

Peramalan Pendapatan Operasional Bank Menggunakan Metode Fungsi Transfer dan *Neural Network*

Nayla Ma'rufah, Santi Puteri Rahayu, dan Suhartono

Jurusan Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

E-mail: suhartono@statistika.its.ac.id

Abstrak— Pendapatan operasional suatu bank terdiri atas dua jenis yaitu pendapatan bunga dan pendapatan non bunga. Berdasarkan Statistik Perbankan Indonesia (SPI) pada November 2012, pendapatan bunga bank umum mencapai Rp 355.961 miliar sedangkan pendapatan non bunga mencapai Rp 112.791 miliar. Dengan demikian, sebanyak 76% pendapatan operasional bank umum diperoleh dari pendapatan bunga. Peramalan pendapatan operasional bank khususnya pendapatan bunga, dilakukan untuk memberikan informasi yang bermanfaat tentang pendapatan operasional. Dalam penelitian ini, variabel yang digunakan adalah biaya dana dan LDR sebagai variabel bebas serta pendapatan bunga bank sebagai variabel tak bebas. Penelitian ini menggunakan pendekatan metode fungsi transfer dan neural network untuk meramalkan pendapatan bunga bank. Hasil yang diperoleh menunjukkan dengan menggunakan pendekatan fungsi transfer kedua variabel bebas berkaitan secara signifikan dengan pendapatan bunga BRI sedangkan untuk BCA hanya variabel biaya dana yang berkaitan secara signifikan terhadap pendapatan bunga. Selain itu, berdasarkan ketepatan peramalan metode fungsi transfer merupakan metode yang paling sesuai untuk meramalkan pendapatan bunga BRI sedangkan metode neural network merupakan metode yang sesuai untuk meramalkan pendapatan bunga BCA.

Kata Kunci—Fungsi transfer, *neural network*, pendapatan bunga bank

I. PENDAHULUAN

PEREKONOMIAN suatu bangsa tak terlepas oleh peranan penting sektor perbankan sebagai salah satu motor penggerak rodanya. Perbankan Indonesia berfungsi sebagai penghimpun dan penyalur dana masyarakat serta bertujuan untuk menunjang pelaksanaan pembangunan nasional ke arah peningkatan taraf hidup rakyat banyak. Untuk menjalankan kegiatan operasionalnya, setiap bank mempunyai pendapatan yang dinamakan pendapatan operasional. Pendapatan operasional suatu bank terdiri atas dua jenis yaitu pendapatan bunga dan pendapatan non bunga. Pada umumnya bank di Indonesia lebih banyak memperoleh pendapatan operasional melalui pendapatan bunga dibandingkan dengan pendapatan non bunga. Berdasarkan Statistik Perbankan Indonesia (SPI) pada November 2012, pendapatan bunga bank umum mencapai Rp 355.961 miliar sedangkan pendapatan non bunga mencapai Rp 112.791 miliar. Dengan kata lain, sebanyak 76% pendapatan operasional bank umum diperoleh dari pendapatan

bunga. Hal ini membuktikan bahwa pendapatan bunga memberikan kontribusi yang besar bagi kegiatan operasional bank.

Penelitian tentang pendapatan bunga bank telah dilakukan oleh Andryani [1] dengan menggunakan analisis regresi untuk mengetahui pengaruh biaya dana terhadap pendapatan bunga pada PT Bank Danamon Tbk. Nurmalasari [2] dengan studi kasus Bank Jabar Banten cabang utama Bandung yang menyimpulkan bahwa biaya dana dan pendapatan bunga mempunyai hubungan yang negatif. Tommy [3] menggunakan analisis regresi berganda untuk mengetahui pengaruh *Loan to Deposit Ratio* (LDR) dan suku bunga kredit terhadap pendapatan bunga pada PT BRI (Persero) Tbk Kantor Cabang Manado. Hidayat dan Hujaemah [4] menggunakan analisis *path* untuk mengetahui pengaruh pemberian kredit terhadap *Loan to Deposit Ratio* dan dampaknya pada pendapatan bunga bank di PT BPR Siliwangi Tasikmalaya.

Dalam penelitian ini, variabel independen yang digunakan adalah biaya dana dan *Loan to Deposit Ratio* (LDR) sedangkan pendapatan bunga bank sebagai variabel dependen. Penelitian ini menggunakan pendekatan metode fungsi transfer multi *input* dan *neural network* untuk mendapatkan model yang sesuai dalam peramalan pendapatan bunga bank di Indonesia. Pendekatan metode fungsi transfer multi *input* merupakan gabungan dari analisis regresi berganda dengan analisis deret waktu ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) yang mempertimbangkan pengaruh waktu. Pendekatan metode fungsi transfer multi *input* telah dilakukan pada penelitian sebelumnya, diantaranya oleh Yogabrata [5] untuk meramalkan suku bunga Sertifikat Bank Indonesia (SBI), dan Fitriah [6] untuk meramalkan debit air Bendung Sampean Baru Kabupaten Bondowoso. Sedangkan pendekatan *neural network* digunakan karena terdapat dugaan pengaruh biaya dana dan LDR bersifat nonlinier terhadap pendapatan bunga. Rokhimah [7] menggunakan pendekatan fungsi transfer multi *input* dan *artificial neural network* untuk meramalkan inflasi Jawa Timur. Terdapat beberapa permasalahan dalam penelitian ini, antara lain bagaimana deskripsi pendapatan bunga di Indonesia, bagaimana hasil peramalan pendapatan bunga BRI dan BCA menggunakan pendekatan metode fungsi transfer dan *neural network* serta bagaimana perbandingan ketepatan hasil peramalan dengan pendekatan metode fungsi transfer dan *neural network*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif adalah metode-metode yang berkaitan dengan pengumpulan dan penyajian suatu gugus data sehingga memberikan informasi yang berguna. Statistika deskriptif hanya memberikan informasi mengenai data yang dipunyai dan sama sekali tidak menarik inferensia atau kesimpulan tentang gugus induknya yang lebih besar [8]. Penyajian suatu data dapat berupa tabel, diagram, grafik, ukuran pemusatan data dan ukuran penyebaran data.

B. Regresi Linier

Model regresi linear merupakan salah satu model ekonometrika yang hubungan antar variabelnya satu arah, yang berarti variabel tak bebas ditentukan oleh variabel bebas[9]. Secara matematis, model regresi linier sederhana ditulis sebagai berikut [10] :

$$Y_t = \beta_1 + \beta_2 X_t + u_t \tag{1}$$

C. ARIMA

Data deret waktu adalah serangkaian data pengamatan dimana nilai pengamatannya diukur berdasarkan interval waktu yang tetap selama periode waktu tertentu sehingga data pengamatan saling berhubungan satu sama lain. Salah satu analisis deret waktu yang digunakan untuk peramalan dinamakan model ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*). Model ARIMA merupakan model yang mengabaikan variabel independen dan melibatkan satu variabel dependen, sehingga model ARIMA sering disebut model univariat. Model ARIMA terbagi menjadi tiga kelompok, yaitu model *Autoregressive* (AR), *Moving Average* (MA) dan ARMA yang merupakan model campuran dari AR dan MA. Model ARIMA (p, d, q) secara matematis dapat ditulis sebagai berikut [11].

$$\phi_p(B)(1-B)^d Z_t = \theta_q(B)a_t \tag{2}$$

dengan :

$$\phi_p(B) = \text{parameter AR order } p$$

$$\theta_q(B) = \text{parameter MA order } q$$

$$(1-B)^d = \text{differencing dengan order } d$$

$$a_t = \text{residual white noise, } a_t \sim WN(0, \sigma_a^2)$$

Model ARIMA diperoleh melalui prosedur yang dinamakan Box-Jenkins. Prosedur tersebut melalui empat tahapan, yaitu identifikasi model, estimasi parameter model, pemeriksaan diagnosa model, dan kriteria pemilihan model.

D. Fungsi Transfer

Metode fungsi transfer merupakan salah satu teknik analisis data dalam analisis deret waktu. Keunikan dari metode fungsi transfer adalah terdapat unsur regresi dalam modelnya. Oleh karena itu, fungsi transfer seringkali disebut regresi dinamis dengan pendekatan deret waktu. Model fungsi transfer terbentuk melalui fungsi autokorelasi dan korelasi silang sehingga dapat digunakan untuk meramal suatu variabel (deret *output*, y_t) berdasarkan informasi dari variabel tersebut dan variabel lainnya (deret *input*, x_t) yang berhubungan dengan

deret *output*. Adapun bentuk umum model fungsi transfer dengan satu deret *input* ditulis dalam persamaan (12).

$$y_t = v(B)x_t + n_t \tag{3}$$

dimana $v(B) = \frac{\omega_s(B)B^b}{\delta_r(B)}$ dan $n_t = \frac{\theta(B)}{\phi(B)}a_t$ sehingga persamaan (3) dapat ditulis

$$y_t = \frac{\omega_s(B)B^b}{\delta_r(B)}x_t + \frac{\theta(B)}{\phi(B)}a_t \tag{4}$$

dengan

$$y_t = \text{deret output stasioner}$$

$$x_t = \text{deret input stasioner}$$

$$n_t = \text{deret noise}$$

$$\omega_s(B) = \omega_0 - \omega_1 B - \omega_2 B^2 - \dots - \omega_s B^s$$

$$\delta_r(B) = 1 - \delta_1 B - \delta_2 B^2 - \dots - \delta_r B^r$$

$$\theta_q(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q$$

$$\phi_p(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p$$

Model fungsi transfer dengan banyak *input* lebih dari satu dinamakan model fungsi transfer multi *input*. Model fungsi multi input transfer merupakan gabungan dari analisis linier berganda dengan analisis deret waktu ARIMA yang mempertimbangkan pengaruh waktu. Adapun bentuk umum model fungsi transfer multi *input* ditulis dalam persamaan (5).

$$y_t = \sum_{j=1}^m \frac{\omega_j(B)}{\delta_j(B)} B^b x_{jt} + \frac{\theta(B)}{\phi(B)} a_t \tag{5}$$

dengan

$$x_{jt} = \text{deret input ke-}j; j = 1, 2, \dots, m$$

$$\omega_j(B) = \text{operator MA order } s_j \text{ untuk deret ke-}j$$

$$\delta_j(B) = \text{operator AR order } r_j \text{ untuk deret ke-}j$$

$$a_t = \text{white noise } N(0, \sigma_a^2)$$

Terdapat beberapa tahap untuk membentuk model fungsi transfer, yaitu :

1. Mengidentifikasi deret *input* dan deret *output*.
2. Melakukan *prewhitening* pada deret *input*.
3. Melakukan *prewhitening* pada deret *output*.
4. Melakukan deteksi hubungan antara deret *input* dan *output* dengan menggunakan *Cross-Correlation Function* (CCF).
5. Menetapkan (b, r, s) model fungsi transfer sebagai dugaan awal.
6. Melakukan taksiran awal deret *noise*.
7. Menetapkan p dan q untuk model ARMA deret *noise*.

E. Neural Network

Jaringan saraf tiruan, dalam bahasa Inggris disebutkan *Artificial Neural Network* (ANN) umumnya hanya disebut *Neural Network* (NN) merupakan sistem pemroses informasi yang memiliki karakteristik mirip dengan jaringan saraf biologi. Menurut Haykin [12] sebuah jaringan saraf adalah sebuah prosesor yang terdistribusi paralel dan mempunyai kecenderungan untuk menyimpan pengetahuan yang didapatkannya dari pengalaman dan membuatnya tetap

tersedia untuk digunakan. Hal ini menyerupai kerja otak dalam dua hal yaitu pengetahuan diperoleh oleh jaringan melalui suatu proses belajar dan kekuatan hubungan antar sel saraf yang dikenal dengan bobot sinapsis digunakan untuk menyimpan pengetahuan.

Neural network dapat mendekati berbagai model statistik tanpa melakukan hipotesis hubungan tertentu antara variabel dependen dan independen. Dalam *neural network*, tidak dikenal istilah sampel dan populasi seperti halnya istilah statistik. Sebelum data dianalisis dengan *neural network*, data dibagi menjadi *training set* dan *test set* untuk validasi silang [13].

Jaringan *Multilayer Perceptron* (MLP) dan Radial Basis Function (RBF) merupakan aplikasi *neural network* yang bersifat prediksi. MLP atau yang juga dikenal dengan *Feedforward Neural Network* (FFNN) adalah salah satu bentuk model *neural network* yang banyak digunakan untuk memprediksi dalam bidang *time series*. Model FFNN mempunyai keunggulan diantaranya dapat membuat prediksi dengan baik melebihi model linier ARIMA seperti yang dilakukan oleh Portugal (1995), Kao and Huang (2000), dan Chatfield and Faraday (1998) [14]. Struktur FFNN terdiri atas lapisan yang didalamnya terdapat neuron-neuron. Lapisan tersebut adalah lapis input, lapis tersembunyi dan lapis output.

F. Kriteria Ketepatan Peramalan

Untuk mendapatkan model yang sesuai dapat dilihat berdasarkan kriteria ketepatan peramalan. Adapun kriteria ketepatan peramalan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Root Mean Square Error (RMSE)

$$RMSE = \sqrt{MSE} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2} \quad (6)$$

dimana n adalah banyaknya periode peramalan.

2. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

$$MAPE = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{Z_i - \hat{Z}_i}{Z_i} \right| \right) \times 100\% \quad (7)$$

3. Symmetric Mean Absolute Percentage Error (sMAPE)

$$sMAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{2|Y_i - \hat{Y}_i|}{(Y_i + \hat{Y}_i)} \quad (8)$$

G. Pengertian dan Fungsi Bank

Definisi bank menurut ketentuan Pasal 1 angka 2 UU No. 10 Tahun 1998 tentang Perubahan atas UU No. 7 Tahun 1992 tentang Perbankan adalah badan usaha yang menghimpun dana dari masyarakat dalam bentuk simpanan dan menyalurkannya kepada masyarakat dalam bentuk kredit dan/atau bentuk-bentuk lainnya dalam rangka meningkatkan taraf hidup rakyat banyak. Pengertian bank menurut Ikatan Akuntan Indonesia 2007 adalah lembaga yang berperan sebagai perantara keuangan (*financial intermediary*) antara pihak yang memiliki dana dan pihak yang memerlukan dana, serta sebagai lembaga yang berfungsi memperlancar lalu lintas pembayaran. Pasal 4 UU No. 10 Tahun 1998 menjelaskan bahwa perbankan Indonesia bertujuan menunjang pelaksanaan pembangunan nasional dalam rangka meningkatkan pemerataan, pertumbuhan ekonomi, dan stabilitas nasional ke

arah peningkatan kesejahteraan rakyat banyak. Berdasarkan beberapa pengertian tersebut, dapat disimpulkan bank adalah lembaga keuangan yang berperan sebagai perantara yaitu penghimpun dan penyalur dana serta bertujuan untuk menunjang pelaksanaan pembangunan nasional ke arah peningkatan taraf hidup rakyat banyak. Bank berfungsi sebagai *agent of Trust*, *agent of Development*, *agent of Services* [15].

Berdasarkan UU No. 10 Tahun 1998 struktur perbankan Indonesia terdiri atas bank umum dan Bank Perkreditan Rakyat (BPR). Perbedaan utama bank umum dengan BPR terletak pada kegiatan operasionalnya. Bank umum menganut *dual bank system* yaitu dapat melaksanakan kegiatan usaha bank konvensional dan atau berdasarkan prinsip syariah sedangkan jangkauan dan kegiatan BPR dibatasi hanya dapat melakukan kegiatan usaha bank konvensional atau berdasarkan prinsip syariah.

H. Pendapatan Bunga Bank

Sebagai lembaga intermediasi keuangan, bank memiliki sumber dana untuk menghimpun dan menyalurkan kembali dana tersebut kepada masyarakat. Sumber dana tersebut diperoleh bank itu sendiri, masyarakat luas dan lembaga-lembaga keuangan lainnya [16]. Sebagai penghimpun, bank memperoleh sumber dana melalui masyarakat dalam bentuk tabungan, giro dan deposito. Di sisi lain dana tersebut disalurkan kembali kepada masyarakat dalam bentuk investasi dan kredit. Menurut Ikatan Akuntan Indonesia, kredit adalah peminjaman uang atau tagihan yang dapat dipersamakan dengan itu berdasarkan persetujuan atau kesepakatan pinjam-meminjam antara bank dan pihak lain yang mewajibkan pihak peminjam untuk melunasi utangnya setelah jangka waktu tertentu dengan jumlah bunga, imbalan, atau pembagian hasil keuntungan. Timbal balik yang diberikan oleh kredit yang disalurkan merupakan salah sumber pendapatan operasional bank umum yang berbentuk pendapatan bunga. Semakin banyak dana yang dihimpun oleh bank maka semakin banyak pula jumlah kredit yang disalurkan kepada masyarakat yang akan mengakibatkan pendapatan bunga semakin meningkat. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi pendapatan bunga antara lain biaya dana dan *Loan to Deposit Ratio* (LDR).

Biaya dana bank atau *cost of fund* adalah biaya yang harus dikeluarkan oleh bank untuk setiap dana yang dihimpunnya dalam berbagai sumber sebelum dikurangi dengan likuiditas wajib [17]. Rasio kredit terhadap total dana pihak ketiga atau sering disebut dengan *Loan to Deposit Ratio* (LDR) merupakan indikator mengenai jumlah dana pihak ketiga yang disalurkan dalam bentuk kredit. Kasmir [18] menyatakan bahwa *loan to deposit ratio* merupakan rasio untuk mengukur komposisi jumlah kredit yang diberikan dibandingkan dengan jumlah dana masyarakat dan modal sendiri yang digunakan. *Loan to Deposit Ratio* merupakan perbandingan antara kredit yang disalurkan perbankan terhadap penghimpunan dana pihak ketiga [19]. LDR digunakan sebagai alat ukur untuk mengetahui tingkat likuiditas suatu bank. Semakin tinggi LDR mengindikasikan kemampuan likuiditas bank yang bersangkutan semakin rendah karena jumlah dana yang diperlukan untuk menyalurkan kredit semakin besar. Berdasarkan ketentuan Bank Indonesia, maksimum besarnya

LDR adalah sebesar 110%. Jika jumlah kredit yang disalurkan melebihi jumlah dana yang dihimpun dari pihak ketiga, bank akan menggunakan modal sendiri dari bank tersebut untuk menutupi kekurangannya.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yaitu berupa laporan keuangan publikasi bulanan selama 6 tahun pada periode 2007 sampai 2012 yang dapat diunduh dari situs www.bi.go.id. Adapun variabel yang digunakan dalam penelitian ini antara lain biaya dana ($x_{1,t}$), LDR ($x_{2,t}$) dan pendapatan bunga bank (y_t).

B. Langkah Analisis

Langkah-langkah analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini ialah sebagai berikut :

1. Membuat statistika deskriptif dari masing-masing variabel untuk mengetahui karakteristik data masing-masing bank di Indonesia.
2. Membagi data menjadi dua bagian, yaitu data 2007-2011 sebagai *in-sample* dan sisanya *out-sample*.
3. Memodelkan pendapatan bunga BRI dan BCA dengan menggunakan metode fungsi transfer dan *neural network* berdasarkan *in-sample*.
4. Melakukan peramalan pendapatan bunga BRI dan BCA dengan menggunakan metode fungsi transfer dan *neural network*.
5. Melakukan perbandingan ketepatan hasil peramalan pendapatan bunga bank.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Data

Analisis statistika deskriptif dilakukan untuk mengetahui karakteristik dari data pendapatan bunga bank di Indonesia tahun 2007 sampai 2012 sehingga lebih mudah dipahami..

Tabel 1 menunjukkan bahwa BRI mempunyai rata-rata pendapatan bunga bank tertinggi selama enam tahun untuk bank pemerintah sedangkan BCA mempunyai rata-rata pendapatan bunga bank tertinggi untuk bank swasta. Oleh karena itu, data kedua bank tersebut dipilih untuk analisis peramalan pendapatan bunga bank menggunakan pendekatan fungsi transfer dan *neural network*.

B. Metode Regresi Linier

Analisis regresi linier sederhana dilakukan untuk mengetahui apakah masing-masing variabel biaya dana dan LDR berpengaruh signifikan terhadap pendapatan bunga tanpa melibatkan pengaruh waktu. Hasil estimasi parameter model regresi biaya dana dan LDR terhadap pendapatan bunga BRI maupun BCA ditampilkan pada Tabel 2.

Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui bahwa parameter-parameter dalam model telah signifikan karena mempunyai P-value kurang dari $\alpha = 0,05$. Selanjutnya, melakukan analisis fungsi transfer *single input* untuk mengetahui apakah masing-masing variabel biaya dana dan LDR yang melibatkan pengaruh waktu berpengaruh terhadap pendapatan bunga.

Tabel 1. Karakteristik Pendapatan Bunga Bank di Indonesia

Bank	Rata-rata	Varians	Minimum	Maksimum
BNI	1,5515	0,2999	-1,3032	3,8650
BRI	3,0729	0,7593	1,8273	5,5061
Bank Mandiri	2,4628	0,2440	1,1673	3,5272
BTN	0,5669	0,1396	-0,7853	2,2399
BCA	1,8166	0,1110	1,2948	2,4800
Bank Danamon	1,0602	0,0106	0,8643	1,2366
Bank CIMB Niaga	1,0667	2,2481	-5,9621	9,0439
Panin Bank	0,6030	0,0616	-0,8110	1,0303

Tabel 2. Estimasi Parameter Model Regresi Biaya Dana dan LDR terhadap Pendapatan Bunga

Bank	Prediktor	Koef.	Koef.SE	T	P-value
BRI	Konstanta	4,364	0,726	6,00	0,000
	Biaya Dana	-365,200	178,500	-2,05	0,045
	Konstanta	-2,978	0,921	-3,24	0,002
	LDR	7,119	1,113	6,40	0,000
BCA	Konstanta	2,587	0,169	15,34	0,000
	Biaya Dana	-311,540	59,940	-5,20	0,000
	Konstanta	-0,111	0,181	-0,61	0,541
	LDR	3,698	0,362	10,22	0,000

Tabel 3. Model ARIMA Tiap Deret Input

Bank	Deret Input	Model ARIMA
BRI	Biaya Dana	$(1,1,0^2)$
	LDR	$(0,1,0)(1,0,0)^{12}$
BCA	Biaya Dana	$(1,1,0)(1,0,0)^{12}$
	LDR	$((11)_1,1,0)$

Tabel 4. Prewhitening Deret Input dan Output

Bank	Deret Input	Hasil Prewhitening
BRI	Biaya Dana	$\alpha_t = (1 - \phi_1 B)(1 - B)x_{1,t}$ $\beta_t = (1 - \phi_1 B)(1 - B)y_t$
	LDR	$\alpha_t = (1 - B)(1 - \Phi_1 B^{12})x_{2,t}$ $\beta_t = (1 - B)(1 - \Phi_1 B^{12})y_t$
BCA	Biaya Dana	$\alpha_t = (1 - \phi_1 B)(1 - B)(1 - \Phi_1 B^{12})x_{1,t}$ $\beta_t = (1 - \phi_1 B)(1 - B)(1 - \Phi_1 B^{12})y_t$
	LDR	$\alpha_t = (1 - \phi_1 B^{11})(1 - B)x_{2,t}$ $\beta_t = (1 - \phi_1 B^{11})(1 - B)y_t$

C. Metode Fungsi Transfer

Untuk melakukan peramalan pendapatan bunga bank dengan pendekatan metode fungsi transfer, terlebih dahulu mengidentifikasi model ARIMA pada deret *input*, yakni biaya dana dan LDR. Data yang digunakan merupakan data *in-sample*. Adapun model ARIMA yang telah sesuai untuk deret *input* biaya dana dan LDR masing-masing bank ditampilkan pada Tabel 3. Berdasarkan model ARIMA yang diperoleh, dilakukan *prewhitening* untuk deret *input*. Sedangkan *prewhitening* deret *output* disesuaikan dengan *prewhitening* deret *input*. Adapun hasil *prewhitening* dituliskan pada Tabel 4. Setelah dilakukan *prewhitening*, kemudian menentukan order *b*, *r*, dan *s* berdasarkan plot CCF untuk menduga model awal fungsi transfer pendapatan bunga bank. Order *b*, *r*, dan *s* pada kedua deret *input* untuk masing-masing bank dan estimasi parameternya dituliskan pada Tabel 5.

Tabel 5.
Estimasi Parameter Model Fungsi Transfer *Single Input*

Bank	Deret <i>Input</i>	<i>b</i>	<i>r</i>	<i>s</i>	Par.	Est.	P-value
BRI	Biaya Dana	13	0	0	ω_0	-470,05	0,0158
	LDR	3	0	[1,6,8]	ω_0	-4,07	0,0045
					ω_1	-4,94	0,0009
					ω_6	1,53	0,2995
				ω_8	-2,61	0,0977	
BCA	Biaya Dana	0	0	0	ω_0	-0,0022	0,0415
	LDR	13	0	0	ω_0	4,6021	0,0770

Tabel 6.
Estimasi Parameter Model Fungsi Transfer *Multi Input*

Bank	Par.	Est.	P-value
BRI	θ_1	0,6549	<0,0001
	$\omega_{0,1}$	-232,5270	0,0410
	$\omega_{0,2}$	-2,8943	0,0115
	$\omega_{1,2}$	-5,2191	<0,0001
	$\omega_{8,2}$	-2,6234	0,0124
BCA	$\omega_{0,1}$	-0,0017	0,2299
	$\omega_{0,1}$	3,7170	0,1649

Pada Tabel 5, dapat diketahui bahwa estimasi parameter model fungsi transfer *single input* signifikan dengan $\alpha = 0,10$. Kemudian melakukan pemodelan fungsi transfer multi *input*, yaitu memasukkan kedua deret *input* ke dalam model.

Berdasarkan Tabel 6, dapat diketahui bahwa parameter dalam model fungsi transfer multi *input* untuk BRI signifikan dengan $\alpha = 0,05$ sedangkan parameter dalam model fungsi transfer multi *input* untuk BCA tidak signifikan. Model fungsi transfer untuk pendapatan bunga untuk BRI sebagai berikut :

$$y_t = \omega_{0,1}x_{1,t-13} + \omega_{0,2}x_{2,t-3} - \omega_{1,2}x_{2,t-4} - \omega_{8,2}x_{2,t-11} + a_t - \theta_1 a_{t-1}$$

dengan $y_t = Y_t - Y_{t-1}$

$$x_{1,t-13} = X_{1,t-13} - X_{1,t-14}$$

$$x_{2,t-3} = X_{2,t-3} - X_{2,t-4}$$

$$x_{2,t-4} = X_{2,t-4} - X_{2,t-5}$$

$$x_{2,t-11} = X_{2,t-11} - X_{2,t-12}$$

Sehingga model akhir fungsi transfer multi *input* menjadi :

$$Y_t = Y_{t-1} - 232,53X_{1,t-13} + 232,53X_{1,t-14} - 2,89X_{2,t-3} + 8,11X_{2,t-4} + 5,22X_{2,t-5} + 2,62X_{2,t-11} - 2,62X_{2,t-12} + a_t - 0,65a_{t-1}$$

Sedangkan model fungsi transfer untuk meramalkan pendapatan bunga BCA adalah model fungsi transfer *single input* dengan deret *input* biaya dana yang telah memenuhi asumsi residual *white noise* dan berdistribusi normal. Adapun model akhir fungsi transfer *single input* untuk meramalkan pendapatan bunga BCA adalah

$$y_t = -0,003x_{1,t} + 0,805I_{AO}^{(33)} + a_t$$

dengan $y_t = Y_t - Y_{t-1}$

$$x_{1,t} = X_{1,t} - X_{1,t-1}$$

Tabel 7.
Peramalan Pendapatan Bunga dengan Model Fungsi Transfer (dalam Triliun Rupiah)

Obs	Pendapatan Bunga BRI	Pendapatan Bunga BCA
61	4,2466	2,1997
62	4,0524	2,0668
63	4,5468	2,1755
64	3,7824	2,1145
65	3,8857	2,1268
66	4,1072	2,0815
67	4,1993	2,1334
68	4,2058	2,0801
69	4,0880	2,0909
70	4,2244	2,0887
71	3,8765	2,0420
72	4,1703	2,0514

$$I_{AO}^{(33)} = \begin{cases} 1, & t = 33 \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$$

Sehingga model akhir fungsi transfer untuk meramalkan pendapatan bunga BCA menjadi

$$Y_t = Y_{t-1} - 0,003X_{1,t} + 0,003X_{1,t-1} + 0,805I_{AO}^{(33)} + a_t$$

Adapun hasil peramalan pendapatan bunga baik pada BRI maupun BCA dengan model fungsi transfer yang telah diperoleh ditampilkan pada Tabel 7.

Berdasarkan hasil tersebut, hasil peramalan bunga BRI dengan menggunakan fungsi transfer mengalami fluktuasi dan cenderung mengalami kenaikan sedangkan peramalan pendapatan bunga BCA cenderung mengalami penurunan.

D. Metode Neural Network

Untuk mendapatkan peramalan pendapatan bunga dengan metode *neural network* yang sesuai, maka *input* pada arsitektur *Feedforward Neural Network* (FFNN) menggunakan deret *input* pada metode fungsi transfer yang telah signifikan. Adapun data yang digunakan dalam metode ini merupakan data *in-sample*. Arsitektur terbaik untuk pendapatan bunga BRI menggunakan neuron sebanyak dua pada lapis tersembunyi. Hal ini dikarenakan nilai RMSE, MAPE dan sMAPE yang dihasilkan paling kecil sehingga model pendapatan bunga yang diperoleh untuk BRI adalah

$$y_t = -0,97 - 1,44f_1^h + 2,63f_2^h$$

dengan

$$y_t = \frac{Y_t - \bar{Y}}{sd(Y)}; f_1^h = \frac{1}{1 + e^{-f(z_1)}}; f_2^h = \frac{1}{1 + e^{-f(z_2)}};$$

$$f(z_1) = -0,64 - 9,51y_{t-1} + 7,60x_{1,t-12} - 2,56x_{1,t-14} + 7,18x_{2,t-2} - 1,28x_{2,t-4} + 4,01x_{2,t-5} - 2,58x_{2,t-11} + 3,28x_{2,t-12}$$

$$f(z_2) = 1,07 - 1,65y_{t-1} + 1,18x_{1,t-12} - 0,68x_{1,t-14} + 1,38x_{2,t-2} + 0,73x_{2,t-4} + 1,13x_{2,t-5} - 0,02x_{2,t-11} + 1,41x_{2,t-12}$$

Arsitektur terbaik untuk pendapatan bunga BCA menggunakan dua neuron pada lapis tersembunyi. Hal ini karena RMSE, MAPE dan sMAPE yang dihasilkan pada arsitektur tersebut paling kecil. Sehingga diperoleh model *neural network* untuk pendapatan bunga BRI sebagai berikut.

$$y_t = -0,68 - 0,68f_1^h + 1,82f_2^h$$

dengan

Tabel 8.
Peramalan Pendapatan Bunga dengan Model *Neural Network* (dalam Triliun Rupiah)

Obs	Pendapatan Bunga BRI	Pendapatan Bunga BCA
61	4,1420	2,1768
62	3,2047	2,1605
63	4,2828	2,1545
64	3,5350	2,1523
65	3,5494	2,1514
66	4,1200	2,1512
67	3,9443	2,1510
68	4,3713	2,1510
69	3,8551	2,1510
70	4,0485	2,1510
71	4,0094	2,1510
72	2,7613	2,1510

Tabel 8.
Kriteria *Out-sample* Pendapatan Bunga BRI

Bank	Metode	RMSE	MAPE	sMAPE
BRI	Fungsi Transfer	0,8956	0,1717	0,1491
	<i>Neural Network</i>	0,9439	0,1696	0,1665
BCA	Fungsi Transfer	0,2196	0,0728	0,0774
	<i>Neural Network</i>	0,1642	0,0560	0,0584

Berdasarkan model *neural network* yang telah diperoleh, hasil peramalan pendapatan bunga baik BRI maupun BCA ditampilkan pada Tabel

$$y_t = \frac{Y_t - \bar{Y}}{sd(Y_t)}; f_1^h = \frac{1}{1 + e^{-f(z_1)}}; f_2^h = \frac{1}{1 + e^{-f(z_2)}};$$

$$f(z_1) = -12,65 + 0,85y_{t-1} + 18,75x_{1,t} + 2,85x_{1,t-1};$$

$$f(z_2) = -0,05 + 2,87y_{t-1} + 3,88x_{1,t} - 3,32x_{1,t-1}.$$

Hasil peramalan pendapatan bunga menunjukkan bahwa pendapatan bunga BRI berfluktuasi dan cenderung mengalami kenaikan sedangkan pendapatan bunga BCA mengalami penurunan.

E. Perbandingan Ketepatan Peramalan

Setelah diperoleh model fungsi transfer dan *neural network* untuk pendapatan bunga baik BRI maupun BCA, dilakukan perbandingan ketepatan hasil peramalan berdasarkan kriteria *out-sample*. Hal ini bertujuan untuk memperoleh model yang sesuai dalam peramalan pendapatan bunga di Indonesia. Tabel 8 merupakan hasil kriteria *out-sample* pendapatan bunga BRI.

Berdasarkan kriteria *out-sample* pada Tabel 8 dapat diketahui bahwa peramalan pendapatan bunga BRI dengan menggunakan metode fungsi transfer menghasilkan nilai RMSE dan sMAPE paling kecil sedangkan peramalan pendapatan bunga BCA dengan metode *neural network* menghasilkan nilai RMSE, MAPE, dan sMAPE terkecil. Dengan demikian, metode yang paling sesuai untuk meramalkan pendapatan bunga BRI adalah metode fungsi transfer sedangkan metode *neural network* merupakan metode yang paling sesuai untuk meramalkan pendapatan bunga BCA.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Pendapatan bunga terbesar selama enam tahun diperoleh BRI untuk bank pemerintah sedangkan untuk bank swasta

pendapatan bunga terbesar diperoleh BCA. Dengan pendekatan metode fungsi transfer, variabel biaya dana dan LDR signifikan berkaitan dengan pendapatan bunga BRI sedangkan hanya biaya dana yang berkaitan dengan pendapatan bunga BCA. Berdasarkan ketepatan peramalan, metode yang paling sesuai untuk meramalkan pendapatan bunga BRI adalah fungsi transfer sedangkan *neural network* merupakan metode yang paling sesuai untuk meramalkan pendapatan bunga BCA.

Saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah menambahkan variabel lain yang mempengaruhi pendapatan bunga bank. Pada BCA, disarankan mengevaluasi strategi dalam pencapaian pendapatan bunga agar tidak mengalami penurunan pada pendapatan bunga.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andryani, R. (2004). *Pengaruh Biaya Dana Terhadap Pendapatan Bunga pada PT Bank Danamon Tbk*. Bandung: Universitas Islam bandung.
- [2] Nurmalasari, R. (2011). *Analisis Biaya Dana Terhadap Pendapatan Bunga*. Bandung: Universitas Komputer Indonesia.
- [3] Tommy, P. (2010). *Pengaruh Loan to Deposit Ratio (LDR) dan Suku Bunga Kredit terhadap Pendapatan Bunga pada PT BRI (Persero) Tbk Kantor Cabang Manado*. Manado: Universitas Sam Ratulangi.
- [4] Hidayat, I. P., & Hujaemah, H. (2009). Pengaruh Pemberian Kredit terhadap Loan to Deposit Ratio dan Dampaknya pada Pendapatan Bunga Bank. *Jurnal Akuntansi Vol 4*.
- [5] Yogabrata, R. A. (2010). *Peramalan Suku Bunga Sertifikat Bank Indonesia (SBI) Menggunakan Analisis Fungsi Transfer Multi Input dengan ARCH-GARCH*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- [6] Fitriah, L. N. (2009). *Analisis Fungsi Transfer Multi Input terhadap Debit Air Bendung Sampean Baru Kabupaten Bondowoso*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [7] Rokhimah. (2012). Pendekatan Fungsi Transfer Multi Input dan *Artificial Neural Network* untuk Meramalkan Inflasi Jawa Timur. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [8] Walpole, R. E. (1995). *Pengantar Statistika*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama. Bowerman, B., O'Connell, R., & Koehler, A. (2005). *Forecasting, Time Series and Regression an Applied Approach Fourth Edition*. USA: Brook/Cole: Thomson Learning, Inc.
- [9] Sumodiningrat, G. (1995). *Ekonometrika*. Yogyakarta: Andi Offset.
- [10] Gujarati, D. N. (2004). *Basic Econometrics, Fourth Edition*. New York: The McGraw-Hill.
- [11] Wei, W. W. (2006). *Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods* (2nd ed.). USA: Pearson Education, Inc.
- [12] Haykin, S. (1994). *Neural Networks : A Comprehensive Foundation*. New York: Macmillan College Publishing.
- [13] Sarle, W. S. (1994). *Neural Network and Statistical Models*. Cary, NC: SAS Institute Inc
- [14] Warsito, B. (2006). Perbandingan Model Feed Forward Neural Network dan Generalized Regression Neural Network pada data Nilai Tukar Yen terhadap Dolar AS. *Prosiding SPMIPA* (pp. 127-131). Semarang: Universitas Diponegoro.
- [15] Susilo, Y. S., Triandaru, S., & Santoso, A. T. (2006). *Bank & Lembaga Keuangan Lain*. Jakarta: Salemba Empat.
- [16] Dendawijaya, L. (2009). *Manajemen Perbankan, Edisi Kedua*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- [17] Siamat, D. (1993). *Manajemen Bank Umum*. Jakarta: Intermedia.
- [18] Kasmir. (2008). *Bank dan Lembaga Keuangan Lainnya*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- [19] Sipatuhar, M. A. (2007). *Persoalan-persoalan Perbankan Indonesia*. Jakarta: Praninta Jaya Mandiri.