi	10 unit	20 unit	30 unit	40 unit	50 unit
Rata-rata APE	3,07%	3,48%	4,87%	4,78%	4,03%
MSE Pelatihan	0,0059	0,0066	0,0098	0,0098	0,0077
Epoch	4	4	6	3	6

Dari Tabel 2., Tabel 3. dan Tabel 4. dapat dilihat bahwa jaringan syaraf tiruan dapat mencapai MSE yang diinginkan untuk konvergensi pada semua jumlah *neuron* tersembunyi. Jaringan mengalami persentasi kesalahan terkecil hasil pengujian untuk MSE £ 0,01 pada saat jumlah *neuron* tersembunyi sebanyak 10 unit sebesar 3,07%. Berdasarkan hasil tersebut maka struktur untuk implementasi proses prediksi, jumlah *neuron* tersembunyi yang akan digunakan oleh sistem adalah 10 unit dengan *learning rate* 0.3, metode penyesuaian bobot Levenberg-Marquardt.

5.4 Implementasi Integrasi Jaringan Syaraf Tiruan dan Sistem Pakar

Berdasarkan data-data riil yang diberikan antara bulan Januari, Maret dan awal April 2003 pada Tabel 5., Tabel 6. dan Tabel 7., maka:

- *Output* dari Jaringan Syaraf Tiruan (analisis teknikal): Trend harga: NAIK (Gambar 11.)
- Strategi keputusan yang direkomendasikan: BELI (Buy on Long) (Gambar 12.) Fakta dan

Data Input Analisis Fundamental

- A. Data-data perekonomian (kondisi makroekonomi) Indonesia:

Tabel 5. Indikator Makroekonomi dan Target Pencapaian Tahunan

Data Kunci Perekonomian	2001	2002	2003 ^E
Pertumbuhan PDB riil (%)	3,3	3,5	3,5 - 4,0
Inflasi (%)	12,55	10,03	9,0 ^t
Tingkat Suku Bunga (%):			
- SBI (1 bulan)	17,62	12,93	11,40 ⁺
- Deposito (1 bulan)	13,77	11,91	11,45 ⁺
Cadangan Valuta Asing (miliar US\$)	28,015	32,037	32,578 ⁺
Nilai Tukar Rata-rata Rp terhadap US\$:			
- Kurs (Rp/\$), nominal akhir periode	10.400	8.950	8.800
- Kurs rata-rata	10.299	9.045	9.200 [*]

+ Angka sementara sampai akhir Maret 2003

* Kurs rata-rata

Sumber: Bank Indonesia.

Tabel 6. Posisi Hutang Luar Negeri (juta US\$)

	2001	2002				2003	
		I	II	III	IV*	Jan*	Feb*
Total:	133.073	131.556	132.136	131.290	130.897	129.545	129.545
- Pemerintah	71.377	71.677	74.157	73.464	74.197	74.157	74.211
* Angka Sementara Swasta	60.058	58.299	56.493	56.390	55.230	53.495	53.989

Sumber: Bank Indonesia.

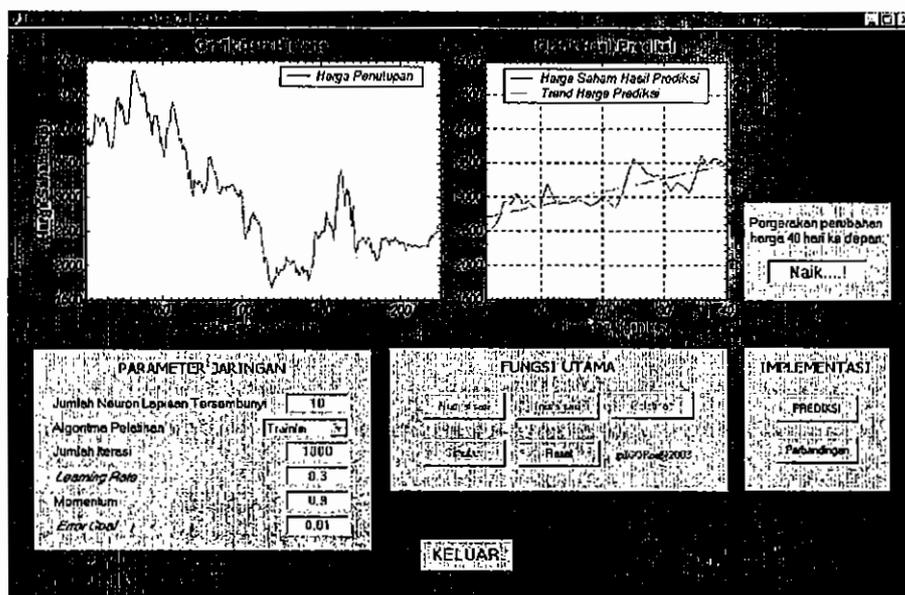
B. Data-data perusahaan:

Tabel 7. Ikhtisar Laporan Keuangan PT. ASTRA International Tbk.

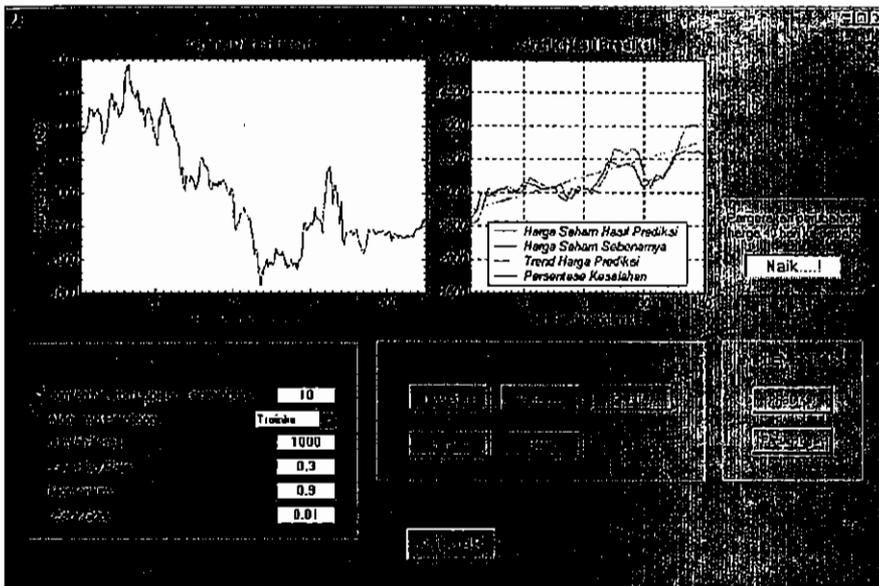
Financial Highlights							
Numerical notations in the table are in English. Angka-angka pada tabel menggunakan notasi Inggris.							
In billions of Rupiah, unless stated otherwise.							Dalam miliar Rupiah, kecuali jika disebutkan lain.
DESCRIPTIONS	2002	2001	2000	1999	1998	DESKRIPSI	
TOTAL ASTRA (Consolidated)						TOTAL ASTRA (Konsolidasian)	
Net Revenues	30,685	30,123	28,404	14,853	11,292	Penghasilan Bersih	
Gross Profit	6,625	5,657	5,119	3,298	2,967*	Laba Kotor	
Operating Profit	2,811	2,624	2,577	1,759	1,701*	Laba Usaha	
EBITDA	3,704	3,441	3,340	2,468	2,313*	EBITDA	
Net Income/(Loss)	3,637	845	(239)	1,487	(3,689)	Laba Bersih/(Rugi)	
Total Assets	26,186	26,574	26,863	22,204	24,026	Jumlah Aktiva	
Current Assets	10,469	10,173	8,930	7,577	8,009*	Aktiva Lancar	
Fixed Assets	6,680	7,816	7,664	7,431	7,743*	Aktiva Tetap	
Current Liabilities	7,983	10,355	10,100	7,396	7,438*	Kewajiban Lancar	
Total Borrowings	11,954	16,506	17,774	15,486	17,075*	Jumlah Pinjaman	
Total Equity	6,499	2,567	1,705	2,012	18	Jumlah Ekuitas	
Total Equity + Minority Interest	8,921	4,550	3,455	3,634	1,477	Jumlah Ekuitas + Hak Pemilikan Minoritas	
RATIO ANALYSIS & OTHERS						ANALISIS RASIO & LAIN-LAIN	
Return on Assets	13%	3%	-1%	6%	-14%	Laba terhadap Aktiva	
Return on Equity	74%	46%	-18%	147%	-225%	Laba terhadap Ekuitas	
Gross Profit Margin	22%	19%	18%	22%	29%*	Marjin Laba Kotor	
Operating Profit Margin	9%	9%	9%	12%	13%*	Marjin Laba Usaha	
Current Ratio	1.3	1.0	0.9	1.0	1.1*	Rasio Lancar	
Issued Share (in million)	2,608	2,538	2,507	2,472	2,326	Saham Terdaftar (dalam jutaan)	
Net Income (Loss)/share (Rp)**	1,024	244	(96)	624	(1,326)	Laba Bersih (Rugi)/saham (Rp)**	
Cash Dividend per share	0	0	0	0	0	Nilai Dividen per saham	

* Only from Automotive & non Financial Service Divisions.	* Hanya dari Divisi Otomotif & non Divisi Jasa Keuangan
** Net Income (Loss)/share for year 2001 and 2002 is calculated based on weighted average of ordinary shares outstanding adjusted for rights issue.	** Laba Bersih (Rugi)/saham untuk tahun 2001 dan 2002 dihitung berdasarkan rata-rata tertimbang jumlah saham yang beredar setelah penyesuaian penerbitan hak Memesan Efek Terlebih Dahulu.

Sumber: Publikasi dari PT. ASTRA International Tbk., Annual Report 2002.



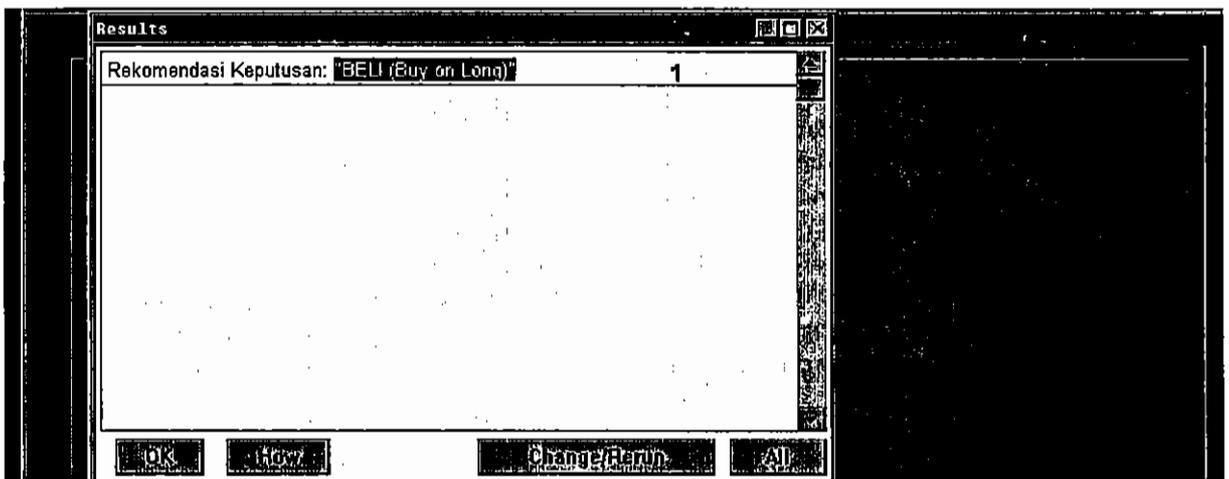
Gambar 11. Jaringan merekomendasikan prediksi trend perubahan harga yang akurat



Gambar 12. Grafik perbandingan hasil prediksi dengan harga riil

Selanjutnya berdasarkan fakta dan data-data pendukung dan *output* JST di atas kemudian diproses menjadi suatu *input* ke sistem pakar.

Output sistem pakar sebagai strategi keputusan yang direkomendasikan:
Rekomendasi Keputusan: BELI (Buy on



Gambar 13. Tampilan Strategi yang direkomendasikan

Benchmark

Harga saham PT. Astra International Tbk pada bulan April sampai dengan Juni 2003 menunjukkan *trend* naik. Hal ini sesuai dengan hasil prediksi sistem pakar dan jaringan syaraf tiruan.

Apabila strategi yang direkomendasikan diterapkan, dari analisis jika harga naik di atas Rp2.550,- diperkirakan investor akan memperoleh keuntungan. Dari data harga saham yang terjadi di BEJ setelah 40 hari dari tanggal transaksi 1 April ternyata harga saham Astra naik menjadi Rp3.625,-

. Ini berarti keuntungan yang diperoleh per lembar saham sebesar Rp1.075,-.

6. KESIMPULAN DAN SARAN

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah:

1. Dari proses pengujian jaringan syaraf tiruan diperoleh persentase kesalahan terkecil (MAPE) sebesar 3,07% yang berarti mempunyai akurasi 96,92%. Hasil tersebut

terjadi pada konvergensi jaringan dengan nilai kesalahan rata-rata kuadrat (MSE) pelatihan yang di-batasi 0,01 pada *learning rate* 0.3 dan 10 unit lapisan *neuron* tersembunyi menggunakan metode penyesuaian bobot Levenberg-Marquardt.

2. *Output* jaringan syaraf tiruan dengan data masukan pelatihan matrik 5x255 menunjukkan *trend* pergerakan perubahan harga untuk rentang 40 hari ke depan yang cenderung naik.
3. Dengan *input* data dan fakta faktor fundamental dan teknikal saham PT. Astra International Tbk., integrasi jaringan syaraf tiruan dan sistem pakar yang dikemb-angkan untuk perencanaan strategi pengambilan keputusan investasi saham mampu merekomen-dasikan keputusan beli (*Buy on Long*) yang sesuai dengan kondisi nyata pengambilan keputusan yang telah terjadi. Apabila strategi tersebut diimplemen-tasikan, maka pemodal setelah 40 hari akan memper-oleh keuntungan Rp1.075,- per lembar saham belum termasuk keuntungan dari pembagian dividen.
4. Integrasi jaringan syaraf tiruan dan sistem pakar yang dikemb-angkan dapat dijadikan sebagai salah satu alat bantu melakukan evaluasi saham bagi mereka yang terlibat dalam perencanaan strategi pengambilan ke-putusan investasi saham.
5. Dengan menggunakan sistem ini pengguna dapat menghemat waktu dan biaya konsultasi dengan se-orang pakar untuk mendukung perencanaan strategi pengambilan keputusan investasi saham yang tepat.

Penelitian yang dilakukan masih banyak kekurang-annya, oleh sebab itu perlu adanya penelitian lebih lanjut. Untuk meningkatkan utilitas dari sistem yang di-bangun perlu dilakukan hal-hal sebagai berikut:

1. Akuisisi pengetahuan supaya lebih diperdalam dengan melibatkan pakar dari berbagai disiplin ilmu.
2. Sistem yang dikemb-angkan tidak hanya untuk meng-evaluasi saham saja dalam setiap evaluasinya dengan penambahan basis pengetahuan.
3. Faktor fluktuasi tingkat suku bunga dan nilai tukar rupiah agar ikut dipantau pergerakannya mengguna-kan jaringan syaraf tiruan.
4. Pengembangan sistem dengan klasifikasi data meli-batkan sistem *fuzzy* dalam pembuatan *rules set*-nya.

REFERENSI

- Azema-Barac, Magali E., and Refenes, A. N., 1997, *Handbook of Neural Computation: Neural Networks for Financial Applications*, IOP Publishing Ltd and Oxford University Press.
- Badiru and Adedeji B., 1996, *Project Management in Manufacturing and High Technology Operations*, A Wiley Company.
- Demuth, H. and Mark Beale, 2002, *Neural Network Toolbox 4.0 User's Guide: For Use with MATLAB*, The Mathworks Inc.
- Fausett and Laurene V., 1994, *Fundamentals of Neural Networks: Architectures, Algorithms and Applications*, Prentice-Hall Inc., New Jersey.
- Hayes-Roth, F., Donald A., Waterman, and Douglas B. Lenat, 1983, *Building Expert Systems*, Addison-Wesley Publishing Company, Inc., Massachusetts.
- Husnan, Suad, 2001, *Dasar-Dasar Teori Portofolio dan Analisis Sekuritas*, Edisi Ketiga, UPP AMP YKPN, Yogyakarta.
- Jones, C.P., 1994., *Investments: Analysis and Management*, John Wiley & Sons.
- Kusumadewi, Sri., 2003, *Artificial Intelligence: Teknik dan Aplikasinya*, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.
- McLeod Jr., R., 1995, *Management Information Systems: A Study of Computer-Based Information System*, 6th edition, Prentice-Hall Inc.
- Nofialdi dan Marimin, 2001, *Sistem Pakar Evaluasi Kesesuaian Lahan Untuk Pengembangan Agribisnis pada Daerah Aliran Sungai (DAS)*, Prosiding Kecerdasan Komputasi II, Vol.2, No.1, 134-138.
- Rumelhart, D.E., McClelland, J.L., and The PDP Research Group, eds., 1986, *Parallel Distributed Processing, Vols. 1 and 2*, The MIT Press, Cambridge, MA.
- Sembel, Roy, *Indikator Investasi Saham*, <http://www.roy-sembel.com>.
- Sharpe, W.F., Alexander, G.J., and Bailey, J.V., 1995, *Investments Se*, Prentice-Hall Inc.

Sudiarso, Andi', 2002, *Kecerdasan Buatan Dalam Sistem Manufaktur*, Diklat Kuliah, Program Studi Teknik Industri FT UGM, Yogyakarta.

Turban, E., 1995, *Decision Support Systems and Expert Systems*, 4th edition, Prentice-Hall Inc., New Jersey.

Waterman and Donald, A., 1986, *A Guide to Expert Systems*, Addison-Wesley Publishing Company, Inc., Massachusetts.

Zahedi, Fatemeh, 1993, *Intelligent Systems for Business: Expert Systems with Neural Networks*, Wadsworth Publishing Company.

———, 1983-1996, *MANUAL EXSYS® Expert System Development Software: Professional for Windowed Environments*, EXSYS Inc., New Mexico.