

PERAMALAN HARGA SAHAM MENGGUNAKAN INTEGRASI *EMPIRICAL MODE DECOMPOSITION* DAN JARINGAN SYARAF TIRUAN

Sri Herawati

Manajemen Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Trunojoyo Madura
 Jl. Raya Telang Po Box 2 Kamal
 Email: zheira83@yahoo.com

ABSTRAK

Peramalan harga saham sangat diperlukan investor maupun pelaku bisnis sebelum memutuskan investasi saham. Namun fluktuasi harga saham ini cenderung dinamik, *nonlinear*, nonparametrik dan tanpa tren data. Salah satu model peramalan yang dapat digunakan untuk mengakomodasi fluktuasi harga saham dengan menggunakan *empirical mode decomposition* dan Jaringan Syaraf Tiruan. *Empirical mode decomposition* menguraikan serangkaian waktu menjadi sejumlah modus intrinsik independen yang dinamakan *intrinsic mode functions* dan residu. Kemudian, hasil dekomposisi *empirical mode decomposition* dilatih dan diuji menggunakan *feedforward neural network*. Data hasil pengujian *feedforward neural network* untuk masing-masing *intrinsic mode functions* dan residu dijadikan masukan untuk *adaptive linear neural network*. Sehingga hasil keluaran *adaptive linear neural network* berisi data peramalan harga saham yang akan datang. Uji coba model peramalan ini menggunakan data harian harga saham. Data harian dimulai dari 3 Januari 2011 sampai dengan 30 Juli 2013. Berdasarkan hasil uji coba, peramalan harga saham menggunakan integrasi *empirical mode decomposition* dan jaringan syaraf tiruan menghasilkan peramalan yang akurat.

Kata Kunci: Peramalan Harga Saham, *empirical mode decomposition*, *feedforward neural network*.

ABSTRACT

Forecasting stock price urgently needed investors and business before deciding to invest stock. However, fluctuations in the stock price tends to dynamic, *nonlinear*, nonparametric and without trend data. One method of the crude oil prices forecasting which is intended to accommodate these properties is a forecasting method that integrates the *empirical mode decomposition* and artificial neural network. *Empirical mode decomposition* decompose time series into a number of independent intrinsic mode called *Intrinsic Mode Functions* and the residual. Then, the results of *empirical mode decomposition* were trained and tested using a *feedforward neural network*. The *feedforward neural network* test results for each *intrinsic mode functions* and a residue used as input to the *adaptive linear neural network*. So that, output of *adaptive linear neural network* contains data forecasting future stock price. This experiment forecasting method using daily data of stock prices. Daily data starting from January 3, 2011 until July 30, 2013. The experimental results of forecasting stock prices using an integration of *empirical mode decomposition* and neural networks generate accurate forecasting.

Key Words: Forecasting Stock Price, *empirical mode decomposition*, *feedforward neural network*.

1. Pendahuluan

Investasi saham memungkinkan investor dan pelaku bisnis memperoleh keuntungan besar, namun juga dapat membuat kerugian besar dalam waktu singkat. Fluktuasi harga saham ini cenderung dinamik, *nonlinear*, *nonparametrik* dan tanpa adanya tren data[1]. Hal tersebut mengakibatkan peramalan fluktuasi harga saham sangat diperlukan investor maupun pelaku bisnis sebelum memutuskan investasi saham.

Banyak penelitian telah dilakukan sebelumnya untuk peramalan harga saham. Sebagai contoh penelitian yang dilakukan oleh Gharoie menggunakan jaringan syaraf tiruan dalam melakukan peramalan harga saham. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jaringan syaraf tiruan menghasilkan peramalan yang lebih baik daripada metode regresi linear. Hal ini disebabkan jaringan syaraf tiruan dapat melakukan pembelajaran yang lebih cepat, meskipun dalam lingkungan yang dinamik [2]. Penggunaan jaringan syaraf tiruan dengan pendekatan analisis teknikal juga dilakukan dalam melakukan peramalan harga saham. Data harga saham masa lalu digunakan untuk meramalkan harga pada masa yang akan datang [1].

Meskipun jaringan syaraf tiruan menghasilkan peramalan yang baik, tapi juga memiliki kelemahan seperti sering mengalami lokal minimum dan *overfitting*. Sehingga, penelitian ini bertujuan untuk mengintegrasikan jaringan syaraf tiruan dengan *Empirical Mode Decomposition* (EMD). EMD dipilih karena sangat cocok untuk mendekomposisi data deret waktu *nonlinier* dan *nonstasioner* [3].

2. Peramalan Harga Saham

Saham merupakan tanda penyertaan modal seseorang atau pihak (badan usaha) dalam suatu perusahaan atau perseroan terbatas. Investasi saham memungkinkan investor memperoleh keuntungan besar, namun juga dapat membuat kerugian besar dalam waktu singkat. Sehingga peramalan fluktuasi harga saham ini sangat diperlukan investor maupun pelaku bisnis sebelum memutuskan investasi saham.

Peramalan fluktuasi harga saham ini menggunakan dua analisis, yaitu analisis teknikal dan analisis fundamental. Analisis teknikal berdasarkan pola pergerakan harga masa lalu untuk meramalkan harga masa yang akan datang. Sementara itu, analisis fundamental melakukan peramalan dengan berfokus pada pengaruh variabel makro ekonomi seperti, harga minyak, nilai tukar mata uang, suku bunga, tingkat inflasi, dan lain sebagainya.

Dalam pemilihan model peramalan didasarkan pada tingkat kesalahan peramalan. Semakin kecil menghasilkan tingkat kesalahan, maka semakin tepat sebuah model menghasilkan peramalan. Salah satu pengukuran tingkat kesalahan yang digunakan adalah *Mean Squared Error* (MSE) dan *Root Mean Squared Error* (RMSE). RMSE merupakan akar kuadrat dari MSE. *Error* yang ada menunjukkan seberapa minimum hasil peramalan dengan nilai aktual. Persamaan untuk MSE dan RMSE seperti ditunjukkan Persamaan (1) dan Persamaan (2).

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (A_t - F_t)^2 \quad (1)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (A_t - F_t)^2} \quad (2)$$

dimana A_t adalah data aktual pada waktu t , F_t adalah data peramalan pada waktu t , dan n merupakan jumlah data.

Selain pengukuran tingkat kesalahan, model peramalan dianggap valid jika *error rate* mempunyai nilai lebih kecil sama dengan 0.05 dan *error variance* mempunyai nilai lebih kecil sama dengan 0,3 [4]. Ukuran validasi bertujuan untuk mengetahui tingkat validitas dari model peramalan. Pengukuran validasi menggunakan Persamaan (3) dan Persamaan (4).

$$Error\ Rate = \frac{|\bar{S} - \bar{A}|}{\bar{A}} \leq 0.05 \quad (3)$$

$$Error\ Variance = \frac{|S_S - S_A|}{S_A} \leq 0,3 \quad (4)$$

dimana \bar{S} adalah rata-rata hasil peramalan, \bar{A} adalah rata-rata data aktual, S_S adalah standar deviasi data hasil peramalan dan S_A adalah standar deviasi data aktual.

3. Empirical Mode Decomposition

Empirical Mode Decomposition merupakan metode analisis untuk pengolahan data *nonlinier* dan *nonstasioner*. EMD telah terbukti cukup fleksibel mengekstraksi sinyal dari data yang mempunyai karakteristik *nonlinier* dan *nonstasioner*. EMD menguraikan serangkaian waktu menjadi sejumlah *Intrinsic Mode Functions* (IMFs) berdasarkan pemisahan skala. Skala didefinisikan sebagai jarak antara dua ekstrem lokal minimum atau maksimum yang berurutan. Algoritma EMD [3]:

1. Identifikasi semua nilai lokal maksimum dan minimum dari data historis harga saham $X(t)$.
2. Tentukan sampul atas $X_{up}(t)$ dan sampul bawah $X_{low}(t)$ menggunakan interpolasi *spline* kubik.
3. Hitung *mean* $m(t)$ untuk sampul atas dan bawah dengan Persamaan (5).

$$m(t) = (X_{up}(t) + X_{low}(t)) / 2 \quad (5)$$

4. Mencari selisih $C(t)$ antara sinyal data dan *mean* dengan persamaan 6.

$$C(t) = X(t) - m(t) \quad (6)$$

5. Cek nilai $C(t)$ menggunakan kondisi berikut;
 - ✓ Jika $C(t)$ memenuhi dua kriteria IMF maka $h(t)=c(t)$ merupakan komponen IMF dari sinyal. Jika tidak, ubah $X(t)$ dengan residu yang dihasilkan dari Persamaan (7).

$$r(t) = X(t) - C(t) \quad (7)$$

Kriteria untuk menghasilkan IMF ada dua yaitu;

- Pada seluruh deret data, jumlah extrema (penjumlahan maksimum dan minimum) dan jumlah deret data yang sama dengan nol (*zero crossing*) harus sama atau berbeda paling banyak 1.
 - Nilai *mean* untuk sampul yang diperoleh dari lokal maksimum dan minimum harus sama dengan nol pada setiap titik.
 - ✓ Jika $C(t)$ bukan termasuk IMF, ubah $X(t)$ dengan $C(t)$.
6. Ulangi langkah 1-5 sampai diperoleh residu yang memenuhi kriteria penghentian iterasi. Kriteria tersebut adalah;

- ✓ Pada tiap titik nilai *mean amplitudo* $<$ *threshold2 * envelope amplitudo*.
- ✓ Mean untuk boolean array yaitu (*mean amplitudo / envelope amplitudo*) $>$ *threshold* $<$ toleransi.
- ✓ Jumlah *zero crossing* dan jumlah *extrema* lebih kecil atau sama dengan 1.

4. Desain Model Peramalan

Pada bagian ini dijelaskan tahapan-tahapan desain model dalam penelitian. Urutan tahapan dalam desain model peramalan dijelaskan sebagai berikut:

1. Data historis harga saham merupakan data masa lalu yang menggunakan data harga saham penutupan perusahaan. Data ini digunakan untuk meramalkan data harga saham yang akan datang.
2. Dekomposisi data menggunakan EMD.
3. Normalisasi data diperlukan agar nilai masukan berada dalam rentang nilai 0 sampai 1. Normalisasi sesuai dengan fungsi aktivasi sigmoid biner yang digunakan dalam penelitian ini. Normalisasi dapat dinyatakan dalam Persamaan (8) [5]. Dalam persamaan tersebut, variabel x' menyatakan data hasil normalisasi, TF_{min} dan TF_{max} merupakan nilai minimal dan maksimal dari rentang nilai fungsi aktivasi, x adalah data aktual yang akan dinormalisasi, D_{min} dan D_{max} merupakan nilai minimal dan nilai maksimal dari data aktual.

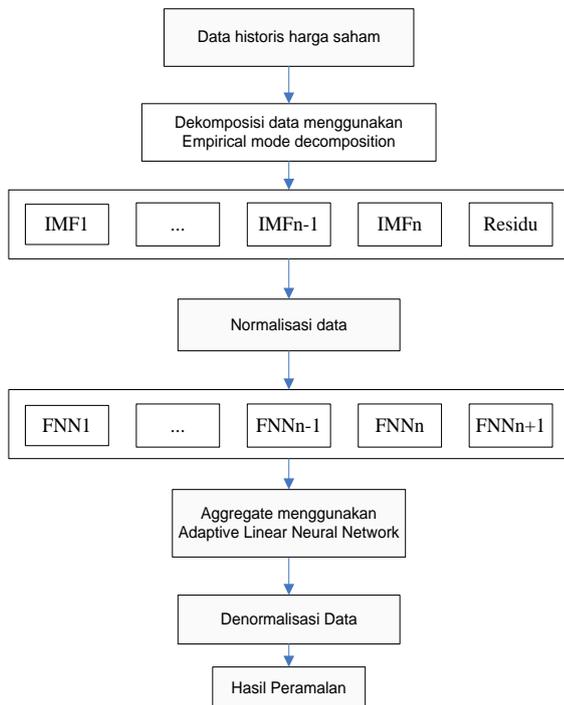
$$x' = TF_{min} + (TF_{max} - TF_{min})x \left(\frac{x - D_{min}}{D_{max} - D_{min}} \right) \quad (8)$$

Fungsi *sigmoid biner* merupakan fungsi yang nilainya tidak pernah mencapai 0 ataupun 1, sehingga normalisasi akan ditransformasikan ke interval yang lebih kecil yaitu interval 0,1 sampai 0,9[6].

4. *Feedforward Neural Network* (FNN), setelah proses normalisasi, data dibagi menjadi dua bagian yaitu data pelatihan dan pengujian. Proses pelatihan dan pengujian dilakukan untuk masing-masing IMF dan residu hasil dekomposisi EMD. Pada pelatihan dan pengujian menggunakan FNN memerlukan penentuan arsitektur jaringan. Penentuan arsitektur jaringan digunakan untuk penentuan jumlah masukan, jumlah lapisan tersembunyi dan target jaringan. Khusus

untuk penentuan jumlah neuron lapisan tersembunyi pada tiga *layer* jaringan syaraf tiruan seharusnya 75% dari jumlah neuron masukan [7]. Selain penentuan arsitektur jaringan, laju pembelajaran diperlukan untuk memperbaiki bobot hasil pelatihan jaringan. Laju pembelajaran bernilai antara 0 dan 1. Penelitian ini menggunakan laju pembelajaran mulai dari 0.1 sampai dengan 0.7 [8].

- *Adaptive Linear Neural Network*, setelah dilakukan pembelajaran FNN, data hasil pengujian untuk masing-masing IMF dan residu digabung menggunakan *Adaptive Linear Neural Network (Adaline)*. Data hasil pengujian akan menjadi masukan *Adaline* untuk menghasilkan data peramalan harga saham.
- Denormalisasi data dilakukan untuk mengubah hasil peramalan menjadi angka sebenarnya. Hal ini dilakukan karena hasil masih dalam jangkauan 0 sampai 1. Tahapan desain model peramalan ditunjukkan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Desain model peramalan

7. Hasil Dan Pembahasan

Data penelitian menggunakan data historis harian harga saham. Data harian dimulai dari 3 Januari 2011 sampai dengan 30 Juli 2013. Untuk data uji coba ini, 70% data pertama

digunakan dalam proses pelatihan untuk membangun model peramalan; sedang 30% sisanya digunakan untuk keperluan pengujian kinerja dari model peramalan.

Uji coba dimulai dengan melakukan dekomposisi menggunakan EMD terhadap data historis harga saham. Parameter untuk proses dekomposisi ditetapkan nilai-ambang-batas-1 sebesar 0,05, nilai-ambang-batas-2 sebesar 0,5, dan batas toleransi sebesar 0,05. Proses dekomposisi ini menghasilkan tujuh IMF dan satu residu seperti ditunjukkan pada Gambar 2.

Langkah selanjutnya, data hasil dekomposisi dinormalisasi menggunakan persamaan (8) untuk masing-masing IMF dan residu. Setelah itu, pelatihan dan pengujian dilakukan dengan menggunakan FNN. Dalam penelitian ini, arsitektur jaringan yang digunakan adalah 5-4-1 (5 neuron masukan, 4 neuron lapisan tersembunyi dan satu neuron keluaran). Proses pembelajaran ini menggunakan jumlah iterasi sebanyak 10.000 kali, laju pembelajaran sebesar 0,1 sampai 0,7, dan toleransi kesalahan sebesar 0,0001.

Hasil pengujian model peramalan dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa kinerja terbaik diperoleh untuk laju pembelajaran sebesar 0,5. Nilai MSE dan RMSE berturut-turut sebesar 0,0024 dan 0,0489.

Untuk melihat validasi hasil peramalan, hasil pengujian data harian harga saham penutupan digunakan untuk meramalkan harga saham mulai 8 November 2012 sampai 30 Juli 2013. Validasi hasil peramalan tersebut dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (3) dan Persamaan (4).

$$Error\ rate = \frac{|18650,765 - 18646,543|}{18646,543} = 0,00023 \tag{3}$$

$$Error\ Variance = \frac{|868,109 - 980,697|}{980,697} = 0,115 \tag{4}$$

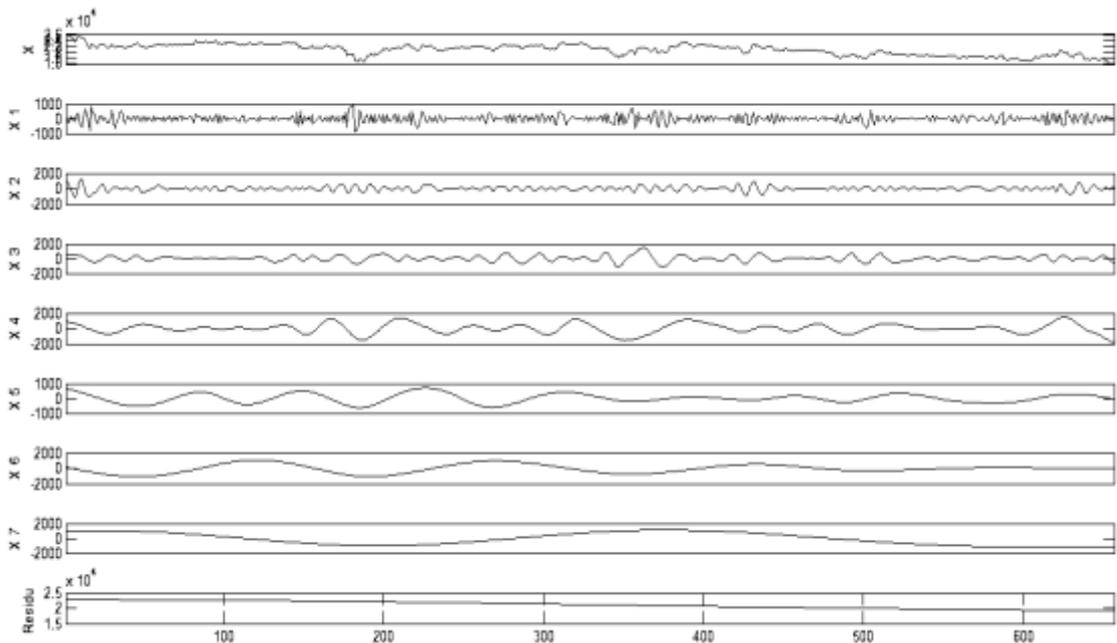
Dari penghitungan *error rate* dan *error variance* dapat dilihat bahwa *error rate* bernilai kurang dari 0.05 dan *error variance* bernilai kurang dari 0,3 sehingga dapat

disimpulkan bahwa hasil peramalan telah valid.

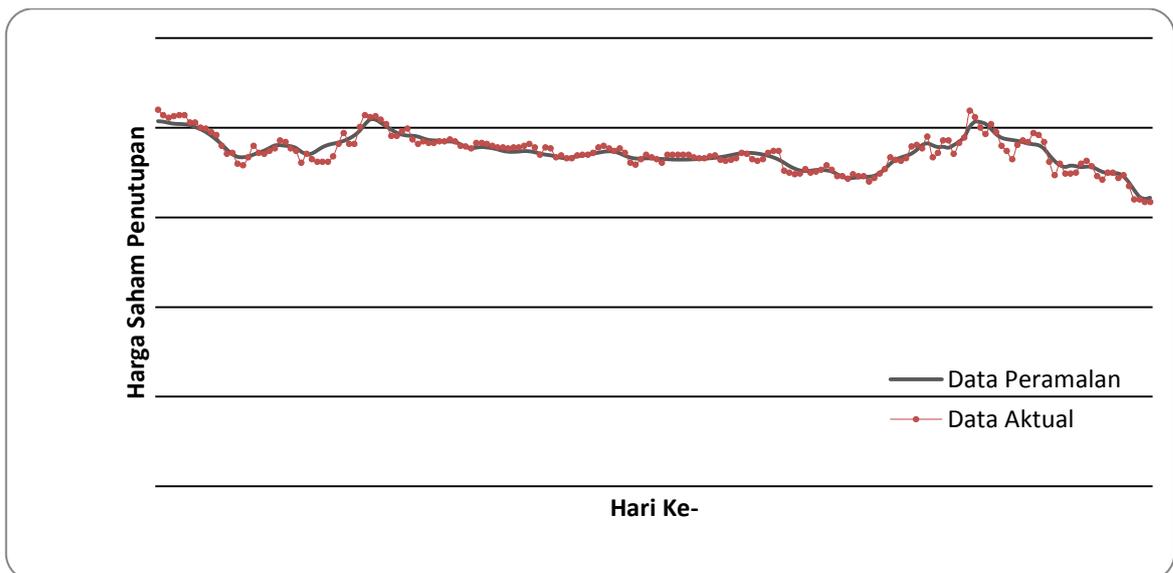
Pada Gambar 3 dapat dilihat perbandingan data aktual dengan hasil peramalan menggunakan integrasi EMD dan jaringan syaraf tiruan. Perbandingan tersebut menampilkan hasil peramalan yang cukup baik dengan ditunjukkan kedekatannya dengan data aktual.

Tabel 1. Hasil Pengujian model peramalan

Laju Pembelajaran	MSE	RMSE
0.1	0,0028	0,0528
0.2	0,0030	0,0549
0.3	0,0025	0,0502
0.4	0,0026	0,0507
0.5	0,0024	0,0489
0.6	0,0025	0,0499
0.7	0,0028	0,0530



Gambar 2. Hasil dekomposisi data harga saham



Gambar 3. Perbandingan data aktual dan data hasil peramalan

8. Kesimpulan Dan Saran

Berdasarkan hasil dan analisis hasil uji coba dapat disimpulkan bahwa hasil peramalan menggunakan integrasi EMD dan jaringan syaraf tiruan dalam penelitian ini mempunyai kemampuan yang baik untuk meramalkan harga saham. Hal ini dapat dilihat dari nilai MSE dan RMSE yang kecil berturut-turut 0,0024 dan 0,0489. Hasil peramalan diperoleh dari penggunaan laju pembelajaran sebesar 0,5. Sementara itu, penghitungan *error rate* dan *error variance* dapat dilihat bahwa *error rate* bernilai kurang dari 0.05 dan *error variance* bernilai kurang dari 0,3, sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil peramalan telah valid.

Penelitian ini masih mungkin dikembangkan seperti dampak pembagian data yang digunakan untuk pelatihan dan pengujian. Selain itu, penentuan arsitektur jaringan syaraf tiruan yang tepat juga diperlukan untuk menghasilkan peramalan yang lebih akurat.

Daftar Pustaka

- [1] Moein, M.A., Dehghan, H.D., Entezari, S., [2012], "Evaluating the Employment of Technical Indicators in Predicting Stock Price Index Variations Using Artificial Neural Network (Case Study: Tehran Stock Exchange)", *International Journal of Business and Management*, Vol 7, No.15.
- [2] Gharoie, R. A., Yahyazadehfar, M., Hassan, P., [2010], "The Comparison of Methods Artificial Neural Network with Linear Regression Using Specific Variables for Prediction Stock Price in Tehran Stock Exchange", *International Journal of Computer Science and Information Security*, Vol.7, No.2.
- [3] Huang, N.E., Shen, Z., Long, S.R. [1998], "The Empirical Mode Decomposition and the Hilbert Spectrum for Nonlinear and Nonstationary Time Series Analysis", *Process of the Royal Society of London*, A 454, 903–995.
- [4] Barlas, Y. [1989]. "Multiple Tests For Validation Of System Dynamics Type Of Simulation Models", *European Journal of Operational Research*, 42, 59-87.
- [5] Kaastra, I., Boyd, M. [1996], "Designing a Neural Network for Forecasting Financial and Economic Time Series", *Neurocomputing* 10, Hal. 215 – 236.
- [6] Siang, J.,J. [2009], *Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrogramannya Menggunakan Matlab*, Andi Yogyakarta.
- [7] Baily,D. And Thompson, D.M., [1990]. "Developing Neural Network Application", *AI Expert*, 33-41.
- [8] Salchenberger, L.M., Mine, C.E., and Lash, N.A., [1992], "Neural Network : A New Tool for Predicting Thrift Failures", *Decision Sciences*, 23, 899-916.