

PEMODELAN ARIMAX DAN NEURAL NETWORK UNTUK PERAMALAN DAN DASAR PERENCANAAN INVESTASI NET ASSET VALUE (NAV) EQUITY DI PT. PRUDENTIAL LIFE ASSURANCE

Suryo Djojonegoro¹⁾, Suhartono²⁾, Dian Retno Sari Dewi³⁾

E-mail: b4ltimore_cy8er@yahoo.com, suhartono@statistika.its.ac.id, dessi@mail.wima.ac.id

ABSTRAK

Permasalahan utama yang sering dihadapi oleh manajer investasi di pasar modal adalah ketidakpastian Net Asset Value (NAV) yang membuat manajer investasi bertindak hati-hati dalam mengambil keputusan. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dilakukan pemodelan NAV dari salah satu reksa dana yang diterbitkan oleh PT. Prudential Life Assurance dengan menggunakan Model Fungsi Transfer dan Neural Network untuk memprediksi NAV di masa yang akan datang. Prediktor yang digunakan dalam penelitian adalah harga minyak mentah dunia (X_1), harga emas internasional (X_2), dan nilai tukar mata uang Indonesia terhadap dolar Amerika (X_3). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan metode peramalan yang tepat melalui metode fungsi transfer (ARIMAX) dan Neural Network (NN) yang dapat digunakan untuk memprediksi Net Asset Value (NAV) Equity Fund yang membantu para investor dalam mengambil keputusan terhadap dana yang akan diinvestasikan. Selain itu, untuk mengetahui hubungan antara harga minyak mentah, harga emas, dan nilai kurs dolar terhadap Net Asset Value (NAV) Equity Fund melalui metode fungsi transfer (ARIMAX). Hasilnya menunjukkan bahwa model fungsi transfer dengan input gold merupakan model terbaik yang dapat digunakan untuk meramalkan Net Asset Value (NAV) periode ke depan. Hasilnya juga menunjukkan bahwa prediktor yang signifikan adalah harga minyak mentah, harga emas, dan nilai kurs dolar.

Kata Kunci : Net Asset Value (NAV), Model, Fungsi Transfer, Neural Network, harga, minyak mentah, emas, kurs

PENDAHULUAN

Investasi merupakan suatu kegiatan menanamkan modal berupa uang dalam jumlah tertentu di pasar modal. Sebelum masuk ke dunia investasi, terlebih dahulu harus ditetapkan tujuan apa yang diinginkan dari sebuah investasi. Dalam berinvestasi, seorang investor mengharapkan dana yang digunakannya dapat memberikan hasil. Tetapi dari berbagai hasil yang diperoleh, salah satu yang harus disadari oleh seorang investor ketika memilih instrumen investasi adalah resiko. Setiap instrumen investasi mengandung potensi resiko yang berbeda-beda. Meskipun demikian, prinsip yang berlaku adalah sama yaitu semakin besar potensi hasil suatu investasi, maka instrumen tersebut mempunyai potensi resiko yang juga sama besar.

Salah satu alternatif pilihan yang dipilih oleh investor adalah berinvestasi di Reksa Dana yaitu dengan membeli unit penyertaan Reksa Dana. Seperti jenis investasi yang lain, investasi di Reksa dana juga mengalami ketidakpastian. Hal ini disebabkan karena saham berhubungan dengan keadaan-keadaan yang terjadi, seperti keadaan perekonomian, politik, industri, dan keadaan perusahaan^[1]. Masyarakat Indonesia baru mengenal Reksa Dana pada September

1995, ketika Group Gajah Tunggal, melalui PT. BDNI Securities, mendirikan PT. BDNI Reksadana.

Dalam perkembangan di dunia investasi, sejak tahun 1970, karakteristik bisnis asuransi jiwa juga telah berubah. Dengan meningkatnya jumlah investor memaksa perusahaan-perusahaan asuransi untuk menawarkan produk-produk yang lebih kompetitif. Ketika perusahaan asuransi jiwa menyediakan wahana investasi, perusahaan asuransi tersebut tidak hanya bersaing dengan perusahaan asuransi jiwa yang lain, tetapi mereka juga bersaing dengan lembaga-lembaga keuangan yang lain yang menyediakan instrumen-instrumen investasi. Beberapa contoh perusahaan asuransi di Indonesia yang menyediakan wahana investasi adalah PT. Prudential Life Assurance, dan PT. Manulife Aset Manajemen Indonesia. Investasi yang ditawarkan oleh perusahaan asuransi adalah produk dalam bentuk unit *link* (unit *trust*). Unit *link* yang ditawarkan berbeda dengan saham yang ada di Reksa Dana. Dalam unit *link*, selain wahana investasi, perusahaan asuransi juga memberikan jaminan asuransi.

PT. Prudential Life Assurance meluncurkan produk asuransi yang dikaitkan

¹⁾ Mahasiswa di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Industri Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

²⁾ Staf Pengajar di Fakultas MIPA Jurusan Statistika Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

³⁾ Staf Pengajar di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Industri Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

dengan investasi (unit *link*) pertamanya pada tahun 1999 dan merupakan produk pertama di Indonesia. Dari sisi investasi, PT. Prudential Life Assurance menawarkan lima instrumen pilihan bagi para investor yaitu PRUlink Rupiah *Managed Fund*, PRUlink USD *Fixed Income Fund*, PRUlink Rupiah *Equity Fund*, PRUlink Rupiah *Fixed Income Fund*, dan PRUlink Rupiah *Cash Fund*.

Data yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah NAV dari Prulink *Equity Fund* karena produk ini adalah produk yang paling diminati di Prudential Indonesia. Selain itu, produk ini memiliki fluktuasi yang sangat tinggi dibandingkan dengan produk lainnya. Untuk mengatasi hal tersebut, maka perlu dilakukan pemodelan untuk memprediksi NAV *Equity* di masa yang akan datang melalui pemodelan NAV *Equity* masa lampau dengan faktor-faktor yang mempengaruhi NAV *Equity*.

Selama ini, telah banyak penelitian sejenis yang telah dilakukan untuk memprediksi *Net Asset Value (NAV)* Reksa Dana dengan menggunakan metode regresi untuk menentukan model yang tepat. Penelitian sejenis yang dilakukan oleh Yuliana (2005) menggunakan metode regresi untuk memodelkan hubungan antara Nilai Aktiva Bersih (NAB) pada salah satu reksa dana yang dikeluarkan oleh PT. Manulife Aset Manajemen Indonesia yaitu Phinisi Dana Tetap Pemerintah (PDTP) dengan prediktor inflasi, IHSG, suku bunga, kurs nilai tukar mata uang Indonesia terhadap dolar Amerika, dan obligasi pemerintah^[2]. Di samping itu, penelitian lain yang berkaitan dengan peramalan harga saham oleh Halim dan Abdul (2007) melakukan peramalan Indeks Harga Saham Gabungan dengan menggunakan metode *neural network backpropagation* dan algoritma genetika^[3]. Data yang digunakan untuk pelatihan dan pengujian, adalah data indeks harga saham gabungan (IHSG) pada Bursa Efek Jakarta.

Dari penelitian-penelitian di atas dapat dijelaskan bahwa faktor prediktor masih melibatkan faktor-faktor internal dan belum melibatkan faktor *eksternal/regional*. Padahal situasi pasar modal Indonesia telah berubah drastis seiring kebijakan BEI yang memperbolehkan investor asing masuk BEI.

Berdasarkan permasalahan yang ada akan dilakukan penelitian menggunakan metode fungsi transfer dan *neural network* dengan

faktor-faktor yang diduga berpengaruh terhadap NAV dari *Equity* yaitu harga minyak mentah dunia (X_1), harga emas internasional (X_2), dan nilai kurs dolar (X_3). Prediktor-prediktor tersebut diperoleh dari berbagai artikel, sumber kepustakaan, jurnal-jurnal, dan teori ekonomi yang berhubungan dengan permasalahan yang dihadapi.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan metode peramalan yang tepat melalui metode fungsi transfer (*ARIMAX*) dan *Neural Network (NN)* untuk memprediksi *Net Asset Value (NAV) Equity Fund* sebagai pedoman bagi perusahaan dan membantu para investor dalam mengambil keputusan terhadap dana yang akan diinvestasikan. Selain itu, untuk mengetahui hubungan antara harga minyak mentah dunia, harga emas internasional, dan nilai kurs dolar terhadap *Net Asset Value (NAV) Equity Fund* melalui metode fungsi transfer (*ARIMAX*).

TINJAUAN PUSTAKA

Reksa Dana

Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia, kata “reksa” berarti mengelola dan kata “dana” berarti dana atau uang. Berdasarkan asal-usul kata, Reksa Dana berarti mengelola dana. Apa yang dikenal dengan Reksa Dana di Indonesia saat ini adalah padanan kata dari unit *trust* (istilah di Inggris). Di Malaysia, salah satu negara anggota Commonwealth, instrumen investasi ini diterjemahkan menjadi Amanah Saham. Di Amerika Serikat (AS), Reksa Dana dikenal dengan nama *Mutual Fund*.

Reksa Dana muncul pertama kali di Inggris pada tahun 1873 yang sebelumnya bernama *Scottish American Investment Trust* dan didirikan oleh Robert Fleming. Perusahaan ini mirip dengan apa yang dikenal sebagai Reksa Dana tertutup dewasa ini. Itulah sebabnya Robert Fleming disebut sebagai Bapak industri pengelolaan dana.

Meskipun muncul pertama kali di Inggris, industri Reksa Dana menemukan pijakan yang kuat di AS terutama karena inovasi yang dilakukan oleh para pelaku industri di negara tersebut. Reksa Dana Terbuka dan Reksa Dana Pasar Uang adalah kreasi dari orang AS. Instrumen Reksa Dana memerlukan waktu 122 tahun sejak keberadaannya untuk menyeberang ke Indonesia. Tepatnya, masyarakat Indonesia

baru mengenal Reksa Dana pada September 1995, ketika Group Gajah Tunggal, melalui PT. BDNI Securities, mendirikan PT. BDNI Reksadana. PT. BDNI Reksadana ini kemudian meluncurkan Reksa Dana Tertutup dengan menjual sebanyak 300 juta lembar saham dan mencatatkan sahamnya di bursa efek pada Oktober 1995. Ketika diberlakukan Undang-undang Pemerintah Republik Indonesia, No. 8 Tahun 1995 tentang Pasar Modal, pemerintah sekaligus membuka industri Reksa Dana Terbuka^[4]. Kembali Group Gajah Tunggal menjadi pelopor. Melalui PT. BDNI Securities, Group Gajah Tunggal meluncurkan BDNI Reksadana Money Market Fund pada tanggal 1 Juli 1996. Pelopor lain dalam industri Reksa Dana di Indonesia adalah PT. Danareksa Fund Management.

Sejak Reksa Dana Terbuka diijinkan beroperasi, industri Reksa Dana di Indonesia tumbuh dengan pesat. Berbagai indikator menunjukkan bahwa pada tahun 1996 sampai pertengahan tahun 1997, industri Reksa Dana telah berkembang pesat. Sampai akhir tahun 1996, atau dalam tempo enam bulan setelah Reksa Dana Terbuka diijinkan, telah berdiri 20 Reksa Dana yang memperoleh ijin menjual 12.6 miliar unit penyertaan. Jumlah Reksa Dana terus berkembang menjadi 77 pada akhir tahun 1997 dengan ijin menjual 51.2 miliar unit penyertaan.

Reksa Dana dapat dikategorikan menjadi 3 klasifikasi, yaitu berdasarkan pola transaksi (reksa dana terbuka dan tertutup), berdasarkan tujuan investasi (*growth fund*, *income fund*, *safety fund*), dan berdasarkan kebijakan investasi (reksa dana pendapatan tetap, reksa dana saham, reksa dana campuran, reksa dana pasar uang)^[5].

Model Fungsi Transfer

Model Fungsi Transfer adalah suatu model yang menggambarkan bahwa deret input (X_t) memberikan pengaruhnya kepada deret output melalui fungsi transfer, yang mendistribusikan dampak X_t melalui beberapa periode waktu yang akan datang. Tujuan pemodelan fungsi transfer adalah untuk menetapkan model yang sederhana, yang menghubungkan Y_t dengan X_t dan N_t (*noise*). Tujuan utama pemodelan ini adalah untuk menetapkan peranan indikator penentu (deret input) dalam rangka menetapkan *variable response* (deret output).

Bentuk umum dari model fungsi transfer untuk *single-input* (x_t) dan *single-output* (y_t) adalah:

$$y_t = \mu + \frac{(\omega_0 - \omega_1 B - \omega_2 B^2 - \dots - \omega_s B^s)}{(1 - \delta_1 B - \delta_2 B^2 - \dots - \delta_r B^r)} x_{t-b} + \frac{\theta_q(B)}{\phi_p(B)} a_t \quad (1)$$

dengan:

b = banyaknya periode sebelum deret *input* (x_t) mulai berpengaruh terhadap deret *output* (y_t);

$\omega_s(B) = (\omega_0 - \omega_1 B - \omega_2 B^2 - \dots - \omega_s B^s)$ adalah operator dari order s , yang merepresentasikan banyaknya pengamatan masa lalu x_t yang berpengaruh terhadap y_t ;

$\delta_r(B) = (1 - \delta_1 B - \delta_2 B^2 - \dots - \delta_r B^r)$ adalah operator dari order r , yang merepresentasikan banyaknya pengamatan masa lalu dari deret *output* itu sendiri yang berpengaruh terhadap y_t .

Ada tiga tahap dalam pembentukan model fungsi transfer yaitu^[6]:

a) Tahap Identifikasi Model Fungsi Transfer

Tahap ini dilakukan untuk mendapatkan model fungsi transfer yang tepat untuk memodelkan hubungan antara deret *input* dan deret *output*. Pada tahap ini diawali dengan mencari model ARIMAX yang sesuai untuk deret *input* (X_t) sehingga diperoleh deret *input* yang sudah *white noise* (a_t). Hal ini yang disebut "*prewhitening of X_t* (pemutihan X_t)". Tahap selanjutnya pada identifikasi ini adalah "*prewhitening*" deret *output* (Y_t) untuk mendapatkan deret *output* yang sudah *white noise* (β_t).

Setelah itu, langkah selanjutnya adalah menentukan nilai *CCF* (*Cross-Correlation Function*) antara a_t dan β_t untuk menentukan nilai dari orde (b, r, s) dari model fungsi transfer.

b) Tahap Estimasi Model Fungsi Transfer

Setelah menentukan orde dari model fungsi transfer, maka dilakukan estimasi parameter-parameter:

$$\delta = (\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_r), \quad \omega = (\omega_0, \omega_1, \omega_2, \dots, \omega_s)$$

$\phi = (\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_q)$, $\theta = (\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_p)$, dan σ_a^2 .
 Parameter-parameter model fungsi transfer diperoleh dengan menggunakan *software SAS*.

c) Tahap Pengujian Diagnostik Model

Dalam pengujian diagnostik terhadap sebuah model fungsi transfer, dilakukan dua uji yaitu:

- 1) Analisis nilai sisa: korelasi silang: untuk menguji apakah deret a_t dan deret $input x_t$ saling bebas.
- 2) Analisis nilai sisa (residu): autokorelasi: untuk menguji apakah model $noise$ sudah cukup. Untuk sebuah model yang cukup, baik sampel ACF maupun $PACF$ dari \hat{a}_t harus menunjukkan tidak ada pola.

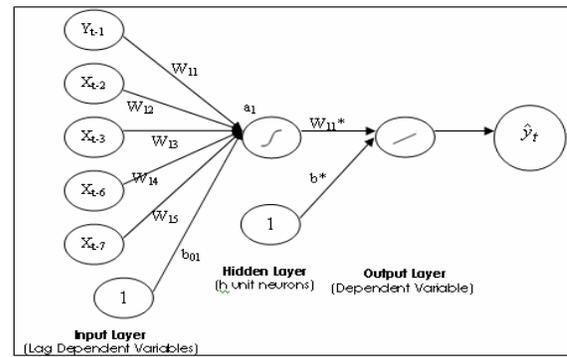
Neural Network

Neural Network atau yang dikenal dengan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) adalah suatu metode baru yang dikembangkan berdasarkan cara bekerjanya syaraf otak pada manusia^[7,14]. Dalam penerapannya, FFNN mengandung sejumlah parameter (*weight*) yang terbatas. Bagaimana mendapatkan model FFNN yang sesuai, yaitu bagaimana menentukan kombinasi yang tepat antara jumlah variabel *input* dan jumlah unit pada *hidden layer* (yang berimplikasi pada jumlah parameter yang optimal).

Bentuk umum dari JST adalah:

$$y_t = G(x_t; \psi) + \varepsilon_t = \alpha' \tilde{x}_t + \sum_{i=1}^h \lambda_i F(\tilde{\omega}_i' x_t - \beta_i) + \varepsilon_t \quad (2)$$

Pada jaringan syaraf, neuron-neuron akan dikumpulkan dalam lapisan-lapisan (*layer*) yang disebut dengan lapisan neuron. Biasanya neuron-neuron pada satu lapisan akan dihubungkan dengan lapisan-lapisan sebelum dan sesudahnya (kecuali lapisan *input* dan lapisan *output*). Informasi yang diberikan pada jaringan syaraf akan dirambatkan dari lapisan ke lapisan, mulai dari lapisan *input* sampai lapisan *output* melalui lapisan lainnya, yang sering dikenal dengan nama lapisan tersembunyi (*hidden layer*). Gambar 1 disajikan jaringan syaraf dengan fungsi aktivasi F.



Gambar 1. Arsitektur MLP dengan lima unit *input*, satu unit *hidden layer*, dan satu unit *output*

Pada Gambar 1 di atas, sebuah neuron akan mengolah N *input* (X_1, X_2, X_3) yang masing-masing memiliki bobot ($W_1, W_2, W_3, \dots, W_N$) dan bobot bias. Kemudian fungsi aktivasi F akan mengaktivasi a_1 menjadi *output* jaringan y .

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini akan ditentukan model yang tepat untuk memprediksi *Net Asset Value (NAV)* dari PRUlink Rupiah Equity Fund di PT. Prudential Life Assurance^[8].

Data-data yang akan digunakan untuk penelitian merupakan data sekunder karena data-data tersebut diambil dari instansi-instansi terkait yang memang mengumpulkan data tersebut. Variabel *output* yang digunakan adalah data *Net Asset Value (NAV)* pada salah satu produk yang dikeluarkan oleh PT. Prudential Life Assurance yaitu PRUlink Rupiah Equity Fund.

Untuk variabel *input*-nya (variabel bebas) yang digunakan adalah:

- a. Data harga minyak mentah dunia (X_{1t})
 Satuan yang digunakan adalah \$ AS per barel (1 barel = 158,98 liter);
- b. Data harga emas internasional (X_{2t})
 Satuan yang digunakan adalah \$ per *troy ounce* (1 *troy ounce* = 31,1035 gram).
- c. Data kurs dolar AS (X_{3t})
 Satuan yang digunakan adalah rupiah.

Data-data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari berbagai macam sumber. Data-data nilai *NAV Equity* diperoleh langsung dari situs PT. Prudential^[8]. Untuk data faktor-faktor yang digunakan yaitu nilai kurs dolar diperoleh dari Bank Indonesia^[9], harga minyak mentah dunia diperoleh dari situs OPEC^[10], harga emas internasional diperoleh dari situs *kitco* (situs perdagangan emas internasional)^[11].

Berikut ini adalah tahapan yang dilakukan dalam melakukan penelitian antara lain:

- a. Mempelajari investasi saham yaitu melalui data sekunder dan wawancara maupun dari studi literatur.
- b. Penetapan variabel penelitian yang dipilih setelah mempelajari studi literatur dari berbagai sumber kepustakaan, artikel, jurnal-jurnal, dan teori ekonomi yang berhubungan dengan permasalahan yang dihadapi.
- c. Pengumpulan data.
- d. Analisis data dilakukan terhadap data yang nantinya digunakan untuk menentukan model peramalan agar setiap data yang digunakan memiliki hubungan antara satu dengan yang lain. Sehingga diperoleh data yang layak digunakan sebagai model peramalan.
- e. Transformasi dan pembedaan deret X_t dan Y_t untuk menghilangkan ketidakstasioneran.
- f. Menentukan model *ARIMA* untuk X_t serta pemutihan deret *input* α_t . Yang dimaksud dengan pemutihan adalah menghilangkan seluruh pola yang diketahui supaya yang tertinggal hanya *white noise*.
- g. Pemutihan deret *output* untuk mendapatkan β_t .
- h. Perhitungan korelasi silang antara α_t dan β_t untuk menentukan nilai (b,r,s) model fungsi transfer. Korelasi silang antara X dan Y menentukan tingkat asosiasi antara nilai X pada waktu ke t dengan nilai Y pada waktu ke $(t+k)$ dimana $k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$
- i. Secara tentatif tetapkan (b,r,s) dari model fungsi transfer.
- j. Penaksiran awal deret gangguan n_t dan menentukan bentuk sementara model *ARIMA* untuk n_t (p_n, q_n).
- k. Estimasi parameter-parameter model fungsi transfer untuk melihat apakah parameter-parameter dari persamaan model fungsi transfer yang telah diperoleh dapat digunakan sebagai model peramalan. Untuk itu dilakukan uji signifikansi parameter sehingga dapat diketahui parameter-parameter yang signifikan.
- l. *White noise* dari residual model fungsi transfer. Dalam peramalan, suatu model dapat digunakan untuk meramalkan pola data apabila residual dari model yang diperoleh tersebut *white noise*.
- m. Evaluasi independensi α_t dan β_t yaitu dengan analisis nilai sisa (residual) autokorelasi untuk melihat apakah residualnya telah *random* dan analisis korelasi silang antara deret *input* yang sudah diputihkan (α_t) dengan nilai sisa (*error*) model fungsi transfer (β_t).
- n. Penggunaan Model Fungsi Transfer Untuk Peramalan.
- o. Pemodelan *Neural Network* dengan *input* seperti pada model fungsi transfer.
- p. Pembahasan.
- q. Penentuan faktor-faktor yang berpengaruh signifikan terhadap fluktuasi dari *NAV*. Sehingga faktor-faktor yang tidak berpengaruh secara signifikan terhadap nilai *NAV* dapat dihilangkan dan tidak merusak model fungsi transfer yang telah ada dan model tersebut akan dapat merepresentasikan pola data yang akan diramalkan.
- r. Evaluasi faktor-faktor yang berpengaruh terhadap pergerakan *NAV Equity* yang nantinya dapat digunakan sebagai model peramalan untuk memprediksi nilai dari *NAV Equity* periode ke depan. Di samping itu, dapat digunakan sebagai pertimbangan bagi perusahaan maupun nasabah untuk memperkirakan kondisi pergerakan *NAV Equity*.
- s. Perbandingan hasil ramalan antara model fungsi transfer dengan model *NN*.
- t. Kesimpulan dan saran.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pengolahan data

Model fungsi transfer

Untuk model fungsi transfer dengan *input* tunggal (harga minyak mentah, harga emas, dan kurs dolar) dilakukan melalui tahapan-tahapan yang sama. Berikut ini akan dijelaskan tahapan untuk memperoleh model fungsi transfer dengan *input* harga emas.

Tahap Identifikasi Bentuk Model

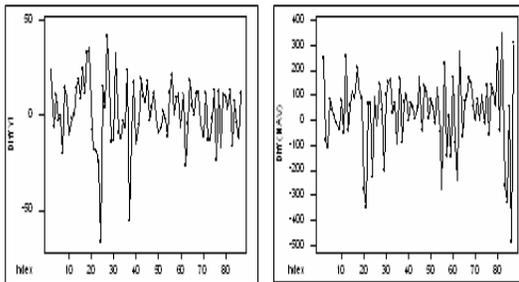
Pada tahap identifikasi ini, yang dilakukan adalah:

- i. Menentukan model *ARIMA* yang tepat untuk variabel *input* harga emas. Dan diperoleh model *ARIMA* yang tepat untuk variabel *input* harga emas adalah *ARIMA* (0,1,0)

dengan tanpa konstanta, sehingga dapat ditulis persamaannya:

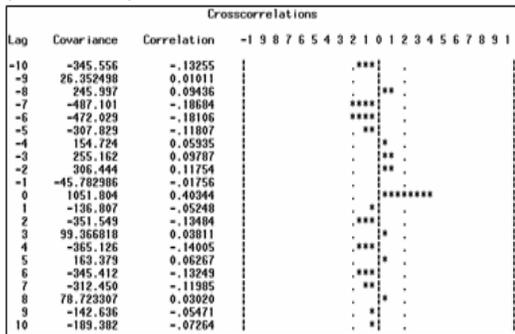
$$X_t = X_{t-1} + a_t \quad (2)$$

- ii. Pemutihan deret *input* dan *output* serta melakukan CCF antara deret *input* (α_t) dan *output* (β_t) hasil pemutihan. Gambar 2 menunjukkan *Time Series Plot* untuk data harga emas hasil *prewhitening* (α_t) dan data *NAV Equity* hasil *prewhitening* (β_t). Setelah dilakukan pemutihan untuk deret *input* dan deret *output*, kemudian mencari *cross correlation* hasil pemutihan untuk harga emas (α_t) dengan deret *output NAV Equity* (β_t).



Gambar 2. *Time Series Plot* untuk α_t dan β_t

- iii. Identifikasi (b,r,s) untuk model fungsi transfer dengan melihat CCF antara deret *input* (α_t) dan *output* (β_t) hasil pemutihan (Gambar 3).



Gambar 3. Hasil *cross correlation* antara kurs dolar dengan *NAV Equity*

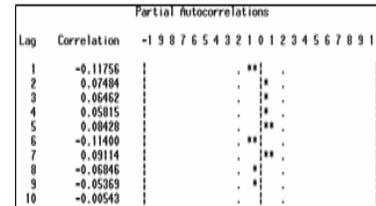
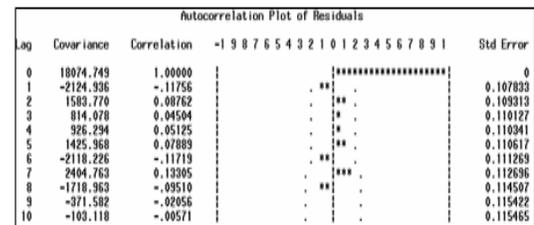
Gambar 3 menunjukkan bahwa pada *lag* ke-0 korelasinya tinggi sampai melebihi batas yang ada. Hal ini berarti bahwa data kurs waktu ke- t pengaruhnya sangat kuat terhadap data *NAV* waktu ke- t yang sama. Sehingga dapat diperoleh dugaan sementara untuk model fungsi transfer antara data harga emas dengan data *NAV Equity* adalah (0,0,0) sesuai dengan parameter (b,r,s).

Model fungsi transfer dengan orde (0,0,0) secara umum dapat dituliskan dalam persamaan berikut:

$$y_t = \delta_0 + \omega_0 x_t + a_t \quad (3)$$

dengan: $x_t = X_t - X_{t-1}$, $y_t = Y_t - Y_{t-1}$

- iv. Identifikasi model *ARIMA* untuk deret gangguan (n_t) dilakukan dengan melihat *autocorrelation* dan *partial autocorrelation* dari residual model hasil *output* dengan menggunakan *software SAS*. Dari ACF dan PACF residual model fungsi transfer dapat ditentukan nilai p_n dan q_n untuk autoregresif dan *moving average* dengan cara *ARIMA* biasa. Hasil ACF dan PACF residual model fungsi transfer dengan menggunakan *software SAS* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. ACF dan PACF untuk deret gangguan dari model fungsi transfer

Dari Gambar 4 di atas dapat dilihat bahwa nilai ACF dan PACF-nya tidak mengikuti suatu bentuk *cuts off* maupun *dies down*. Sehingga tidak ada persamaan deret gangguan (n_t) yang ditambahkan ke persamaan model fungsi transfer yang telah diperoleh.

- v. Pengujian signifikansi parameter model fungsi transfer dilakukan dengan membandingkan nilai *p-value* dari parameter dengan nilai $\alpha = 10\%$. Parameter dikatakan signifikan jika nilai *p-value* parameter kurang daripada nilai α . Hasil pengujian signifikansi parameter dapat disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian signifikansi parameter

Parameter	Estimate	Standard Error	Thitung	P-value	Lag	Shift	Signifikan
MU	25.98002	15.11130	1.72	0.0893	0	0	Ya
NUM1 (α_0)	3.51686	0.87027	4.04	0.0001	0	0	Ya

Tahap Estimasi Model Fungsi Transfer

Pada tahap sebelumnya telah diperoleh orde model fungsi transfer dengan menggunakan *software* SAS yaitu (0,0,0) dan diperoleh parameter-parameter yang valid sehingga model tersebut dapat digunakan sebagai model peramalan. Persamaan untuk model fungsi transfer (0,0,0) dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Y_t = Y_{t-1} + 25,98002 + 3,51686X_t - 3,51686X_{t-1} + a_t \tag{4}$$

Persamaan model fungsi transfer di atas menjelaskan bahwa nilai *NAV Equity* pada periode ke-t dipengaruhi oleh nilai dari harga emas pada periode ke-t (X_t) dan 1 periode sebelumnya (X_{t-1}), dan nilai *NAV* pada 1 periode sebelumnya (Y_{t-1}) ditambah dengan konstanta serta komponen gangguan/*noise*.

A. Tahap Pemeriksaan Diagnostik Pada Model

Pada tahap ini yang dilakukan adalah analisis nilai sisa (residual) autokorelasi untuk melihat apakah residualnya telah *random* dan analisis korelasi silang antara deret *input* yang sudah diputihkan (α_t) dengan nilai sisa (*error*) model fungsi transfer (a_t).

Uji ke-*randoman* dugaan model fungsi transfer yang telah diperoleh dilakukan dengan menggunakan uji *Ljung-Box* sebagaimana disajikan pada Tabel 2. Sedangkan uji independensi antara deret *input* yang sudah diputihkan (α_t) dengan nilai sisa (*error*) model fungsi transfer (a_t) untuk melihat korelasi silang dilakukan dengan menggunakan uji *Ljung-Box* sebagaimana disajikan pada Tabel 3.

Tabel 2. Uji *Ljung-Box* untuk residual model fungsi transfer (0,0,0)

Lag	6	12	18	24
Chi-Square	11.49	18.22	22.66	36.36
DF	6	12	18	24
P-value	0.0744	0.1093	0.2041	0.0506
Kesimpulan	Residual Random	Residual Random	Residual Random	Residual Random

Tabel 3. Uji korelasi silang antara α_t dengan a_t

Lag	5	11	17	23
Chi-Square	5.62	6.80	9.82	14.23
DF	6	12	18	24
P-value	0.4675	0.8705	0.9375	0.9414
Kesimpulan	Korelasi Saling bebas	Korelasi Saling bebas	Korelasi Saling bebas	Korelasi Saling bebas

Dari uji *Ljung-Box* di atas yaitu membandingkan *p-value* dengan α dapat dilihat bahwa residual dari model fungsi transfer telah *random*. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dugaan model fungsi transfer (0,0,0) yang diperoleh telah memenuhi syarat *random* (acak).

Pada tabel di atas menunjukkan bahwa tidak ada korelasi silang antara deret *input* yang sudah diputihkan (α_t) dengan nilai sisa (*error*) model fungsi transfer (a_t) sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa model fungsi transfer (0,0,0) dapat dikatakan cukup untuk model peramalan.

B. Peramalan Menggunakan Model Fungsi Transfer

Setelah model fungsi transfer yang diperoleh dikatakan cukup valid, maka model tersebut dapat digunakan sebagai model peramalan untuk mencari nilai *NAV Equity* pada periode ke depan. Hasil peramalan untuk 3 periode dapat disajikan pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Hasil Peramalan 3 periode ke depan untuk data *NAV Equity*

Periode	Ramalan (\hat{Y}_t)	Batas atas	Batas bawah
88	6096.4300	6395.0218	5797.8383
89	6122.4100	6544.6825	5700.1375
90	6148.3900	6665.5661	5631.2140

Berikut ini adalah contoh perhitungan untuk hasil ramalan pada Tabel di atas untuk periode waktu ke-88. Berdasarkan persamaan (4):

$$Y_t = Y_{t-1} + 25,98002 + 3,51686X_t - 3,51686X_{t-1} + a_t$$

dengan: $\hat{X}_t = X_{t-1} + a_t$

$$\hat{X}_{88} = X_{87} + a_t = 667.1$$

$$Y_{88} = Y_{88-1} + 25,98002 + 3,51686 X_{88} - 3,51686 X_{87} + a_{88}$$

$$= 6070,45 + 25,98002 + 3,51686 (667,1) - 3,51686 (667,1) = 6096,4300$$

Pembentukan model fungsi transfer dengan *multi input* dilakukan dengan melihat model fungsi transfer yang telah diperoleh pada pembentukan model dengan *input* tunggal. Untuk tahapan pembentukan model fungsi transfernya mengikuti tahapan yang sama dengan pembentukan model fungsi transfer dengan *input* harga emas.

Hasil persamaan untuk keempat model fungsi transfer adalah sebagai berikut :

1. Model fungsi transfer dengan *input* harga minyak mentah:

$$Y_t = Y_{t-1} + 32,32509 + 28,50391(X_{t-2} - X_{t-3}) - 20,33347(X_{t-6} - X_{t-7}) + a_t \quad (5)$$

2. Model fungsi transfer dengan *input* harga emas:

$$Y_t = Y_{t-1} + 25,98002 + 3,51686X_t - 3,51686X_{t-1} + a_t \quad (6)$$

3. Model fungsi transfer input kurs dolar:

$$Y_t = Y_{t-1} + 29,85151 - 0,81568(X_t - X_{t-1}) - 0,24552(X_{t-10} - X_{t-11}) - 0,27808a_{t-1} + 0,46091a_{t-2} + a_t \quad (7)$$

4. Model fungsi transfer dengan *multi input*:

$$Y_t = Y_{t-1} + 18,17797(X1_{t-2} - X1_{t-3}) - 10,52161(X1_{t-6} - X1_{t-7}) + 1,94956(X2_t - X2_{t-1}) - 0,67700(X3_t - X3_{t-1}) - 0,30327(X3_{t-10} - X3_{t-11}) - 0,20843a_{t-1} + 0,52462a_{t-2} + a_t \quad (8)$$

Model Neural Network

Pada tahap sebelumnya telah dilakukan pembentukan model fungsi transfer terbaik dengan input tunggal maupun dengan multi input. Selanjutnya model fungsi transfer terbaik yang diperoleh akan digunakan sebagai *input* untuk pembentukan model *Neural Network* dengan menggunakan *software* Matlab. Seperti model fungsi transfer, model *Neural Network* juga di bagi menjadi *single input* dan *multi input*. Tahapan pembentukan model *Neural Network* dengan *input* tunggal maupun *multi input* juga sama. Berikut ini adalah tahapan pembentukan model *Neural Network* dengan *input* tunggal (harga minyak mentah):

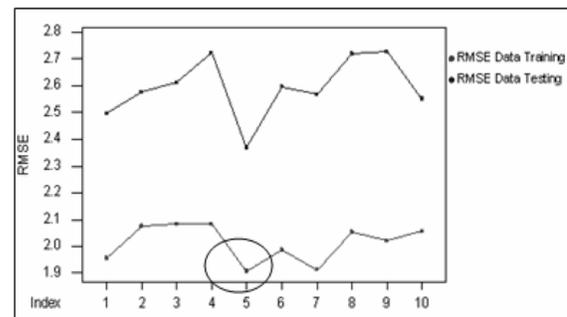
Input yang digunakan pada model *Neural Network* adalah menggunakan model fungsi transfer *input* harga minyak mentah yang telah diperoleh sebelumnya. Pada model fungsi transfer tersebut dapat diketahui bahwa nilai *NAV Equity* pada periode ke-*t* dipengaruhi oleh nilai dari harga minyak mentah pada periode ke-*(t-2)*, periode ke-*(t-3)*, periode ke-*(t-6)*, periode ke-*(t-7)*, nilai *NAV* pada 1 periode sebelumnya (Y_{t-1}).

Sebelum menentukan model *Neural Network* untuk meramalkan *NAV Equity* periode ke depan, terlebih dahulu dilakukan peramalan untuk nilai harga minyak mentah periode ke depan dengan menggunakan *software* Matlab yang mengikuti persamaan *ARIMA* (0,1,0). Hal ini dilakukan karena hasil ramalan nilai harga minyak mentah akan digunakan untuk menentukan nilai ramalan *NAV Equity* 12 periode ke depan.

Penentuan model *Neural Network* untuk harga minyak mentah dilakukan dengan memberi perlakuan mulai dari 1 neuron sampai 10 neuron untuk *hidden layer*-nya sehingga diperoleh jumlah neuron *hidden layer* yang paling optimal untuk meramalkan nilai harga minyak mentah periode ke depannya. Tabel 5 menunjukkan perbandingan nilai RMSE untuk data *training* (86 data) dan data testing (12 data) dari 1 neuron sampai 10 neuron. Sedangkan Gambar 5 menunjukkan *Time Series Plot* perbandingan nilai RMSE dari 1 neuron sampai 10 neuron.

Tabel 5. Hasil ramalan untuk harga minyak mentah

Neuron	RMSE	
	Data training	Data testing
1	1.9551	2.4956
2	2.0754	2.5753
3	2.0831	2.6127
4	2.0831	2.7237
5	1.9067	2.3698
6	1.9867	2.5969
7	1.9115	2.5687
8	2.0532	2.7209
9	2.0196	2.7281
10	2.0565	2.5521



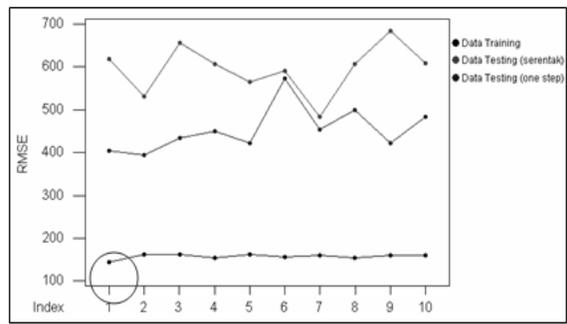
Gambar 5. *Time Series Plot* perbandingan RMSE untuk data *training* dan data testing

Dari perbandingan RMSE untuk data *training* dan data testing (Tabel 5 dan Gambar 5) dapat dilihat bahwa ramalan dengan 5 neuron di *hidden layer* merupakan bentuk arsitektur *Neural Network* yang paling baik untuk meramalkan nilai harga minyak mentah ke depan. Selanjutnya nilai ramalan terbaik harga minyak mentah 12 periode ke depan yang telah diperoleh akan digunakan untuk meramalkan *NAV Equity* untuk 12 periode ke depan.

Seperti penentuan model *Neural Network* terbaik untuk harga minyak mentah, penentuan model *Neural Network* untuk *NAV Equity* juga dilakukan dengan memberi perlakuan mulai dari 1 neuron sampai 10 neuron untuk *hidden layer*-nya sehingga diperoleh jumlah neuron *hidden layer* yang paling optimal, baik dengan ramalan secara serentak selama 12 periode ke depan maupun ramalan dengan menggunakan *one step forecasting*. *Input* harga minyak mentah yang digunakan untuk meramalkan *NAV Equity* periode ke depan (Y_t) adalah nilai dari harga minyak mentah pada periode ke- $(t-2)$, periode ke- $(t-3)$, periode ke- $(t-6)$, periode ke- $(t-7)$, serta nilai *NAV* pada 1 periode sebelumnya (Y_{t-1}). Hasil ramalan *NAV Equity* untuk 12 periode ke depan disajikan pada Tabel 6. Sedangkan *Time Series Plot* perbandingan RMSE dari hasil ramalan disajikan pada Gambar 6.

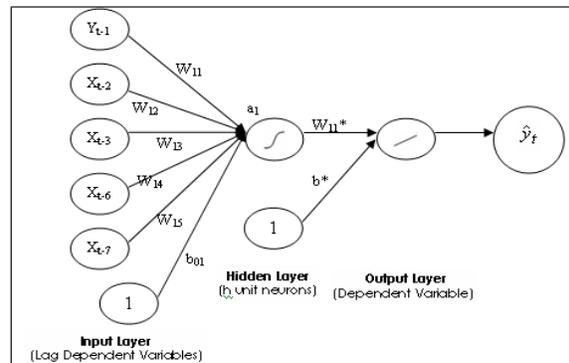
Tabel 6. Hasil ramalan *NAV Equity* dengan *input* harga minyak mentah

Neuron	RMSE		
	Data Training	DataTesting	
		Serentak	One Step
1	144.5856	619.2415	404.6196
2	160.6643	531.7641	393.6572
3	161.6106	656.8219	434.8506
4	153.9253	606.7108	450.7716
5	161.7776	565.8901	422.8948
6	155.1096	591.2132	573.9303
7	160.5397	482.9596	453.2428
8	154.4992	607.6973	500.1959
9	159.6120	684.4721	422.0296
10	160.5553	609.9590	484.3852



Gambar 6. *Time Series Plot* perbandingan RMSE untuk data *training* dan data testing

Dilihat dari Tabel 6 dan Gambar 6 melalui perbandingan RMSE hasil ramalan *NAV Equity* untuk data *training* maupun data testing mulai dari 1 neuron sampai 10 neuron dapat diketahui bahwa hasil ramalan dengan 1 neuron memiliki nilai MSE yang paling kecil. Sehingga model *Neural Network* (5,1,1) yaitu model dengan *input* $Y_{t-1}, X_{t-2}, X_{t-3}, X_{t-6}, X_{t-7}$ dan 1 neuron di *hidden layer*-nya merupakan model *input* harga minyak mentah yang paling optimal untuk meramalkan nilai *NAV Equity* periode ke depan. Arsitektur bentuk model *Neural Network* (5,1,1) disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Arsitektur model *Neural Network* (5,1,1)

Analisis

Pada bagian ini akan dilakukan analisis terhadap model fungsi transfer dan model *Neural Network* yang telah diperoleh dengan data validasi yang digunakan adalah 12 periode ke depan. Data validasi yang digunakan untuk 12 periode ke depan disajikan pada Tabel 7.

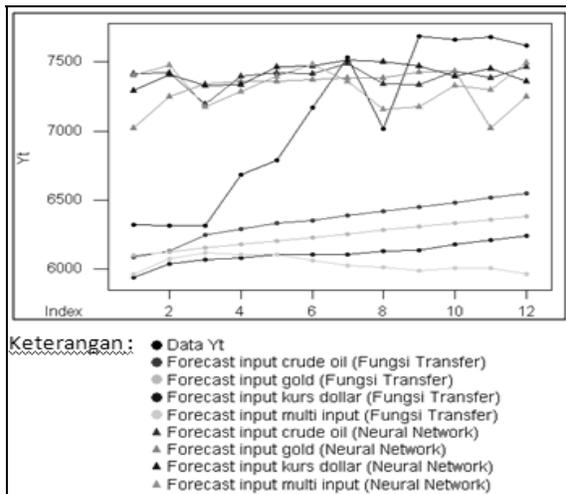
Tabel 7. Data validasi untuk 12 periode ke depan

TANGGAL	NAV	Crude oil	Gold	Kurs \$
04-Sep-07	6319.87	70.88	880.9	9445
11-Sep-07	6309.01	73.13	709.0	9485
18-Sep-07	6309.17	74.92	723.2	9439
25-Sep-07	6685.57	75.80	731.5	9211
02-Oct-07	6788.10	74.66	734.5	9117
09-Oct-07	7173.74	74.47	738.7	9141
16-Oct-07	7535.29	80.87	763.8	9108
23-Oct-07	7013.81	80.16	758.8	9182
30-Oct-07	7692.30	85.69	781.2	9160
06-Nov-07	7664.94	89.13	833.8	9224
13-Nov-07	7682.40	86.84	804.7	9224
20-Nov-07	7621.85	90.04	803.1	9432

Hasil ramalan yang diperoleh untuk keempat model fungsi transfer dan model *Neural Network* dilakukan dengan 2 cara yaitu :

1. Ramalan untuk 12 periode ke depan secara langsung (serentak)

Hasil ramalan *output* menggunakan *software* SAS untuk model fungsi transfer dan *software* Matlab untuk model *Neural Network* dapat dilihat pada Gambar 8.

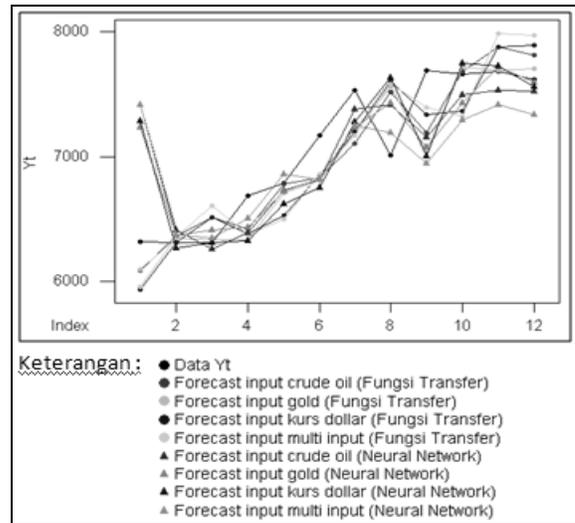


Gambar 8. Time Series Plot data NAV hasil ramalan untuk keempat model fungsi transfer

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa hasil ramalan model *Neural Network* dengan input harga emas merupakan hasil ramalan yang paling mendekati dengan data Y_t asli.

2. One step forecasting a head (ramalan untuk 12 periode ke depan dengan meng-update data aktual periode sebelumnya)

Hasil ramalan untuk model fungsi transfer dan *Neural Network* dapat dilihat pada Gambar 9.

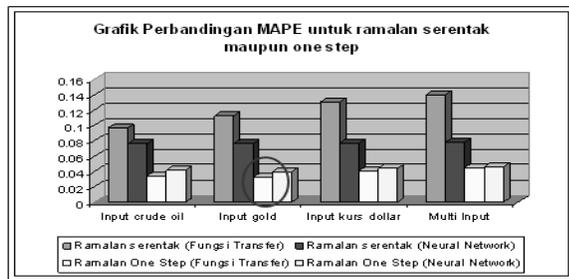


Gambar 9. Time Series Plot data NAV hasil ramalan dengan *one step forecasting* untuk keempat model fungsi transfer

Dari Gambar 9 di atas dapat dilihat juga bahwa hasil ramalan model fungsi transfer dengan *input* harga emas merupakan hasil ramalan yang paling mendekati dengan data Y_t asli^[12,13]. Untuk lebih memudahkan dalam membandingkan antara fungsi transfer dengan *Neural Network*, maka dilakukan perbandingan MAPE dari keempat model yang telah diperoleh. Nilai MAPE menunjukkan seberapa besar kesalahan peramalan dibandingkan dengan nilai sebenarnya. Hasil perbandingan nilai MAPE dapat dilihat pada Tabel 8. Sedangkan untuk grafik histogram nilai MAPE dapat dilihat pada Gambar 10.

Tabel 8. Perbandingan nilai MAPE untuk keempat model fungsi transfer

No	Model	Nilai MAPE untuk ramalan serentak		Nilai MAPE untuk ramalan one step forecasting	
		Fungsi Transfer	Neural Network	Fungsi Transfer	Neural Network
1	Input crude oil	0.097105	0.076020	0.034466	0.041737
2	Input gold	0.112542	0.075815	0.032162	0.040290
3	Input kurs dollar	0.130957	0.077347	0.041444	0.044486
4	Multi input	0.140303	0.078094	0.045175	0.046387



Gambar 10. Grafik histogram nilai MAPE untuk keempat model fungsi transfer

Setelah membandingkan nilai MAPE dari keempat model fungsi transfer maupun *Neural Network* dapat diketahui dengan jelas bahwa model fungsi transfer dengan *input* harga emas melalui *one step forecasting a head* memberikan nilai ramalan yang mendekati dengan data aktualnya karena nilai MAPE-nya kecil. Sehingga dapat dikatakan bahwa model fungsi transfer dengan *input* harga emas melalui *one step forecasting a head* merupakan model terbaik yang dapat digunakan untuk meramalkan pola data *NAV Equity* untuk periode ke depan^[15,16,17,18].

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan perbandingan MAPE antara model fungsi transfer terbaik (model *one step forecasting* dengan *input* harga emas) dengan model *Neural Network* terbaik (model *one step forecasting* dengan *input* harga emas) dapat dilihat bahwa model peramalan yang sesuai untuk meramalkan *NAV Equity* periode ke depan adalah model fungsi transfer *one step forecasting* dengan *input* harga emas.

Persamaan untuk model fungsi transfer dengan *input* harga emas adalah:

$$y_t = 25,98002 + 3,51686x_t + a_t \quad (7)$$

dengan: $x_t = X_t - X_{t-1}$, $y_t = Y_t - Y_{t-1}$

Persamaan model di atas menjelaskan bahwa nilai *NAV Equity* pada periode ke-*t* dipengaruhi oleh nilai dari harga emas pada periode ke-*t* (X_t) dan 1 periode sebelumnya (X_{t-1}), dan nilai *NAV* pada 1 periode sebelumnya (Y_{t-1}) ditambah dengan konstanta serta komponen gangguan/*noise*.

2. Dari keempat model persamaan fungsi transfer baik dengan *input* tunggal maupun dengan *multi input* dapat diketahui bahwa ketiga *predictor* yaitu harga minyak mentah, harga emas, dan nilai kurs dolar signifikan berpengaruh terhadap *NAV Equity*. Nilai harga minyak mentah, dan harga emas berpengaruh positif (+) terhadap *NAV*, artinya apabila nilai harga minyak mentah atau harga emas naik maka *NAV* juga akan mengalami kenaikan, begitu juga sebaliknya. Sedangkan kurs dolar berpengaruh negatif (-) terhadap *NAV*.

Saran

Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa nilai ramalan dengan *One Step Forecasting Ahead* untuk 12 periode ke depan telah mendekati kondisi sebenarnya. Untuk penelitian lebih lanjut disarankan untuk digunakan variabel lain misalnya menambahkan *predictor* kondisi ekonomi makro dunia atau pemilihan periode yang digunakan (harian), sehingga dapat diketahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap fluktuasi harga saham. Dengan demikian akan diperoleh nilai ramalan yang dapat digunakan oleh investor untuk memutuskan instrumen investasi dengan tepat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arifin, A., *Membaca Saham*, hlm. 78-147, Penerbit: Andi Offset, Yogyakarta, 2001
- [2] Yuliana, *Penentuan Model Terbaik Nilai Aktiva Bersih (NAB) Reksa Dana Dengan Menggunakan Metode Regresi*, Tugas Akhir (Skripsi), Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, 2005
- [3] Halim dan Abdul, *Jaringan Syaraf Backpropagation dan Algoritma Genetika untuk Meramalkan Indeks Harga Saham Gabungan*, Theses Informatics Engineering RTIf 006.32 Hal j., 2005
- [4] Fabozzi, F.J., Modigliani, F., Ferri, M.G., *Pasar dan Lembaga Keuangan*, hlm. 442-485, Penerbit Salemba Empat, Jakarta
- [5] Fahmi, I., *Analisis Investasi Dalam Perspektif Ekonomi dan Politik*, hlm. 1-33, 79-86, 103-154, PT Refika Aditama, Bandung, 2006
- [6] Wei, W.W.S., *Time Series Analysis*, hlm. 289-331, Addison-Wesley, Inc., New York, 1990

- [7] Kusumadewi, S., *Membangun Jaringan Syaraf Tiruan menggunakan Matlab & Excellink*, hlm. 49-61, 93-215, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2004
- [8] PT. Prudential Life Assurance, "Data-data nilai *NAV Equity*" http://www.prudential.co.id/corporate_id/fund/viewFundPerformance.do?reqAction=multiple&fundSelection=143|&lastUpdatedDate=03012006&navigateStartDate=20112007&submitSource=1, Jakarta, diakses 25 Nopember 2007
- [9] Bank Indonesia, "Kurs Dolar AS", http://www.bi.go.id/biweb/Templates/Moneter/Default_Kurs_ID.aspx?NRMODE=Published&NRORIGINALURL=%2fweb%2fid%2fMoneter%2fKurs%2bBank%2bIndonesia%2fKurs%2bTransaksi%2f&NRNODEGUID=%7bf780A2A7-36B8-4EAD-9F1E-1258AF528C13%7d&NRCACHEHINT=Guest, Jakarta, diakses 25 Nopember 2007.
- [10] OPEC, "Harga Minyak Mentah Dunia", <http://www.opec.org/home/basketDayArchives.aspx>., diakses 25 Nopember 2007
- [11] Kitco Inc., "Harga Emas Internasional", www.kitco.com., diakses 25 Nopember 2007
- [12] Bowerman, B.L. dan O'Connel, R.I., *Forecasting and Time Series; An Applied Approach*, edisi ketiga, hlm. 245-314, Belmon, California, 1987
- [13] Box, G.E.P. dan Jenkins, G.M., *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. Edisi Revisi, hlm. 189-234, Holden-Day, San Fransisco, 1976
- [14] Suhartono dan Subanar, "The Effect of Decomposition Method as Data Preprocessing on Neural Networks Model For Forecasting Trend and Seasonal Time Series", *Jurnal Teknik Industri*, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra, Surabaya, 2006
- [15] Suhartono, "Neural Networks, ARIMA and ARIMAX Models For Forecasting Indonesian Inflation" *Jurnal Widya Manajemen & Akuntansi*, Vol. 5. No. 3 Desember 2005, hlm. 311-322
- [16] Jogiyanto H.M., *Teori Portofolio dan Analisis Investasi*, Edisi Pertama, hlm. 96-168, Penerbit BPFE, Yogyakarta, 1998
- [17] Hanke, J. E., Wichern, D.W., dan Reitsch, A.G., *Business Forecasting (seventh edition)*, hlm. 657-701, Prentice Hall International, Inc., New York, 2001
- [18] Makridakis, S., Wheelwright, S. C., dan McGee, V. E., *Metode dan Aplikasi Peramalan*, Edisi Kedua, hlm. 125, 142-158, Erlangga, Jakarta, 1983