

MENGGABUNGKAN METODE RBF, ARIMA DAN *DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING* UNTUK PERAMALAN KURS RUPIAH

I Nyoman Sumerta Yasa¹, I Nyoman Bagus Suweta Nugraha²

Fakultas Teknik dan Informatika Universitas PGRI Mahadewa Indonesia
Jl. Seroja 57 Tonja, Denpasar Utara, Bali, Indonesia

¹nyoman.sumerta80@gmail.com

²komangbagus@gmail.com

Intisari— Peramalan adalah bagian integral dari kegiatan pengambilan keputusan manajemen. Ramalan yang dilakukan umumnya berdasarkan pada data masa lampau yang dianalisis dengan menggunakan metode- metode tertentu. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan meramalkan data time series menggunakan metode Radial Basis Fuction, ARIMA dan Double Exponential Smoothing dengan menggunakan Matlab versi 8.1. Data yang digunakan adalah data kurs jual harian Rupiah terhadap UERO yang dimulai dari bulan Juni 2020 sampai dengan Januari 2021. Dari ketiga hasil ramalan, akan digabungkan dengan metode hibrid untuk memperoleh hasil MAPE terbaik. Dari hasil peramalan RBF, ARIMA, Double Exponential Smoothing diperoleh MAPE berturut-turut 0,43%, 1,49% dan 0,46% dan setelah digabungkan diperoleh MAPE sebesar 0,39%. Dapat dilihat bahwa untuk MAPE terbaik diperoleh dengan menggabungkan ketiga metode dengan metode penggabungan. Diharapkan penelitian ini dapat membantu dalam menganalisa fluktuasi dari pergerakan nilai mata uang tertentu pada saat transaksi jual – beli valuta asing.

Kata Kunci— RBF, ARIMA, *Double Exponential Smoothing*, MAPE

Abstract— Forecasting is an integral part of management decision-making activities. Forecasts are made generally based on the data of the past that were analyzed by using certain methods. Therefore in this research will predict time series data using Radial Basis Fuction, ARIMA and Double Exponential Smoothing using Matlab version 8.1. The data used is the daily selling rate of Rupiah against the UERO that started from June 2020 to January 2021. Of the three results forecast, will be used prediction results are combined by hybrid methods. From the results of RBF forecasting, ARIMA, Double Exponential Smoothing obtained MAPE respectively 0.43%, 1.49% and 0.46% and after combined with methods hybridization obtained MAPE of 0.39%. It can be seen that for the best MAPE obtained by hybrid methods. Hopefully this research can help in analyzing the fluctuation of the value of a particular currency movements at the time of transaction - purchase of foreign currency

Keywords— RBF, ARIMA, *Double Exponential Smoothing*, MAPE

I. PENDAHULUAN

Salah satu dari ciri kehidupan sekarang ini adalah bahwa seseorang kadangkala meramalkan apa yang akan terjadi pada masa yang akan datang dan membuat rencana yang sesuai dengan kejadian-kejadian yang diramalkan. Suatu ramalan yang baik sudah pasti bukanlah ramalan yang didasarkan atas spekulasi yang tidak beralasan, melainkan melalui perkiraan berdasarkan atas tingkah laku dari gejala yang sudah ada dan diamati secara berulang-ulang [1]. Misalnya peramalan nilai kurs mata uang tidak mungkin diperhitungkan dan diramalkan berdasarkan renungan semata-mata. Dengan pengamatan yang berulang - ulang pergerakan nilai kurs mata uang dapat diperhitungkan dan diramalkan dengan tepat dan teliti.

Terdapat sejumlah fenomena besar yang hingga saat ini hasilnya dapat diramalkan dengan presisi ketepatan yang cukup tinggi. Kemajuan dari suatu ilmu pengetahuan dan teknologi telah meningkatkan pengertian mengenai berbagai aspek lingkungan dan akibatnya banyak peristiwa yang dapat

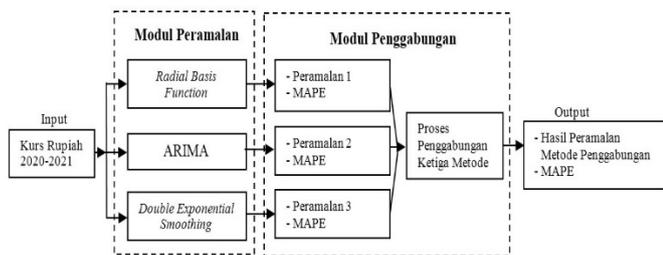
diramalkan [2]. Pada metode statistika, salah satu metode peramalan yang kerap kali digunakan adalah teknik *Exponential Smoothing* yaitu menggunakan pemulusan data-data lampau dan teknik *Autoregression Integrated Moving Average* (ARIMA). Selain menggunakan metode statistik, teknik peramalan data *time series* juga dikembangkan dengan pendekatan kecerdasan buatan. Pendekatan alternatif untuk peramalan *time series* yang dikembangkan pada bidang kecerdasan buatan, yaitu meliputi jaringan syaraf tiruan (JST). JST merupakan teknik pengolahan data yang mempelajari hubungan antara data input dan data output. Algoritma yang digunakan adalah *Radial Basis Function* (RBF). RBF yaitu melatih jaringan untuk mendapatkan keseimbangan antara kemampuan jaringan untuk mengenali pola yang digunakan selama pelatihan serta kemampuan jaringan untuk memberikan respon yang besar terhadap pola masukan yang serupa (tapi tidak sama) pada saat peramalan. Ramalan yang dilakukan umumnya berdasarkan pada data masa lampau yang dianalisis dengan menggunakan kaidah tertentu [3]. Pemilihan metode

peramalan terbaik sebaiknya didasarkan pada tingkat kesalahan prediksi. Hal inilah yang menjadi pedoman untuk menentukan kelayakan sebuah metode peramalan. Semakin kecil tingkat kesalahan yang dihasilkan, semakin tepat sebuah metode dalam memprediksi. Salah satu metode pengukuran peramalan yang dipakai yaitu *Mean Absolute Percentace Error* (MAPE). MAPE memberikan informasi persentase kesalahan rata-rata secara mutlak (absolut).

II. METODELOGI PENELITIAN

A. Rancangan Penelitian

Pada perancangan penelitian akan dijabarkan gambaran umum sistem metode peramalan yang akan diuji dan diteliti sampai mendapatkan hasil peramalan. Metode-metode peramalan yang akan diuji diilustrasikan pada gambar dibawah ini :

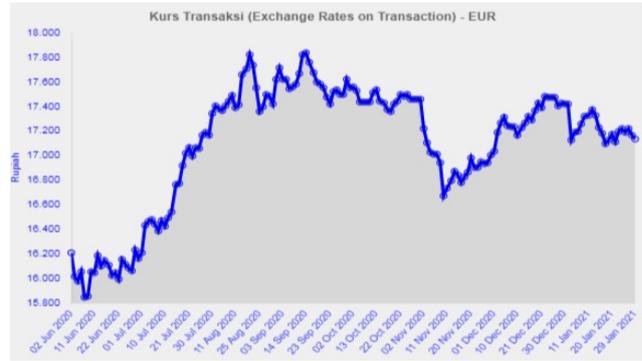


Gambar 1. Gambaran Umum Penelitian

Pada penelitian menggunakan data perbedaan nilai kurs jual rupiah terhadap UERO. Nilai kurs diramalkan dengan metode *Double Exponential Smoothing*, *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA), dan jaringan syaraf tiruan *Radial Basis Function* (RBF). Untuk hasil akhir peramalan yaitu dengan menggabungkan ketiga metode tersebut untuk mendapatkan nilai akhir peramalan.

B. Variabel dan Data Penelitian

Untuk menunjang proses analisis yang dilakukan oleh pengguna, maka data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebanyak 169 data yang merupakan kurs jual harian Rupiah terhadap UERO yang dimulai dari bulan Juni 2020 sampai dengan Januari 2021. Data kurs ini diambil dari website resmi Bank Indonesia di www.bi.go.id. Untuk dapat lebih mudah melihat fluktuasi data maka data diubah dalam bentuk grafik linear.



Gambar 2. Grafik Fluktuasi Harian Rupiah Terhadap EURO Periode Juni 2020 – Januari 2021

Data dibagi menjadi data pelatihan dan pengujian. Data pelatihan adalah data yang digunakan untuk menentukan data ramalan. Sebagai data pelatihan dipergunakan data kurs jual harian per 1 Juni 2020 sampai dengan kurs harian per 31 Desember 2020. Sedangkan untuk data uji adalah data yang dipergunakan sebagai data pembandingan dengan data hasil ramalan. Data uji yang digunakan adalah data kurs harian per 1 Januari 2021 sampai dengan 31 Januari 2021.

C. Implementasi Peramalan Kurs

Implementasi peramalan kurs dibangun berbasis GUI menggunakan MATLAB versi 8.1.0.604. *Tools editor* yang digunakan untuk perancangan GUI di dalam MATLAB adalah GUIDE. Untuk metode *Radial Basis Function* (RBF) dan ARIMA diaplikasikan menggunakan *toolbox* yang tersedia pada Matlab, yaitu *Neural Network Toolbox* dan *Econometrics Toolbox*.

D. Alat Ukur Kesalahan Prediksi

Menghitung kesalahan dari suatu peramalan sering pula disebut dengan menghitung ketepatan pengukuran (*accuracy measures*). Dalam praktek ada beberapa alat ukur yang sering digunakan untuk menghitung kesalahan prediksi, salah satunya adalah *Mean Absolute Percentage Error*.

$$MAPE = \frac{100}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right|$$

Dimana :

- A_t = Data aktual pada waktu t
- F_t = Data peramalan pada waktu t
- N = Jumlah data

Rumusan di atas melakukan perhitungan perbedaan antara data asli dan data hasil peramalan. Beda dari hasil perhitungan tersebut diabsolutkan, lalu dihitung ke dalam bentuk persentase terhadap data asli. Hasil dari persentase tersebut kemudian didapatkan nilai rata-rata kesalahannya. Suatu model mempunyai kinerja sangat bagus jika nilai MAPE berada di bawah 10%, dan mempunyai kinerja bagus jika nilai MAPE

berada di antara 10% dan 20% [11].

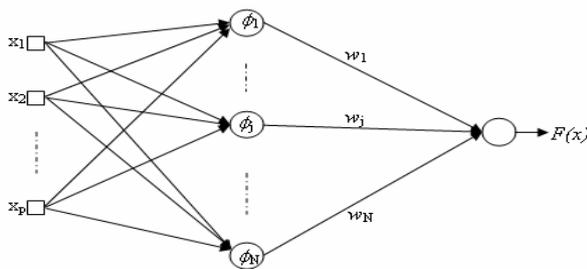
III. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Metode RBF

RBF didesain untuk membentuk pemetaan nonlinear dari variable input ke unit *hidden layer* dan pemetaan linear dari *hidden layer* ke output. Sehingga pada RBF dilakukan pemetaan input dari ruang berdimensi p ke output ruang berdimensi [4].

$$s : \mathbb{R}^p \rightarrow \mathbb{R}^1 \quad (1)$$

Disain model RBF untuk pendekatan suatu fungsi adalah sebagai berikut :



Gambar 3. Desain RBF network

Pada pemodelan RBF dilakukan dengan memilih suatu fungsi $F(x)$ sehingga (1) terpenuhi. Interpolasi input-output dengan melihat disain model RBF, maka dapat dinyatakan dengan:

$$F(x) = \sum_{i=1}^N w_i \phi(\|x - x_i\|) \quad (2)$$

Dimana $\{\phi(\|x - x_i\|) \mid i = 1, 2, 3, \dots, N\}$ adalah himpunan fungsi nonlinear yang disebut fungsi radial basis (*Radial Basis Function* = RBF) dan $\|\cdot\|$ adalah norm jarak Euclid.

Fungsi basis radial yang paling sering digunakan adalah fungsi gaussian karena mempunyai sifat lokal, yaitu bila input dekat dengan rata-rata (pusat), maka fungsi akan menghasilkan nilai satu, sedangkan bila input jauh dari rata-rata, maka fungsi memberikan nilai nol. Ada beberapa fungsi radial basis diantaranya adalah:

1. Fungsi *Thin Plate Spline*

$$\phi(z) = (z - \mu)^2 \log(z - \mu)$$

2. Fungsi Multikuadratik

$$\phi(z) = [(z - \mu)^2 + \sigma^2]^{1/2}$$

3. Fungsi Invers Multikuadratik

$$\phi(z) = [(z - \mu)^2 + \sigma^2]^{-1/2}$$

4. Fungsi Gaussian

$$\phi(z) = \exp[-(z - \mu)^2 / \sigma^2]$$

Apabila diketahui N buah titik data $\{x_i \in \mathbb{R}^p \mid i = 1, 2, \dots, N\}$ adalah pusat dari RBF, maka persamaan dapat ditulis :

$$\begin{bmatrix} \phi_{11} & \phi_{12} & \dots & \phi_{1N} \\ \phi_{21} & \phi_{22} & \dots & \phi_{2N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \phi_{N1} & \phi_{N2} & \dots & \phi_{NN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ \vdots \\ d_N \end{bmatrix} \quad (3)$$

dimana $\phi_{ij} = \phi(\|x_i - x_j\|)$
 $i, j = 1, 2, 3, \dots, N$

Bila (3) dinyatakan dalam bentuk persamaan matrik, persamaan (3) menjadi :

$$\mathbf{f} \mathbf{w} = \mathbf{d} \quad (4)$$

dimana $\mathbf{d} = [d_1 \ d_2 \ \dots \ d_N]$
 $\mathbf{w} = [w_1 \ w_2 \ \dots \ w_N]$
 $\mathbf{f} = \phi_{ij}$

matrik ϕ adalah matrik interpolasi yang definit positif dan mempunyai invers. Pendekatan dari suatu fungsi dengan menggunakan RBF dapat dilakukan dengan interpolasi untuk mendapatkan penyelesaian optimal dari ruang berdimensi tinggi ke dimensi yang lebih rendah. Poggio dan Girosi menyusun teknik standar yang disebut metode Galerkin [5]. Pada metode ini, $F(x)$ adalah suatu fungsi yang didekati dengan sejumlah basis lebih sedikit dibandingkan ukuran sampel, sehingga fungsi $F(x)$ pada (3) menjadi :

$$F^*(x) = \sum_{i=1}^M w_i \phi_i(x) \quad (5)$$

Dimana $\{\phi_i(x) \mid i = 1, 2, \dots, M\}$ adalah himpunan fungsi basis baru yang diasumsikan bebas linear. Secara umum, himpunan fungsi basis baru lebih sedikit dibandingkan dengan banyak data ($M \leq N$) dan w_i adalah bobot unit ke i ke output.

Secara umum program peramalan kurs terdapat dua konsep yaitu program *training* dan prediksi. Pada tahapan *training* pada peramalan dengan metode RBF, program akan melakukan iterasi sampai dengan jumlah iterasi atau nilai *error* yang dimasukkan terpenuhi. Pada Matlab membentuk jaringan syaraf tiruan dengan fungsi [12] :

net = newrb (P,T,goal,spread)

Keterangan :

- P = matriks input berukuran RxQ yang berisi Q vektor input
- T = matrik kelas target berukuran SxQ yang berisi Q vektor target
- Goal = Mean Squared Error (default : 0,0)
- Spread = lebar (penyebaran) fungsi basis radial (default : 1)

Nilai goal dalam penelitian hanya menguji nilai goal yang berbeda antara 0,0 sampai dengan 0,1 dengan proses *trial and error*. Dari jumlah data uji sebanyak 20 data, diperoleh MAPE terbaik yaitu 0,43% didapat dengan merubah nilai goal menjadi 0,02.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t}$$

$$MAPE = \frac{1}{20} \left(\frac{|17126 - 17417|}{17126} \right) + \dots$$

$$+ \left(\frac{|17137 - 17188|}{17137} \right)$$

$$MAPE = \frac{0,0864}{20} \times 100\% = 0,43\%$$

B. Metode ARIMA

Wei (1994) menyebutkan bahwa pada proses stasioner $\{Z_t\}$, model ARIMA diklasifikasi menjadi tiga model standar [6], yaitu:

1. Model *autoregressive* (AR (p)/ARIMA ($p,0,0$)):

$$Z_t = \omega_1 Z_{t-1} + \omega_2 Z_{t-2} + \dots + \omega_p Z_{t-p} + a_t \quad (6)$$

2. Model *moving average* (MA (q)/ARIMA ($q,0,0$)):

$$Z_t = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q} \quad (7)$$

3. Model *autoregressive moving average* (ARMA (p,q)/ARIMA ($p,0,q$)):

$$Z_t = \omega_1 Z_{t-1} + \omega_2 Z_{t-2} + \dots + \omega_p Z_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q} \quad (8)$$

dengan a_t adalah *white noise* ($a_t \sim N(0, \sigma_a^2)$), dimana:

- p = orde proses *autoregressive*
- q = orde proses *moving average*
- ω = parameter proses *autoregressive*
- θ = parameter proses *moving average*

Dalam keadaan tak stasioner, model deret waktu yang digunakan adalah model *Autoregressive Integrated Moving*

Average (ARIMA (p,d,q)) yang didefinisikan dalam persamaan (8) [7]:

$$\nabla^d Z_t = \omega_1 \nabla^d Z_{t-1} + \omega_2 \nabla^d Z_{t-2} + \dots + \omega_p \nabla^d Z_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q} \quad (9)$$

dengan $\nabla^d Z_t = \nabla^{d-1} Z_t - \nabla^{d-1} Z_{t-1}$, dan $\nabla^0 Z_t = Z_t$ di mana:

$$\nabla^d Z_t = \text{pembedaan (differencing) peubah } Z_t$$

$$d = \text{banyaknya pembedaan}$$

Pembedaan dilakukan sebanyak d kali sampai proses mencapai keadaan stasioner. Pembedaan ditujukan agar proses dapat dimodelkan dengan mengkonversi proses tak stasioner $\{Z_t\}$ menjadi proses stasioner $\{\nabla^d Z_t\}$ [8].

Langkah-langkah pemodelan ARIMA (p,d,q), yaitu:

- a. Identifikasi model
- b. Pendugaan parameter
- c. Pemeriksaan kelayakan model
- d. Pemilihan model terbaik

Model dari metode ARIMA dapat diimplementasikan dengan menggunakan fungsi ARIMA dalam *Econometrics Toolbox* pada Matlab. Berikut adalah fungsi program Matlab untuk peramalan menggunakan metode ARIMA :

$$\text{Mdl} = \text{arima}(p, D, q)$$

Nilai p dan q dalam penelitian hanya menguji nilai p dan q yaitu 1 sampai dengan 5 yang berbeda dengan proses *trial and error*. Dari jumlah data uji sebanyak 20 data, diperoleh MAPE terbaik yaitu 1,49% didapat dengan merubah nilai p dan q menjadi 5.

$$MAPE = \frac{1}{20} \left(\frac{|17126 - 17450|}{17126} \right) + \dots$$

$$+ \left(\frac{|17137 - 17504|}{17137} \right)$$

$$MAPE = \frac{0,299}{20} \times 100\% = 1,49\%$$

C. Metode Double Exponential Smoothing

Metode *double exponential smoothing* digunakan saat data menunjukkan adanya trend. *Exponential smoothing* dengan adanya trend seperti pemulusan sederhana kecuali bahwa dua komponen harus diperbaharui setiap periode – level dan trendnya. Level adalah estimasi yang dimuluskan dari nilai data pada akhir masing-masing periode. Trend adalah estimasi

yang dihaluskan dari pertumbuhan rata-rata pada akhir masing-masing periode [9].

Rumus dari *double exponential smoothing* adalah:

$$\begin{aligned} St &= a * Yt + (1 - a) * (St - 1 + bt - 1) \\ bt &= \gamma * (St - St - 1) + (1 - \gamma) * bt - 1 \\ Ft + m &= St + bt m \end{aligned}$$

dimana:

- St = peramalan untuk periode t.
- Yt + (1-a) = Nilai aktual *time series*
- bt = trend pada periode ke - t
- a = parameter pertama perataan antara nol dan 1
- 1 = untuk pemulusan nilai observasi
- γ = parameter kedua, untuk pemulusan trend
- Ft+m = hasil peramalan ke - m
- m = jumlah periode ke muka yang akan diramalkan

Pada peramalan dengan metode ini, dipergunakan model Holt's Winters yaitu menggunakan koefisien pemulusan kedua, β (beta) yang sama seperti α (alpha), juga bernilai antara nol dan satu, untuk secara berbeda memuluskan trendnya. Beta digunakan untuk merata-ratakan trend yang ada dipersamaan. Hal ini menghilangkan beberapa kesalahan acak yang dapat terjadi pada trend yang tidak dimuluskan.

Untuk mendapatkan nilai terbaik pada peramalan dengan metode ini, maka nilai alpha dan beta dicari dengan menggunakan metode *trial and error*. Nilai dari alpha dan beta yang akan diuji antara 0,1 sampai dengan 0,5. Hasil percobaan dengan nilai α dan β yang berbeda menimbulkan fluktuasi nilai MAPE. Nilai alpha dan beta dalam penelitian hanya menguji 25 nilai yang berbeda. Nilai MAPE terbaik yaitu 0,46% didapat dengan merubah nilai α = 0,5 dan β = 0,5.

$$\begin{aligned} MAPE &= \frac{1}{20} \left(\frac{|17126 - 17396|}{17126} \right) + \dots \\ &+ \left(\frac{|17137 - 17152|}{17137} \right) \end{aligned}$$

$$MAPE = \frac{0,093}{20} \times 100\% = 0,46\%$$

D. Metode Penggabungan

Dalam dunia nyata, data *time series* jarang murni linear atau non linear. Mereka sering mengandung kedua pola linear dan non linear. Penggabungan beberapa model mungkin menghasilkan metode yang kuat dan hasil peramalan yang lebih memuaskan [10].

Beberapa hasil perkiraan dimasukkan ke dalam modul perkiraan hibrida dan menghasilkan sinergis hasil perkiraan sebagai *output* akhir. Dalam proses penggabungan, strategi hibridisasi yang digunakan yaitu,

$$\hat{y}_t^{Hybrid} = \alpha \hat{y}_t^{RBF} + \beta \hat{y}_t^{ARIMA} + \gamma \hat{y}_t^{D.Exp} \quad (10)$$

Dalam persamaan (10), masalah yang timbul adalah bagaimana menentukan parameter α, β dan γ. Umumnya, nilai α, β dan γ, dapat diperkirakan dengan melakukan proses *trial and error* dimana :

$$\alpha + \beta + \gamma = 1$$

Dapat juga dicari dengan metode *Ordinary Least Square* (OLS) yaitu,

$$Min Q = \sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t^{Hybrid})^2$$

Metode hibridisasi adalah proses pengambilan keputusan dengan menggabungkan hasil ramalan dengan kombinasi tiga variabel (antara RBF, ARIMA dan *Double Exponential Smoothing*) dengan nilai α, β dan γ sebesar 0,1 - 0,9 dimana nilai kombinasi antar tiga variabel tersebut adalah satu.

Keputusan diambil sesuai dengan hasil ramalan yang memiliki kombinasi α, β dan γ terbaik. Hasil penelitian mendapatkan nilai akurasi MAPE adalah sebesar 0,39% dengan kombinasi α = 0,6, β = 0,01 dan γ = 0,39.

$$\begin{aligned} MAPE &= \frac{1}{20} \left(\frac{|17126 - 17409|}{17126} \right) + \dots \\ &+ \left(\frac{|17137 - 17177|}{17137} \right) \\ MAPE &= \frac{0,079}{20} \times 100\% = 0,39\% \end{aligned}$$

Dari hasil peramalan metode-metode diatas, maka perbandingan MAPE dari hasil peramalan dapat dilihat pada tabel berikut :

TABEL I
PERBANDINGAN NILAI MAPE PERAMALAN

No.	Metode Peramalan	MAPE
1	RBF	0,43 %
2	ARIMA	1,49 %
3	<i>Double Exponential Smoothing</i>	0,46 %
4	Hasil Penggabungan Ketiga Metode	0,39 %

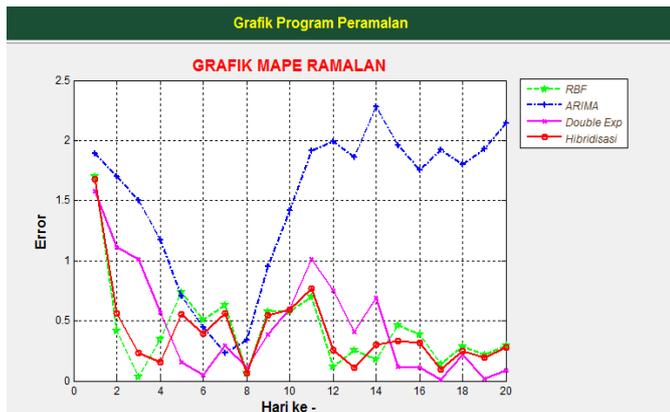
Sedangkan perbandingan dari grafik MAPE dan hasil peramalan adalah sebagai berikut :

UCAPAN TERIMA KASIH

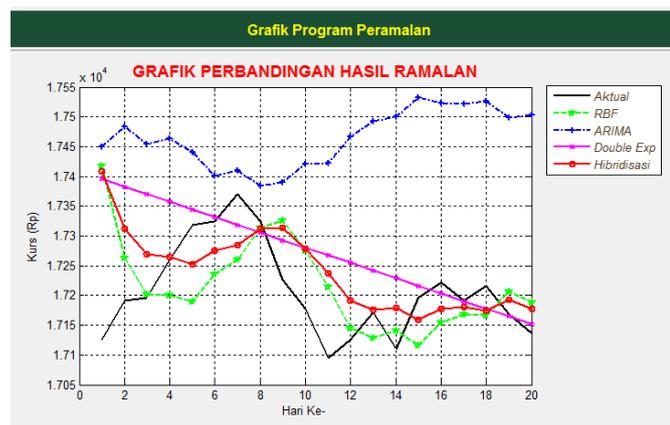
Diucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan berkontribusi dalam penyusunan penelitian ini, sehingga penelitian ini dapat disusun dan dipergunakan dengan baik.

REFERENSI

- [1] Robinson Sitepu. 2008. *Pemodelan Dan Peramalan Deret Waktu Musiman Dengan Pendekatan Filter Bank*. Pascasarjana Universitas Sumatera Utara. Medan.
- [2] Makridakis, S., Wheelwright, S.C., McGee, Victor E. (1999). *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Jilid Satu.(Edisi 2) diterjemahan oleh Andriyanto, U.S., Abdul, A. Jakarta.
- [3] Budi Santosa. 2009 *Penerapan Metode Optimasi Exponential Smoothing Untuk Peramalan Debit*. Pascasarjana Universitas Diponegoro. Semarang.
- [4] Brodjol Sutjjo dkk. 2006, "Pemilihan Hubungan Input-Node". *Berkala MIPA*, 16(1).
- [5] Poggio, T., & Girosi, F. (1990a). *Networks for approximation and learning*. *Proceedings of the IEEE*, 78(10), 1481–1497.
- [6] Wei, W. W. S. (1994). *Time series Analysis, Univariate and Multivariate Methods*. Addison-Wesley Publishing Co. Inc.
- [7] Hendranata, Anton. 2003. *ARIMA (Autoregressive Moving Average)*, Manajemen Keuangan Sektor Publik FEUI.
- [8] Hanke, J.E., Reitsch, A.G. dan Wichern, D.W. 2003. *Peramalan Bisnis*. Edisi Ketujuh. Alih Bahasa: Devy Anantanur. PT. Prenhallindo. Jakarta.
- [9] Alda Raharja. 2010. *Penerapan Metode Exponential Smoothing Untuk Peramalan Penggunaan Waktu Telepon Di PT. Telkomsel DIVRE3 Surabaya*. *Jurnal Sistem Informasi*. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- [10] Kin Keung Lai, Lean Yu, Shouyang Wang, and Wei Huang. 2006. *Hybridizing Exponential Smoothing and Neural Network for Financial Time Series Predication*. ICCS 2006, Part IV, LNCS 3994, pp. 493 – 500.
- [11] Zainun, N. Y., dan Majid, M. Z. A.,2003. *Low Cost House Demand Predictor*. Universitas Teknologi Malaysia.
- [12] Hongfa Wang, Xinai Xu. 2013. *Determination of Spread Constant in RBF Neural Network by Genetic Algorithm*. *International Journal of Advancements in Computing Technology (IJACT)* Vol. 5, No 9 .



Gambar 4. Grafik Perbandingan MAPE Ramalan



Gambar 5. Grafik Perbandingan Hasil Ramalan

IV. KESIMPULAN

Sesuai dengan rumusan masalah maka simpulan dari penelitian ini adalah peramalan dengan metode RBF, ARIMA dan *Double Exponential Smoothing* menggunakan pendekatan software Matlab versi 8.1.0.604 diperoleh hasil MAPE berturut turut yaitu 0,43%, 1,49%, 0,46%. Dari ketiga metode di atas, untuk peramalan kurs yang mempunyai nilai MAPE peramalan terbaik adalah metode RBF.

Sedangkan untuk hasil peramalan dengan metode hibrid diperoleh nilai MAPE peramalan sebesar 0,39%. Dari hasil penggabungan ketiga metode peramalan yaitu RBF, ARIMA dan *Double Exponential Smoothing* mempunyai nilai MAPE terbaik sebesar 0,39% dan ini berarti metode penggabungan dari tiga metode adalah metode yang lebih baik untuk peramalan kurs mata uang.