

PERAMALAN HARGA MINYAK MENTAH DUNIA MENGUNAKAN METODE *RADIAL BASIS FUNCTION* *NEURAL NETWORK*

Rahafattri Ariya Fauzannissa¹, Hasbi Yasin², Dwi Ispriyanti³

¹Mahasiswa Jurusan Statistika FSM Universitas Diponegoro

^{2,3}Staff Pengajar Jurusan Statistika FSM Universitas Diponegoro

fauzannissarya11@gmail.com, hasbiyasin@live.undip.ac.id, ispriyanti.dwi@gmail.com

ABSTRACT

Oil is the most important commodity in everyday life, because oil is one of the main source of energy that is needed for the people. Changes in crude oil prices greatly affect the economic conditions of a country. To forecast crude oil prices, the past data of the crude oil that is the time series data will be studied so that will produce crude oil price forecast in the future. Model of Radial Basis Function Neural Network is suitable for large-scale data processing, because this model does not require the use of all data input and has a total processing time of rapid system. This model has a network architecture in the form of input layer, hidden layer and output layer. Analysis conducted on the data as much as 1286 taken as 100 the data thus obtained value of 0.9145 MSE training and training MAPE value of 0.74%, while for the testing of 4.2739 MSE and MAPE testing value is 1.63%. Based on the results of forecasting, crude oil prices on July 29, 2015 until August 2, 2015 at USD \$ 55.91 per barrel.

Keywords: Radial Basis Function Neural Network (RBFNN), Time Series, Crude Oil, MSE, MAPE, Forecasting

1. PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai negara yang kaya akan sumber daya alam, hasil bumi serta barang tambang yang sangat melimpah. Jika kekayaan alam yang dimiliki negara Indonesia tidak dikelola dengan baik maka hasilnya pun juga tidak akan memuaskan. Hal ini terbukti bahwa dalam beberapa tahun terakhir, Indonesia sudah menjadi negara yang masuk kategori net importir minyak, dimana untuk tahun 2014 diperkirakan kebutuhan dalam negeri setara dengan 1,4 juta barel per hari sedangkan dari produksi dalam negeri hanya sekitar 930 ribu barel per hari (<http://www.esdm.go.id>).

Meningkatnya kebutuhan akan minyak yang cukup tinggi tetapi tidak diimbangi dengan hasil produksi yang tinggi pula menyebabkan masyarakat harus bersusah payah dalam mendapatkan minyak untuk kebutuhan hidup sehari-hari. Padahal harga minyak dunia yang diimpor sangat mahal dan tidak sepadan dengan kemampuan ekonomi sebagian besar masyarakat Indonesia. Harga minyak dunia yang sering mengalami fluktuasi menyebabkan harga sering berubah-ubah. Sedangkan harga BBM dalam negeri tidak dapat dengan mudah mengikuti perubahan harga minyak dunia, sehingga pemerintah perlu melakukan revisi terhadap APBN setiap kali terjadi kenaikan harga minyak dunia agar tetap dapat menyediakan subsidi untuk rakyat.

Data harga minyak merupakan salah satu data runtun waktu. Data tersebut diperoleh pada masa lalu dan dapat digunakan untuk memprediksi/memproyeksi data di masa mendatang. Dalam dunia statistika, ada dua macam metode pemodelan data, yaitu metode

parametrik dan metode non parametrik. Metode yang digunakan dalam analisis data kali ini menggunakan non parametrik yaitu metode *Neural Network*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Minyak Bumi

Menurut sejarah, minyak bumi telah digunakan oleh manusia sejak zaman kuno terutama sebagai bahan bakar hingga zaman modern seperti sekarang ini. Minyak bumi merupakan komoditas sangat penting untuk kehidupan sehari-hari, misalnya saja untuk bahan bakar, sumber gas cair, industri kimia, sumber produksi polimer, produksi bahan serat, sumber pengolahan pupuk, bahan produksi mobil, pembangkit listrik, dll. Minyak bumi (*petroleum*) sering dijuluki sebagai emas hitam, yaitu berupa cairan kental berwarna coklat gelap yang mudah terbakar. Biasanya minyak bumi dapat ditemukan di lapisan atas dari beberapa area di dalam kerak bumi. Komponen minyak bumi terdiri dari campuran kompleks berbagai hidrokarbon, sebagian besar berupa alkana yang bervariasi bentuknya, komposisi serta kemurniannya (Sanusi, 1984).

2.2. Ketersediaan Minyak Bumi

Sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui salah satunya adalah minyak bumi. Sedangkan permintaan masyarakat akan minyak bumi selalu meningkat untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari. Hal tersebut menyebabkan kapasitas minyak semakin hari semakin berkurang. Wakil Direktur Reform Miner Institute, Komaidi Notonegoro menjelaskan bahwa pada tahun 2012 cadangan minyak negara Indonesia terhitung hanya tersisa sebanyak 4,3 milyar barel. Dalam 10 sampai 20 tahun lagi cadangan minyak Indonesia akan habis (Daniel, 2012).

Jika konsumsi terhadap minyak terus-menerus meningkat tetapi tidak diimbangi dengan ketersediaan minyak yang ada maka akan terjadilah kelangkaan sumber daya minyak. Dampak yang telah terjadi dari ketidakseimbangan antara produksi dan konsumsi minyak saat ini salah satunya adalah kenaikan harga minyak yang berfluktuatif.

2.3. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Harga Minyak

Stabilitas pasokan dan harga minyak dunia sangat diperlukan dunia untuk mendorong pertumbuhan ekonomi. Karena itu estimasi atau prediksi harga minyak dunia sangat didambakan banyak pihak, baik dari sektor pemerintah, badan usaha maupun investor agar semua kegiatan dapat berjalan sesuai rencana.

Menurut Rahman (2008) harga minyak dunia dipengaruhi oleh tiga faktor, yaitu:

1. Faktor pertama adalah faktor fundamental, yang terdiri atas permintaan minyak, pasokan minyak, stok minyak, kapasitas produksi cadangan dunia dan kemampuan kilang dunia.
2. Faktor kedua adalah faktor non fundamental, yang terdiri dari geopolitik, kebijakan pemerintah, cuaca, bencana alam, pemogokan, kerusakan instalasi ranai produksi, pelemahan nilai dollar dan spekulasi.
3. Faktor ketiga adalah pengaruh dari kebijakan pasokan OPEC.

2.4. Ketahanan Ekonomi

Ketahanan Ekonomi diartikan sebagai kondisi dinamis kehidupan perekonomian bangsa yang berisi keuletan dan ketangguhan kekuatan nasional dalam menghadapi serta mengatasi segala tantangan, ancaman, hambatan dan gangguan yang datang dari luar maupun dari dalam secara langsung maupun tidak langsung untuk menjamin kelangsungan perekonomian bangsa dan negara berlandaskan Pancasila dan UUD 1945. Faktor-faktor

yang mempengaruhi ketahanan di bidang ekonomi negara berkembang seperti Indonesia dalam pengelolaan faktor produksi menjadi barang dan jasa mempunyai ciri sebagai berikut: bumi dan sumber alam, tenaga kerja, faktor modal, faktor teknologi, hubungan dengan ekonomi luar negeri, prasarana atau infrastruktur (Sanusi, 1984).

2.5. Analisis Deret Waktu

Data deret waktu merupakan sekelompok pengamatan yang diperoleh pada titik waktu yang berbeda dengan selang waktu yang sama dan barisan data diasumsikan saling berhubungan satu sama lain (Box *et.al*, 1994). Analisis deret waktu merupakan serangkaian pengamatan yang disusun menurut waktu dan mempertimbangkan pengaruh waktu di mana data pengamatan bersifat acak dan saling berhubungan secara statistik.

2.6. Fungsi Autokorelasi Parsial (PACF)

Autokorelasi parsial digunakan untuk mengukur tingkat keeratan antara Y_t dan Y_{t-k} , apabila pengaruh dari lag dianggap terpisah (Makridakis *et.al*, 1999). Pendugaan dari PACF merupakan koefisien autokorelasi dari persamaan *Yule-Walker* untuk $j = 1, 2, \dots, k$: Pendugaan dari PACF adalah sebagai berikut:

$$\hat{\phi}_{kk} = \frac{\rho_k - \sum_{j=1}^{k-1} \hat{\phi}_{k-1,j} \rho_{k-1-j}}{1 - \sum_{j=1}^{k-1} \hat{\phi}_{k-1,j} \rho_j}$$

$$\hat{\phi}_{kj} = \hat{\phi}_{k-1,j} - \hat{\phi}_{kk} \hat{\phi}_{k-1,k-j}$$

Menurut Wei (1990), dalam melakukan identifikasi model ARIMA terdapat beberapa tahap, yang pertama adalah melakukan identifikasi model pada deret waktu adalah dengan melakukan plot data deret waktu. Plot data dapat berguna untuk mengetahui apakah data tersebut mengandung tren, musiman atau ragam tidak konstan.

2.7. Neural Network

Menurut Siang (2005), Jaringan Syaraf Tiruan atau *Artificial Neural Network* (ANN) yang lebih populer dengan istilah Neural Network (NN) pertama kali diperkenalkan oleh McCulloch dan Pitts (1943). Neural Network dikembangkan sebagai model matematika yang menyerupai pola pikir manusia atau jaringan syaraf makhluk hidup, dengan asumsi bahwa:

1. Proses informasi terjadi pada banyak elemen sederhana yang disebut *neuron*.
2. Sinyal yang melewati antar *neuron* menggunakan hubungan tertentu.
3. Setiap penghubung antar *neuron* mempunyai bobot (weight) yang bersesuaian dengan mengalikan sinyal yang dikirimkan. Bobot ini dapat memperkuat maupun memperlemah sinyal.
4. Setiap *neuron* menggunakan fungsi aktivasi terhadap input (jumlah sinyal input yang terboboti) untuk menentukan sinyal output.

Seperti halnya otak manusia jaringan syaraf juga terdiri dari beberapa neuron dan ada hubungan antara neuron-neuron tersebut. Neuron-neuron tersebut akan mentransformasikan informasi yang diterima melalui sambungan keluarannya menuju ke neuron-neuron yang lain. Pada jaringan syaraf, hubungan ini dikenal dengan nama bobot (Kusumadewi, 2004).

Menurut Warsito (2009), dalam memproses informasi, jaringan syaraf manusia memiliki 3 elemen dasar sebagai berikut:

1. Himpunan Penghubung
Himpunan penghubung, merupakan himpunan unit-unit yang dihubungkan dengan satu jalur koneksi. Jalur-jalur tersebut memiliki bobot yang berbeda. Bobot yang bernilai positif akan memperkuat sinyal sedangkan bobot yang bernilai negatif akan memperlemah sinyal. Jumlah, struktur dan pola hubungan antar unit-unit tersebut akan menentukan arsitektur jaringan yang terbentuk.
2. Fungsi Penjumlah
Fungsi penjumlah merupakan suatu unit yang akan menjumlahkan input-input sinyal yang sudah dikalikan dengan bobot masing-masing.
3. Fungsi Aktivasi
Fungsi aktivasi merupakan sebuah fungsi transfer yang berguna untuk menyesuaikan output yang dihasilkan oleh sistem jaringan syaraf sehingga sesuai dengan target. Dengan demikian jaringan menjadi lebih *powerfull* dalam mengenali pola.

2.8. Radial Basis Function Neural Network

Jaringan *Radial Basis Function Neural Network* (RBFNN) adalah salah satu pembelajaran yang biasa digunakan untuk penyelesaian masalah *forecasting*. RBFNN sendiri terbagi menjadi dua fungsi, yaitu *newrbe* dan *newrb*. Keduanya memiliki karakteristik yang hampir sama pada proses pembelajarannya, yang membedakan antara keduanya adalah pada *newrb* memiliki jumlah neuron sebanyak jumlah input yang terbentuk, sedangkan pada *newrbe* setiap iterasi akan dibentuk 1 neuron. Neuron yang memiliki total *error* terkecil akan diterima sebagai neuron baru. Kemudian *error* pada jaringan akan diperiksa kembali, jika *error* jaringan sudah cukup kecil maka iterasi dihentikan. Tetapi jika *error* jaringan masih cukup besar, maka akan ditambahkan neuron berikutnya, demikian seterusnya. Pada fungsi *newrb*, jumlah neuron pada lapisan tersembunyi belum tentu akan sama dengan jumlah vektor inputnya, dengan kata lain tidak semua lapisan input pada data dapat digunakan untuk pemodelan.

2.9. Algoritma Radial Basis Function Neural Network (newrb)

Menurut Kusumadewi (2004), algoritma perhitungan *Radial Basis Function Neural Network (newrb)* adalah sebagai berikut:

1. Mencari $\|x_{ij} - x_{kj}\|$ yaitu jarak *Euclidean*.

$$\|x_{ij} - x_{kj}\| = D_{ik} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (x_{ij} - x_{kj})^2}$$

dimana $i, k = 1, 2, \dots, n$ dan n adalah banyaknya amatan
 $j = 1, 2, \dots, p$ dan p adalah banyaknya variabel prediktor

2. Mencari $\varphi_{ik} = \varphi\|x_{ij} - x_{kj}\|$ hasil aktivasi dengan fungsi basis radial dari jarak data dikalikan bias.

$$\varphi_{ik} = e^{-(b1 \cdot D_{ik})^2} \quad (5)$$

3. Mencari bobot lapisan dan bobot bias lapisan, $w_t^{(2)}$ dan $b1$ dengan menyelesaikan persamaan linier berikut yang dapat diselesaikan dengan metode *Least Square*.

$$\varphi_{11}w_1^{(2)} + \varphi_{12}w_2^{(2)} + \dots + \varphi_{1n}w_n^{(2)} + b2 = d_1$$

$$\varphi_{21}w_1^{(2)} + \varphi_{22}w_2^{(2)} + \dots + \varphi_{2n}w_n^{(2)} + b2 = d_2$$

...

$$\varphi_{n1}w_1^{(2)} + \varphi_{n2}w_2^{(2)} + \dots + \varphi_{nn}w_n^{(2)} + b2 = d_n \quad (6)$$

Persamaan (6) jika disusun dalam bentuk matrik adalah sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} \varphi_{11} & \varphi_{12} & \dots & \varphi_{1n} & 1 \\ \varphi_{21} & \varphi_{22} & \dots & \varphi_{2n} & 1 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \varphi_{n1} & \varphi_{n2} & \dots & \varphi_{nn} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1^{(2)} \\ w_2^{(2)} \\ \vdots \\ w_n^{(2)} \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ \vdots \\ d_n \end{bmatrix}$$

atau bisa dinotasikan sabagai berikut:

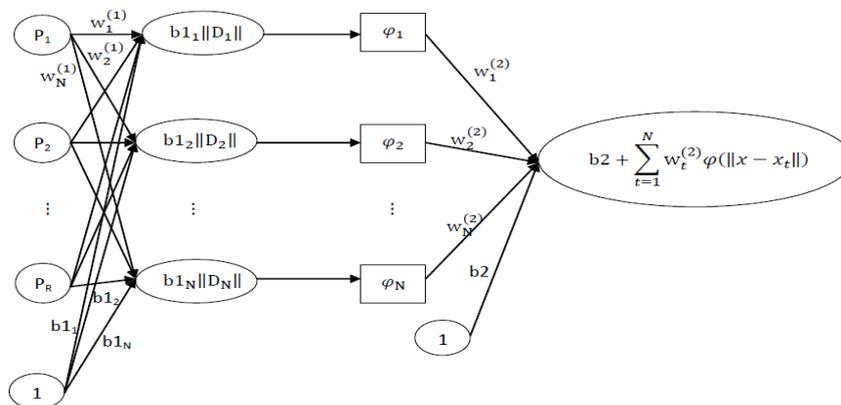
$$\mathbf{G} \mathbf{w} = \mathbf{d}$$

dimana $\mathbf{d} = [d_1 \ d_2 \ \dots \ d_n]^T$
 $\mathbf{w} = [w_1 \ w_2 \ \dots \ w_n]^T$
 $\mathbf{G} = \varphi_{nn}$
 sehingga $\mathbf{w} = (\mathbf{G}^T \mathbf{G})^{-1} \mathbf{G}^T \mathbf{d}$

Fungsi *newrb* dapat menciptakan dua lapis jaringan. Lapisan pertama memiliki neuron radbas dan lapisan kedua memiliki neuron purelin. Pada awalnya lapisan radbas tidak memiliki neuron, kemudian langkah-langkah yang ada di bawah ini diulang hingga nantinya akan mendapatkan kesalahan terkecil pada jaringan. Adapun langkahnya adalah sebagai berikut:

1. Mensimulasikan jaringan
2. Memasukkan vektor yang memiliki *error* terbesar
3. Menambahkan neuron radial basis dengan bobot sama
4. Mendesain ulang lapisan purelin untuk meminimalkan *error*

2.10. Arsitektur *Radial Basis Function Neural Network*



Dari gambar arsitektur *Radial Basis Function Neural Network* diatas dapat dilihat bahwa *radial basis function* memiliki bentuk struktur berlapis. Terdapat 3 lapisan pada struktur *radial basis function*, yaitu:

1. Lapisan pertama disebut *input layer* yang berisi titik (node) yang disusun dari variabel prediktor sebanyak R_0 .
2. Lapisan kedua disebut *hidden layer* yang terdiri dari *hidden unit*. Setiap *hidden unit* merupakan fungsi radial basis yang dinotasikan sebagai φ_{ik} .
3. Pada lapisan ketiga terdapat *output layer* yang terdiri dari unit tunggal yang linier.

3. METODE PENELITIAN

3.1.Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data harga minyak mentah dunia selama 5 tahun terakhir, terhitung dari tanggal 4 Januari 2010 hingga 28 Juli 2015. Data tersebut merupakan data sekunder yang diperoleh dari http://www.opec.org/opec_web/en/. Jumlah data yang digunakan sebanyak 1286 data.

3.2.Metode Analisis

Tahapan analisis data adalah sebagai berikut:

1. Menginput data harga minyak dunia
2. Menentukan lag input dengan menggunakan plot PACF
3. Membagi data berdasarkan data *training* dan data *testing*. Pada penelitian ini menggunakan 90% data *training* dan 10% data *testing*
4. Menentukan nilai *spread*
5. Menghitung jarak *Euclidean*
6. Menghitung nilai aktivasi
7. Menghitung bobot
8. Meramalkan data
9. Menentukan kesimpulan

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1.Menentukan Input Jaringan

Pada pemodelan *time series*, data masa kini dipengaruhi oleh data masa lalu sehingga dalam hal ini data pada model *Radial Basis Function Neural Network* adalah data masa lalu (lag time) dan targetnya adalah data masa kini, sebagaimana terminologi autoregressif pada metode ARIMA Box-Jenkins (Warsito, 2009). Identifikasi lag sebagai komponen input didasarkan pada lag-lag yang memiliki nilai PACF terbesar. Hal ini dikarenakan karakteristik persamaan model *Radial Basis Function Neural Network* memiliki persamaan dengan model AR. Berdasarkan identifikasi lag yang dapat dilihat pada Gambar 8 diperoleh 3 variabel lag yang akan dijadikan sebagai komponen data input, yaitu lag 1, 2, dan 7 atau dapat dikatakan bahwa X_t dipengaruhi oleh X_{t-1} , X_{t-2} , X_{t-7} .

4.2.Membagi Data

Setelah menentukan variabel input yang akan digunakan dari plot PACF, langkah selanjutnya adalah membagi data menjadi 2, yaitu data *training* dan data *testing*. Dalam penelitian ini komposisi pembagian data yang digunakan adalah 90% data *training* untuk dan 10% untuk data *testing*.

4.3.Menentukan Nilai Spread

Nilai *spread* yang akan digunakan dalam penelitian ini dipilih melalui uji coba hingga mendapatkan hasil terbaik. Dari beberapa uji coba yang telah dilakukan dilihat hasil akhirnya, maka ditentukan nilai *spread* yang digunakan dalam program MATLAB adalah:

$$\text{spread}=\text{sdt}(\text{dt});$$

4.4.Pemilihan Data

Keunggulan dari fungsi yang digunakan, yaitu fungsi *newrb* yaitu pemodelan tidak harus dilakukan dengan cara menghitung semua data atau dengan kata lain dapat menggunakan beberapa data untuk mendapatkan pemodelan yang diinginkan. Tidak ada aturan khusus untuk pemilihan berapa jumlah data yang akan digunakan. Pada perhitungan kali ini, penulis mengambil sebanyak 100 data dari total keseluruhan data.

4.5. Menghitung Jarak *Euclidean*

Menghitung $D_{i,k}$ (jarak *Euclidean*) yaitu $\|x_i - x_k\|$. Dimana $i, k = 1, 2, \dots, 1128$ untuk perhitungan data *training* terhadap 100 data terpilih dan Dimana $i, k = 1, 2, \dots, 150$ untuk perhitungan data *testing* terhadap 100 data terpilih. Perhitungan adalah sebagai berikut:

$$D_{ik} = \sqrt{\sum_{j=1}^p (x_{ij} - x_{kj})^2}$$

4.6. Menghitung Nilai Aktivasi

Rumus dari perhitungan nilai aktivasi baik aktivasi *training* maupun *testing* adalah:

$$\varphi_{ik} = e^{-(b1 * D_{ik})^2}$$

Sebelum menghitung nilai dari fungsi aktivasi, terlebih dahulu dicari nilai dari $b1$, yaitu sebagai berikut:

$$b1 = \frac{\sqrt{-\ln(0.5)}}{\text{spread}} = \frac{0,8325}{14,4225} = 0.0577$$

Setelah diperoleh nilai dari $b1 = 0,0577$ maka langkah selanjutnya adalah menghitung nilai aktivasi φ_{ik} .

4.7. Menghitung Bobot

Menghitung bobot lapisan ($w_t^{(2)}$) dan bobot bias lapisan ($b2$). ($w_t^{(2)}$) dan $b2$ diperoleh dengan menyelesaikan persamaan linier berikut yang dapat diselesaikan dengan metode *Least Square*.

Persamaan linier untuk data *training* 1

$$0,00015w_1^{(2)} + 0,819w_2^{(2)} + \dots + 0,88w_{100}^{(2)} + b2 = 79,08$$

Persamaan linier untuk data *training* 2

$$0,000098w_1^{(2)} + 0,77w_2^{(2)} + \dots + 0,92w_{100}^{(2)} + b2 = 77,15$$

.

.

.

Persamaan linier untuk data *training* 1128

$$0,94w_1^{(2)} + 0,004w_2^{(2)} + \dots + 0,00007w_{100}^{(2)} + b2 = 106,73$$

Persamaan linier di atas jika disusun dalam bentuk matriks akan menjadi seperti berikut:

$$\begin{bmatrix} 0,00015 & 0,81 & \dots & 0,88 & 1 \\ 0,000098 & 0,77 & \dots & 0,92 & 1 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0,94 & 0,004 & \dots & 0,00007 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1^{(2)} \\ w_2^{(2)} \\ \vdots \\ w_{100}^{(2)} \\ b2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 79,08 \\ 77,15 \\ \vdots \\ 106,73 \end{bmatrix}$$

Dengan menggunakan *least square* maka diperoleh nilai bobot lapisan ($w_1^{(2)}$, $w_2^{(2)}$, ..., $w_{100}^{(2)}$) yaitu $-1,117e+07$, $2,7496e+04$, ..., $-4,8045e+03$). Nilai bobot bias lapisan $b2$ yang diperoleh adalah sebesar $20,7417$.

4.8. Menghitung Nilai Output

Setelah melakukan berbagai langkah perhitungan seperti pada langkah-langkah sebelumnya, terakhir kita menghitung nilai output untuk data *training* dan output untuk data *testing* dengan cara menjumlahkan seluruh hasil perhitungan diatas, contohnya:

a. Output data *training* 1:

$$a_{2_1} = (0,00015 x - 1,117e + 07) + (0,81 x 2,7496e + 04) + \dots + (0,88 x - 4,8045e + 03) + 20,7417 = 78,8728$$

Sampai pada output data *training* yang ke 1128

b. Output data *training* 1128

$$a_{2_1} = (0,94 x - 1,117e + 07) + (0,004 x 2,7496e + 04) + \dots + (0,00007 x - 4,8045e + 03) + 20,7417 = 10,68819$$

Sedangkan perhitungan output pada data testing adalah:

a. Output data *testing* 1

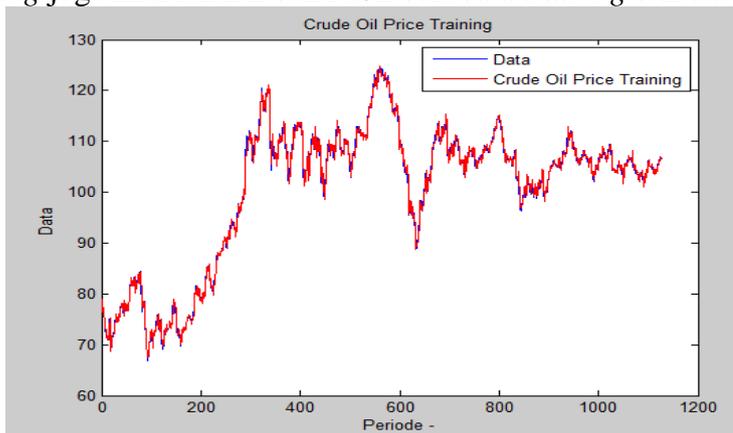
$$a_{2_1} = (0,94 x - 1,117e + 07) + (0,005 x 2,7496e + 04) + \dots + (8,37e - 05 x - 4,8045e + 03) + 20,7417 = 106,3676$$

Sampai pada output data *testing* yang ke 150

b. Output data *testing* 150

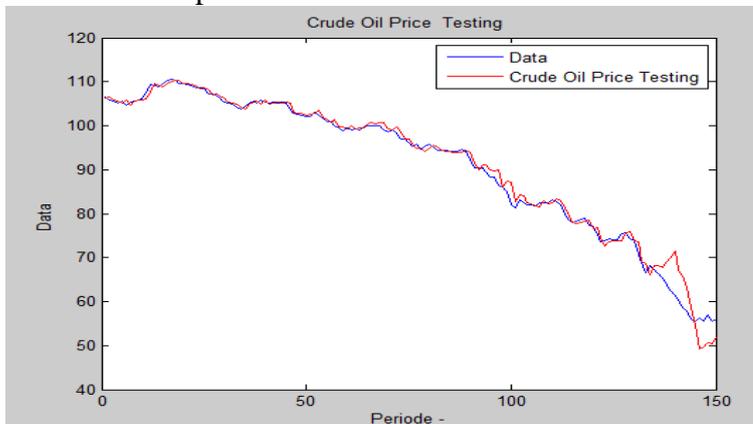
$$a_{2_1} = (1,76e - 12 x - 1,117e + 07) + (8,24e - 04 x 2,7496e + 04) + \dots + (0,00007x - 4,8045e + 03) + 20,7417 = 51,9875$$

Lalu setelah perhitungan selesai kita akan mendapatkan plot data *training* dan plot data *testing* juga nilai MAPE dan MSE dari data *training* dan data *testing*.



Gambar 1. Plot Data *Training*

Dari perhitungan program MATLAB didapatkan nilai MSE *training* sebesar 0,9141 dan nilai MAPEnya adalah 0,74%. Jadi dapat disimpulkan bahwa data *training* yang digunakan sudah optimal.

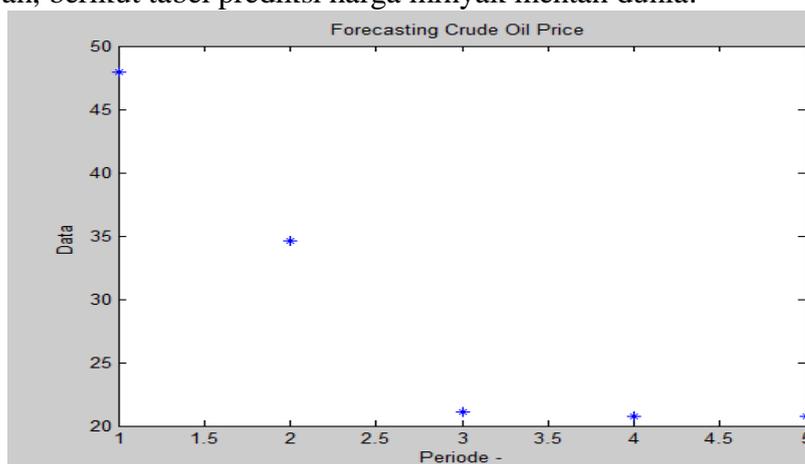


Gambar 2. Plot Data *Testing*

Dari perhitungan program MATLAB didapatkan nilai dari MSE *testing* sebesar 4,2739 dan nilai MAPEnya adalah 1,63%. Jadi dapat disimpulkan bahwa data *testing* yang digunakan sudah optimal dan dapat dilakukan perhitungan data selanjutnya, yaitu menghitung nilai peramalannya.

4.9. Peramalan Harga Minyak Mentah Dunia

Peramalan data menggunakan metode *Radial Basis Function Neuron Network* akan digunakan untuk memprediksi harga minyak mentah dunia untuk jangka waktu 5 hari ke depan, berikut tabel prediksi harga minyak mentah dunia:



Gambar 3. Plot Peramalan Harga Minyak Mentah Dunia

Nilai Ramalan Harga Minyak Mentah Dunia	
Periode	Ramalan Harga
29 Juli 2015	\$55,89
30 Juli 2015	\$55,95
31 Juli 2015	\$55,91
1 Agustus 2015	\$55,94
2 Agustus 2015	\$55,89

5. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan pada bab sebelumnya mengenai peramalan harga minyak mentah dunia menggunakan metode *Radial Basis Function Neural Network*, dapat disimpulkan bahwa:

1. Model *Radial Basis Function Neural Network* merupakan salah satu model yang cocok digunakan untuk mengolah data dalam skala besar karena hanya dengan menggunakan beberapa data saja model sudah dapat terbentuk, sehingga hal tersebut dirasa sangat efektif dan efisien.
2. Pada tahap pemodelan menggunakan metode *Radial Basis Function Neural Network* diperoleh nilai MSE training adalah 0,9141 dan nilai MAPE adalah 0,74%. Sedangkan untuk testing, diperoleh nilai MSEnya adalah 4,2739 dan nilai MAPEnya adalah 1,63%.
3. Berdasarkan nilai ramalan dapat disimpulkan bahwa harga minyak mentah dunia dalam waktu yang akan datang berkisar antara USD\$55,91 per barel setiap harinya atau setara dengan Rp. 754.785,00 per barel.

DAFTAR PUSTAKA

- Daniel, W. 2012. Detik Finance. <http://finance.detik.com/>. (Diakses pada hari Senin, 3 Agustus 2015 pukul 00.27 WIB)
- Fausett. 1994. *Fundamentals of Neural Networks*. New Jersey: Prentice Hall.
- Haykin, S. 1999. *Neural Network: A Comprehensive Foundation*. Inc, Prentice Hall.
- Johnson, R. A. 1992. *Applied Multivariate Statistical Analysis Third Edition*. New Jersey: Prentice Hall.
- Kusumadewi, S. 2004. *Membangun Jaringan Syaraf Tiruan Menggunakan Matlab & Excel Link*. Graha Ilmu.
- Opec. 2014. *Produksi Harga Minyak Mentah Dunia*. http://www.opec.org/opec_web/en/. (Diakses pada hari Kamis, 30 Juli 2015 pukul 11.00 WIB).
- Sanusi, B. 1984. *Indonesia Dalam Dunia Perminyakan*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.
- Siang, J. J. 2005. *Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrogramannya Menggunakan Matlab*. Yogyakarta: Andi.
- Warsito, B. 2009. *Kapita Selekta Statistika Neural Network*. Semarang: BP UNDIP.
- Yuza, M. 2010. Perbandingan Metode Arima Dan Double Exponential Dalam Meramalkan Produksi Minyak Mentah Di Indonesia Tahun 2010. Tugas Akhir, Jurusan Matematika Prodi Statistika, Universitas Negeri Padang.
- Yasin, H. 2014. Estimasi Regresi Non Parametrik Dengan Metode Wavelet Shrinkage Neural Network Pada Model Rancangan Tetap. *Jurnal Media Statistik FSM Universitas Diponegoro, Vol. 2, No. 1*.