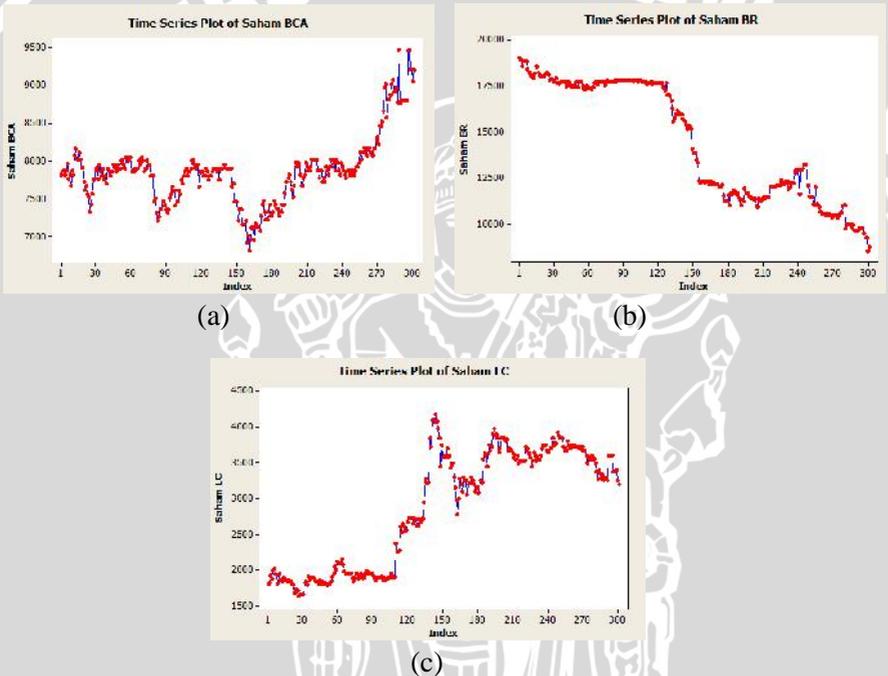


## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Pemodelan ARIMA

#### 4.1.1 Plot Data

Plot data sebagai langkah awal pemodelan Neuro-GARCH, bertujuan untuk mengamati secara deskriptif karakteristik dari harga saham. Plot ketiga data disajikan pada Gambar 4.1 sebagai berikut:

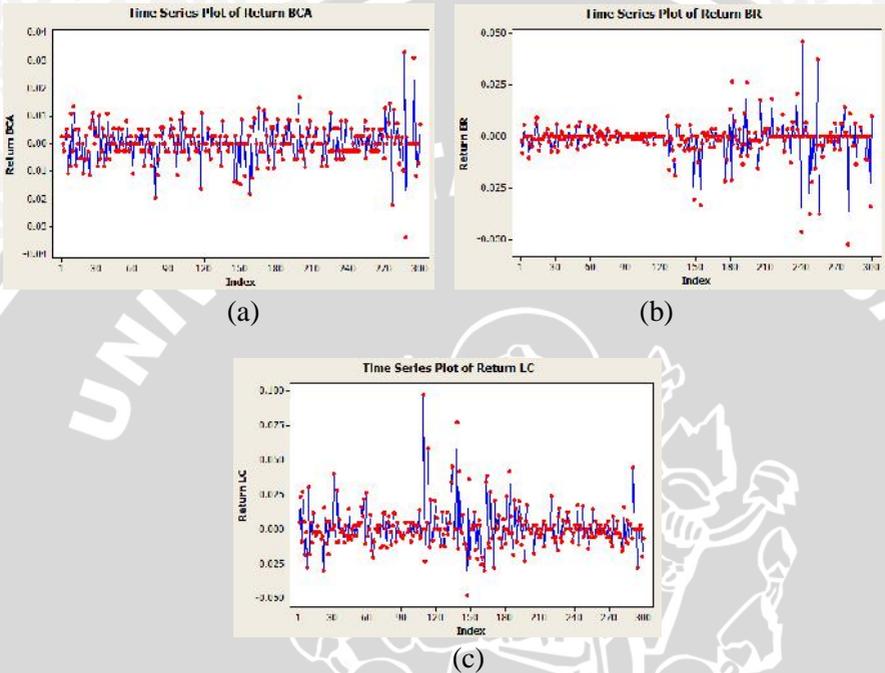


Gambar 4.1 Plot Data Saham

(a) Bank Central Asia (b) Bayan Resources (c) Lippo Cikarang

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa ketiga data saham memiliki fluktuasi yang beragam. Secara deskriptif Gambar 4.1a menunjukkan bahwa pada awal penelitian data saham BCA cenderung konstan, kemudian meningkat di akhir penelitian. Gambar 4.1b menunjukkan trend turun dari saham Bayan Resources, sedangkan Gambar 4.1c menunjukkan saham Lippo Cikarang mengalami trend naik.

Penelitian dilanjutkan dengan membuat plot *return* dari ketiga data. Data *return* didapatkan dari substitusi data saham ke dalam Persamaan 2.21. Plot *return* dari ketiga saham sabagai berikut:



Gambar 4.2 Plot Data *Return* Saham

(a) Bank Central Asia (b) Bayan Resources (c) Lippo Cikarang

Data *return* dapat menunjukkan naik turunnya harga saham sebagai bentuk kausal dan mekanisme pasar modal (Situngkir, 2004), sehingga fluktuasi harga saham akan terlihat secara jelas. Plot *return* pada Gambar 4.2 menunjukkan bahwa nilai *return* bertanda positif bila terjadi kenaikan harga saham dan bertanda negatif bila terjadi penurunan harga saham.

#### 4.1.2 Stasioneritas Data *Return*

Pemodelan ARIMA mewajibkan bahwa data yang digunakan memenuhi asumsi stasioneritas. Maka dari itu pemeriksaan stasioneritas data *return* perlu dilakukan. Pemeriksaan stasioneritas dilakukan terhadap ragam melalui *Transformasi Box-Cox* dan terhadap rata-rata melalui uji ADF.

Data dikatakan stasioner terhadap ragam apabila nilai lambda hasil transformasi Box-Cox bernilai  $\pm 1$ . Hasil transformasi Box-Cox dapat dilihat pada lampiran 2 dan diringkas pada Tabel 4.1 sebagai berikut:

Tabel 4.1 Hasil Transformasi Box-Cox

Saham	Nilai lambda	Kesimpulan
BCA	1.00	Stasioner
Bayan Resources	1.00	Stasioner
Lippo Cikarang	1.00	Stasioner

Sedangkan pemeriksaan stasioneritas terhadap rata-rata dilakukan menggunakan uji ADF. Hipotesis nol dari uji ADF yaitu data tidak stasioner, sehingga jika nilai- $p < (5\%)$  dapat diputuskan bahwa  $H_0$  ditolak yang berarti data telah stasioner terhadap rata-rata. Hasil uji ADF dapat dilihat pada lampiran 3 dan diringkas pada tabel 4.:

Tabel 4.2 Stasioneritas terhadap Rata-rata

Saham	Nilai-p	Kesimpulan
BCA	0.0000	Stasioner
Bayan Resources	0.0000	Stasioner
Lippo Cikarang	0.0000	Stasioner

Berdasarkan Tabel 4.1 dan Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa ketiga data saham telah stasioner terhadap ragam dan rata-rata.

#### 4.1.3 Identifikasi Model ARIMA

Data yang telah stasioner terhadap ragam dan rata-rata dapat langsung diidentifikasi model ARIMA melalui plot ACF dan PACF. Identifikasi model ARIMA dilakukan untuk menentukan ordonya. Ordo ini didapatkan dari banyaknya lag, dari 3 lag pertama, yang keluar dari batas  $0 \pm 2/\sqrt{n}$ . Plot ACF dan PACF dapat dilihat pada lampiran 4 dan diringkas pada tabel berikut:

Tabel 4.3 Identifikasi Model ARIMA

Saham	Banyaknya lag yang keluar		Model tentatif
	Plot ACF	Plot PACF	
BCA	1	1	AR(1), MA(1), ARMA(1,1)
Bayan Resources	1	1	AR(1), MA(1), ARMA(1,1)
Lippo Cikarang	1	1	AR(1), MA(1), ARMA(1,1)

#### 4.1.4 Pendugaan Parameter Model ARIMA

Setelah didapatkan model tentatif, maka langkah selanjutnya adalah melakukan pendugaan parameter model dan uji signifikansi. Hasil pendugaan parameter model dan uji signifikansi dapat dilihat pada lampiran 5 dan diringkas pada Tabel 4.4 sebagai berikut:

Tabel 4.4 Pendugaan Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model ARIMA

Saham	Parameter	Koefisien	Nilai p	Keterangan
BCA	$(\hat{\alpha}_1)$	-0.241260	0,000	Signifikan
	$(\hat{\beta}_1)$	-0.250345	0,000	Signifikan
	$(\hat{\alpha}_1, \hat{\beta}_1)$	-0.046580	0,8413	Tidak signifikan
	$(\hat{\alpha}_1, \hat{\beta}_1)$	-0.205155	0,3682	Tidak signifikan
Bayan Resources	$(\hat{\alpha}_1)$	-0.211305	0,0002	Signifikan
	$(\hat{\beta}_1)$	-0.185660	0,0012	Signifikan
	$(\hat{\alpha}_1, \hat{\beta}_1)$	-0.441717	0,0644	Tidak signifikan
	$(\hat{\alpha}_1, \hat{\beta}_1)$	0.240735	0,3480	Tidak signifikan
Lippo Cikarang	$(\hat{\alpha}_1)$	-0.132816	0,0214	Signifikan
	$(\hat{\beta}_1)$	-0.124442	0,0311	Signifikan
	$(\hat{\alpha}_1, \hat{\beta}_1)$	-0.721812	0,0008	Signifikan
	$(\hat{\alpha}_1, \hat{\beta}_1)$	0.622778	0,0105	Signifikan

Berdasarkan Tabel 4.4 dapat dilihat bahwa untuk saham BCA dan Bayan Resources, model tentatif yang signifikan adalah model AR (1) dan MA (1), sedangkan untuk saham Lippo Cikarang ketiga model tentatif telah signifikan. Oleh karena model tentatif yang terbentuk masih lebih dari 1, maka dilakukan pemilihan model terbaik melalui nilai AIC terkecil. Hasil perhitungan nilai AIC dapat dilihat pada lampiran 5 dan diringkas pada tabel 4.5 berikut:

Tabel 4.5 Nilai AIC dari Model Tentatif ARIMA

Saham	Model ARIMA	Nilai AIC	Model Terbaik
BCA	AR (1)	-7.215336	AR (1)
	MA (1)	-7.219751	
Bayan Resources	AR (1)	-6.613248	MA (1)
	MA (1)	-6.610641	
Lippo Cikarang	AR (1)	-5.580211	AR (1)
	MA (1)	-5.582116	
	ARMA (1,1)	-5.580912	

Berdasarkan Tabel 4.5, maka model yang terbentuk dari masing-masing model adalah sebagai berikut:

a. BCA, model AR (1):

$$Z_t = -0,241260 Z_{t-1} + e_t$$

b. Bayan Resources, model MA (1):

$$Z_t = -0,185660 e_{t-1} + e_t$$

c. Lippo Cikarang, model AR(1):

$$Z_t = -0.132816 Z_{t-1} + e_t$$

Informasi yang didapatkan dari ketiga model tersebut adalah:

1. Rata-rata *return* saham BCA periode ke- $t$  dipengaruhi oleh  $-0.24126$  rata-rata *return* saham BCA periode ke  $t-1$ .
2. Rata-rata *return* saham Bayan Resources periode ke- $t$  dipengaruhi oleh kesalahan rata-rata *return* saham ke  $t-1$  sebesar  $-0.18566$ .
3. Rata-rata *return* saham Lippo Cikarang ke- $t$  dipengaruhi oleh  $-0.132816$  rata-rata *return* saham Lippo Cikarang periode ke  $t-1$ .

## 4.2 Pemodelan GARCH

### 4.2.1 Pengujian Afek GARCH

Pengujian efek GARCH dapat dilakukan menggunakan uji *Lagrange Multiplier* (LM). Hipotesis uji LM adalah sebagai berikut:

$H_0$  : homoskedastis      *vs*

$H_1$  : heteroskedastis (ada efek GARCH).

Statistik uji yang digunakan pada uji LM sesuai dengan Persamaan 2.23. Hasil uji LM dapat dilihat pada lampiran 6 dan diringkas pada Tabel 4.6 berikut:

Tabel 4.6 Pengujian Efek GARCH

Saham	TR <sup>2</sup>	Uji Efek GARCH $\frac{TR^2}{n} > \frac{5.0(36)}{20,000}$	Kesimpulan
BCA	73,80016	49,8026	Ada efek GARCH
Bayan Resources	64.87924	49,8026	Ada efek GARCH
Lippo Cikarang	63.75723	49,8026	Ada efek GARCH

Tabel 4.6 menunjukkan bahwa nilai  $TR^2 > 2$  sehingga  $H_0$  ditolak. Jadi dapat disimpulkan bahwa dalam model ketiga saham tersebut terdapat unsur heteroskedastis.

#### 4.2.2 Identifikasi Model GARCH

Sama halnya dengan pemodelan ARIMA, identifikasi model GARCH dapat dilakukan dengan melihat plot ACF dan PACF model. Berdasarkan plot ACF dan PACF yang terdapat pada lampiran 5, terdapat 1 lag dari 3 lag pertama yang keluar dari batas  $0 \pm 2/\sqrt{n}$ , sehingga ordo untuk model GARCH pada ketiga data saham tersebut adalah 1. Hasilnya diringkas pada Tabel 4.7 berikut:

Tabel 4.7 Identifikasi Model GARCH

Saham	Banyaknya lag yang keluar		Model tentatif
	Plot ACF	Plot PACF	
BCA	1	1	ARCH (1), GARCH (1,1)
Bayan Resources	1	1	ARCH (1), GARCH (1,1)
Lippo Cikarang	1	1	ARCH (1), GARCH (1,1)

#### 4.2.3 Pendugaan Parameter Model GARCH

Hasil uji signifikansi ketiga saham diringkas ke dalam Tabel 4.8 sebagai berikut:

Tabel 4.8 Uji Signifikansi Parameter Model GARCH

Saham	Parameter	Nilai-p	Keterangan
BCA	$\alpha_1$	0.0406	Signifikan
	$\beta_1$	0.0046	Signifikan
	$\alpha_2$	0.0000	

Saham	Parameter	Nilai-p	Keterangan
Bayan Resources		0.0220	Signifikan
		0.0000	
		0.0000	Signifikan
Lippo Cikarang		0.2700	Tidak signifikan
		0.0195	Signifikan
		0.0000	

Berdasarkan Tabel 4.8 dapat dilihat bahwa untuk saham BCA dan Bayan Resources, model tentatif ARCH (1) dan GARCH (1,1) telah signifikan, sedangkan untuk saham Lippo Cikarang hanya model GARCH (1,1) yang signifikan. Oleh karena model tentatif yang terbentuk masih lebih dari 1, maka dilakukan pemilihan model terbaik melalui nilai AIC terkecil. Hasil perhitungan nilai AIC dapat dilihat pada lampiran 7 dan diringkas pada Tabel 4.9 berikut:

Tabel 4.9 Nilai AIC dari Model Tentatif GARCH

Saham	Model GARCH	Nilai AIC	Model Terbaik
BCA	ARCH (1)	-7.296854	GARCH (1,1)
	GARCH (1,1)	-7.272484	
Bayan Resources	ARCH (1)	-6.656990	GARCH (1,1)
	GARCH (1,1)	-6.533917	
Lippo Cikarang	GARCH (1,1)	-5.618013	GARCH (1,1)

Sedangkan pendugaan parameter untuk masing-masing saham adalah sebagai berikut:

#### 4.2.3.1 Saham BCA

Pendugaan parameter untuk saham BCA dapat dilihat pada lampiran 7 dan diringkas pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Pendugaan Parameter GARCH (1,1) Saham BCA

Parameter	Koefisien	Nilai-p
	-0.216362	0.0014
	0.00000239	0.0365
	<b>0.081719</b>	0.0046
	<b>0.869058</b>	0.0000

Tabel 4.10 menunjukkan bahwa keempat parameter memiliki nilai- $p < \alpha$  (0.05) yang berarti semua parameter berpengaruh terhadap model. Maka model GARCH (1,1) yang terbentuk sebagai berikut:

$$Z_t = -0.216362 Z_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$\sigma_t^2 = 0.00000239 + 0.869058 \sigma_{t-1}^2 + 0.081719 \varepsilon_{t-1}^2$$

Informasi yang didapatkan dari model GARCH (1,1) tersebut adalah rata-rata *return* saham BCA dipengaruhi oleh -0.216362 rata-rata *return* saham satu periode yang lalu, sedangkan ragam sisaan ke- $t$  dipengaruhi oleh rata-rata ragam bersyarat sebesar 0.00000239, 0.081719 kuadrat sisaan ke  $t-1$  dan 0.869058 ragam sisaan  $t-1$ .

#### 4.2.3.2 Saham Bayan Resources

Berikut ini ringkasan hasil pendugaan parameter GARCH(1,1) untuk saham Bayan Resources:

Tabel 4.11 Pendugaan Parameter GARCH (1,1)  
Saham Bayan Resources

Parameter	Koefisien	Nilai-p
$\alpha_1$	-0.245337	0.0000
$\alpha_2$	$2.74 \times 10^{-8}$	0.4971
$\beta_1$	<b>0.154820</b>	0.0000
$\beta_2$	<b>0.895608</b>	0.0000

Tabel 4.11 menunjukkan bahwa parameter  $\alpha_0$  tidak memiliki pengaruh yang nyata terhadap model, hal ini terlihat dari nilai- $p > (0.05)$ . Maka model GARCH (1,1) yang terbentuk sebagai berikut:

$$Z_t = -0.245337 \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$\sigma_t^2 = 0.895608 \sigma_{t-1}^2 + 0.154820 \varepsilon_{t-1}^2$$

Berdasarkan model yang terbentuk, dapat diinterpretasikan bahwa rata-rata *return* saham Bayan Resources ke- $t$  dipengaruhi oleh -0.245337 rata-rata *return* saham pada waktu ke  $t-1$ , sedangkan ragam sisaan pada waktu ke- $t$  dipengaruhi oleh 0.154820 kuadrat sisaan pada waktu ke  $t-1$  dan 0.895608 ragam sisaan pada waktu  $t-1$ .

### 4.2.3.3 Saham Lippo Cikarang

Berikut ini ringkasan hasil pendugaan parameter GARCH(1,1) untuk saham Lippo Cikarang:

Tabel 4.12 Pendugaan Parameter GARCH (1,1)  
Saham Lippo Cikarang

Parameter	Koefisien	Nilai-p
$\alpha_1$	-0.130505	0.0000
$\alpha_2$	0.000034	0.0085
$\beta_1$	<b>0.081825</b>	0.0195
$\beta_2$	<b>0.763870</b>	0.0000

Hasil pengujian berdasarkan Tabel 4.12 menunjukkan bahwa keempat parameter memiliki nilai-p < (0.05). Maka model GARCH (1,1) yang terbentuk adalah:

$$Z_t = -0.245337Z_{t-1} + \varepsilon_t$$
$$\sigma_t^2 = 0.000034 + 0.895608 \sigma_{t-1}^2 + 0.154820 \varepsilon_{t-1}^2$$

Berdasarkan model yang terbentuk, dapat diinterpretasikan bahwa rata-rata *return* saham Lippo Cikarang ke- $t$  dipengaruhi oleh -0.130505 rata-rata *return* saham pada waktu ke  $t-1$ , sedangkan ragam sisaan pada waktu ke- $t$  dipengaruhi oleh 0.000034 rata-rata ragam bersyarat, 0.154820 kuadrat sisaan pada waktu ke  $t-1$  dan 0.895608 ragam sisaan pada waktu  $t-1$ .

## 4.3 Pemodelan ANN

### 4.3.1 Normalisasi data

Data pada ANN perlu dilakukan normalisasi agar dapat masuk dalam selang fungsi aktivasi yang digunakan yaitu *sigmoid bipolar* dengan selang antara -1 dan 1. Normalisasi dilakukan dengan persamaan (2.34).

### 4.3.2 Penentuan Arsitektur Jaringan

Penelitian ini menggunakan jaringan yang mempunyai banyak lapisan untuk mengolah data saham, sehingga arsitektur yang digunakan adalah *multilayer perceptron*. Jumlah unit pada lapisan *input* yang digunakan sebanyak 5 untuk setiap data. Struktur *input* yang digunakan sesuai dengan Tabel 4.13 sebagai berikut:

Tabel 4.13 Struktur Data ANN

<i>Input</i>					Target
P1	P2	P3	P4	P5	
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...

*Input* P1 – P5 merupakan *return* harian dari data saham. P1 merupakan *return* saham pada hari senin, P2 hari selasa, P3 hari rabu, P4 hari kamis, dan P5 hari jumat. Sedangkan target merupakan *return* untuk hari senin pada minggu kedua, dan P1 kembali diisi dengan *return* hari selasa pada minggu pertama, begitu seterusnya.

Jumlah *hidden layer* yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak satu lapisan dengan jumlah unit yaitu 5, 10, 15, 20, dan 25 unit untuk setiap data. Penentuan jumlah unit *hidden layer* ini sesuai dengan penelitian oleh Hakim (2012) yang menggunakan jumlah unit *hidden layer* yang sama. Sehingga arsitektur jaringan yang terbentuk adalah sebagai berikut:

Tabel 4.14 Struktur Arsitektur Jaringan Model ANN

Bank Central Asia <i>Input-unit hidden-output</i>	Bayan Resources <i>Input-unit hidden-output</i>	Lippo Cikarang <i>Input-unit hidden-output</i>
5-5-1	5-5-1	5-5-1
5-10-1	5-10-1	5-10-1
5-15-1	5-15-1	5-15-1
5-20-1	5-20-1	5-20-1
5-25-1	5-25-1	5-25-1

Arsitektur yang digunakan pada Tabel 4.14 selanjutnya diuji menggunakan parameter-parameter *input* dalam *training* dan *testing*. Parameter-parameter tersebut adalah:

Tabel 4.15 Inisialisasi Parameter Model ANN

Parameter	Nilai uji
<i>Maksimum epochs</i> (iterasi)	10000
<i>MSE training</i> dan <i>testing</i>	0.0001
<i>Learning rate</i> ( )	0.05
Metode	<i>Trainbfg</i>

Proses *training* akan berhenti ketika MSE jaringan mendekati atau bahkan lebih kecil daripada MSE yang ditentukan, atau jika jumlah *epoch* telah mencapai batas maksimal dari iterasi yang ditentukan.

Fungsi aktivasi yang digunakan pada jaringan ini yaitu *tansig* (sigmoid bipolar) pada *hidden layer*, dan *purelin* (linier) pada lapisan *output*.

### 4.3.3 Pola Training dan Testing

Subbab 2.10 telah menjelaskan bahwa pembagian data *training* dan *testing* sebanyak 80% dan 20%. Pada masing-masing data saham, banyaknya data *return* dan data volatilitas yang digunakan yaitu 301, maka didapatkan data *training* sebanyak 241 dan data *testing* sebanyak 60. Pola data *training* dan *testing* dapat dilihat pada lampiran 8.

### 4.3.4 Peramalan dengan ANN

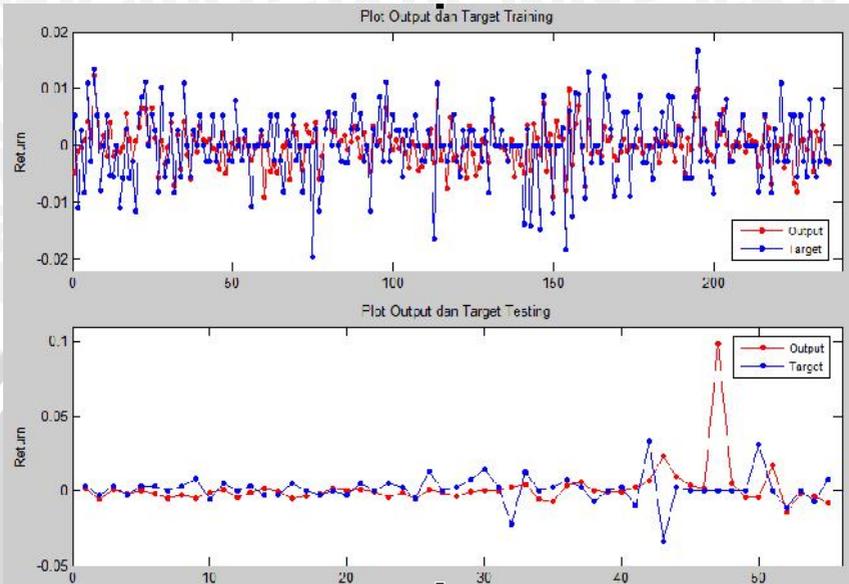
#### 4.3.4.1 Data Return dan Volatilitas Saham BCA

Model ANN yang dibentuk berdasarkan Tabel 4.14 adalah (5-5-1), (5-10-1), (5-15-1), (5-20-1), dan (5-25-1). Hasil proses *training* dan *testing* model terbaik untuk data *return* saham BCA dapat dilihat pada lampiran 9 dan diringkas pada Tabel 4.16 berikut:

Tabel 4.16 MAD dan MSE Hasil *Training* dan *Testing*  
Data Return Saham BCA

Jumlah unit lapisan	MAD		MSE	
	<i>Training</i>	<i>Testing</i>	<i>Training</i>	<i>Testing</i>
5-5-1	3.91E-03	0.006029	2.57E-05	1.02E-04
5-10-1	2.71E-03	0.008192	1.47E-05	1.39E-04
5-15-1	2.05E-03	0.012014	9.21E-06	5.95E-04
5-20-1	1.39E-03	0.011104	4.93E-06	2.49E-04
5-25-1	9.77E-04	0.01231	3.20E-06	3.11E-04

Model terbaik dipilih dari nilai MSE dan MAD *testing* terkecil. Berdasarkan Tabel 4.16 maka model terbaik yaitu model dengan lapisan unit 5-5-1 dengan MSE *testing* sebesar 1.02E-04 dan MAD sebesar 0.006029. Plot data *return* hasil *training* dan *testing* model ANN terbaik ditunjukkan pada Gambar 4.3 berikut:



Gambar 4.3 Plot *Output* (Ramalan) dan Target Data *Return* BCA

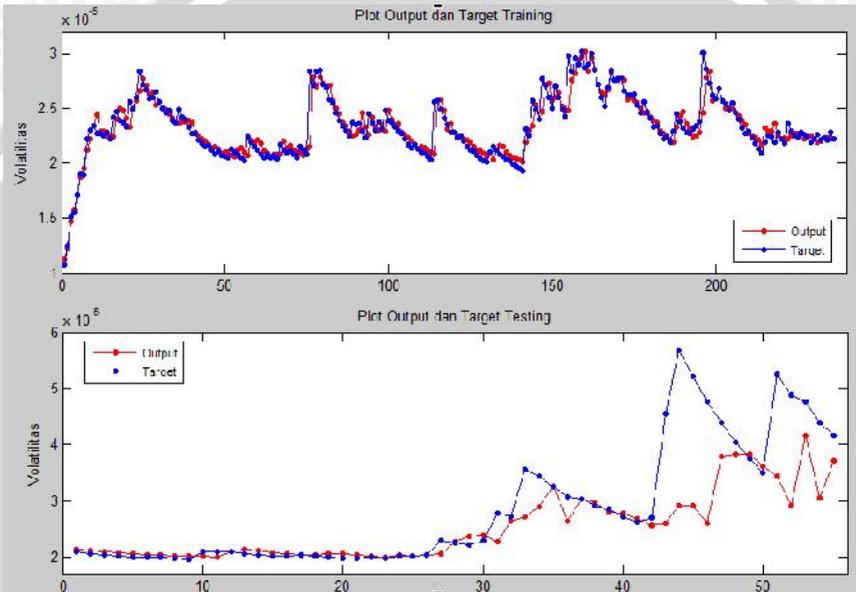
Berdasarkan Gambar 4.3 dapat dilihat bahwa pada tahap *training*, plot *output* dan target mempunyai hasil yang cukup baik terbukti dari pola yang berhimpit. Sedangkan pada tahap *testing*, *output* mempunyai pola yang berbeda dengan target. Hal ini berarti ramalan yang dihasilkan belum cukup akurat.

Model ANN yang dibentuk untuk data volatilitas (ragam) dengan jumlah lapisan *input*, unit *hidden layer*, dan lapisan *output* adalah (5-5-1), (5-10-1), (5-15-1), (5-20-1), dan (5-25-1). Hasil *training* dan *testing* model terbaik untuk data volatilitas dapat dilihat pada lampiran 9 dan diringkas pada Tabel 4.17 berikut:

Tabel 4.17 MAD dan MSE Hasil *Training* dan *Testing* Data Volatilitas Saham BCA

Jumlah unit lapisan	MAD		MSE	
	<i>Training</i>	<i>Testing</i>	<i>Training</i>	<i>Testing</i>
5-5-1	6.46E-07	5.03E-06	1.06E-12	6.01E-11
5-10-1	4.91E-07	6.54E-06	7.18E-13	9.32E-11
5-15-1	4.72E-07	4.23E-05	6.38E-13	9.55E-09
5-20-1	3.65E-07	1.32E-04	3.94E-13	4.12E-08
5-25-1	3.28E-07	1.61E-04	3.68E-13	9.02E-08

Berdasarkan Tabel 4.17, model terbaik untuk data volatilitas saham BCA yaitu model dengan lapisan unit 5-5-1 dengan MSE sebesar  $6.01E-11$  dan MAD sebesar  $5.03E-06$ . Plot data volatilitas hasil *training* dan *testing* model ANN terbaik adalah sebagai berikut:



Gambar 4.4 Plot *Output* (Ramalan) dan Target Data Volatilitas BCA

Berdasarkan Gambar 4.4 dapat dilihat bahwa pada tahap *training*, plot *output* dan target data volatilitas saham BCA mempunyai hasil yang baik terbukti dari pola yang berhimpit. Sedangkan pada tahap *testing*, *output* mempunyai pola yang berbeda dengan target. Hal ini berarti ramalan yang dihasilkan masih belum akurat.

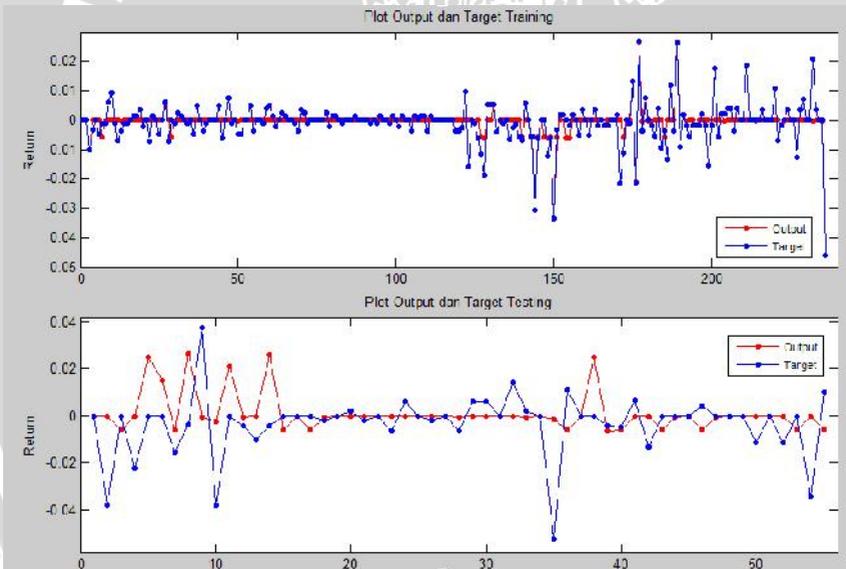
#### 4.3.4.2 Data Return dan Volatilitas Saham Bayan Resources

Model ANN yang dibentuk berdasarkan Tabel 4.14 dengan jumlah lapisan *input*, unit *hidden layer*, dan lapisan *output* berturut-turut adalah (5-5-1), (5-10-1), (5-15-1), (5-20-1), dan (5-25-1). Hasil proses *training* dan *testing* model terbaik untuk data *return* saham Bayan Resources dapat dilihat pada lampiran 9 dan diringkas pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 MAD dan MSE Hasil *Training* dan *Testing*  
Data *Return* Saham Bayan Resources

Jumlah unit lapisan	MAD		MSE	
	<i>Training</i>	<i>Testing</i>	<i>Training</i>	<i>Testing</i>
5-5-1	2.58E-03	0.011459	2.02E-05	2.55E-04
5-10-1	2.21E-03	0.016257	1.27E-05	6.05E-04
5-15-1	1.74E-03	0.020153	8.43E-06	9.15E-04
5-20-1	1.16E-03	0.060715	6.04E-06	9.28E-03
5-25-1	1.69E-03	0.020748	7.12E-06	1.29E-03

Berdasarkan Tabel 4.18 maka model terbaik yaitu model dengan lapisan unit 5-5-1 dengan MSE sebesar 2.55E-04 dan MAD sebesar 0.011459. Plot data *return* saham Bayan Resources hasil *training* dan *testing* model ANN terbaik ditunjukkan pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Plot *Output* (Ramalan) dan Target Data *Return* Bayan R.

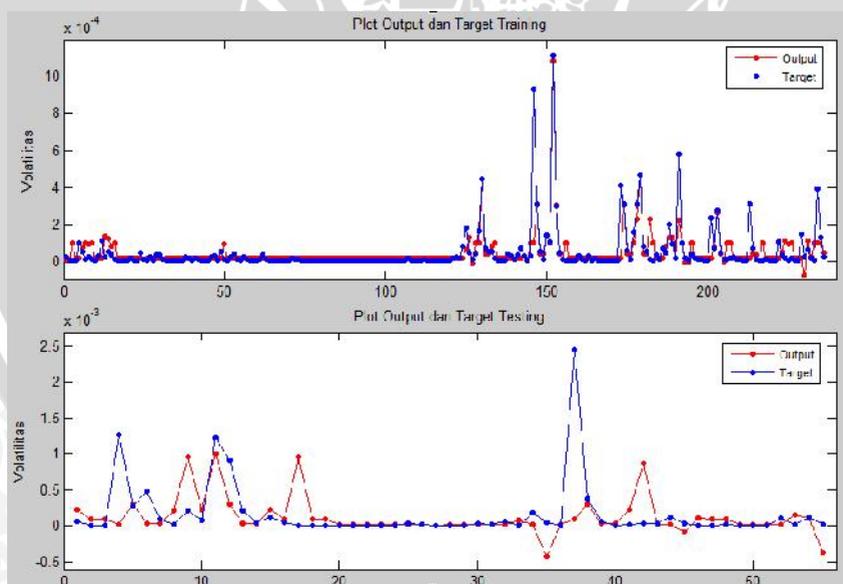
Plot *training* dan *testing* pada saham Bayan Resources ini mempunyai kesimpulan yang sama dengan plot *training* dan *testing* pada saham BCA, yaitu tahap *training* cukup baik karena *output* mengikuti pola target. Sedangkan pada tahap *testing*, *output* mempunyai pola yang berbeda dengan target. Hal ini berarti ramalan yang dihasilkan masih belum akurat.

Model ANN yang dibentuk untuk data volatilitas saham Bayan Resources dengan jumlah lapisan *input*, unit *hidden layer*, dan lapisan *output* adalah (5-5-1), (5-10-1), (5-15-1), (5-20-1), dan (5-25-1). Hasil *training* dan *testing* model terbaik untuk data volatilitas dapat dilihat pada lampiran 9 dan diringkas pada Tabel 4.19 berikut:

Tabel 4.19 MAD dan MSE Hasil *Training* dan *Testing*  
Data Volatilitas Saham Bayan Resources

Jumlah unit lapisan	MAD		MSE	
	<i>Training</i>	<i>Testing</i>	<i>Training</i>	<i>Testing</i>
5-5-1	3.42E-05	2.19E-04	6.52E-09	1.95E-07
5-10-1	2.18E-05	2.69E-03	2.20E-09	2.90E-05
5-15-1	2.03E-05	9.05E-03	1.84E-09	3.38E-04
5-20-1	1.38E-05	5.33E-03	1.03E-09	1.90E-04
5-25-1	1.19E-05	9.36E-02	1.04E-09	1.97E-02

Berdasarkan Tabel 4.19, model terbaik untuk data volatilitas saham Bayan Resources yaitu model dengan lapisan unit 5-5-1 dengan MSE sebesar 1.95E-07 dan MAD sebesar 2.19E-04. Plot data volatilitas saham Bayan Resources hasil *training* dan *testing* model ANN terbaik adalah sebagai berikut:



Gambar 4.6 Plot *Output* (Ramalan) dan Target Data Volatilitas Bayan R

Berdasarkan Gambar 4.6 dapat dilihat bahwa pada tahap *training*, plot *output* dan target data volatilitas saham Bayan Resources mempunyai hasil yang baik terbukti dari pola yang berhimpit. Sedangkan pada tahap *testing* terdapat beberapa titik dari pola *output* yang tidak mengikuti pola target. Hal ini berarti ramalan yang dihasilkan masih belum akurat.

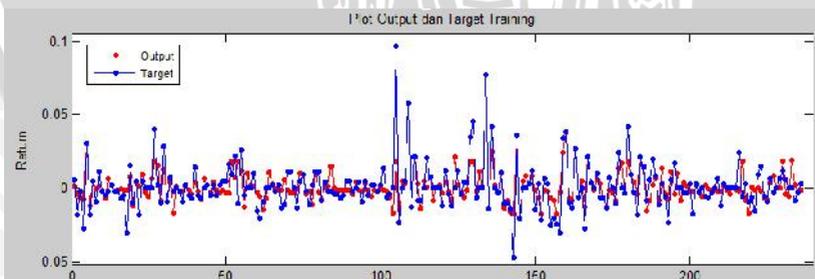
#### 4.3.4.3 Data Return dan Volatilitas Saham Lippo Cikarang

Model ANN yang dibentuk berdasarkan Tabel 4.14 dengan jumlah lapisan *input*, unit *hidden layer*, dan lapisan *output* berturut-turut adalah (5-5-1), (5-10-1), (5-15-1), (5-20-1), dan (5-25-1). Hasil *training* dan *testing* model terbaik untuk data *return* saham Bayan resources dapat dilihat pada lampiran 9 dan diringkas pada Tabel 4.20.

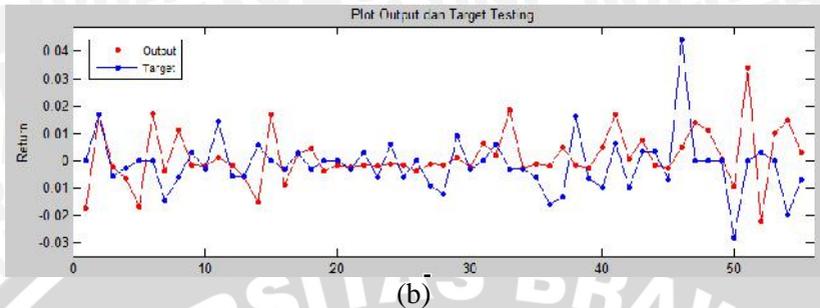
Tabel 4.20 MAD dan MSE Hasil *Training* dan *Testing* Data Return Saham Lippo Cikarang

Jumlah unit lapisan	MAD		MSE	
	<i>Training</i>	<i>Testing</i>	<i>Training</i>	<i>Testing</i>
5-5-1	0.007722	0.007844	1.71E-04	2.43E-04
5-10-1	0.007220	0.009804	1.19E-04	1.82E-04
5-15-1	0.005268	0.024138	8.44E-05	2.67E-03
5-20-1	0.003419	0.027875	4.10E-05	3.08E-03
5-25-1	0.002522	0.019117	2.16E-05	1.75E-03

Berdasarkan Tabel 4.20 maka model terbaik yaitu model dengan lapisan unit 5-10-1 dengan MSE sebesar 1.82E-04 dan MAD sebesar 0.009804. Plot data *return* saham Lippo Cikarang hasil *training* dan *testing* model ANN terbaik ditunjukkan pada Gambar 4.7 berikut:



(a)



Gambar 4.7 Plot *Output* (Ramalan) dan Target Data *Return* Lippo C.

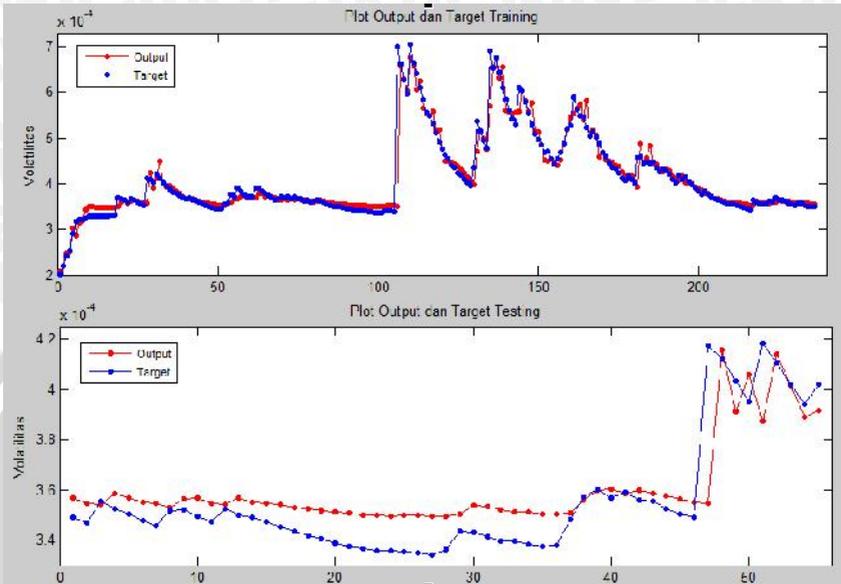
Plot *output* (ramalan) dan target pada saham Lippo Cikarang ini mempunyai kesimpulan yang sama dengan plot *output* dan target pada dua saham sebelumnya, yaitu tahap *training* sudah cukup baik karena pola *output* mampu mengikuti pola target. Sedangkan pada tahap *testing*, terdapat beberapa titik pada *output* yang tidak mengikuti pola target. Hal ini berarti ramalan yang dihasilkan masih belum akurat.

Model ANN yang dibentuk untuk data volatilitas saham Lippo Cikarang dengan jumlah lapisan *input*, unit *hidden layer*, dan lapisan *output* adalah (5-10-1), (5-15-1), (5-20-1), (5-25-1) dan (5-30-1). Hasil proses *training* dan *testing* model terbaik untuk data volatilitas saham Lippo Cikarang dapat dilihat pada lampiran 9 dan diringkas pada Tabel 4.21 berikut:

Tabel 4.21 MAD dan MSE Hasil *Training* dan *Testing*  
Data Volatilitas Saham Lippo Cikarang

Jumlah unit lapisan	MAD		MSE	
	<i>Training</i>	<i>Testing</i>	<i>Training</i>	<i>Testing</i>
5-5-1	1.15E-05	6.92E-06	7.96E-10	1.68E-10
5-10-1	1.03E-05	1.65E-05	4.37E-10	1.61E-09
5-15-1	9.56E-06	3.31E-05	2.87E-10	5.26E-09
5-20-1	3.96E-06	6.42E-05	6.36E-11	3.24E-08
5-25-1	2.98E-06	1.40E-03	3.67E-11	9.21E-06

Berdasarkan Tabel 4.21, model terbaik untuk data volatilitas saham Lippo Cikarang yaitu model dengan lapisan unit 5-5-1 dengan MSE sebesar 1.68E-10 dan MAD sebesar 6.92E-06. Plot data volatilitas hasil *training* dan *testing* model ANN terbaik adalah sebagai berikut:



Gambar 4.8 Plot *Output* (Ramalan) dan Target Data Volatilitas Lippo C.

Berdasarkan Gambar 4.8 dapat dilihat bahwa pada tahap *training*, plot *output* dan target data volatilitas saham Lippo Cikarang mempunyai pola yang berhimpit atau bahkan sama. Sedangkan pada tahap *testing*, plot *output* mempunyai pola yang mirip dengan target, namun masih berbeda di beberapa titik.

## 4.4 Pemodelan Neuro-GARCH

### 4.4.1 Penentuan Arsitektur Jaringan

Pemodelan Neuro-GARCH ini menggunakan jaringan yang mempunyai banyak lapisan, sehingga arsitektur yang digunakan adalah *multilayer perceptron*. Jumlah lapisan *input* yang digunakan diambil dari banyaknya variabel yang terbentuk dari model GARCH (1,1). Berdasarkan model GARCH didapatkan *mean* model yang digunakan untuk memodelkan data *return* dan *varian* model yang digunakan untuk memodelkan data volatilitas.

Berdasarkan model GARCH (1,1), didapatkan *mean* model untuk saham BCA yaitu model AR(1) sehingga jumlah lapisan *input* yang digunakan sebanyak 2 unit yaitu  $Z_{t-1}$ , dan  $\varepsilon_t$ , dan sebagai target yaitu  $Z_t$ . Sedangkan *varian* model yaitu GARCH (1,1) sehingga jumlah lapisan *input* yang digunakan sebanyak 2 unit yaitu  $\sigma_{t-1}^2$  dan  $\varepsilon_{t-1}^2$ , dan

sebagai target yaitu  $\sigma_t^2$ . Maka struktur *input* Neuro-GARCH yang digunakan untuk data saham BCA, sesuai dengan Tabel 4.24 adalah sebagai berikut:

Tabel 4.22 Struktur *Input* Data Saham BCA

Input return	Target return	Input Volatilitas	Target Vol
$\frac{1}{\sigma_{t-1}^2} \frac{1}{\sigma_{t-1}^2}$	$Z_t$	$\sigma_{t-1}^2$	$\sigma_t^2$
...	...	...	...
...	...	...	...

Pada saham Bayan Resources, *mean* model yang terbentuk adalah MA (1) sehingga jumlah lapisan *input* yang digunakan sebanyak 2 unit yaitu  $\varepsilon_{t-1}$ , dan  $\varepsilon_t$ , dan sebagai target yaitu  $Z_t$ . Sedangkan *varian* model yaitu GARCH (1,1) sehingga jumlah lapisan *input* yang digunakan sebanyak 2 unit yaitu  $\sigma_{t-1}^2$  dan  $\varepsilon_{t-1}^2$ , dan sebagai target yaitu  $\sigma_t^2$ . Maka struktur *input* Neuro-GARCH yang digunakan untuk saham Bayan Resources, sesuai dengan Tabel 4.23 adalah sebagai berikut:

Tabel 4.23 Struktur *Input* Data Saham Bayan Resources

Input return	Target return	Input Volatilitas	Target Vol
$\frac{1}{\sigma_{t-1}^2} \frac{1}{\sigma_{t-1}^2}$	$Z_t$	$\sigma_{t-1}^2$	$\sigma_t^2$
...	...	...	...
...	...	...	...

Pada saham Lippo Cikarang, *mean* model yang terbentuk adalah AR (1) sehingga jumlah lapisan *input* yang digunakan sebanyak 2 unit yaitu  $Z_{t-1}$ , dan  $\varepsilon_t$ , dan sebagai target yaitu  $Z_t$ . Sedangkan *varian* model yaitu GARCH (1,1) sehingga jumlah lapisan *input* yang digunakan sebanyak 2 unit yaitu  $\sigma_{t-1}^2$  dan  $\varepsilon_{t-1}^2$ , dan sebagai target yaitu  $\sigma_t^2$ . Maka struktur *input* Neuro-GARCH yang digunakan untuk saham Lippo Cikarang, sesuai dengan Tabel 4.24 adalah sebagai berikut:

Tabel 4.24 Struktur *Input* Data Saham Lippo Cikarang

Input return	Target return	Input Volatilitas	Target Vol
$\frac{1}{\sigma_{t-1}^2} \frac{1}{\sigma_{t-1}^2}$	$Z_t$	$\sigma_{t-1}^2$	$\sigma_t^2$
...	...	...	...
...	...	...	...

Jumlah *hidden layer* yang digunakan sebanyak satu lapisan dengan jumlah unit yaitu 5, 10, 15, 20, dan 25 untuk setiap data. Sehingga arsitektur jaringan yang terbentuk adalah sebagai berikut:

Tabel 4.25 Struktur Arsitektur Jaringan Model Neuro-GARCH untuk Data *Return* dan *Volatilitas*

Bank Central Asia <i>Input-hidden-output</i>	Bayan Resources <i>Input-hidden-output</i>	Lippo Cikarang <i>Input-hidden-output</i>
2-5-1	2-5-1	2-5-1
2-10-1	2-10-1	2-10-1
2-15-1	2-15-1	2-15-1
2-20-1	2-20-1	2-20-1
2-25-1	2-25-1	2-25-1

Arsitektur yang digunakan pada Tabel 4.25 selanjutnya diuji menggunakan parameter-parameter *input* dalam *training* dan *testing*. Parameter-parameter tersebut adalah:

Tabel 4.26 Inisialisasi Parameter Model Neuro-GARCH

Parameter	Nilai uji
<i>Maksimum epochs</i> (iterasi)	10000
<i>MSE training</i> dan <i>testing</i>	0.0001
<i>Learning rate</i> ( )	0.05
Metode	<i>Trainbfg</i>

Proses *training* akan berhenti ketika MSE jaringan mendekati atau bahkan lebih kecil daripada MSE yang ditentukan, atau jika jumlah *epoch* telah mencapai batas maksimal dari iterasi yang ditentukan.

Fungsi aktivasi yang digunakan pada jaringan ini yaitu *tansig* (sigmoid bipolar) pada *hidden layer*, dan *purelin* (linier) pada lapisan *output*.

#### 4.4.2 Pola *Training* dan *Testing*

Subbab 9.2 telah menjelaskan bahwa pembangian data *training* dan *testing* sebanyak 80% dan 20%. Pada masing-masing data saham, banyaknya data *return* dan data volatilitas yang digunakan yaitu 301, maka didapatkan data *training* sebanyak 241 dan data *testing* sebanyak 60. Pola data *training* dan *testing* dapat dilihat pada lampiran 10.

### 4.4.3 Peramalan dengan Neuro-GARCH

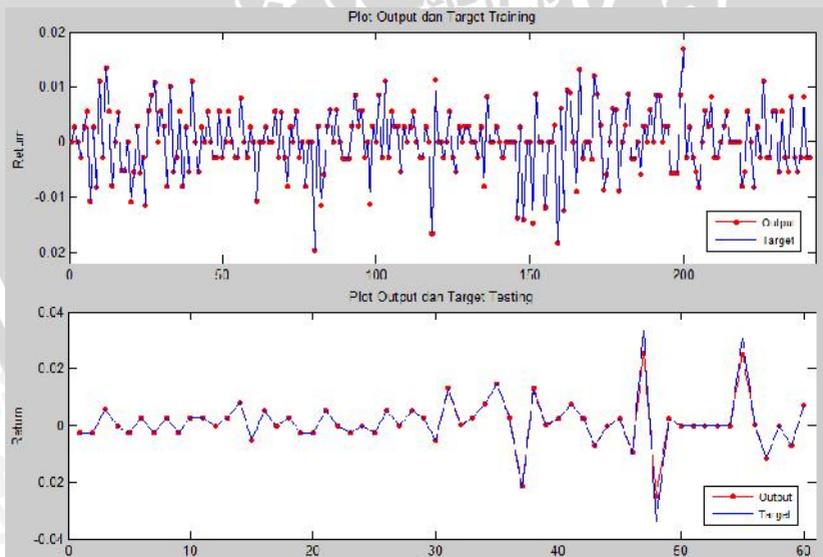
#### 4.4.3.1 Data Return dan Volatilitas Saham BCA

Model Neuro-GARCH yang dibentuk berdasarkan Tabel 4.25 adalah (2-5-1), (2-10-1), (2-15-1), (2-20-1), dan (2-25-1). Hasil proses *training* dan *testing* model terbaik untuk data *return* saham BCA dapat dilihat pada lampiran 11 dan diringkas pada Tabel 4.27 berikut:

Tabel 4.27 MAD dan MSE Hasil *Training* dan *Testing* Data Return Saham BCA

Jumlah unit lapisan	MAD		MSE	
	<i>Training</i>	<i>Testing</i>	<i>Training</i>	<i>Testing</i>
2-5-1	4.48E-05	4.58E-04	3.50E-09	2.96E-06
2-10-1	4.59E-05	8.41E-04	3.48E-09	1.04E-05
2-15-1	4.14E-05	0.00111	3.34E-09	9.95E-06
2-20-1	4.57E-05	0.001496	3.50E-09	2.22E-05
2-25-1	4.20E-05	7.85E-04	3.49E-09	4.15E-06

Berdasarkan Tabel 4.27 maka model terbaik yaitu model dengan jumlah unit lapisan 2-5-1 dengan MSE *testing* sebesar 2.96E-06 dan MAD sebesar 4.58E-04. Plot data *return* hasil *training* dan *testing* model Neuro-GARCH terbaik untuk saham BCA ditunjukkan pada Gambar 4.9 berikut:



Gambar 4.9 Plot *Output* (Ramalan) dan Target Data Return BCA

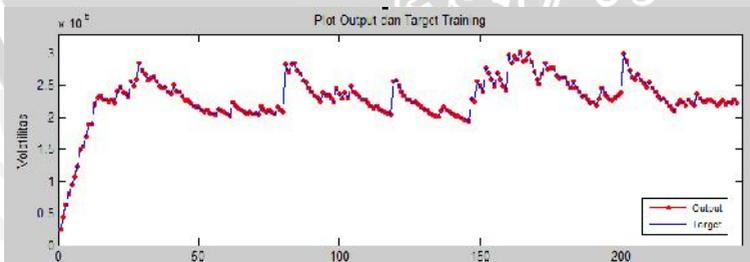
Berdasarkan Gambar 4.9 dapat dilihat bahwa pada tahap *training* dan *testing*, *output* model Neuro-GARCH dengan lapisan unit 2-5-1 memiliki pola yang sama dengan target. Pada tahap *training* terlihat bahwa plot *output* dan target sangat mirip, sedangkan pada tahap *testing* di Gambar 4.9b terlihat ada 3 titik yang berbeda antara *output* dan target, yaitu pada titik ke-47, ke-48, dan ke-55. Ketiga titik ini masing-masing mempunyai *error* (selisih antara target dan *output*) sebesar 5.586035, -5.72234 dan 5.199195. Perhitungan secara lengkap dapat dilihat pada lampiran 12.

Model Neuro-GARCH yang dibentuk untuk data volatilitas saham BCA dengan jumlah lapisan *input*, unit *hidden layer*, dan lapisan *output* adalah (2-5-1), (2-10-1), (2-15-1), (2-20-1), dan (2-25-1). Hasil proses *training* dan *testing* model terbaik untuk data volatilitas dapat dilihat pada lampiran 11 dan diringkas pada Tabel 4.28 berikut:

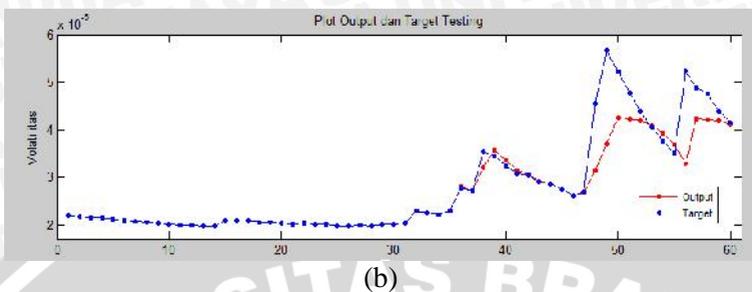
Tabel 4.28 MAD dan MSE Hasil *Training* dan *Testing* Data Volatilitas Saham BCA

Jumlah unit lapisan	MAD		MSE	
	<i>Training</i>	<i>Testing</i>	<i>Training</i>	<i>Testing</i>
2-5-1	2.00E-08	3.65E-06	1.30E-15	3.06E-11
2-10-1	2.29E-08	2.48E-06	1.27E-15	1.99E-11
2-15-1	2.66E-08	3.41E-06	1.28E-15	3.63E-11
2-20-1	2.41E-08	3.67E-06	1.39E-15	3.30E-11
2-25-1	2.22E-08	4.18E-06	1.39E-15	4.48E-11

Berdasarkan Tabel 4.28, model terbaik untuk data volatilitas saham BCA yaitu model dengan lapisan unit 2-10-1 dengan MSE sebesar 1.99E-11 dan MAD sebesar 2.48E-06. Plot data volatilitas saham BCA hasil *training* dan *testing* model Neuro-GARCH terbaik adalah sebagai berikut:



(a)



(b)  
Gambar 4.10 Plot *Output* (Ramalan) dan Target Data Volatilitas BCA

Berdasarkan Gambar 4.10 dapat dilihat bahwa tahapan *training* data volatilitas saham BCA mempunyai hasil yang baik terbukti dari pola *output* yang berhimpit atau bahkan sama dengan pola target. Sedangkan pada tahap *testing*, terdapat perbedaan antara plot *output* dengan plot target pada 10 data terakhir. Namun jika dibandingkan dengan plot volatilitas BCA yang dihasilkan oleh model ANN, plot model Neuro-GARCH ini menghasilkan ramalan yang lebih baik.

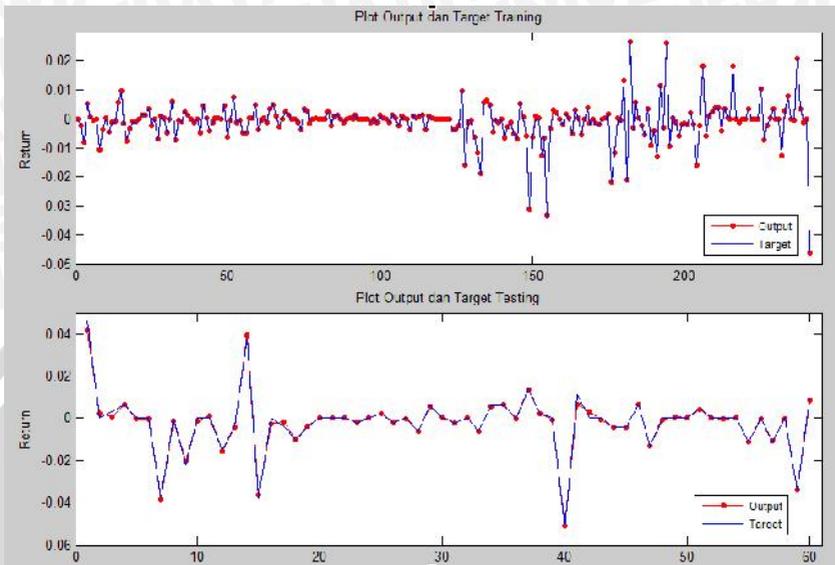
#### 4.4.3.2 Data Return dan Volatilitas Saham Bayan Resources

Model Neuro-GARCH yang dibentuk berdasarkan Tabel 4.25 adalah (2-5-1), (2-10-1), (2-15-1), (2-20-1), dan (2-25-1). Hasil proses *training* dan *testing* model terbaik untuk data *return* saham Bayan Resources dapat dilihat pada lampiran 11 dan diringkas pada Tabel 4.29.

Tabel 4.29 MAD dan MSE Hasil *Training* dan *Testing*  
Data Return Saham Bayan Resources

Jumlah unit lapisan	MAD		MSE	
	<i>Training</i>	<i>Testing</i>	<i>Training</i>	<i>Testing</i>
2-5-1	2.11E-04	7.60E-04	1.15E-07	1.57E-06
2-10-1	1.83E-04	1.70E-03	9.54E-08	2.78E-05
2-15-1	1.56E-04	0.042759	8.06E-08	0.011291
2-20-1	1.31E-04	0.082032	4.94E-08	0.032686
2-25-1	1.40E-04	0.598940	5.90E-08	1.003205

Berdasarkan Tabel 4.29 maka model terbaik yaitu model dengan jumlah unit lapisan 2-5-1 dengan MSE *testing* sebesar 1.57E-06 dan MAD sebesar 7.60E-04. Plot data *return* hasil *training* dan *testing* model Neuro-GARCH terbaik untuk saham Bayan Resources ditunjukkan pada Gambar 4.11 berikut:



Gambar 4.11 Plot *Output* (Ramalan) dan Target Data *Return* Bayan R

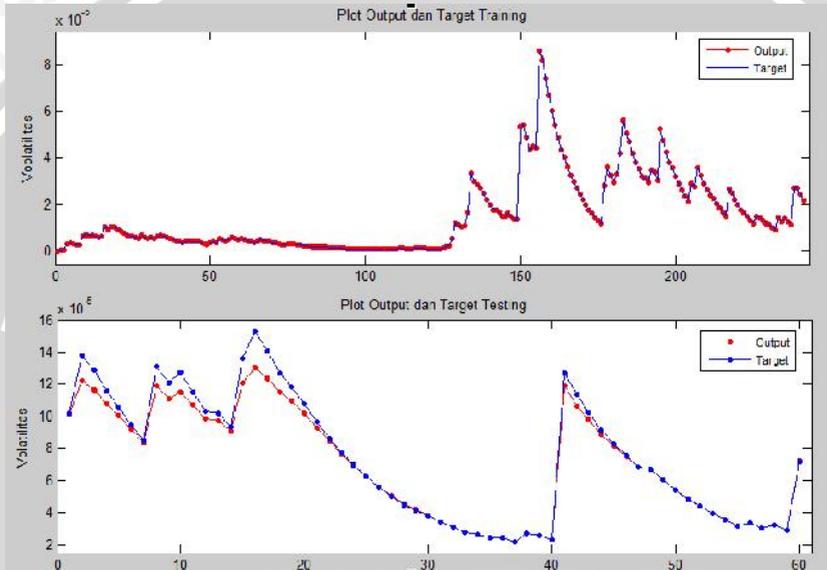
Berdasarkan Gambar 4.11 dapat dilihat bahwa pada tahapan *training* dan *testing*, *output* (ramalan) model Neuro-GARCH untuk data *return* saham Bayan Resources dengan lapisan unit 2-5-1 mampu mengikuti pola target (data aktual). Hal ini berarti ramalan yang dihasilkan baik.

Model Neuro-GARCH yang dibentuk untuk data volatilitas saham Bayan Resources dengan jumlah lapisan *input*, unit *hidden layer*, dan lapisan *output* adalah (2-5-1), (2-10-1), (2-15-1), (2-20-1), dan (2-25-1). Hasil proses *training* dan *testing* model terbaik untuk data volatilitas dapat dilihat pada lampiran 11 dan diringkas pada Tabel 4.30.

Tabel 4.30 MAD dan MSE hasil *training* dan *testing* data volatilitas saham Bayan Resources

Jumlah unit lapisan	MAD		MSE	
	<i>Training</i>	<i>Testing</i>	<i>Training</i>	<i>Testing</i>
2-5-1	1.01E-07	4.29E-06	2.71E-14	4.19E-11
2-10-1	9.84E-08	1.52E-05	2.65E-14	5.10E-10
2-15-1	1.10E-07	1.96E-05	2.60E-14	8.01E-10
2-20-1	1.15E-07	2.75E-05	2.58E-14	1.58E-09
2-25-1	1.23E-07	1.56E-05	2.68E-14	5.14E-10

Berdasarkan Tabel 4.30, model terbaik untuk data volatilitas saham Bayan Resources yaitu model dengan lapisan unit 2-5-1 dengan MSE sebesar  $4.19E-11$  dan MAD sebesar  $4.29E-06$ . Plot data volatilitas saham Bayan Resources hasil *training* dan *testing* model Neuro-GARCH terbaik adalah sebagai berikut:



Gambar 4.12 Plot *Output* (Ramalan) dan Target Data Volatilitas Bayan

Berdasarkan Gambar 4.12 bahwa tahapan *training* data volatilitas saham Bayan Resources mempunyai hasil yang baik terbukti dari pola *output* yang berhimpit atau bahkan sama dengan pola target.

Sedangkan pada tahap *testing*, terdapat perbedaan antara plot *output* dengan plot target pada 20 data pertama. Namun jika dibandingkan dengan plot volatilitas saham Bayan Resources yang dihasilkan oleh model ANN, plot model Neuro-GARCH ini menghasilkan ramalan yang lebih baik.

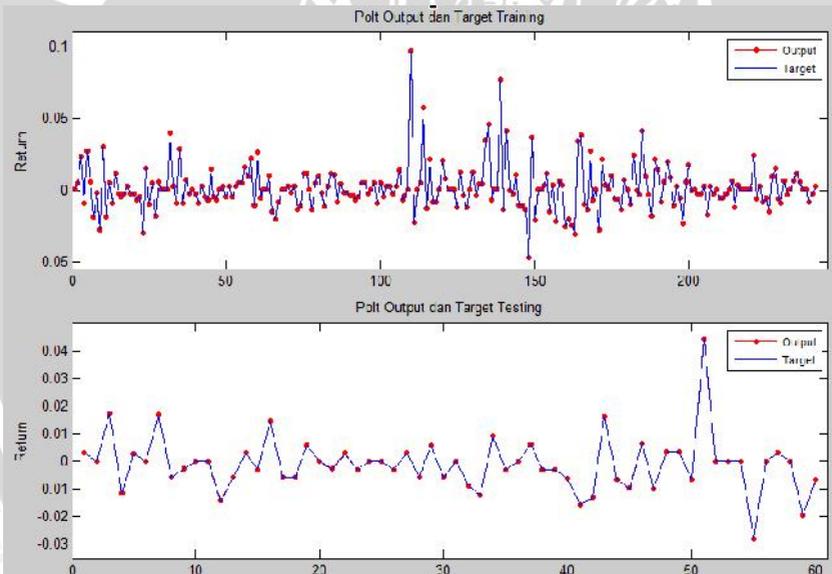
#### 4.4.3.3 Data *Return* dan Volatilitas Saham Lippo Cikarang

Model Neuro-GARCH yang dibentuk berdasarkan Tabel 4.25 adalah (2-5-1), (2-10-1), (2-15-1), (2-20-1), dan (2-25-1). Hasil proses *training* dan *testing* model terbaik untuk data *return* saham Lippo Cikarang dapat dilihat pada lampiran 11 dan diringkas pada Tabel 4.31.

Tabel 4.31 MAD dan MSE Hasil *Training* dan *Testing*  
Data *Return* Saham Lippo Cikarang

Jumlah unit lapisan	MAD		MSE	
	<i>Training</i>	<i>Testing</i>	<i>Training</i>	<i>Testing</i>
2-5-1	9.99E-05	8.58E-05	2.47E-08	1.68E-08
2-10-1	8.82E-05	6.49E-05	2.31E-08	8.24E-09
2-15-1	1.09E-04	8.74E-05	2.48E-08	1.36E-08
2-20-1	1.03E-04	7.13E-05	2.51E-08	1.47E-08
2-25-1	1.09E-04	8.33E-05	2.50E-08	2.09E-08

Berdasarkan Tabel 4.31 maka model terbaik yaitu model dengan jumlah unit lapisan 2-10-1 dengan MSE *testing* sebesar 8.24E-09 dan MAD sebesar 6.49E-05. Plot data *return* hasil *training* dan *testing* model Neuro-GARCH terbaik untuk saham Lippo Cikarang ditunjukkan pada Gambar 4.13 berikut:



Gambar 4.13 Plot *Output* (Ramalan) dan Target Data *Return* Lippo C.

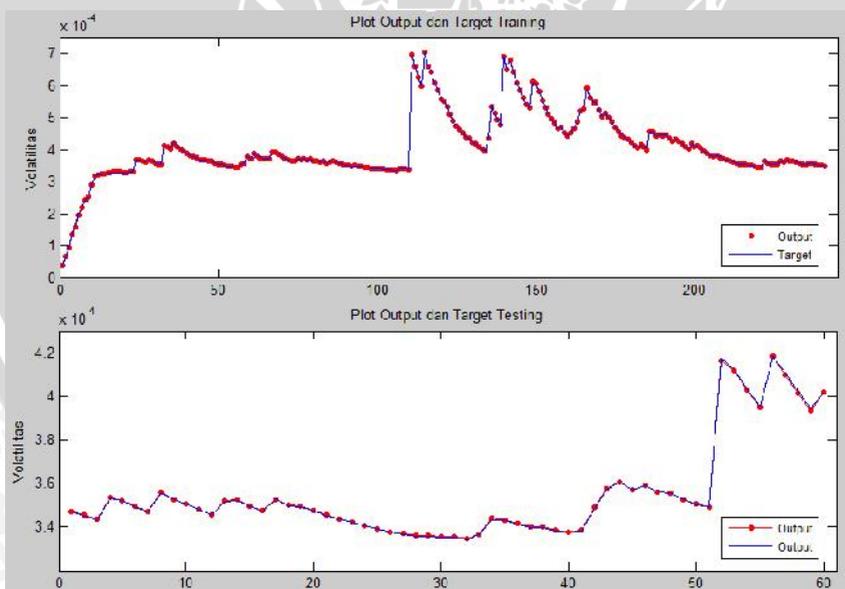
Berdasarkan Gambar 4.13 dapat dilihat bahwa pada tahapan *training* dan *testing*, *output* (ramalan) model Neuro-GARCH data *return* Lippo Cikarang dengan lapisan unit 2-10-1 mampu mengikuti pola target (data aktual). Hal ini berarti ramalan yang dihasilkan baik.

Model Neuro-GARCH yang dibentuk untuk data volatilitas Lippo Cikarang dengan jumlah lapisan *input*, *hidden layer*, dan lapisan *output* adalah (2-5-1), (2-10-1), (2-15-1), (2-20-1), dan (2-25-1). Hasil proses *training* dan *testing* model terbaik untuk data volatilitas dapat dilihat pada lampiran 11 dan diringkas pada Tabel 4.32 berikut:

Tabel 4.32 MAD dan MSE Hasil *Training* dan *Testing* Data Volatilitas Saham Lippo Cikarang

Jumlah unit lapisan	MAD		MSE	
	<i>Training</i>	<i>Testing</i>	<i>Training</i>	<i>Testing</i>
2-5-1	5.29E-07	2.32E-07	8.89E-13	1.45E-13
2-10-1	3.24E-07	5.83E-07	3.10E-13	9.74E-13
2-15-1	3.36E-07	5.50E-07	4.64E-13	9.19E-13
2-20-1	6.47E-07	5.14E-07	1.00E-12	6.37E-13
2-25-1	6.09E-07	3.26E-07	1.01E-12	3.97E-13

Berdasarkan Tabel 4.32, model terbaik untuk data volatilitas saham Lippo Cikarang yaitu model dengan lapisan unit 2-5-1 dengan MSE sebesar 1.45E-13 dan MAD sebesar 2.32E-07. Plot data volatilitas saham Lippo Cikarang hasil *training* dan *testing* model Neuro-GARCH terbaik adalah sebagai berikut:



Gambar 4.14 Plot *Output* (Ramalan) dan Target Data Volatilitas Lippo C.

Berdasarkan Gambar 4.14 dapat dilihat bahwa pada tahapan *training* dan *testing*, *output* (ramalan) model Neuro-GARCH data volatilitas saham Lippo Cikarang dengan lapisan unit 2-5-1 mampu mengikuti pola target (data aktual). Hal ini berarti ramalan yang dihasilkan baik.

#### 4.5 Pemilihan Model Terbaik

Dalam penelitian ini, pemilihan model terbaik dilakukan dengan cara membandingkan hasil ramalan metode ANN dan Neuro-GARCH menggunakan nilai terkecil dari *Mean Square Error*. Perbandingan nilai MSE data *return* dan volatilitas disajikan pada Tabel 4.33 dan Tabel 4.34 berikut:

Tabel 4.33 Perbandingan MSE Data *Return*  
Model ANN dan Neuro-GARCH

Saham	Model ANN	MSE	Model Neuro-GARCH	MSE
BCA	5-5-1	1.02E-04	2-5-1	2.96E-06
Bayan Resources	5-5-1	2.55E-04	2-5-1	1.57E-06
Lippo Cikarang	5-10-1	1.82E-04	2-10-1	8.24E-09

Tabel 4.34 Perbandingan MSE Data Volatilitas  
Model ANN dan Neuro-GARCH

Saham	Model ANN	MSE	Model Neuro-GARCH	MSE
BCA	5-5-1	6.01E-11	2-10-1	1.99E-11
Bayan Resources	5-5-1	1.95E-07	2-5-1	4.19E-11
Lippo Cikarang	5-5-1	1.68E-10	2-5-1	1.45E-13

Pemilihan model terbaik didasarkan dari MSE yang dihasilkan model, semakin kecil MSE yang dihasilkan, maka semakin baik model tersebut. Berdasarkan Tabel 4.33 dan 4.34 dapat dilihat bahwa model Neuro-GARCH mampu menghasilkan nilai MSE yang lebih kecil, baik pada data *return* maupun pada data volatilitas jika dibandingkan dengan model ANN.

Pada Tabel 4.33 didapatkan bahwa model terbaik untuk data *return* saham BCA adalah model Neuro-GARCH (2-5-1). Sedangkan model terbaik untuk data *return* saham Bayan Resources adalah model Neuro-GARCH (2-5-1), dan model terbaik untuk data *return* saham

Lippo Cikarang adalah model Neuro-GARCH (2-10-1). Berdasarkan nilai MSE, maka dapat diambil kesimpulan bahwa model Neuro-GARCH dapat melakukan peramalan data *return* saham dengan hasil yang lebih baik (*error* kecil) jika dibandingkan dengan model ANN.

Sedangkan Tabel 4.34 memperlihatkan bahwa model Neuro-GARCH mamapu menghasilkan nilai MSE yang lebih kecil daripada ANN untuk peramalan data volatilitas. Model terbaik untuk data volatilitas saham BCA adalah model Neuro-GARCH (2-10-1), sedangkan model terbaik untuk data volatilitas saham Bayan Resources adalah model Neuro-GARCH (2-5-1), dan model terbaik untuk data volatilitas saham Lippo Cikarang adalah model Neuro-GARCH (2-5-1).

#### 4.6 Peramalan

Berdasarkan model yang terbentuk pada Tabel 4.33 dan 4.34, maka langkah selanjutnya adalah melakukan peramalan beberapa periode ke depan pada data *return* dan volatilitas pada masing-masing data saham. Ramalan dilakukan berdasarkan fungsi model terbaik sebagai berikut:

a. Model Neuro-GARCH untuk saham BCA

- Data *return* dengan model Neuro-GARCH (2-5-1)

$$\hat{Z}_t = f^0 \left( 0.04718 \times f_1^h (-1.02146 Z_{t-1} - 0.00425 \varepsilon_t + 2.8609 + \dots + 0.13537 \times f_5^h 0.86947 Z_{t-1} + 0.50484 \varepsilon_t + 3.41492 - 0.7757 \right)$$

- Data volatilitas dengan model Neuro-GARCH (2-10-1)

$$\hat{\sigma}_t^2 = f^0 \left( -0.59282 \times f_1^h \left( 1.11919 \sigma_{t-1}^2 - 0.40783 \varepsilon_{t-1}^2 - 1.09018 + \dots + -0.84354 \times f_{10}^h - 0.25259 \sigma_{t-12} - 1.25523 \varepsilon_{t-12} - 8.48168 - 0.08729 \right) \right)$$

Model yang didapatkan untuk peramalan data *return* saham BCA adalah Neuro-GARCH (2-5-1), terdiri atas 2 unit lapisan *input* yaitu  $Z_{t-1}$  dan  $\varepsilon_t$ , 5 unit lapisan *hidden* dan 1 unit lapisan *output*. Sedangkan model yang didapatkan untuk peramalan data volatilitas saham BCA adalah Neuro-GARCH (2-10-1), terdiri atas 2 unit lapisan *input* yaitu  $\sigma_{t-1}^2$  dan  $\varepsilon_{t-1}^2$ , 10 unit lapisan *hidden* dan 1 unit lapisan *output*.

b. Model Neuro-GARCH untuk saham Bayan Resources

- Data *return* dengan model Neuro-GARCH (2-5-1)

$$\hat{z}_t = f^0 \left( -0.89539 \times f_1^h (0.65779 \varepsilon_{t-1} - 0.116798 \varepsilon_t - 2.88334 + \dots + 0.23520 \times f5h - 0.633458 \varepsilon_t + 0.20151 \varepsilon_t - 3.25149 - 0.57244 \right)$$

- Data volatilitas dengan model Neuro-GARCH (2-5-1)

$$\hat{\sigma}_t^2 = f^0 \left( -0.83075 \times f_1^h (1.04243 \sigma_{t-1}^2 - 0.33045 \varepsilon_{t-1}^2 - 3.48989 + \dots + 0.16113 \times f5h 1.04480 \sigma_t - 12 - 0.32762 \varepsilon_t - 12 - 2.75661 - 0.42597 \right)$$

Model yang didapatkan untuk peramalan data *return* saham Bayan Resources adalah Neuro-GARCH (2-5-1), terdiri atas 2 unit lapisan *input* yaitu  $\varepsilon_{t-1}$  dan  $\varepsilon_t$ , 5 unit lapisan *hidden* dan 1 unit lapisan *output*. Sedangkan model yang didapatkan untuk peramalan data volatilitas saham Bayan Resources adalah Neuro-GARCH (2-5-1), terdiri atas 2 unit lapisan *input* yaitu  $\sigma_{t-1}^2$  dan  $\varepsilon_{t-1}^2$ , 5 unit lapisan *hidden* dan 1 unit lapisan *output*.

c. Model Neuro-GARCH untuk saham Lippo Cikarang

- Data *return* dengan model Neuro-GARCH (2-10-1)

$$\hat{z}_t = f^0 \left( 0.25653 \times f_1^h (0.52161 Z_{t-1} + 0.79618 \varepsilon_t - 6.27282 + \dots + 0.37887 \times f10h 0.00861 Z_{t-1} + 0.94406 \varepsilon_t + 3.13787 - 0.89909 \right)$$

- Data volatilitas dengan model Neuro-GARCH (2-5-1)

$$\hat{\sigma}_t^2 = f^0 \left( -0.96726 \times f_1^h (0.64635 \sigma_{t-1}^2 - 0.39198 \varepsilon_{t-1}^2 - 0.68667 + \dots - 0.97715 \times f5h 0.61226 \sigma_t - 12 + 0.41079 \varepsilon_t - 12 + 1.21881 - 0.28489 \right)$$

Model yang didapatkan untuk peramalan data *return* saham Lippo Cikarang adalah Neuro-GARCH (2-10-1), terdiri atas 2 unit lapisan *input* yaitu  $Z_{t-1}$  dan  $\varepsilon_t$ , 10 unit lapisan *hidden* dan 1 unit lapisan *output*. Sedangkan model yang didapatkan untuk peramalan

data volatilitas saham Lippo Cikarang adalah Neuro-GARCH (2-5-1), terdiri atas 2 unit lapisan *input* yaitu  $\sigma_{t-1}^2$  dan  $\varepsilon_{t-1}^2$ , 5 unit lapisan *hidden* dan 1 unit lapisan *output*.

Hasil peramalan data *return* dan data volatilitas masing-masing saham selama 5 periode ke depan disajikan pada lampiran 14 dan diringkas pada Tabel 4.35 dan Tabel 4.38.

Tabel 4.35 Ramalan 5 Periode Data *Return* dari Model Neuro-GARCH Terbaik

Bank Central Asia Neuro-GARCH (2-5-1)	Bayan Resources Neuro-GARCH (2-5-1)	Lippo Cikarang Neuro-GARCH (2-5-1)
-0.0027955	0.0419436	0.0029395
-0.0028135	0.0022147	0.0000319
0.0055812	0.0006142	0.0172001
-4.161E-06	0.0066347	-0.0115968
-0.0028006	-0.0001401	0.0028981

Tabel 4.36 Ramalan 5 Periode Data Volatilitas dari Model Neuro-GARCH Terbaik

Bank Central Asia Neuro-GARCH (2-10-1)	Bayan Resources Neuro-GARCH (2-5-1)	Lippo Cikarang Neuro-GARCH (2-10-1)
2.19E-05	1.01E-04	3.47E-04
2.17E-05	1.22E-04	3.45E-04
2.15E-05	1.16E-04	3.43E-04
2.15E-05	1.08E-04	3.53E-04
2.11E-05	1.01E-04	3.52E-04

#### 4.7 Value at Risk

Perhitungan *Value at Risk* dapat dilakukan sesuai dengan Persamaan 2.2. Penduga *return* didapatkan dari model GARCH (1,1) pada masing-masing saham. Pada kasus ini diasumsikan dana yang diinvestasikan sebesar Rp 1.000.000.000 dengan  $r = 5\%$ . Perhitungan lengkap *Value at Risk* dapat dilihat pada lampiran 16, dan diringkas pada tabel 4.37 sebagai berikut:

Tabel 4.37 Nilai *Value at Risk* Satu Periode Mendatang

Saham	<i>Value at Risk</i>
BCA	13211829,45
Bayan Resources	12721393,40
Lippo Cikarang	35403715,01

Berdasarkan Tabel 4.37 dapat dijelaskan bahwa jika seseorang menginvestasikan uangnya sebesar Rp 1 Milyar pada saham BCA, maka risiko terburuk yang akan dihadapi investor tersebut adalah sebesar Rp 13.211.829,45. Jika uangnya diinvestasikan pada saham Bayan Resources maka risiko terburuk yang akan dihadapi investor tersebut adalah sebesar Rp 12.721.393,40. Dan jika uangnya diinvestasikan pada saham Lippo Cikarang maka risiko terburuk yang akan dihadapi investor tersebut adalah sebesar Rp 35.403.715,01.

#### 4.8 *Capital Gain*

Pehitungan *Capital Gain* dilakukan sesuai persamaan 2.3. Pada kasus ini diasumsikan dana yang diinvestasikan sebesar Rp 1 Milyar. Perhitungan lengkap *Capital Gain* dapat dilihat pada lampiran 17, dan diringkas pada Tabel 4.38 sebagai berikut:

Tabel 4.38 Nilai *Capital Gain*

Saham	<i>Capital Gain</i>
BCA	16.574.585,64
Bayan Resources	13.391.812,87
Lippo Cikarang	-15.384.615,38

Tabel 4.38 menunjukkan bahwa jika investor membelanjakan uangnya sebesar Rp 1 M untuk membeli saham BCA, maka keuntungan yang didapatkan sebesar Rp. 16.574.585,64. Jika investor membeli saham Bayan Resources sebesar Rp 1 M, maka investor akan mendapat keuntungan sebesar Rp 13.391.812,87. Namun jika membeli saham Lippo Cikarang investor akan rugi sebesar Rp 15.384.615,38.

Berdasarkan nilai *Value at Risk* dan *Capital Gain* pada tabel 4.37 dan tabel 4.38 maka dapat disimpulkan:

1. Jika investor merupakan tipe *risk seeker*, maka investor akan membeli saham Lippo Cikarang. Nilai volatilitas sebesar Rp 0.00034 lebih menjadi pertimbangan investor tipe ini, walaupun saham Lippo Cikarang mempunyai kemungkinan kerugian terburuk

sebesar Rp 35.403.715,01 dan masih mengalami kerugian sebesar Rp 15.384.615,38.

2. Jika investor merupakan tipe *risk indifference*, maka investor akan memilih menanamkan saham pada Bayan Resources. Hal ini dilihat dari nilai volatilitas saham Bayan Resources sebesar Rp 0.00011 dengan kemungkinan kerugian terburuk sebesar Rp 12.721.393,40 investor juga bisa mengalami keuntungan sebesar Rp 13.391.812,87.
3. Jika investor merupakan tipe *risk averter*, maka investor akan memilih menanamkan saham pada BCA. Hal ini dilihat dari nilai volatilitas saham BCA sebesar Rp 0,000016 dengan kemungkinan kerugian terburuk sebesar Rp 13.211.829,45 investor juga bisa mengalami keuntungan sebesar Rp 16.574.585,64.



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pembahasan maka diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Model Neuro-GARCH yang terbentuk dari saham BCA untuk *mean* model adalah model (2-5-1) dan untuk *varian* model adalah model (2-10-1). Model Neuro-GARCH saham Bayan Resources untuk *mean* model dan *varian* model adalah sama yaitu model (2-5-1). Sedangkan pada saham Lippo Cikarang, model Neuro-GARCH yang terbentuk untuk *mean* model yaitu model (2-10-1) dan untuk *varian* model yaitu model (2-5-1).
2. Model Neuro-GARCH menghasilkan ramalan yang lebih akurat jika dibandingkan dengan model ANN dilihat dari nilai MAD dan MSE yang dihasilkan.
3. Jika investor merupakan tipe *risk seeker*, maka investor akan memilih menanamkan saham pada Lippo Cikarang dengan pertimbangan nilai volatilitas yang paling besar diantara kedua saham lainnya. Jika investor merupakan tipe *risk indifference*, maka investor akan memilih menanamkan saham pada Bayan Resources. Jika investor merupakan tipe *risk averter*, maka investor akan membeli saham BCA.

### 5.2 Saran

Pada pemodelan ANN, algoritma *Quasi Newton* sangat baik untuk mencapai nilai gradient minimal, namun seringkali target MSE yang sangat kecil (0,0001) tidak dapat dicapai. Oleh karena itu pada penelitian selanjutnya dapat digunakan algoritma lain seperti *Levenberg-Marquart* atau *Gradient Descent* dengan momentum.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

