

Forecasting Harga Saham dengan Jaringan Saraf Tiruan

Rina Yuniarti¹, Julian Supardi², Firdaus²

¹ Divisi IT, Bank Rakyat Indonesia, Jakarta, Indonesia

² Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya, Palembang, Indonesia
rinayuniarti27@gmail.com, julian@sri.ac.id, virdauz@gmail.com

Abstrak— *Forecasting* atau peramalan diperlukan untuk menetapkan kapan suatu peristiwa akan terjadi sehingga dapat dilakukan tindakan yang tepat. Proses *forecasting* dimanfaatkan untuk berbagai aspek kehidupan, salah satunya adalah *forecasting* harga saham. *Forecasting* harga saham dapat dilakukan dengan algoritma pada jaringan saraf tiruan, yaitu algoritma *backpropagation*. Pada *forecasting* dengan jaringan saraf tiruan dibentuk suatu pemodelan jaringan yang dapat memproses data masukan. Pada penelitian ini digunakan suatu pemodelan yang menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi harga saham dan perubahan nya. Faktor-faktor tersebut adalah faktor teknikal, faktor makro ekonomi dan faktor fundamental. Dengan menggunakan faktor-faktor tersebut pada pemodelan jaringan saraf tiruan dihasilkan suatu hasil *forecasting* yang cukup baik dan akurat, yaitu dengan keakuratan 98,90% untuk nilai harga saham, 87,65% untuk perubahan harga saham dan 73,20% untuk selisih perubahan harga saham

Kata Kunci—*forecasting, harga saham, jaringan saraf tiruan.*

I. PENDAHULUAN

Seiring dengan berkembangnya aktivitas perdagangan, masyarakat membutuhkan informasi indeks harga saham yang merupakan gambaran dari pergerakan harga saham. Pergerakan harga saham ini merupakan salah satu faktor bagi para investor untuk berinvestasi di pasar modal. Peramalan pergerakan harga saham yang efektif dan efisien dapat digunakan oleh pasar modal maupun masyarakat umum dalam melakukan perdagangan.

Peramalan atau disebut juga *forecasting* merupakan alat penting dalam suatu perencanaan yang efektif dan efisien. *Forecasting* diperlukan untuk menetapkan kapan suatu peristiwa akan terjadi sehingga dapat dilakukan tindakan yang tepat. *Forecasting* dapat dilakukan dengan berbagai macam metode antara lain metode statistik atau regresi [1] dan juga dengan jaringan saraf tiruan [2]. Dengan metode statistik yang menjadi acuan adalah data yang berurutan sedangkan pada metode jaringan saraf tiruan adalah pola data. Penggunaan metode statistik yang harus memenuhi beberapa asumsi-asumsi yang telah ditetapkan sebelumnya akan memunculkan suatu masalah apabila pengujian dilakukan pada suatu sistem dinamis yang memiliki sistem pola data dengan formulasi yang selalu berubah-ubah, misalnya data harga saham [3]. Maka dari itu, untuk dapat mengetahui pola harga saham pada waktu yang akan datang dapat dilakukan suatu *forecasting* harga saham.

Forecasting harga saham dengan jaringan saraf tiruan telah banyak dilakukan oleh peneliti, antara lain [4], [5], [6]. Pada penelitian-penelitian tersebut masih banyak ditemukan beberapa kekurangan. Hal ini disebabkan adanya parsialisasi faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan harga saham, padahal faktor-faktor tersebut berpengaruh pada perubahan harga saham.

Dijelaskan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan harga saham meliputi faktor teknikal, makro ekonomi, dan fundamental perusahaan [7]. Pada penelitian ini akan dilakukan percobaan suatu pemodelan untuk melakukan *forecasting* harga saham dan perubahan nya dengan jaringan saraf tiruan dan faktor-faktor yang mempengaruhi harga saham tersebut. Algoritma jaringan saraf tiruan, yaitu algoritma *backpropagation* karena algoritma ini sangat baik dalam menangani masalah pengenalan pola-pola kompleks [8].

Selama ini telah ada penelitian yang mencoba melakukan *forecasting* harga saham baik dengan menggunakan metode statistik maupun dengan jaringan saraf tiruan, akan tetapi masih terdapat beberapa kekurangan. Hal ini disebabkan karena masih kurangnya penggunaan analisis faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan harga saham dalam *forecasting* dan masih dilakukan nya parsialisasi faktor-faktor tersebut dalam pemodelan jaringan saraf tiruan. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan analisis faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan harga saham dan membuat pemodelan dengan jaringan saraf tiruan untuk melakukan *forecasting* harga saham dan perubahan nya dengan faktor-faktor yang mempengaruhi nya.

II. STUDI PUSTAKA

A. Harga Saham

Saham adalah sebuah surat berharga yang dikeluarkan oleh sebuah perusahaan yang berbentuk perseroan terbatas (emiten) yang menyatakan bahwa pemilik saham tersebut adalah juga pemilik sebagian dari perusahaan itu [9]. Menurut Smith, 2001 pengertian saham “The amount of the investment representing the legal capital is reported as capital stock” [10]. Secara umum ada dua pendekatan dalam menilai saham yaitu: the fundamental approach dan the technical approach. Yang pertama menitikberatkan pada nilai intrinsiknya yaitu kemampuan masa yang akan datang perusahaan yang dilihat dari keadaan aktiva, produksi, pemasaran, pendapatan yang kesemuanya itu menggambarkan prospek perusahaan. Sedangkan technical approach memusatkan pada bagan harga sekuritas, sehingga sering disebut charties yaitu memprediksi untuk masa yang akan datang berdasarkan pergerakan saham di masa lampau dan analisisnya bersifat jangka pendek. Informasi yang diperlukan adalah psikologis investor yang menekankan pada perilaku harga saham, volume perdagangan dan capital gain. Menurut [11], Perubahan harga saham dipengaruhi oleh kekuatan permintaan dan penawaran yang terjadi di pasar sekunder. Semakin banyak investor yang ingin membeli atau menyimpan suatu saham, maka harganya akan semakin naik. Dan sebaliknya jika semakin banyak investor yang menjual

atau melepaskan maka akan berdampak pada turunnya harga saham. Harga saham merupakan nilai suatu saham yang mencerminkan kekayaan perusahaan yang mengeluarkan saham tersebut. Analisis saham merupakan salah satu tahapan dalam proses investasi yang berarti melakukan analisis terhadap individual atau sekelompok sekuritas [11]. Analisis yang sering digunakan untuk menilai suatu saham yaitu analisis fundamental dan analisis teknikal.

1. Analisis fundamental

Analisis fundamental merupakan analisis historis atas kekuatan keuangan dari suatu perusahaan yang sering disebut *company analysis*. Data yang digunakan adalah data historis, artinya data yang telah terjadi dan mencerminkan keadaan keuangan yang telah lewat dan bukan mencerminkan keadaan keuangan yang sebenarnya pada saat analisis.

Beberapa faktor fundamental terhadap resiko pergerakan harga saham, antara lain [12]:

- 1) *Debt Equity Ratio (DER)/Rasio Hutang terhadap Ekuitas*
DER yang semakin besar akan mengakibatkan risiko finansial perusahaan yang semakin tinggi. Investor biasanya selalu menghindari risiko, maka semakin tinggi DER akan mengakibatkan saham perusahaan tersebut semakin dihindari investor, sehingga harga saham akan semakin rendah.
- 2) *Return On Equity (ROE)/Laba terhadap Ekuitas*
Dengan mengetahui tingkat ROE, investor dapat menilai prospek perusahaan di masa mendatang. Dengan mengetahui tingkat ROE, investor dapat melihat sejauh mana pertumbuhan profitabilitas perusahaan.
- 3) *Earning Per Share (EPS)/Laba per Saham*
Informasi *earning per share* suatu perusahaan menunjukkan besarnya laba bersih perusahaan yang siap dibagikan bagi semua pemegang saham perusahaan.

2. Analisis teknikal

Analisis teknikal merupakan suatu teknik yang menggunakan data atau catatan pasar untuk berusaha mengakses permintaan dan penawaran suatu saham, volume perdagangan, indeks harga saham baik individual maupun gabungan, serta faktor-faktor lain yang bersifat teknis [13]. Sasaran yang ingin dicapai dari analisis adalah ketepatan waktu dalam memprediksi pergerakan harga jangka pendek suatu saham, oleh karena itu informasi yang berasal dari faktor-faktor teknis sangat penting bagi pemodal untuk menentukan kapan suatu saham dibeli atau harus dijual.

B. Jaringan Saraf Tiruan

Menurut [8], jaringan saraf tiruan merepresentasikan cara kerja otak manusia dalam proses kerja komputasi. Jaringan saraf tiruan merupakan sistem pemroses informasi yang memiliki karakteristik mirip dengan jaringan saraf biologi.

Beberapa istilah jaringan saraf tiruan [8] antara lain :

- Neuron: sel saraf tiruan yang merupakan elemen pengolahan jaringan saraf tiruan.

- *Input* atau masukan : berkorespon dengan sebuah atribut tunggal dari sebuah pola atau data lain dari dunia luar.
- *Output* atau keluaran : solusi atau hasil pemahaman jaringan terhadap data input.
- Lapisan tersembunyi (*hidden layer*): lapisan yang tidak secara langsung berinteraksi dengan dunia luar.
- Bobot : bobot dalam jaringan saraf tiruan merupakan nilai matematis dari koneksi, yang mentransfer data dari satu lapisan ke lapisan lainnya.
- Fungsi aktivasi atau fungsi transfer: fungsi yang menggambarkan hubungan antar tingkat aktivasi internal (*summation function*) yang mungkin berbentuk *linear* atau *nonlinear*.

Kerangka kerja jaringan saraf tiruan bisa dilihat dari jumlah lapisan (*layer*) dan jumlah node pada setiap lapisan. Lapisan-lapisan penyusun jaringan saraf tiruan dapat dibagi menjadi 3, yaitu lapisan input, lapisan tersembunyi dan lapisan output [8].

C. Metode *Backpropagation*

Backpropagation merupakan salah satu dari metode pelatihan pada jaringan saraf, dimana ciri dari metode ini adalah meminimalkan error pada output yang dihasilkan oleh jaringan. Dalam metode *backpropagation* biasanya digunakan jaringan multilayer (multilapis). Perambatan galat mundur (*backpropagation*) adalah sebuah metode sistematis untuk pelatihan multiplayer jaringan saraf tiruan. Jaringan saraf tiruan *backpropagation* terdiri dari beberapa lapisan, diantaranya lapisan input yang terdiri dari neuron-neuron atau unit-unit input (mulai dari unit input 1 sampai unit input n), lapisan tersembunyi (minimal 1) yang terdiri dari unit-unit tersembunyi mulai dari unit tersembunyi 1 sampai unit tersembunyi n, dan lapisan output yang terdiri dari unit-unit output (mulai dari unit output 1 sampai unit output m, n, p yang merupakan bilangan integer) [8].

Algoritma *backpropagation* dapat dibagi ke dalam 2 bagian :

1. Algoritma *Backpropagation* Algoritma pelatihan
Terdiri dari 3 tahap : tahap umpan maju pola pelatihan input, tahap pempropagasibalikan error dan tahap pengaturan bobot.
2. Algoritma aplikasi
Yang digunakan hanyalah tahap umpan maju saja.

Algoritma *backpropagation* dimulai dari:

- Inisialisasi bobot (ambil bobot awal dengan nilai random yang cukup kecil).
- Tetapkan : Maksimum epoch, target error dan *learning rate* (α).
- Inisialisasi: Epoch = 0, MSE = 1.
- Kerjakan langkah-langkah berikut selama (Epoch < Maksimum Epoch) dan (MSE > Target Error).
 - Epoch = epoch + 1
 - Untuk tiap-tiap pasangan elemen yang akan dilakukan pembelajaran, kerjakan :

Feedforward

- a. Tiap-tiap unit input (x_i , $i = 1,2,3,\dots,n$) menerima sinyal x_i dan meneruskan sinyal tersebut ke semua unit pada lapisan yang ada di atasnya (lapisan tersembunyi).
- b. Tiap-tiap unit pada suatu lapisan tersembunyi (z_j , $j = 1,2,3,\dots,p$) menjumlahkan sinyal-sinyal input berbobot :

$$z_{in_j} = b1_j + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij} \quad (1)$$

Gunakan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal outputnya:

$$z_j = f(z_{in_j}) \quad (2)$$

Dan kirimkan sinyal tersebut ke semua unit di lapisan atasnya (unit-unit output).

Langkah (b) dilakukan sebanyak jumlah lapisan tersembunyi.

- c. Tiap-tiap unit output (y_k , $k = 1,2,3,\dots,m$) menjumlahkan sinyal-sinyal input terbobot.

$$y_{in_k} = b2_k + \sum_{j=1}^m z_j w_{jk} \quad (3)$$

Gunakan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal outputnya :

$$y_k = f(y_{in_k}) \quad (4)$$

Backpropagation

- d. Tiap-tiap unit output ($y_k = 1,2,3,\dots,p$) menerima target pola yang berhubungan dengan pola input pembelajaran, hitung informasi errornya :

$$\delta 2_k = (t_k - y_k) f'(y_{in_k}) \quad (5)$$

$$\varphi 2_{jk} = \delta 2_k z_j \quad (6)$$

$$\beta 2_k = \delta 2_k \quad (7)$$

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

$$\Delta w_{jk} = \alpha \varphi 2_{jk} \quad (8)$$

Hitung juga koreksi bias (yang nantinya akan digunakan untuk memperbaiki nilai $b2_k$) :

$$\Delta b2_k = \alpha \beta 2_k \quad (9)$$

Langkah (d) ini juga dilakukan sebanyak jumlah lapisan tersembunyi, yaitu menghitung informasi error dari suatu lapisan tersembunyi ke lapisan tersembunyi sebelumnya.

- e. Tiap-tiap unit tersembunyi (z_j , $j = 1,2,3,\dots,m$) menjumlahkan delta inputnya (dari unit-unit yang berada pada lapisan di atasnya) :

$$\delta_{in_j} = \sum_{k=1}^m \delta 2_k w_{jk} \quad (10)$$

Kalikan nilai ini dengan turunan dari fungsi aktivasinya untuk menghitung informasi error :

$$\delta 1_j = \delta_{in_j} f'(z_{in_j}) \quad (11)$$

$$\varphi 1_{ij} = \delta 1_j x_i \quad (12)$$

$$\beta 1_j = \delta 1_j \quad (13)$$

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

$$\Delta v_{ij} = \alpha \varphi 1_{ij} \quad (14)$$

Hitung juga koreksi bias (yang nantinya akan digunakan untuk memperbaiki nilai $b1_j$):

$$\Delta b1_j = \alpha \beta 1_j \quad (15)$$

Tiap-tiap unit output (y_k , $k = 1,2,3,\dots,m$) memperbaiki bias dan bobotnya ($j = 0,1,2,\dots,p$) :

$$w_{jk}(\text{baru}) = w_{jk}(\text{lama}) + \Delta w_{jk} \quad (16)$$

$$b2_k(\text{baru}) = b2_k(\text{lama}) + \Delta b2_k \quad (17)$$

Tiap-tiap unit tersembunyi (z_j , $j = 1,2,3,\dots,p$) memperbaiki bias dan bobotnya ($j = 0,1,2,\dots,n$) :

$$v_{ij}(\text{baru}) = v_{ij}(\text{lama}) + \Delta v_{ij} \quad (18)$$

$$b1_j(\text{baru}) = b1_j(\text{lama}) + \Delta b1_j \quad (19)$$

3. Hitung MSE

Minimum Error Kuadrat

Persyaratan minimasi error :

$$E = 1/2 \sum (t_k - y_k)^2 \quad (20)$$

Fungsi aktivasi

Fungsi Sigmoid Biner :

$$f_1(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \quad (21)$$

$$f_1'(x) = f_1(x)(1 - f_1(x)) \quad (22)$$

D. Peramalan atau Forecasting Harga Saham

Salah satu bidang penerapan metode *backpropagation* yang dapat diaplikasikan dengan baik adalah bidang peramalan (*forecasting*) (PSW Anugerah, 2007). Pada peramalan harga saham dengan jaringan saraf tiruan *backpropagation*, sebelum data input dan target yang diimplementasikan ke dalam jaringan saraf tiruan harus terlebih dahulu melalui preprosesing data berupa penskalaan yaitu normalisasi data. Tujuannya agar jaringan saraf dapat mengenali data yang akan menjadi masukan bobot-bobotnya. Data akan bernilai antara 0 sampai 1, hal ini sesuai dengan fungsi aktivasi yang akan digunakan (Eliyani, 2007).

$$x' = \frac{0.8(x - a)}{(b - a)} + 0.1 \quad (23)$$

Keterangan:

x' = Data yang sudah ternormalisasi,

x = Data yang akan dinormalisasi,

a = Data terkecil dari sekumpulan data,

b = Data terbesar dari sekumpulan data.

Data hasil normalisasi akan digunakan dalam *forecasting* dengan jaringan saraf tiruan, yaitu data dilatih dan diuji

dengan algoritma pelatihan dan pengujian dengan metode *backpropagation*. Setelah itu, data output dari *forecasting* akan diproses melalui data postprocessing atau denormalisasi data, yaitu perubahan dari data hasil jaringan saraf tiruan yang mempunyai range antara 0 sampai 1 menjadi data seperti nilai aslinya yang merupakan nilai hasil *forecasting*.

$$x = \frac{(b - a)(0.1 - x')}{-0.8} + a \quad (24)$$

Keterangan:

X = Data postprocessing atau data yang sudah denormalisasi,

x' = Data output jaringan,

b = Data terbesar dari sekumpulan data,

a = Data terkecil dari sekumpulan data

III. METODOLOGI

A. Analisis Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation

Dalam membangun perangkat lunak *forecasting* harga saham digunakan salah satu algoritma pada ilmu jaringan saraf tiruan, yaitu algoritma *backpropagation*.

Algoritma *backpropagation* ini memiliki 2 bagian proses secara umum, yaitu proses pembelajaran (pelatihan) dan proses pengujian

1) Proses Pembelajaran

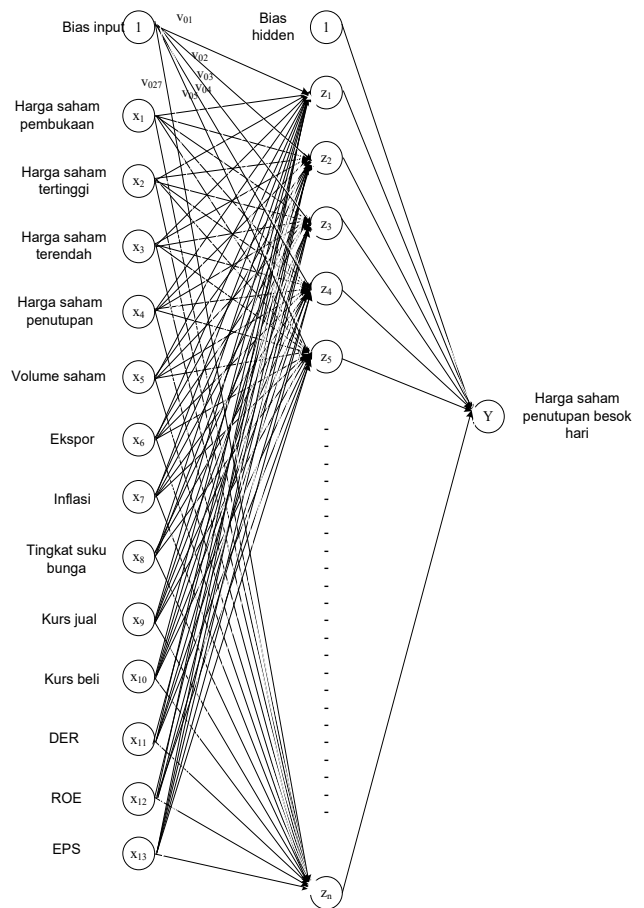
Pada proses pembelajaran (pelatihan), algoritma *backpropagation* dibagi menjadi 3 tahap, yaitu tahap umpan maju, tahap pempropagasian balik dan tahap pengupdate-an bobot. Arsitektur jaringan yang digunakan pada proses pembelajaran adalah dengan 3 buah layer, yaitu 1 layer masukan, 1 layer tersembunyi dan 1 layer keluaran.

Pada layer masukan terdapat node masukan (masukan) sebanyak 13 buah. Node-node tersebut merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi harga saham. Faktor – faktor tersebut adalah :

1. Faktor analisis teknikal, yaitu harga saham pembukaan, harga saham tertinggi, harga saham terendah, harga saham penutupan, dan volume saham yang terjual.
2. Faktor makro ekonomi, yaitu nilai ekspor, nilai inflasi, tingkat suku bunga bank, kurs jual, dan kurs beli.
3. Faktor analisis fundamental, yaitu *Debt Equity Ratio (DER)*/rasio hutang terhadap ekuitas, nilai *Return On Equity (ROE)*/laba terhadap ekuitas dan nilai *Earning Per Share (EPS)*/laba per saham

Pada layer keluaran, node keluaran (target) yang digunakan jaringan sebanyak 1 buah, yaitu nilai harga saham besok hari sebagai acuan untuk menghitung perubahan harga saham dan selisih perubahan dari harga saham pada waktu sebelumnya.

Pada layer tersembunyi terdapat node lapisan tersembunyi sejumlah n buah yang ditentukan pada saat pembelajaran. Pada proses pembelajaran jumlah node tersembunyi akan dicoba masukan beberapa jumlah node dan selanjutnya akan ditentukan arsitektur mana yang paling baik dalam meramalkan (*forecasting*) sejumlah data masukan.



Gambar 1. Arsitektur Jaringan Backpropagation

Banyak data yang digunakan pada saat pembelajaran, yaitu sebanyak 1211 buah *record* data. Pada Gambar 1 arsitektur jaringan *backpropagation* yang digunakan dengan 13 buah node pada lapisan masukan yaitu $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, \dots, x_{13}$ dan bias; sebuah lapisan tersembunyi yang terdiri dari n unit neuron yaitu $z_1, z_2, z_3, z_4, z_5, z_6, z_7, \dots, z_n$ dan bias; serta 1 buah unit keluaran pada lapisan keluaran, yaitu Y. Bobot yang menghubungkan neuron pada lapisan input dengan neuron pada lapisan tersembunyi adalah bobot v. Sedangkan bobot yang menghubungkan neuron pada lapisan tersembunyi ke neuron pada lapisan output adalah bobot w. Bobot-bobot ini mengalami perubahan selama proses pembelajaran. Selanjutnya, bobot-bobot hasil pembelajaran ini disimpan ke dalam file teks untuk digunakan pada saat pengujian. Pada proses pembelajaran, nilai keluaran yaitu Y digunakan untuk meng-update bobot dan menghitung error. Proses pembelajaran selesai apabila nilai epoch telah terpenuhi atau nilai target MSE telah terpenuhi.

2) Proses Pengujian

Pada proses pengujian dilakukan hal yang sama seperti proses pembelajaran (pelatihan). Akan tetapi tahapan yang digunakan hanya lah tahapan umpan maju dan pempropagasian balik saja.

Arsitektur jaringan yang digunakan pada proses pengujian juga sama dengan proses pembelajaran. Banyak data yang digunakan pada proses pengujian adalah sebanyak 81 buah *record* data. Hasil dari pengujian berupa nilai keluaran Y yang akan dibandingkan dengan nilai target

sebenarnya. Setelah dibandingkan maka akan dihitung harga saham, perubahan harga saham dan juga selisih perubahannya beserta keakuratannya masing-masing.

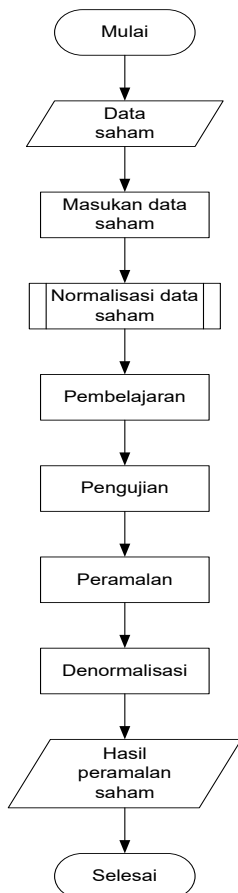
B. Analisis pra-Preprocessing dan Pasca-Processing

Pada perangkat lunak ini digunakan proses *pra-processing*, yaitu proses normalisasi data masukan dan data target sebelum dimasukkan ke dalam jaringan. Hal ini bertujuan untuk membuat skala data-data tersebut yang dalam skala nilai besar menjadi nilai berskala antara 0 sampai 1 agar data masukan dapat dikenali pada arsitektur jaringan. Proses normalisasi akan mencari nilai terbesar (maksimum) dan nilai terkecil (minimum) dari sekumpulan data untuk digunakan dalam membuat skala dari sekumpulan data tersebut.

Setelah proses normalisasi dilakukan, maka data masukan dapat diproses ke dalam jaringan hingga menghasilkan nilai keluaran akhir. Nilai keluaran akhir ini bukan merupakan nilai akhir peramalan (*forecasting*), akan tetapi nilai keluaran akhir harus di denormalisasi terlebih dahulu. Proses denormalisasi ini merupakan proses *pasca-processing* dimana data keluaran yang berskala 0 sampai 1 akan dikembalikan lagi pada skala nilai awal.

C. Analisis Forecasting

Forecasting merupakan proses yang dapat meramalkan sesuatu kejadian di masa yang akan datang. Pada penelitian ini proses *forecasting* dapat digambarkan dengan *flowchart* pada Gambar 2.



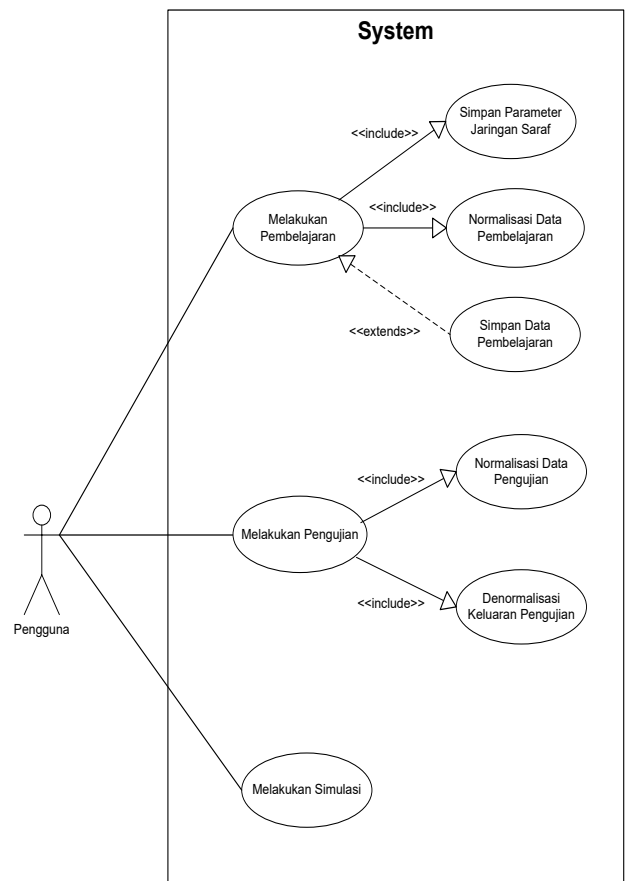
Gambar 2 Flowchart Forecasting Saham

D. Analisis dan Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang dibangun adalah suatu perangkat lunak yang dapat meramalkan (*forecasting*) harga saham. Dari sejumlah data harga saham dan data-data pendukung lainnya yang ada pada saat lampau atau sekarang, perangkat lunak dapat meramalkan harga saham pada masa yang akan datang.

Perangkat lunak yang dibangun berbasis aplikasi *desktop*. Perangkat lunak ini menerima masukan data berupa faktor-faktor analisis teknikal, makro ekonomi dan analisis fundamental yang mempengaruhi harga saham pada suatu waktu tertentu. Keluaran yang dihasilkan berupa hasil ramalan harga saham pada suatu waktu tertentu beserta perubahan dan selisih perubahan dari harga saham tersebut dari waktu sebelumnya dan persentase perubahannya.

Kebutuhan fungsional sistem digambarkan dalam *use case diagram* pada Gambar 3.

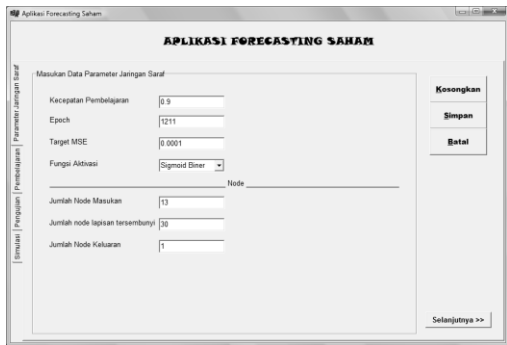


Gambar 3. Use Case Diagram Fungsional sistem

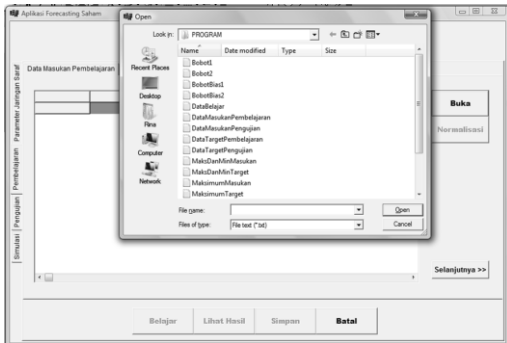
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi

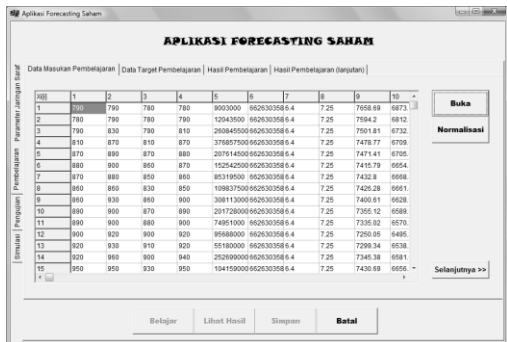
Implementasi perangkat lunak dilakukan berdasarkan hasil analisis dan perancangan pada tahap sebelumnya. Antarmuka aplikasi yang di hasilkan terdapat pada gambar 4.



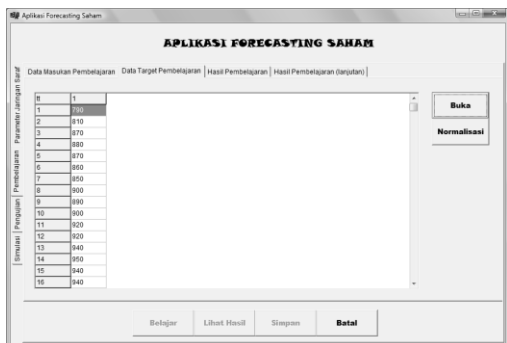
Gambar 4a. Antar Muka Masukan Data Parameter Jaringan Saraf



Gambar 4b. Antar Muka *Open Dialog* Membuka Data Masukan Pembelajaran



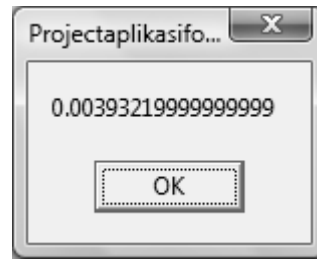
Gambar 4c. Antar Muka Data Masukan Pembelajaran



Gambar 4d. Antar Muka Data Target Pembelajaran



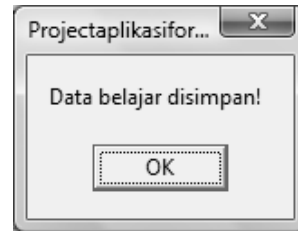
Gambar 4e. Antar Muka Tampilan Pesan *Epoch* Hasil Pembelajaran



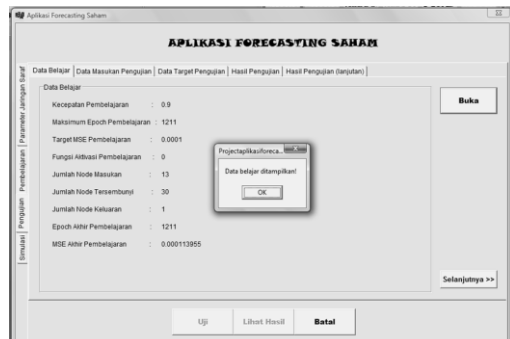
Gambar 4f. Antar Muka Tampilan Pesan MSE Hasil Pembelajaran



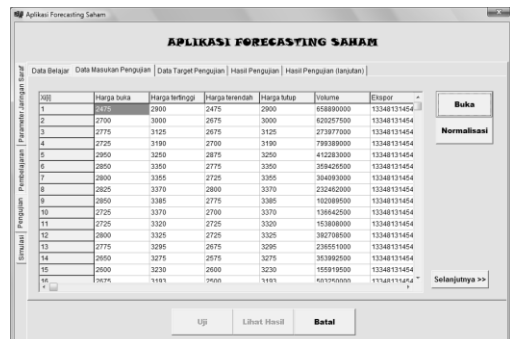
Gambar 4.g Antar Muka Tampilan Bobot Hasil Pembelajaran



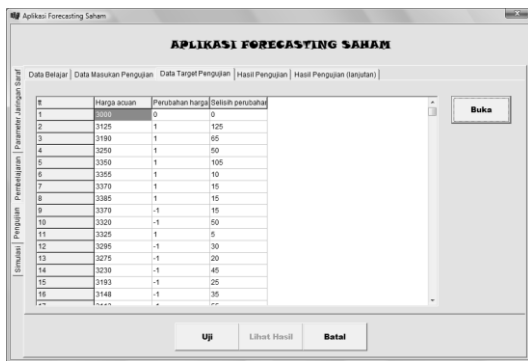
Gambar 4h. Antar Muka Tampilan Pesan Data Pembelajaran Berhasil Disimpan



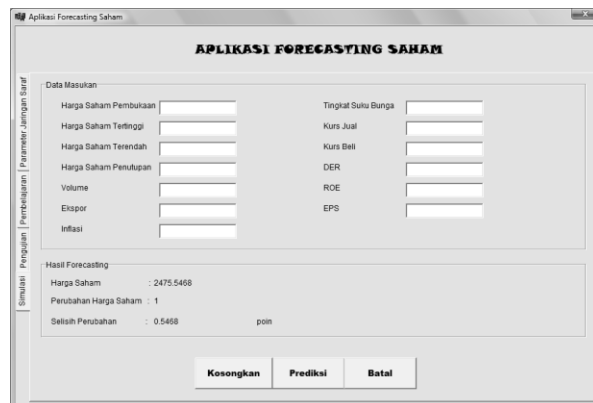
Gambar 4i. Antar Muka Masukan Data Pembelajaran Ditampilkan



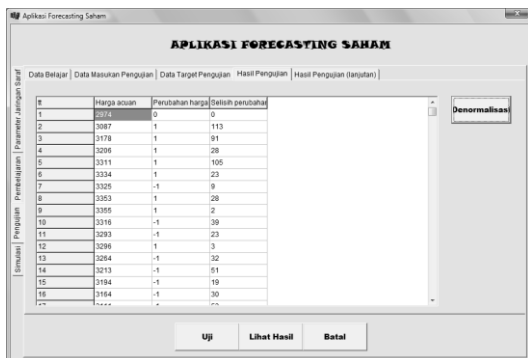
Gambar 4j. Antar Muka Data Masukan Pengujian



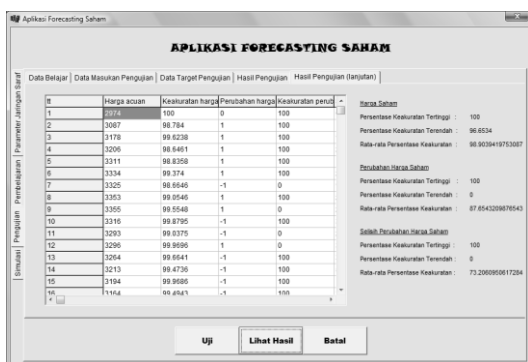
Gambar 4k. Antar Muka Data Target Pengujian



Gambar 4n. Antar Muka Simulasi



Gambar 4l. Antar Muka Data Hasil Pengujian



Gambar 4m. Antar Muka Data Hasil Pengujian (lanjutan)

B. Pengujian Perangkat lunak

Setelah melakukan beberapa kali proses pembelajaran dan pengujian *forecasting* saham menggunakan metode MSE dengan rumusan sebagai berikut:

$$MSE = \frac{1}{2} \sum (t_k - y_k)^2$$

$$\text{keakuratan harga saham} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n}$$

$$\text{keakuratan perubahan harga saham} = \frac{y_1 + y_2 + y_3 + \dots + y_n}{y}$$

$$\text{keakuratan selisih perubahan harga saham} = \frac{z_1 + z_2 + z_3 + \dots + z_n}{z}$$

Keterangan :

t_k = nilai target

y_k = nilai keluaran

x = persentase harga saham

y = persentase perubahan harga saham

z = persentase selisih perubahan harga saham

Maka didapatkan hasil pengujian yang cukup baik dengan menggunakan pemodelan jaringan saraf tiruan. Hasil pengujian yang telah dilakukan terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian

No	Arsitektur Jaringan	Kecepatan pembelajaran	Lama belajar	MSE akhir	Keakuratan harga saham	Keakuratan perubahan harga saham	Keakuratan selisih perubahan harga saham
1.	13-10-1	0.9	± 10 menit	0.00013749	92,48 %	87,65 %	67,42 %
2.	13-13-1	0.9	± 10 menit	0.000123452	95,60 %	83,95 %	67,25 %
3.	13-14-1	0.9	± 15 menit	0.00012122	96,76 %	86,41 %	68 %
4.	13-26-1	0.9	± 40 menit	0.000116846	98,83 %	82,7 %	66,27 %
5.	13-27-1	0.9	± 40 menit	0.000108505	98,65 %	81,48 %	68,54 %
6.	13-30-1	0.9	± 50 menit	0.000113955	98,90 %	87,65 %	73,20 %
7.	13-40-1	0.9	± 55 menit	0.0001235	98,02%	88,88 %	69,69 %

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan implementasi yang telah dilakukan pada penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pemodelan *forecasting* harga saham dapat dilakukan dengan menggunakan faktor analisis teknikal, makro ekonomi, dan faktor fundamental.
2. Dalam penelitian ini, hasil pengujian *forecasting* saham dihasilkan keluaran dengan keakuratan 98,90% untuk nilai harga saham, 87,65% untuk perubahan harga

saham dan 73,20% untuk selisih perubahan harga saham.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Khotimah and R. Nindyasari, "Forecasting Dengan Metode Regresi Linier Pada Sistem Penunjang Keputusan Untuk Memprediksi Jumlah Penjualan Batik (Studi Kasus Kub Sarwo Endah Batik Tulis Lasem)," *J. Mantik Penusa*, vol. 1, no. 1, 2017.
- [2] E. Kurniawan, H. Wibawanto, and D. A. Widodo, "Implementasi Metode Backpropogation dengan Inisialisasi Bobot Nguyen Widrow untuk Peramalan Harga Saham," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 6, no. 1, pp. 49–54, 2019.
- [3] A. PSW, "Perbandingan Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* Dan Metode Deret Berkala Box-Jenkins (Arima) Sebagai Metode Peramalan Curah Hujan," *Fak. Mat. dan Ilmu Pengetah. Alam. Univ. Negeri Semarang. Semarang*, 2007.
- [4] W. Wu and J. Xu, "Fundamental analysis of stock price by artificial neural networks model based on rough set theory," *World J. Model. Simul.*, vol. 2, no. 1, pp. 36–44, 2006.
- [5] J. Xu and L. Zhao, "A class of fuzzy rough expected value multi-objective decision making model and its application to inventory problems," *Comput. Math. with Appl.*, vol. 56, no. 8, pp. 2107–2119, 2008.
- [6] E. Eliyani, "Peramalan Harga Saham Perusahaan Menggunakan Artificial Neural Network dan Akaike Information Criterion," 2007.
- [7] R. T. Adiatmo, "Analisis Pengaruh Inflasi, Suku Bunga Sbi, Pdb, Jub, Kurs Dollar Amerika, Dan Suku Bunga Sibor Terhadap Indeks Saham Lq 45 Di Bursa Efek Jakarta 2002. 1--2007. 4," Universitas Muhammadiyah surakarta, 2009.
- [8] D. Puspitaningrum, "Pengantar jaringan syaraf tiruan," 2006.
- [9] W. R. Murhadi, "Analisis Laporan Keuangan: Proyeksi dan Valuasi Saham." Salemba Empat, 2013.
- [10] D. Irmansyah, "Pengaruh Pemecahan Saham (Stock Split) Terhadap Perubahan Harga Pasar Saham Di Bursa Efek Jakarta," Universitas Widyatama, 2003.
- [11] A. F. Salam, "Pengaruh Kebijakan Dividen Terhadap Harga Saham Dengan Ukuran Perusahaan Sebagai Variabel Moderating," *PUBLIK*, vol. 15, no. 2, pp. 141–154, 2019.
- [12] A. Z. INDRA *et al.*, "Jurnal Akuntansi Dan Keuangan."
- [13] A. Hayyuza, "Faktor-faktor Analisis yang Berpengaruh Terhadap Pengambilan Keputusan dalam Transaksi Forex di Perdagangan Berjangka," Universitas Widyatama, 2006.