

IMPLEMENTASI METODE *BACKPROPOGATION* DENGAN INISIALISASI BOBOT *NGUYEN WIDROW* UNTUK PERAMALAN HARGA SAHAM

Eliv Kurniawan¹, Hari Wibawanto², Djoko Adi Widodo³

¹Mahasiswa Program Studi Pend. TIK Universitas Negeri Semarang ²Dosen Kurikulum dan Teknologi Pembelajaran Universitas Negeri Semarang ³Dosen Pend. Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang
Email: ¹eliv.kurniawan@outlook.com, ²hariwibawanto@mail.unnes.ac.id, ³djokoadiwidodo@mail.unnes.ac.id

(Naskah masuk: 05 Juli 2018, diterima untuk diterbitkan: 08 Januari 2019)

Abstrak

Jaringan saraf tiruan merupakan suatu ilmu yang terus berkembang pesat hingga saat ini. Jaringan saraf tiruan merupakan suatu ilmu komputasi yang didasarkan dan terinspirasi dari cara kerja sistem saraf manusia. Sama halnya dengan sistem saraf manusia, jaringan saraf tiruan bekerja melalui proses pembelajaran terhadap data-data yang sudah ada untuk memformulakan keluaran dari data-data baru. Jaringan saraf tiruan dengan metode *backpropagation* mampu melakukan peramalan untuk data nonlinear seperti bentuk data harian harga saham. Salah satu algoritma inisialisasi bobot yang dapat meningkatkan waktu eksekusi adalah *nguyen-widrow*. Pada penelitian ini akan dilakukan implementasi metode *backpropagation* dengan inisialisasi bobot *nguyen widrow* untuk meramalkan harga saham. Proses implementasi melalui 3 tahapan, yaitu preprosesing data, pelatihan jaringan, dan pengujian jaringan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa pelatihan jaringan saraf tiruan dengan jumlah dataset yang banyak membutuhkan perhitungan yang kompleks, sehingga jaringan saraf tiruan dengan arsitektur jaringan yang sederhana kurang efektif dan dapat terjebak pada titik lokal minimum. Hasil peramalan untuk harga *close* saham BBCA.JK memiliki nilai MAPE 0,85% dan untuk harga *close* saham AALI.JK memiliki nilai MAPE sebesar 1,84%.

Kata kunci: Peramalan, Jaringan Saraf Tiruan, *Backpropagation*, *Nguyen Widrow*

IMPLEMENTATION OF *BACKPROPOGATION* METHOD WITH *NGUYEN WIDROW* WEIGHT INITIALIZATION FOR STOCK PRICE FORECASTING

Abstract

Artificial neural network is a hot topic and invite a lot of admiration in the last decade. Artificial Neural Network is one of the artificial representations of the humans brain who always try to simulate the learning process of the humans brain. Artificial neural network with backpropagation method is able to forecast nonlinear data such as daily data form stock price. One of the weight initialization algorithms that can be increase the execution time is nguyen-widrow. In this research will be implemented backpropagation method with nguyen widrow weight initialization to forecast stock prices. The process of implementation through 3 stages, that is preprosesing data, training, and testing or simulate. The results of this research indicate that the training of artificial neural networks with many datasets required a complex calculations, so the artificial neural network with simple architectures is less effective and can get stuck at minimum local points. The results forecasting for the close price of BBCA.JK have a MAPE value 0.85% and for the close price of AALI.JK have 1.84% of MAPE value..

Keywords: Forecasting, Artificial Neural Network, *Backpropagation*, *Nguyen Widrow*

1. PENDAHULUAN

Saham merupakan salah satu instrumen investasi yang terus mengalami peningkatan jumlah investor hingga saat ini. Dengan melakukan investasi saham, investor menjadi bagian dalam kepemilikan suatu perusahaan sesuai dengan jumlah lembar saham yang dimiliki. Agar mendapatkan keuntungan, investor saham perlu untuk mengetahui waktu yang tepat untuk melakukan pembelian saham.

Ketidaktepatan waktu dalam pembelian harga saham dapat mengakibatkan kerugian bagi investor jika salah dalam mengambil keputusan. Untuk mendapatkan waktu yang tepat, maka dibutuhkan suatu metode peramalan. Saat ini telah berkembang berbagai macam metode dan model prediksi atau peramalan yang digunakan untuk melakukan peramalan harga saham. Metode yang umum digunakan adalah metode peramalan statistik adalah metode ARIMA (*Autoregressive Moving Average*).

Namun dalam penerapannya perhitungan metode ini memiliki kekurangan hasil yang konstan jika melakukan proses peramalan dalam jumlah data yang banyak dan terdapat selisih harga yang tajam atau tinggi (Muis, 2012).

Khan (2011) menggunakan metode *backpropagation* untuk meramalkan harga saham, hasilnya adalah bahwa semakin banyak jumlah dataset pelatihan, maka pelatihan jaringannya akan semakin baik.

Rufiyanti (2015) membandingkan model ARIMA, JST *backpropagation* dan Hybrid ARIMA dengan *backpropagation*, menghasilkan bahwa metode yang paling efektif adalah metode *backpropagation*.

Chandra (2015) menerapkan metode *backpropagation* untuk meramalkan harga saham indofood sukses, hasilnya bahwa metode *backpropagation* mampu meramalkan harga dengan sangat baik dengan nilai MAPE sebesar 0,00004%.

Mishra, dkk. (2014) dalam penelitiannya melakukan kompresi gambar menggunakan jaringan saraf tiruan multilayer feed forward dengan inialisasi bobot nguyen widrow. Hasil dianalisis dengan menggunakan nilai Peak Signal to Noise Rasio (PSNR). Semakin tinggi nilai PSNR maka hasil semakin baik, atau gambar hasil kompres memiliki nilai kemiripan yang tinggi dengan gambar awal. Hasil dari penelitian ini adalah bahwa algoritma nguyen widrow tidak hanya mempercepat waktu pelatihan, namun juga meningkatkan nilai PSNR, hal ini dikarenakan dengan inialisasi bobot nguyen widrow bobot-bobot awal yang dihasilkan dengan cara yang identik, sehingga mampu mencegah error yang besar.

Sehingga dalam penelitian ini diusulkan metode jaringan saraf tiruan, yaitu metode *backpropagation* dengan menggunakan inialisasi bobot awal *nguyen widrow* untuk melakukan peramalan harga saham. Harga saham yang akan digunakan untuk menguji metode adalah harga *close* saham AALLJK dan harga *close* saham BBCA.JK.

2. METODE PERAMALAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan dan menguji metode *backpropagation* dengan inialisasi bobot *nguyen widrow* untuk meramalkan harga saham. Sehingga dalam hal ini akan digunakan metode *backpropagation* dengan inialisasi bobot *nguyen widrow* untuk meramalkan harga saham.

Metode *backpropagation* merupakan suatu metode yang terdapat pada Jaringan Saraf Tiruan (JST). JST merupakan suatu ilmu komputasi yang didasarkan dan terinspirasi dari sistem kerja saraf manusia. Sama halnya dengan sistem saraf manusia, JST berkembang melalui pembelajaran dan contoh-contoh. Menurut Fauset (1994), JST ditentukan oleh 3 hal, yaitu arsitektur jaringan, algoritma *learning*, dan fungsi aktivasi.

Backpropagation merupakan suatu metode JST yang memiliki arsitektur jaringan layar banyak (*multilayer*). *Backpropagation* menggunakan perhitungan pengembalian error untuk memperbarui nilai-nilai bobot.

Langkah-langkah dalam membangun algoritma *backpropagation* adalah sebagai berikut

- 1) Langkah 0 : Melakukan inialisasi bobot awal dengan menggunakan bilangan acak kecil.
- 2) Langkah 1 : Melakukan perhitungan ulang langkah 2 s.d 9 apabila kondisi penghentian belum terpenuhi.
- 3) Langkah 2 : Melakukan perhitungan langkah 3 s.d 8 untuk setiap pasang data pelatihan.

Fase 1 : Propogasi maju

- 4) Langkah 3 : Setiap unit masukan menerima sinyal dan meneruskannya ke unit tersembunyi di atasnya.
- 5) Langkah 4 : Menghitung semua keluaran di unit tersembunyi z_j ($j = 1, 2, \dots, p$)

$$z_{net_j} = v_{j0} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ji}$$

$$z_j = f(z_{net_j}) = \frac{1}{1 + e^{-z_{net_j}}}$$

- 6) Langkah 5 : Menghitung semua keluaran jaringan di unit y_k ($k = 1, 2, \dots, m$)

$$y_{net_k} = w_{k0} + \sum_{j=1}^p z_j w_{kj}$$

$$y_k = f(y_{net_k}) = \frac{1}{1 + e^{-y_{net_k}}}$$

Fase II : Propogasi mundur

- 7) Langkah 6 : Menghitung faktor δ unit keluaran berdasarkan kesalahan pada setiap unit keluaran y_k ($k = 1, 2, \dots, m$)

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_{net_k}) = (t_k - y_k) y_k (1 - y_k)$$

δ_k merupakan unit kesalahan yang akan dipakai dalam perubahan bobot layer di bawahnya.

Menghitung suku perubahan bobot w_{kj} (yang akan dipakai nanti untuk mengubah bobot w_{kj}) dengan laju kecepatan α

$$\Delta w_{kj} = \alpha \delta_k z_j \quad ; \quad k = 1, 2, \dots, m ; \quad j = 0, 1, \dots, p$$

- 8) Langkah 7 : Menghitung faktor δ unit tersembunyi berdasarkan kesalahan di setiap unit tersembunyi z_j ($j = 1, 2, \dots, p$)

$$\delta_{net_j} = \sum_{k=1}^m \delta_k w_{kj}$$

Faktor δ unit tersembunyi :

$$\delta_j = \delta_{net_j} f^i(z_{net_j}) = \delta_{net_j} z_j (1 - z_j)$$

Menghitung suku perubahan bobot v_{kj} (yang akan dipakai nanti untuk mengubah bobot v_{kj}) dengan laju kecepatan α .

$$\Delta v_{ji} = \alpha \delta_j x_i \quad ; \quad j = 1, 2, \dots, m ; \quad i = 0, 1, \dots, p$$

Fase III : Perubahan bobot

- 9) Langkah 8 : Menghitung semua perubahan bobot.

Perubahan bobot garis yang menuju ke unit keluaran :

$$w_{kj}(\text{baru}) = w_{kj}(\text{lama}) + \Delta w_{kj}$$

$$(k = 1, 2, \dots, m ; j = 0, 1, \dots, p)$$

Perubahan bobot garis yang menuju ke unit tersembunyi :

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

$$(j = 1, 2, \dots, m ; i = 0, 1, \dots, p)$$

Ketiga fase tersebut diulang dan dilakukan perhitungan secara terus menerus hingga salah satu kondisi penghentian terpenuhi. *JST Backpropagation* akan berhenti apabila jumlah iterasi sudah mencapai nilai maksimal iterasi yang ditetapkan atau jika nilai error yang dihasilkan sudah lebih kecil dari nilai toleransi yang telah dibuat.

Algoritma *backpropagation* diatas merupakan algoritma *backpropagation* standar. Pada langkah 0 algoritma diatas bahwa inialisasi bobot awal adalah dengan menggunakan nilai acak kecil. Hal ini berbeda dengan metode peramalan yang akan digunakan.

Salah satu optimasi pada *JST backpropagation* adalah dengan penginisialisasian bobot awal. Optimasi ini dapat mempercepat proses pelatihan dan dapat pula meningkatkan akurasi hasil. Salah satu algoritma untuk inialisasi bobot awal adalah algoritma *nguyen widrow*. (Siang, 2005: 109). Algoritma untuk inialisasi bobot awal *nguyen-widrow* adalah sebagai berikut :

- 1) Menginisialisasi semua bobot awal ($v_{ji}(\text{lama})$) dengan menggunakan bilangan acak dalam interval $[-0.5, 0.5]$.
- 2) Menghitung nilai $\|v_j\|$ dengan rumus $\|v_j\| = \sqrt{v_{j1}^2 + v_{j2}^2 + \dots + v_{jn}^2}$
- 3) Bobot yang dipakai sebagai inialisasi = $v_{ji} = \frac{\beta v_{ji}(\text{lama})}{\|v_j\|}$
- 4) Bias yang dipakai sebagai inialisasi = $v_{j0} =$ bilangan acak antara $-\beta$ dan β .

di mana : n = jumlah unit masukan
 p = jumlah unit tersembunyi
 β = faktor skala = $0.7^n \sqrt{p}$

3. IMPLEMENTASI PERAMALAN

Implementasi peramalan menggunakan data harga saham data harian harga *close* saham AALI.JK dan BBKA.JK. Data harian yang digunakan adalah data harian 2 Januari 2013 hingga 30 Desember 2016. Implementasi peramalan dengan menggunakan metode *backpropagation* dengan inialisasi bobot awal *nguyen widrow* meliputi 3 tahapan, yaitu :

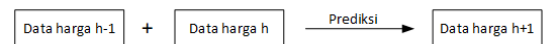
a. Preproses Data

Tahap preproses data meliputi 3 tahapan, yaitu

- 1) Memisahkan dataset harga *close* saham, pemisahan dilakukan untuk membagi data menjadi data untuk data pelatihan dan data untuk data uji. Pemisahan data berupa 70% data untuk data latih dan 30% data untuk data uji.
- 2) Pembentukan pola data

Pembentukan pola data dilakukan untuk menyusun arsitektur dari Jaringan Saraf Tiruan yang akan dibuat. Pola yang disusun dalam pemodelan peramalan ini adalah bahwa data harga hari sekarang dan hari sebelumnya digunakan untuk meramalkan harga di hari esoknya.

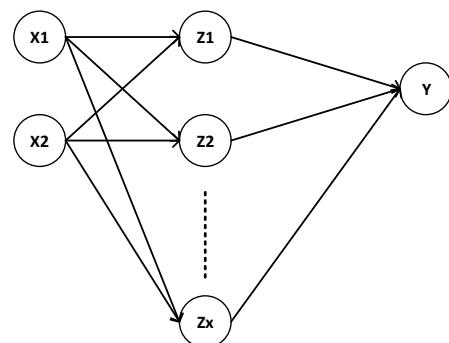
Pola ini dapat digambarkan atau diilustrasikan sebagai berikut :



Gambar1. Pola data

Desain *JST* yang digunakan juga mengikuti pola data yang sudah terbentuk, Arsitektur *JST* yang digunakan memiliki 2 buah neuron *input*, yaitu harga hari sebelumnya dan harga hari sekarang, sedangkan targetnya adalah harga di hari esoknya.

Layar input Layar tersembunyi Layar output



Gambar 2. Arsitektur Jaringan

X1 dan X2 merupakan neuron *input*. X1 merupakan dari data harga hari kemarin, X2 merupakan data harga hari sekarang. Y merupakan target, yaitu harga di hari esoknya.

3) **Normalisasi data**
 Normalisasi data merupakan proses penskalaan atau proses mengubah nilai-nilai kedalam suatu *range* tertentu. Di dalam JST, normalisasi data digunakan untuk mengubah nilai data (data latih dan data uji) ke dalam suatu *range* nilai yang dapat diolah di dalam JST. JST hanya mampu mengolah nilai antara *range* -1 sampai 1. Normalisasi pada tahap ini dilakukan untuk mendapatkan data berada dalam interval 0 sampai dengan 1 karena fungsi aktivasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah fungsi aktivasi *sigmoid biner* yang nilainya berada pada rentang 0 sampai 1.
 Metode normalisasi data yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *min-max*. Metode normalisasi data *min max* merupakan metode normalisasi data dengan melakukan transformasi linear terhadap data asli.

$$v' = \frac{v - \min A}{\max A - \min A} (new_{\max A} - new_{\min A}) + new_{\min A}$$

di mana

v' = data ternormalisasi

v = data aktual

b. Pelatihan data

Setelah tahap *preprocessing* data, maka terbentuklah data yang siap diolah untuk dilatih. Proses pelatihan ditujukan untuk mendapatkan nilai bobot terbaik yang selanjutnya digunakan untuk menguji jaringan pada data baru (data uji).

c. Pengujian

Pengujian dilakukan setelah tahap pelatihan telah mencapai tahap akhir atau telah selesai. Tahap pelatihan dikatakan selesai apabila kondisi penghentian telah terpenuhi. Setelah pelatihan selesai maka di dapatkan bobot baru yang menjadi bobot akhir dari proses pelatihan. Bobot akhir ini nantinya akan gunakan untuk meramal data baru yang disebut sebagai data uji.

Setelah melalui 3 tahapan tersebut, hasil dari tahap pengujian dianalisis menggunakan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Melalui nilai MAPE makan metode peramalan JST dengan metode *backpropagation* dengan inisialisasi bobot awal *nguyen widrow* ini dapat dikatakan baik atau tidak. Semakin kecil nilai MAPE yang dihasilkan maka model peramalan dapat dikatakan semakin baik. Suatu model peramalan dapat dikatakan memiliki kinerja yang sangat bagus apabila nilai MAPE berada di bawah 10%, dan mempunyai kinerja bagus apabila nilai MAPE berada di antara 10% dan 20% (Alda, 2009).

4. HASIL DAN ANALISA

Proses implementasi model peramalan dengan metode *backpropagation* dengan inisialisasi bobot

awal *nguyen widrow* ini di implementasikan dengan menggunakan *software* MATLAB.

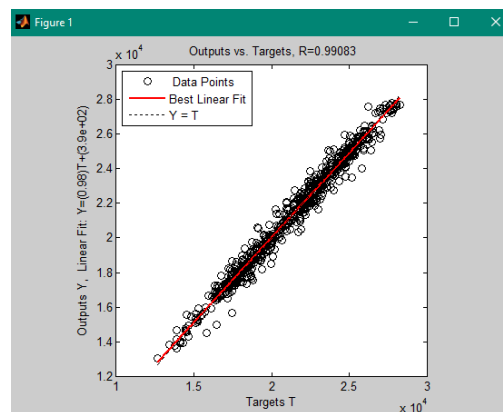
Tabel 1. MAPE untuk analisis peramalan

MAPE (%)	Evaluation
$MAPE \leq 10\%$	High Accuracy Forecasting
$10\% < MAPE \leq 20\%$	Good Forecasting
$20\% < MAPE \leq 50\%$	Reasonable Forecasting
$MAPE > 50\%$	Inaccurate Forecasting

4.1 AALIJK

Proses pengimplementasian untuk peramalan harga saham AALIJK efektif menggunakan arsitektur 2-10-1, yaitu 2 buah neuron *input*, 10 buah neuron *hidden* dan 1 buah neuron *output*. Penggunaan neuron *hidden* layer di bawah 10 tidak efektif karena jumlah data set yang banyak sehingga membutuhkan perhitungan yang kompleks. Arsitektur dengan jaringan yang sederhana atau dengan jumlah neuron *hidden* yang sedikit tidak mampu untuk menangani hal ini. Target *error* yang digunakan adalah 0,00001 dengan iterasi maksimal 3000.

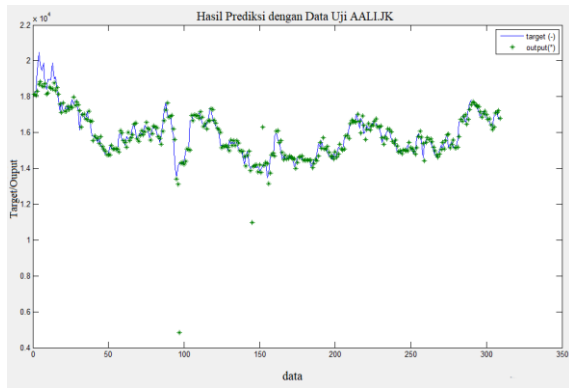
Hasil terbaik dari proses pelatihan menghasilkan nilai R= 0.998083 yang sangat mendekati nilai 1, artinya bahwa memiliki nilai kecocokan yang tinggi antar data target (data aktual) dengan data prediksi (data keluaran jaringan).



Gambar 3. Plot Regresi pelatihan AALIJK

Hasil dari pengujian juga menunjukkan nilai yang baik, yaitu dengan nilai MAPE sebesar 1,84%.

Hasil peramalan terbaik adalah pada proses peramalan harga pada data uji 19 Januari 2016, selisih antara target dan *output* jaringan adalah 1, yang artinya memiliki nilai keakuratan sebesar 99,993 %, selain memiliki nilai keakuratan yang tinggi, terdapat juga data dengan nilai kemelesetan yang cukup tinggi pula, nilai prediksi meleset sebesar 2.116 pada 22 Oktober 2015, yang artinya hanya memiliki nilai keakuratan sebesar 89,65 %.

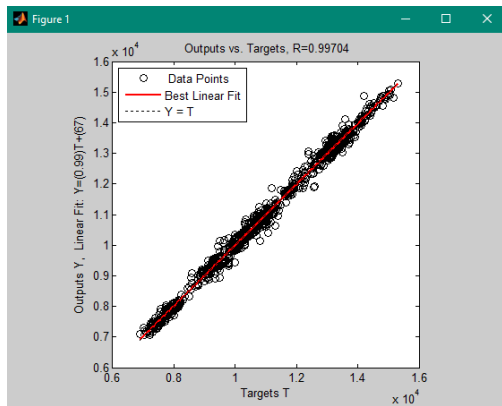


Gambar 4. Grafik kesesuaian target dan output data uji AALLJK

4.2 BBKA. JK

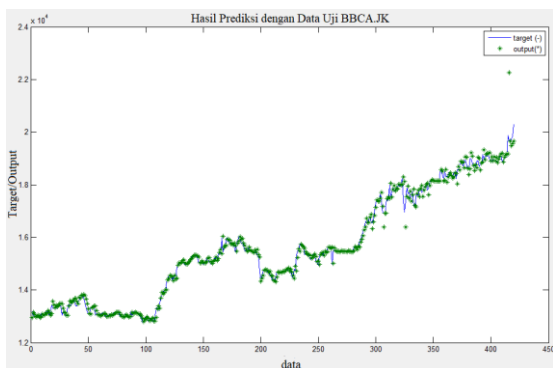
Proses implementasi pada data harga *close* saham BBKA.JK tidak berbeda dengan proses pada AALLJK. BBKA.JK efektif menggunakan arsitektur 2-20-1, yaitu 2 buah neuron *input*, 20 buah neuron *hidden* dan 1 buah neuron *output*. Target *error* yang digunakan 0.00001 dengan iterasi maksimal 1000.

Hasil terbaik dari proses pelatihan menghasilkan nilai $R=0.99704$ yang sangat mendekati nilai 1, artinya bahwa memiliki nilai kecocokan yang tinggi antar data target (data aktual) dengan data prediksi (data keluaran jaringan).



Gambar 5. Plot Regresi pelatihan AALLJK

Hasil dari pengujian juga menunjukkan nilai yang baik, yaitu dengan nilai MAPE sebesar 0,85%.



Gambar 6. Grafik kesesuaian target dan output data uji AALLJK

Hasil peramalan terbaik adalah peramalan untuk tanggal 17 Februari 2017 dan 3 Maret 2017. Hasil peramalan untuk tanggal ini memiliki nilai akurasi sebesar 100% atau memiliki selisih 0 antara data aktual dan nilai prediksi. Sedangkan hasil peramalan terburuk adalah peramalan untuk tanggal 25 September 2017 yang memiliki nilai keakuratan sebesar 88.379%.

Setelah dilakukan implementasi model peramalan *machine learning* dengan menggunakan metode *backpropagation* dan inisialisasi bobot *nguyen widrow* pada 2 macam data, yaitu data AALLJK dan BBKA.JK terdapat data peramalan yang hasilnya baik dan buruk. Metode *backpropagation* merupakan algoritma dari jaringan saraf tiruan di mana inti dari jaringan saraf tiruan adalah untuk men-*generalisasi* data yang sudah ada untuk diterapkan pada data yang baru melalui bobot-bobot yang dihasilkan pada proses pelatihan. Sehingga hasil dari peramalan menggunakan jaringan saraf tiruan dipengaruhi oleh kemiripan bentuk data yang baru dengan data lama yang di *generalisasi*. Meski jaringan saraf tiruan mampu menangani data yang tidak linear, namun dengan data yang linear atau lebih statis akan mampu menghasilkan peramalan yang lebih baik. Hal ini mampu untuk menjelaskan hasil peramalan pada AALLJK dan BBKA.JK. Hasil peramalan terbaik pada AALLJK adalah pada 19 januari 2016 yang artinya bahwa hasil dari bobot latih sangat sesuai untuk meramalkan data pada hari tersebut, dan sebaliknya bahwa bobot yang dihasilkan pada saat proses pelatihan kurang sesuai untuk meramalkan data pada 22 Oktober 2015. Hal ini juga menjelaskan hasil peramalan untuk BBKA.JK. Terlepas dari hal tersebut, hasil peramalan ini divalidasi dengan nilai MAPE yang merupakan rata rata error dari keseluruhan peramalan. Dilihat dari nilai MAPE hasil peramalan dengan metode ini menghasilkan peramalan yang sangat baik, hal ini dibuktikan dengan nilai MAPE yang masing-masing berada di bawah 10% pada data pengujian AALLJK dan BBKA.JK. Pada proses pengujian data AALLJK memiliki nilai MAPE sebesar 1,84%, dan MAPE sebesar 0,85% untuk data uji BBKA.JK. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Chandra (2015) dan Rufiyanti (2015) di mana hasil penelitiannya menunjukkan akurasi peramalan yang sangat baik dengan menggunakan metode JST *backpropagation*.

5. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Penelitian mengenai implementasi metode *backpropagation* dengan inisialisasi bobot *nguyen widrow* untuk peramalan harga saham dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut

- 1) Model peramalan JST metode *backpropagation* dengan inisialisasi bobot *nguyen widrow*, efektif

dengan menggunakan arsitektur 2-10-1 untuk peramalan harga *close* saham AALI.JK dan arsitektur 2-20-1 untuk peramalan harga *close* saham BBKA.JK.

- 2) Berdasarkan nilai MAPE yang berada di bawah 10%, model peramalan *machine learning* dengan menggunakan JST metode *backpropagation* dengan inisialisasi bobot *nguyen widrow* menunjukkan akurasi peramalan yang sangat baik. Peramalan harga *close* saham AALI.JK memiliki nilai MAPE sebesar 1.84% dan Peramalan harga *close* saham BBKA.JK memiliki nilai MAPE sebesar 0,85%.
- 3) Proses pelatihan jaringan saraf tiruan dengan jumlah dataset yang banyak membutuhkan perhitungan yang kompleks, sehingga jaringan saraf tiruan dengan arsitektur jaringan yang sederhana kurang efektif dan dapat terjebak pada titik lokal minimum, Hal ini dapat diatasi dengan menambahkan jumlah neuron pada lapisan tersembunyi.

5.2 Saran

Untuk penelitian lebih lanjut disarankan

- 1) Perlu dilakukan penelitian model peramalan lain yang lebih akurat untuk peramalan harga saham, seperti menambahkan variabel peramalan karena banyaknya faktor yang berpengaruh pada pergerakan harga saham, seperti faktor politik, ekonomi, bursa saham, pajak dan bencana alam.
- 2) Menambahkan data historis yang lebih banyak, karena di dalam JST, apabila data pelatihan semakin banyak, maka bobot yang dihasilkan juga akan semakin baik.
- 3) Mencoba melakukan stasioner data sebelum dilakukan pelatihan dan peramalan, karena data yang stasioner lebih mudah di-*generalisasi* oleh JST.
- 4) Menggunakan *hidden layer* yang lebih banyak untuk menangani dataset yang banyak dan kompleks.

DAFTAR PUSTAKA

- AYU, TRIMULYA, 2015. *Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Metode Backpropagation Untuk Memprediksi Harga Saham*, Jurnal Coding Sistem Komputer Untan.
- DWI, EFRI RUFYANTI, 2015. *Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Dengan Input Model Arima Untuk Peramalan Harga Saham*, Universitas Negeri Semarang.
- IVAN, DAVID, 2013. *Perancangan Program Aplikasi Berbasis Web Menggunakan Metode Backpropagation Untuk Memprediksi Harga Saham*, Jurnal Binus University.

KHAN, Z. H., ALIN, T. S. DAN HUSSAIN. M. A. 2011. Price Prediction of Share Market using Artificial Neural Network. *Internasional Journal of Computer Application* 22(2): 42-47.

KUSUMADEWI, 2013. *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan*, Graha Ilmu Yogyakarta.

MALVIN, CHANDRA, 2015. *Analisis Metode Backpropagation Untuk Memprediksi Indeks Harga Saham Indofood Sukses Makmur*, Jurnal KomTekInfo Fakultas Ilmu Komputer Universitas Putra Indonesia YPTK Padang .

MISHRA, KHUSHBOO, et al, 2014, *Image Compression Using Multilayer Feed Forward Artificial Neural Network with Nguyen Widrow Weight Initialization Method*, Internasional Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, Volume 4, Issue 4, April.

PUSPITANINGRUM, D. 2006. *Pengantar Jaringan Saraf Tiruan*. Yogyakarta: Penerbit Andi Offset.

SIANG, J. J. 2005. *Jaringan Saraf Tiruan dan Pemrogramannya Menggunakan Matlab*. Yogyakarta: Penerbit Andi Offset.