

Prediksi Persediaan Minyak Bumi Menggunakan Model Dinamis Distribusi Lag, Dinamis Autoregressive, dan Autoregressive Distribusi Lag

Hary Merdeka^{#1}, Helma^{*2}, Yenni Kurniawati^{*3}

[#]Student of Mathematics Departement, Universitas Negeri Padang

^{*}Lecturer of Mathematics Departement, Universitas Negeri Padang

[1hary.piang@gmail.com](mailto:hary.piang@gmail.com)

[2helma667@yahoo.co.id](mailto:helma667@yahoo.co.id)

[3kurniawati.y@gmail.com](mailto:kurniawati.y@gmail.com)

Abstract – Energy security is the availability of energy sources that are not disconnected at an affordable price. Problems that occur in energy security in Indonesia is an imbalance in the production of petroleum consumption in Indonesia. Therefore the aim of this study to predict the oil supplies for several years later. Based on the results obtained from the model distribution autoregressive lag model $\hat{Y}_t = 0,609 X_{t-2} + 0,514 Y_{t-1}$. Y_{t-1} a petroleum supplies, X_{t-2} petroleum consumption in the two previous periods, and Y_{t-1} oil production earlier period. From the model can be predicted that oil supplies in 2014 and 2015 respectively amounting to 3.112.002 and 3.335.348 terajoule. This model depicts the predictions of inventory that is influenced by petroleum consumption in the two previous periods and production of petroleum in the previous period amounted to 98.28%.

Keywords – Energy security, lag distribution dynamic models, dynamic autoregressive, distribution autoregressive lag, ARDL.

Abstrak –Ketahanan energi merupakan ketersediaan sumber energi yang tidak terputus dengan harga yang terjangkau. Masalah yang terjadi pada ketahanan energi di Indonesia adalah tidak seimbang nya produksi dengan konsumsi minyak bumi di Indonesia. Tujuan dari penelitian ini untuk memprediksi persediaan minyak bumi Indonesia untuk beberapa tahun kedepan. Untuk memprediksi persediaan minyak bumi menggunakan model dinamis distribusi lag, dinamis autoregressive, dan autoregressive distribusi lag (ARDL). Berdasarkan hasil penelitian diperoleh model persediaan minyak bumi dengan model $\hat{Y}_t = 0,609 X_{t-2} + 0,514 Y_{t-1}$. Y_t merupakan persediaan minyak bumi, X_{t-2} konsumsi minyak bumi pada 2 periode sebelumnya, dan Y_{t-1} produksi minyak bumi periode sebelumnya. Dari model dapat diprediksi bahwa persediaan minyak bumi tahun 2014 dan 2015 berturut-turut sebesar 3.112.002 dan 3.335.348 terajoule. Model ini menggambarkan prediksi persediaan yang dipengaruhi oleh konsumsi minyak bumi pada 2 periode sebelumnya dan produksi minyak bumi pada periode sebelumnya sebesar 98,28 %.

Kata Kunci –ketahanan energi, dinamis distribusi lag, dinamis autoregressive, ARDL.

PENDAHULUAN

Ketahanan energi merupakan ketersediaan sumber energi yang tidak terputus dengan harga yang terjangkau. Ketahanan energi juga bisa dikatakan dengan seberapa banyaknya persediaan energi. Persediaan energi merupakan total dari produksi, impor, stok, dikurangi dengan ekspor, dan marine atau aviation bunker¹.

Ketahanan energi menjadi masalah bagi Indonesia. Ketergantungan terhadap energi fosil terutama minyak bumi di dalam negeri sangat tinggi. Sebesar 96% dari total konsumsi energi di Indonesia berasal dari energi fosil, diantaranya minyak bumi 48%, gas 18% dan batubara 30% Sedangkan cadangan minyak bumi di Indonesia terus menurun. Kebutuhan akan minyak bumi

Indonesia pada tahun 2013 sebesar 2.850.211 Terajoule dan Persediaan minyak bumi sebesar 2.937.022 namun produksi nasional hanya 1.728.813 Terajoule.

Produksi minyak yang terus menurun memaksa pemerintah Indonesia untuk meningkatkan impor minyak untuk memenuhi persediaan energi. Penurunan produksi minyak disebabkan tidak bertambahnya kilang milik Pertamina selama 20 tahun terakhir dan tidak ada penemuan ladang-ladang minyak yang baru. Sebagian besar kilang minyak yang dimiliki Pertamina berumur rata-rata diatas 30 tahun yang mengakibatkan efisiensi kilang semakin lama semakin menurun.

Kapasitas minyak di kilang nasional sebesar 1,0348 juta barel per hari, namun kilang pertamina memproduksi BBM nasional hanya mencapai 0,65 juta barel per hari.

Dengan ketersediaan infrastruktur kilang nasional saat ini, produksi minyak bumi oleh nasional baru dapat memenuhi sekitar 56% konsumsi minyak bumi nasional².

Peningkatan konsumsi minyak bumi dalam negeri yang tidak diikuti oleh produksi menyebabkan pemerintah mengimpor sebagian kekurangan produksi untuk memenuhi konsumsi minyak bumi. Besarnya ketergantungan Indonesia pada minyak impor semakin memberatkan pemerintah karena besarnya subsidi yang harus diberikan sebagai akibat peningkatan impor dan kenaikan harga minyak dunia. Jumlah APBN yang dihabiskan pemerintah untuk subsidi minyak naik secara signifikan. Jumlah APBN untuk subsidi BBM pada tahun 2012 sebesar 137 trilyun dan tahun 2013 sebesar 200 trilyun³.

Berdasarkan laporan neraca pembayaran yang dikeluarkan oleh Bank Indonesia sepanjang tahun 2012 neraca perdagangan migas tercatat defisit 5,6 Miliar dollar US akibat impor yang tinggi, dan hal ini pula yang menyebabkan neraca perdagangan Indonesai menjadi defisit 171 juta dollar US.

Persediaan minyak bumi di Indonesia harus terjamin oleh pemerintah. Salah satu statistik yang dapat memprediksi masalah ini adalah model regresi. Kebanyakan dari model regresi linear kurang memperhatikan waktu. Model regresi dengan menggunakan data deret waktu tidak hanya menggunakan pengaruh perubahan variabel bebas terhadap variabel tak bebas dalam periode waktu pengamatan yang sama, tetapi juga menggunakan periode waktu sebelumnya. Waktu yang diperlukan bagi variabel bebas (X) dalam mempengaruhi variabel tak bebas (Y) disebut bedakala atau lag

Model regresi yang memuat variabel tak bebas yang dipengaruhi oleh variabel bebas pada waktu t , serta dipengaruhi juga oleh variabel bebas pada waktu $t-1$, $t-2$ dan seterusnya disebut model dinamis distribusi lag. Model regresi yang memuat variabel tak bebas yang dipengaruhi oleh variabel bebas pada waktu t , serta dipengaruhi juga oleh variabel tak bebas itu sendiri pada waktu $t-1$ disebut model dinamis

Variabel tak bebas dipengaruhi oleh variabel bebas pada waktu $t-1$, $t-2$ dan seterusnya, serta dipengaruhi juga oleh variabel tak bebas itu sendiri pada waktu $t-1$, $t-2$ dan seterusnya, maka model tersebut disebut dengan model autoregressive distributed lag (ARDL). Tujuan dari penelitian ini yaitu membentuk model persediaan minyak bumi dengan menggunakan model dinamis distribusi lag, dinamis autoregressive dan autoregressive distribusi lag (ARDL). Sehingga persediaan minyak bumi di tahun berikutnya bisa diprediksi.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Model Dinamis Distribusi Lag, Dinamis Autoregressive dan Autoregressive Distribusi Lag (ARDL). Langkah-

langkah untuk menyelesaikan permasalahan ini adalah dengan membentuk model regresi, melakukan uji kelayakan model, uji keberartian parameter, ujikelinearan, uji autokorelasi, uji Multikolinearitas, uji homoskedastisitas, uji kenormalan sisaan, jika mengandung autokorelasi, gunakan model dinamis distribusi lag, dinamis autoregressive dan autoregressive distribusi lag, dan membentuk model dinamis distribusi lag, dinamis autoregressive dan autoregressive distribusi lag.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Bentuk Model Regresi Linear Sederhana

Dalam pembentukan model regresi linear sederhana pada persamaan (1), dengan menggunakan bantuan software Minitab 14 maka diperoleh nilai dugaan dari parameter yang dijelaskan pada teknik analisis data sebagai berikut :

$$\hat{Y} = 597226 + 0.869 X_t$$

Dimana,

\hat{Y} = Prediksi persediaan minyak bumi

X_t = Konsumsi minyak bumi pada waktu t

Setelah model dugaan dibentuk, maka dilakukan uji lanjut untuk menguji model sebagai berikut :

1. Uji Kelayakan Model

Statistik yang digunakan dalam menguji kelayakan model adalah uji F. Berdasarkan hasil olahan data pada Minitab 14 dapat dilihat nilai $F_{obs} = 54.15$. Sedangkan nilai F tabel $F_{0,05(2,22)} = 3,64$. $F_{obs} > F_{0,05(2,20)}$ sehingga tolak H_0 , hal ini berarti bahwa variabel bebas X memiliki hubungan dengan variabel terikat Y

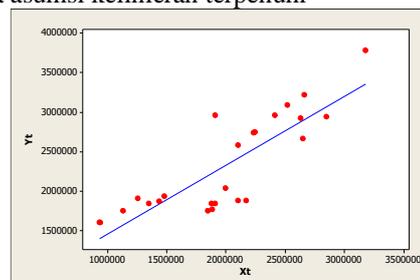
2. Uji Keberartian Parameter

Statistik yang digunakan untuk melihat keberartian parameter adalah uji t. Melalui output regression pada Minitab 14 dapat dilihat bahwa nilai $|t_{obs}|$ variabel X_t adalah 7.36 sementara $t_{(0,025;22)}$ pada tabel t adalah -11,89. Dapat dilihat bahwa $|t_{obs}|$ untuk variabel $X_t > t_{tabel}$, maka tolak H_0 sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel X_t , berpengaruh secara signifikan terhadap variabel terikat Y_t

3. Uji Asumsi

a. Uji kelinearan

Deteksi awal untuk melihat kelinieran antara variabel terikat dan variabel bebas adalah dengan melihat plot data pada *scatterplot*. Gambar. 1 memperlihatkan bahwa antara variabel terikat dan variabel bebas terlihat hubungan linier sehingga asumsi kelinieran terpenuhi



Gambar. 1 Scatterplot of Y_t vs X_t

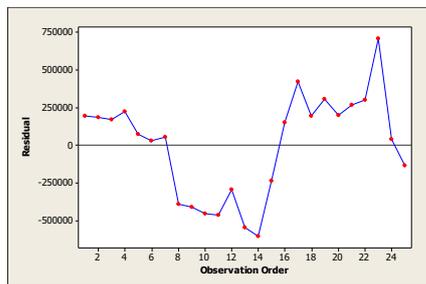
Selain itu, untuk menguji asumsi kelinieran, maka dilakukan uji signifikansi regresi dengan menggunakan uji F. Dengan menggunakan *software* minitab 14 dapat dilihat bahwa asumsi kelinieran terpenuhi, bahwa nilai $p\text{-value} < 0,05$ ($0,000 < 0,05$). Hal ini berarti bahwa minimal terdapat satu variabel bebas (X) yang memiliki hubungan linier dengan variabel terikat (Y).

b. Uji Kebebasan Sisaan

Kebebasan sisaan dapat dilihat pada *residual versus the order of the data*. Jika sebaran plot sisaan pada *residual versus the order of the data* tidak membentuk pola tertentu maka menandakan sisaan sudah saling bebas dalam artian waktu tidak mempengaruhi pengambilan data. Cara lain untuk mendeteksi asumsi kebebasan sisaan adalah dengan menggunakan statistik *Durbin-Watson*, dimana jika nilai $d > d_U$ dan $4 - d > d_U$, maka tidak terdapat autokorelasi baik positif maupun negatif. Dari model akan diuji asumsi kebebasan sisaan menggunakan grafik dan nilai *Durbin-Watson* sebagai berikut :

1) Grafik

Gambar.2 memperlihatkan, bahwa sebaran titik terjadi autokorelasi karena pola antara residual dengan waktu membentuk pola siklus. Ini menunjukkan bahwa nilai pengamatan dipengaruhi oleh pengamatan lainnya. Ini menyatakan bahwa asumsi kebebasan sisaan tidak terpenuhi.



Gambar. 2 Residuals Versus the Order of the Data

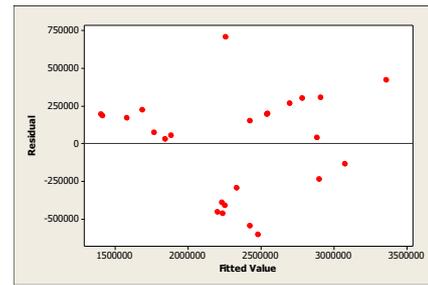
2) Nilai Durbin-Watson

Dengan menggunakan program Minitab 14, maka diperoleh nilai *Durbin-Watson* sebesar 0.506442. Nilai dari tabel *Durbin-Watson* dengan nilai alfa 0,05 terdapat nilai $dL = 1,02$ dan $dU = 1,076$. Karena $d < dU$ dan $4-dU > d$ maka terjadi autokorelasi

c. Uji Kehomogenan Ragam Sisaan

Pemeriksaan asumsi kehomogenan ragam sisaan dapat dilihat pada *residual versus the fitted values*, dimana jika sebaran titik pada *residual versus the fitted values* tersebar acak, tidak ada pola yang sistematis serta titik-titik menyebar disekitar angka nol maka dapat dinyatakan asumsi kehomogenan ragam sisaan terpenuhi.

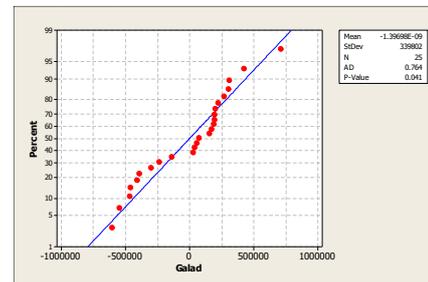
Gambar. 3 memperlihatkan bahwa sebaran titik pada *residual versus the fitted values* yang didapat dari *software* Minitab 14 belum tersebar secara acak, terdapat pola yang sistematis, meskipun terdapat beberapa pencilon. Ini berarti bahwa kehomogenan ragam sisaan telah terpenuhi.



Gambar. 3 Residuals Versus the Fitted Values

d. Uji Kenormalan Sisaan

Pemeriksaan asumsi kenormalan sisaan dapat dilihat melalui *normal probability plot of the residual* yang didapat dari *software* Minitab 14 seperti yang terlihat pada Gambar 7 di bawah.



Gambar. 4 Probability Plot of Galad

Jika sebaran titik mengikuti asumsi kenormalan serta $P - Value > 0,05$ maka asumsi kenormalan sisaan terpenuhi. Gambar. 4 memperlihatkan sebaran titik mengikuti asumsi kenormalan dan dengan menggunakan *Anderson Darling* didapat bahwa $P - Value$ adalah 0,041 ($P - Value < 0,05$) maka dapat dikatakan bahwa kenormalan sisaan belum terpenuhi.

Model $\hat{Y} = 597226 + 0.869 X_t$ tidak memenuhi asumsi autokorelasi dan asumsi kenormalan. Untuk mengatasi permasalahan autokorelasi akan ditambahkan variabel lag. Menurut Saefudin (2010:256), pada banyak kasus nilai respon dipengaruhi oleh nilai respon sebelumnya. Untuk kasus seperti ini dapat dimasukkan pengaruh respon sebelumnya sebagai peubah bebas baru dalam model. Disini akan digunakan model dinamis distribusi lag, dinamis autoregressive dan autoregressive distribusi lag (ARDL).

B. Bentuk Model Dinamis Distribusi Lag , Dinamis Autoregressive, dan ARDL

1. Model Dinamis Distribusi Lag

Variabel bebas X_t tidak digunakan pada peubah bebas karena persediaan minyak bumi tidak akan dipengaruhi oleh konsumsi pada periode saat itu, namun akan dipengaruhi oleh konsumsi periode sebelumnya. Pembentukan model dinamis distribusi lag menggunakan *software* Minitab 14. Didapatkan model dugaan sebagai berikut :

- 1) $\hat{Y}_t = 972936 + 0,708 X_{t-1}$
- 2) $\hat{Y}_t = 663573 + 0,140 X_{t-1} + 0,752 X_{t-2}$
- 3) $\hat{Y}_t = 644229 - 0,103 X_{t-1} + 0,663 X_{t-2} + 0,352 X_{t-3}$
- 4) $\hat{Y}_t = 452050 - 0,075 X_{t-1} + 0,629 X_{t-2} + 0,317 X_{t-3} + 0,133 X_{t-4}$

$$5) \hat{Y}_t = 252762 - 0,003 X_{t-1} + 0,655 X_{t-2} + 0,207 X_{t-3} + 0,088 X_{t-4} + 0,141 X_{t-5}$$

Penambahan lag berhenti pada model kelima karena model semakin tidak menunjukkan keberartian parameter karena nilai $p\text{-value} > 0,05$. Nilai $p\text{-value}$ dapat dilihat di Tabel I.

TABEL I
MODEL DINAMIS DISTRIBUSI LAG

No	Peubah Bebas	Nilai F _{obs}	Nilai F _{tabel}	Perbandingan Nilai F _{obs} dengan F _{tabel}	pvalue	R ² _{adj} (%)
1	X _{t-1}	18,02	4,16	F _{obs} > F _{tabel}	X _{t-1} =0,000	42,5
2	X _{t-1} X _{t-2}	19,27	3,13	F _{obs} > F _{tabel}	X _{t-1} = 0,506 X _{t-2} = 0,001	62,4
3	X _{t-1} X _{t-2} X _{t-3}	12,29	2,93	F _{obs} > F _{tabel}	X _{t-1} = 0,761 X _{t-2} = 0,008 X _{t-3} = 0,291	61,7
4	X _{t-1} X _{t-2} X _{t-3} X _{t-4}	9,16	2,81	F _{obs} > F _{tabel}	X _{t-1} = 0,833 X _{t-2} = 0,087 X _{t-3} = 0,348 X _{t-4} = 0,701	62,0
5	X _{t-1} X _{t-2} X _{t-3} X _{t-4} X _{t-5}	6,72	2,74	F _{obs} > F _{tabel}	X _{t-1} = 0,994 X _{t-2} = 0,089 X _{t-3} = 0,699 X _{t-4} = 0,808 X _{t-5} = 0,728	60,1

Berdasarkan tabel I dapat dilihat bahwa nilai $p\text{-value}$ dari setiap variabel pada penambahan lag menunjukkan ketidakberartian parameter yang mengakibatkan setiap variabel bebas tidak menunjukkan pengaruh terhadap model kecuali pada model pertama. Sehingga dapat disimpulkan bahwa model dinamis distribusi lag yang akan digunakan untuk uji lanjut dalam memprediksi persediaan minyak bumi adalah $\hat{Y}_t = 972936 + 0,708 X_{t-1}$.

2. Model Dinamis Autoregressive

Untuk membentuk model dinamis autoregressive menggunakan bantuan *software* Minitab 14 diperoleh model dengan dugaan $\hat{Y}_t = 555642 + 0.063X_{t-1} + 0.729Y_{t-1}$. Dari model yang diperoleh hanya variabel Y_{t-1} yang berpengaruh signifikan terhadap model sedangkan variabel X_{t-1} tidak berpengaruh. Sehingga model dinamis autoregressive tidak bisa digunakan untuk memprediksi persediaan minyak bumi. Seperti yang ditunjukkan di Tabel II.

TABEL II
MODEL DINAMIS AUTOREGRESSIVE

Peubah Bebas	Nilai F _{obs}	Nilai F _{tabel}	Perbandingan Nilai F _{obs} dengan F _{tabel}	pValue	R ² _{adj} (%)
X _{t-1} Y _{t-1}	16,93	3,13	F _{obs} > F _{tabel}	X _{t-1} =0.808 Y _{t-1} = 0.006	58,1

3. Model Autoregressive Distribusi Lag (ARDL)

Pembentukan model autoregressive distribusi lag menggunakan *software* Minitab 14. Didapatkan model dugaan sebagai berikut :

$$1) \hat{Y}_t = 389573 - 0367 X_{t-1} + 0,665 X_{t-2} + 0,623 Y_{t-1}$$

$$2) \hat{Y}_t = 376849 - 0,384 X_{t-1} + 0,655 X_{t-2} + 0,07 X_{t-3} + 0,591 Y_{t-1}$$

$$3) \hat{Y}_t = 230015 + 0,647 X_{t-2} - 0,141 X_{t-3} + 0,502 Y_{t-1}$$

$$4) \hat{Y}_t = 343882 + 0,555 X_{t-2} + 0,419 Y_{t-1}$$

$$5) \hat{Y}_t = 471056 + 0,409 X_{t-2} + 0,497 Y_{t-2}$$

$$6) Y_t = 471056 + 0,261 X_{t-1} + 0,675 Y_{t-2} + 0,088 X_{t-4} + 0,141 X_{t-5}$$

Penambahan lag berhenti pada model ke enam karena model semakin tidak menunjukkan keberartian parameter karena nilai $p\text{-value} > 0,05$. Nilai $p\text{-value}$ dapat dilihat di tabel model autoregressive distribusi lag (ARDL).

TABEL III
MODEL AUTOREGRESSIVE DISTRIBUSI LAG (ARDL)

No	Peubah Bebas	Nilai F _{obs}	Nilai F _{tabel}	Perbandingan Nilai F _{obs} Dan F _{tabel}	p Value	R ² _{adj} (%)
1	X _{t-1} X _{t-2} Y _{t-1}	22,9	2,93	F _{obs} > F _{tabel}	X _{t-1} =0,123 X _{t-2} = 0,001 Y _{t-1} = 0,004	74,9
2	X _{t-1} X _{t-2} X _{t-3} Y _{t-1}	14,5	2,81	F _{obs} > F _{tabel}	X _{t-1} = 0,222 X _{t-2} = 0,003 X _{t-3} = 0,814 Y _{t-1} = 0,013	72,0
3	X _{t-2} X _{t-3} Y _{t-1}	18,2	2,93	F _{obs} > F _{tabel}	X _{t-2} = 0,004 X _{t-3} = 0,576 Y _{t-1} = 0,025	71,1
4	X _{t-2} Y _{t-1}	30,6	3,13	F _{obs} > F _{tabel}	X _{t-2} = 0,002 X _{t-3} = 0,009	72,9
5	X _{t-2} Y _{t-1} Y _{t-2}	21,4	2,93	F _{obs} > F _{tabel}	X _{t-2} = 0,068 Y _{t-1} = 0,092 Y _{t-2} = 0,237	73,6
6	X _{t-2} Y _{t-2}	27,58	3,13	F _{obs} > F _{tabel}	X _{t-2} = 0,069 Y _{t-2} = 0,021	70,7

Berdasarkan Tabel III, variabel yang berpengaruh signifikan terhadap model adalah model ke empat karena nilai p pada masing-masing variabel kecil dari 0,05. Akan tetapi nilai p pada konstanta model ke-4 bernilai 0,224. Hal ini menyebabkan konstantanya tidak nyata. Oleh karena itu, model ini tidak menggunakan *fit intercept*. Sehingga diperoleh persamaan yang terbaik dari model ARDL yaitu $\hat{Y}_t = 0,609 X_{t-2} + 0,514 Y_{t-1}$.

Model yang akan di uji lanjut adalah Model Dinamis Distribusi Lag $\hat{Y}_t = 972936 + 0,708 X_{t-1}$ dan model Autoregressive Distribusi Lag (ARDL) $\hat{Y}_t = 0,609 X_{t-2} + 0,514 Y_{t-1}$.

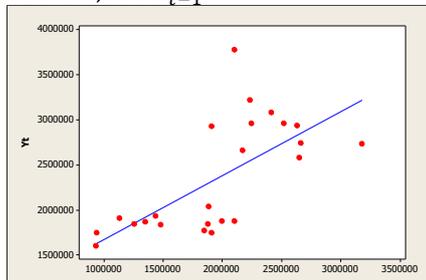
1. Uji Asumsi

a. Uji Kolinieran

Deteksi awal untuk melihat kolinieran antara variabel terikat dan variabel bebas adalah dengan melihat plot data

pada *scatterplot*. Melalui *scatterplot* yang di dapat dengan menggunakan *software* Minitab 14 seperti yang terlihat pada Gambar 5 di bawah ini. Dapat dilihat bahwa antara variabel terikat dan variabel bebas terlihat hubungan linier sehingga asumsi kelinieran terpenuhi

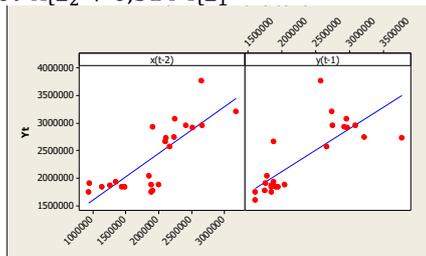
1) $\hat{Y}_t = 972936 + 0,708 X_{t-1}$



Gambar 5. Scatterplot of Y vs X_{t-1}

Selain itu, untuk menguji asumsi kelinieran, maka dilakukan uji signifikansi regresi dengan menggunakan uji F. Dengan menggunakan *software* minitab 14 dapat dilihat bahwa asumsi kelinieran terpenuhi karena nilai *p-value* < 0,05 (0,000 < 0,05). Hal ini berarti bahwa variabel bebas (X) yang memiliki hubungan linier dengan variabel terikat (Y)

2) $\hat{Y}_t = 0,609 X_{t-2} + 0,514 Y_{t-1}$



Gambar 6. Scatterplot of Y vs X_{t-2}, Y_{t-1}

Gambar 6 menunjukkan bahwa model telah memenuhi asumsi kelinieran dan juga *p-value* < 0,05 (0,000 < 0,05). Hal ini berarti bahwa minimal terdapat satu variabel bebas (X) yang memiliki hubungan linier dengan variabel terikat (Y)

b. Uji Kebebasan Sisaan (non autokorelasi)

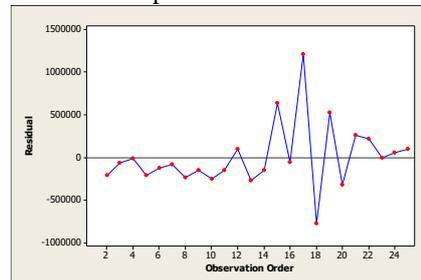
Kebebasan sisaan (non autokorelasi) dapat dilihat pada *residual versus the order of the data*. Jika sebaran plot sisaan pada *residual versus the order of the data* tidak membentuk pola tertentu maka menandakan sisaan sudah saling bebas dalam artian waktu tidak mempengaruhi pengambilan data. Cara lain untuk mendeteksi asumsi kebebasan sisaan adalah dengan menggunakan *statistic Durbin Watson*, dimana jika nilai $d > d_U$ dan $4 - d > d_U$, maka tidak terdapat autokorelasi baik positif maupun negatif. Dari model akan diuji asumsi kebebasan sisaan menggunakan grafik dan nilai Durbin-Watson

1) $\hat{Y}_t = 972936 + 0,708 X_{t-1}$

a) Grafik

Dari *residual versus the order of the data* yang didapat dari *software* Minitab 14 pada Gambar 7, dapat dilihat bahwa sebaran titik membentuk pola sistematis sehingga terjadi autokorelasi. Residual pada pengamatan 1-14 memiliki selisih yang tidak mencolok. Ini

menunjukkan bahwa nilai pengamatan dipengaruhi oleh pengamatan lainnya. Ini menyatakan bahwa asumsi kebebasan sisaan belum terpenuhi.



Gambar 7. Residuals Versus the Order of the Data

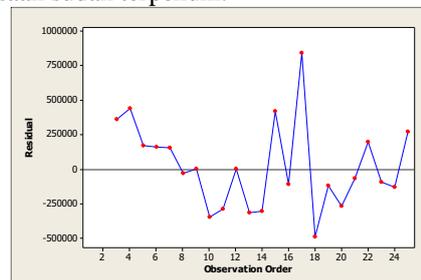
b) Nilai Durbin-Watson

Dengan menggunakan program Minitab 14, maka diperoleh nilai Durbin-Watson sebesar 1.01245. Dari tabel Durbin-Watson dengan nilai alfa 0,05 terdapat nilai $d_L = 1,1878$ dan $d_U = 1,5464$. Karena $d < d_U$ maka terjadi autokorelasi

2) $\hat{Y}_t = 0,609 X_{t-2} + 0,514 Y_{t-1}$

a) Grafik

Dari *residual versus the order of the data* yang didapat dari *software* Minitab 14 pada Gambar 8, dapat dilihat bahwa sebaran titik membentuk pola sistematis. Oleh karena itu tidak terjadi autokorelasi. Ini menunjukkan bahwa nilai pengamatan tidak dipengaruhi oleh pengamatan lainnya. Ini menyatakan bahwa asumsi kebebasan sisaan sudah terpenuhi.



Gambar 8. Residuals Versus the Order of the Data

b) Nilai Durbin-Watson

Dengan menggunakan program Minitab 14, maka diperoleh nilai Durbin-Watson sebesar 2.01245. Dari tabel Durbin-Watson dengan nilai alfa 0,05 terdapat nilai $d_L = 1,12$ dan $d_U = 1,66$. Karena $d > d_U$ dan $4 - d > d_U$ maka tidak terjadi autokorelasi positif dan negatif.

Sehingga model yang akan di uji lanjut adalah model

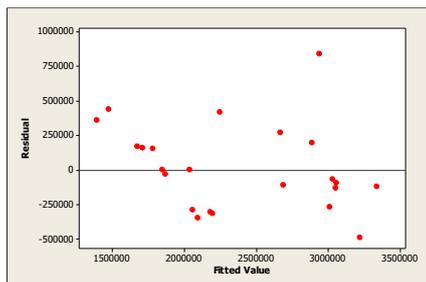
$\hat{Y}_t = 0,609 X_{t-2} + 0,514 Y_{t-1}$

c. Uji Kehomogenan Ragam Sisaan

Pemeriksaan asumsi kehomogenan ragam sisaan dapat dilihat pada *residual versus the fitted values*, dimana jika sebaran titik pada *residual versus the fitted values* tersebar acak, tidak ada pola yang sistematis serta titik-titik menyebar disekitar angka nol maka dapat dinyatakan asumsi kehomogenan ragam sisaan terpenuhi.

Dari residual plot pada Gambar 9 dapat dilihat bahwa sebaran titik pada *residual versus the fitted values* yang didapat dari *software* Minitab 14 telah tersebar secara acak, tidak terdapat pola yang sistematis serta titik-titik menyebar disekitar nol, meskipun terdapat satu pencilan.

Ini berarti bahwa kehomogenan ragam sisaan telah terpenuhi.



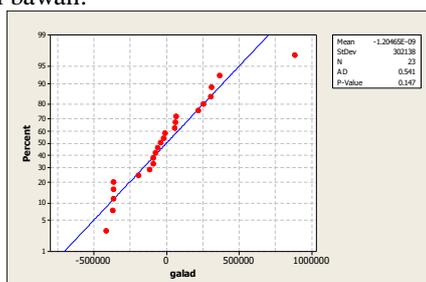
Gambar 9. Residuals Versus the Fitted Values

Cara lain untuk mendeteksi kehomogenan ragam sisaan dengan menggunakan pengujian Park. Park memformalkan metode grafik dengan menyarankan bahwa e_i^2 adalah suatu fungsi yang menjelaskan X_i . Bentuk fungsi yang disarankan adalah $\ln e_i^2 = \alpha + \beta \ln X_i + v_i$

Ln dari Residual yang diperoleh dari persamaan $\hat{Y}_t = 0,609 X_{t-2} + 0,514 Y_{t-1}$ diregresikan terhadap $\ln X_{t-2}$ dan $\ln Y_{t-1}$ seperti persamaan di pengujian park. Melalui *output regression* pada Minitab 14 diperoleh nilai $|t_{obs}|$ untuk masing-masing parameter X_{t-2} dan Y_{t-1} secara berturut-turut adalah -0,52 dan -0,12. Sementara $t_{(0,025;22)}$ pada tabel t seperti pada Lampiran adalah 2,078 sehingga $|t_{obs}| < t_{tabel}$. Nilai R^2 diperoleh 0,0 % . Berdasarkan nilai $|t_{obs}|$ dan R^2 dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan secara statistik. Sehingga bisa disimpulkan bahwa tidak terdapat heteroskedastisitas dalam varians kesalahan.

d. Uji Kenormalan Sisaan

Pemeriksaan asumsi kenormalan sisaan dapat dilihat melalui *normal probability plot of the residual* yang didapat dari *software* Minitab 14 seperti yang terlihat pada Gambar 10 di bawah.



Gambar 10. Probability Plot of Galad

Jika sebaran titik mengikuti asumsi kenormalan serta $p - value > 0,05$ maka asumsi kenormalan sisaan terpenuhi. Pada Gambar 10, sebaran titik mengikuti asumsi kenormalan dan dengan menggunakan Anderson Darling didapat bahwa $p - value$ adalah 0,147 ($p - value > 0,05$) maka dapat dikatakan bahwa kenormalan sisaan telah terpenuhi.

e. Uji Peubah Bebas Saling Bebas

Asumsi terakhir analisis model dilihat dari nilai VIF. Nilai VIF berguna untuk mendeteksi adanya multikolinearitas. Dengan menggunakan *software* Minitab 14 dapat dilihat bahwa asumsi multikolinearitas, hal ini dapat dilihat pada Lampiran 3. Didapat nilai VIF-nya 1,7

ini berarti bahwa tidak terjadi multikolinearitas artinya peubah bebas saling bebas.

2. Nilai R^2 yang disesuaikan dengan $R^2_{adjusted}$

Untuk menunjukkan bagaimana pengaruh dari peubah bebas terhadap peubah terikat, dan melihat pengaruh penambahan suatu peubah bebas ke dalam suatu persamaan maka digunakan R^2_{adj} . Dengan menggunakan rumus pada persamaan (22) dan dengan menggunakan Minitab 14 diperoleh nilai R^2_{adj} sebesar 98,28 %.

C. Interpretasi Dari Model yang Diperoleh

Dari model yang terbentuk berdasarkan analisis data adalah $\hat{Y}_t = 0,609 X_{t-2} + 0,514 Y_{t-1}$. Dari model dapat diprediksi bahwa persediaan minyak bumi sebesar 0,514 dari persediaan minyak bumi periode sebelumnya ditambah dengan 0,609 konsumsi minyak bumi dua periode sebelumnya. Jadi persediaan minyak bumi tahun 2014 dan 2015 berturut-turut sebesar 3.112.002 terajoule dan 3.335.348 terajoule. Model ini menggambarkan prediksi persediaan minyak bumi sebesar 98,28 %.

D. Pembahasan

Berdasarkan analisis data diperoleh model regresi dengan persamaan $\hat{Y}_t = 597226 + 0.869 X_t$. \hat{Y}_t merupakan dugaan persediaan minyak bumi dan X_t merupakan konsumsi minyak bumi. Selanjutnya menguji asumsi terhadap model tersebut, asumsi yang pertama dari plot data Gambar 4, bahwa pencaran titik terlihat adanya hubungan kelinearan. Hal tersebut berarti bahwa keragaman variabel terikat semata-mata dipengaruhi oleh variabel bebas. Asumsi yang kedua, sebaran titik pada Gambar 5 terjadi autokorelasi. Ini menunjukkan bahwa nilai pengamatan dipengaruhi oleh pengamatan lainnya. Asumsi yang ketiga, pada Gambar 6 tidak terdapat pola yang sistematis serta titik-titik menyebar disekitar nol, ini berarti bahwa kehomogenan ragam sisaan telah terpenuhi. Asumsi keempat, pada Gambar 7 sebaran titik memenuhi asumsi kenormalan, yang berarti kenormalan sisaan belum terpenuhi. Selanjutnya pada asumsi kelima, dilihat pada nilai VIFnya pada Lampiran 3, ternyata tidak terjadi multikolinieritas artinya peubah bebas saling bebas. Dari kelima asumsi regresi belum terpenuhi.

Cara mengatasi autokorelasi salah satunya yaitu dengan menggunakan model dinamis distribusi lag, dinamis autoregressive, dan autoregressive distribusi lag (ARDL). Model tersebut menambahkan lag dari variabel bebas maupun lag dari variabel terikatnya ke dalam variable bebas. Langkah pertama menggunakan model dinamis distribusi lag dengan cara menambahkan lag seperti $X_{t-1}, X_{t-2}, X_{t-3}, X_{t-4}$, dan terakhir X_{t-5} . Penambahan lag berhenti di X_{t-5} karena setelah penambahan lag semakin tidak signifikan. Model dinamis distribusi lag yang diperoleh untuk memprediksi persediaan minyak bumi adalah $\hat{Y}_t = 972936 + 0,708 X_{t-1}$. Langkah kedua menggunakan model dinamis autoregressive. Model dinamis Autoregressive tidak bisa memprediksi persediaan minyak bumi. Langkah ketiga menggunakan model autoregressive distribusi lag (ARDL). Penambahan berbagai kombinasi lag dari

variabel bebas dan terikat ke dalam variabel bebasnya berpengaruh signifikan terhadap variabel terikat yaitu pada variabel X_{t-2} dan Y_{t-1} dengan persamaan $\hat{Y}_t = 0,609 X_{t-2} + 0,514 Y_{t-1}$.

Langkah selanjutnya setelah diperoleh persamaan tersebut, yaitu dengan menguji asumsi model $\hat{Y}_t = 972936 + 0,708 X_{t-1}$ dan $\hat{Y}_t = 0,609 X_{t-2} + 0,514 Y_{t-1}$. Asumsi kelinearan telah terpenuhi yang dapat dilihat pada Gambar 8. Dan 9. Asumsi non autokorelasi terpenuhi hanya pada model $\hat{Y}_t = 0,609 X_{t-2} + 0,514 Y_{t-1}$. Selanjutnya hanya model $\hat{Y}_t = 0,609 X_{t-2} + 0,514 Y_{t-1}$ yang akan diuji. Asumsi kehomogenan ragam sisaannya juga terpenuhi. Dapat dilihat dari Gambar 12 bahwa tidak ada pola yang sistematis serta titik-titik menyebar disekitar angka nol. Asumsi Multikolinearitas terpenuhi karena nilai VIFnya sebesar 1,7 dan kecil dari 10. Asumsi kenormalan sisaan terpenuhi. Dapat dilihat di Gambar 13, dimana nilai p valuenya 0,147 dan besar dari 0,05. Sehingga model yang memenuhi Asumsi untuk memprediksi persediaan minyak bumi yaitu $\hat{Y}_t = 0,609 X_{t-2} + 0,514 Y_{t-1}$. Nilai R^2_{adj} yang diperoleh sebesar 98,28% dan model ini memprediksi persediaan minyak bumi sebesar 98,28%.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data diperoleh model prediksi persediaan minyak bumi dengan model $\hat{Y}_t = 0,609 X_{t-2} + 0,514 Y_{t-1}$. Sedangkan prediksi persediaan minyak bumi tahun 2014 dan 2015 berturut-turut sebesar 3.112.002 terajoule dan 3.335.348 terajoule. Berdasarkan prediksi persediaan minyak bumi, pemerintah harus menyediakan APBN untuk mengimpor minyak bumi sehingga persediaan minyak bumi mencapai 3.112.002 terajoule untuk tahun 2014 dan 3.335.348 terajoule untuk tahun 2015

REFERENSI

- [1]. Badan Pusat Statistik. (2014). *Neraca Energi Indonesia tahun 2009-2013*. Sumatera Barat.
- [2]. Merdeka, Hary. "Prediksi Persediaan Minyak Bumi Menggunakan Model Dinamis Distribusi Lag, Dinamis Autoregressive, dan Autoregressive Distribusi Lag (ARDL)". Skripsi. Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia, Januari, 2016.
- [3]. IISD. (2013). *Panduan Masyarakat Tentang Subsidi Energi di Indonesia* Bandung: Informatika
- [4]. Montgomery, Douglas C. Elizabeth A. Peok, & G. Geoffery Vining. 2006. *Introduction to Linear Regression Analysis*. Canada: Wiley-Interscience.
- [5]. Gujarati, D. 1995, *Ekonometrika Dasar*, Erlangga, Jakarta, Terjemahan: Drs. Ak. Sumarno Zain, MBA, hal. 233-251